

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE AGRONOMIA

Ernani Luis Kuhsler Junior

Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho

Curitibanos
2019

Ernani Luis Kuhsler Junior

Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.
Orientador: Prof. Samuel Luiz Fioreze

Curitibanos
2019

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

Kuhsler Junior, Ernani Luis
Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum*
brasiliense na cultura do milho / Ernani Luis Kuhsler
Junior ; orientador, Samuel Luiz Fioreze, 2019.
25 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Agronomia, Curitibanos, 2019.

Inclui referências.

1. Agronomia. 2. Zea mays. 3. Inoculante. 4. Bactéria
Diazotrófica. 5. Nitrogênio. I. Fioreze, Samuel Luiz . II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Agronomia. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia
Antônio Menezes Garibaldi, 143
Cidade Universitária, CEP 88080-000, Florianópolis, SC
TELEFONE (049) 3721-2115. E-MAIL: agronomia@ufsc.br

ERNANI LUIS KUHLER JUNIOR

Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* no cultivo do milho.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitiba, 22 de novembro de 2019.

Prof. Dr. João Bastista Tolentino Júnior

Sub-Coordenador do curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Samuel Luiz Fioreze

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Djalma Eugênio Schmitt

Membro da banca examinadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Douglas Adams Weiler

Membro da banca examinadora

Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela possibilidade de existir e por sempre me dar forças para seguir em frente.

A meus pais que mesmo de longe sempre confiaram em mim, e me depositaram todo amor e carinho.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e demais funcionários que contribuíram na minha formação.

Aos meus orientadores profº drº Samuel Luiz Fioreze e profº drº Jonatas Thiago Piva, pela paciência e dedicação ao longo desses longos anos de graduação, por nunca desistirem de mim.

E por fim a todos os meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado, nas horas boas e ruins.

A todos vocês, muito obrigado!

RESUMO

O nitrogênio, além de ser o nutriente mais exigido pelo milho, é o que mais onera custos de adubação. Uma das alternativas de redução no consumo de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho é a inoculação de sementes com bactérias diazotróficas que possuem a capacidade de fixar N atmosférico no solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da cultura do milho com diferentes doses de N em cobertura, na presença e ausência de inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*. Os experimentos foram conduzidos na área experimental da UFSC Curitibanos, nos anos agrícolas 2016/17 e 2017/18, utilizando-se delineamento experimental de blocos ao acaso, com esquema de parcelas subdivididas, com 4 repetições. As parcelas foram compostas pela inoculação ou não de sementes de milho com *A. brasilense*. As subparcelas foram compostas por doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹). A inoculação de sementes de milho com *A. brasilense* não aumenta o rendimento de grãos e não altera a massa de mil grãos, estatura de plantas, altura da inserção da espiga principal e diâmetro do colmo. A aplicação de N em cobertura no milho influencia de modo positivo a produtividade.

Palavras-chave: *Zea mays*. Bactéria diazotróficas. Nitrogênio. Inoculante.

ABSTRACT

Nitrogen, besides being the nutrient most demanded by corn culture is the one that most increase fertilization costs. One of the alternatives for reducing nitrogen fertilizer consumption in corn is seed inoculation with diazotrophic bacteria that have the ability to fix atmospheric N in the soil. The objective of this work was to evaluate the performance of corn with different N rates under cover, in the presence and absence of seed inoculation with *Azospirillum brasilense*. The experiments were conducted in the experimental area of UFSC Curitibanos, in the agricultural years 2016/17 and 2017/18, using a randomized complete block design with split plot design with 4 replications. The plots were composed by the inoculation or not of corn seeds with *A. brasilense*. The subplots were composed of N rates (0, 40, 80 and 120 kg ha⁻¹). Inoculation of corn seeds with *A. brasilense* does not increase grain yield and does not alter the mass of one thousand grains, plant height, main ear insertion height and stem diameter. The application of N in corn has a positive influence on productivity.

Keywords: *Zea mays*. Diazotrophic bacteria. Nitrogen. Inoculant.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	JUSTIFICATIVA	8
1.2	OBJETIVOS	8
1.1.1	Objetivo Geral	8
1.1.	Objetivos Específicos	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	9
2.1	O CULTIVO DE MILHO NO BRASIL	9
2.2	ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO	10
2.3	BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL	11
3	MATERIAL E MÉTODOS	13
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5	CONCLUSÃO.....	21
	REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é o cereal mais produzido no mundo, podendo ser utilizado tanto na alimentação humana como animal, ou ainda ser usado como biocombustível. A produção nacional de milho na safra 2018/2019 foi de 100 milhões de toneladas, representando um acréscimo de 36% na segunda safra, e decréscimo de 2,3% na primeira safra, em relação à safra passada (CONAB, 2019). Este aumento na produtividade está atrelado ao melhoramento genético, bem como condições climáticas e biológicas favoráveis, além do manejo de fertilidade do solo (FONTOURA; BAYER, 2009).

Plantas da família das Poaceae, como é o caso do milho, são responsivas em adubação nitrogenada, devido ao fato de que este participa dos mais variados compostos do metabolismo da planta, como nos aminoácidos e proteínas, que atuam diretamente na taxa fotossintética, sendo classificado como macronutriente primário (OHLAND *et al.*, 2005). O alto custo do nitrogênio mineral acaba se tornando um entrave nas pequenas propriedades, muitas vezes por falta de recurso o produtor deixa de aplicar, afetando a produtividade e consequentemente a lucratividade (SARTOR, 2009).

A busca por meios alternativos para a produção é uma saída para diminuir o uso do nitrogênio (N) mineral, o qual tem papel preponderante nos gastos com a produção. Desta maneira, uma forma de fornecer N gramíneas é através da inoculação, principalmente, com bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum*, uma bactéria que quando inoculada as sementes podem promover crescimento vegetal e auxiliar na produção. Esta é uma biotecnologia que se mostra eficiente na substituição parcial ou total de fertilizantes nitrogenados principalmente em leguminosas (SILVEIRA, 2008), onde essas bactérias através de uma enzima chamada nitrogenase, são capazes de reduzir o N atmosférico (N₂), tornando disponível para a planta (REIS; TEIXEIRA, 2005).

A FBN para as gramíneas é realizada pelas bactérias no interior do tecido do vegetal ou próximo às raízes. Para as gramíneas, a quantidade de nitrogênio disponibilizado para culturas pela FBN é moderada, ainda não se pode usar somente ela para suprir toda a demanda de N (REIS JUNIOR, 2008). Porém diversas pesquisas mostram que a inoculação de gramíneas é viável (HUNGRIA *et al.*, 2010; ARAUJO *et al.*, 2012).

Atualmente a área de produção de milho vem diminuindo consideravelmente, devido a perdas na atratividade econômica. O alto custo de produção é um dos entraves para a produção de milho.

1.1 JUSTIFICATIVA

O nitrogênio é o principal nutriente exigido pela cultura. Quando faz a aplicação do N, recomenda-se aumentar o número de parcelamento da adubação, pois aumenta a eficiência do uso do nitrogênio e reduz as perdas. O uso em excesso pode causar vários problemas ambientais, como por exemplo, a desnitrificação, lixiviação e eutrofização.

Portanto, percebe-se que entre os nutrientes o nitrogênio desempenha um papel importante para o aumento da produção, aumento da área foliar e da massa de matéria seca. Este contexto evidencia a importância do desenvolvimento de pesquisas avaliando a viabilidade da inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio em gramíneas, na tentativa de constatar os benefícios desta tecnologia para a cultura do milho, otimizando assim o uso dessa simbiose *Azospirillum*/Milho, tendo como resultados acréscimos de produtividade e conseqüentemente a diminuição dos custos de produção (MELO, 2014).

1.2 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar os parâmetros biométricos e a produtividade do milho em função da inoculação com *A. brasilense* adubação com nitrogênio mineral em diferentes doses.

1.1.2 Objetivos Específicos

Avaliar se, após três anos de experimento no mesmo local houve resultados positivos para a inoculação com *A. brasilense*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O CULTIVO DE MILHO NO BRASIL

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com cerca de 13 milhões de hectares cultivados, superado apenas pelos EUA e China (CONAB, 2019). O Brasil ainda se destaca por ser o segundo maior exportador, abastecendo principalmente países asiáticos (PIONEER, 2016).

No início dos cultivos de milho ele era produzido basicamente para a alimentação humana, com o decorrer do tempo, com novas tecnologias de produção, se transformou na segunda cultura de importância agrícola no país (CONAB, 2019). Atualmente é o principal insumo para a produção de aves e suínos (PIONEER, 2016).

A produção do milho no Brasil é dividida em duas épocas de plantio. Os plantios de verão, que variam de acordo com a região, no Sul são realizados a partir do final de agosto, chamados de primeira safra. A segunda época é a chamada, segunda safra, que a semeadura é feita nos meses de janeiro a abril, está apenas para a região Centro-Sul brasileira (DUARTE *et al.*, 2011).

O cultivo de milho deu um grande salto comparado aos anos passados. Isso por que o milho vem passando por grandes transformações tecnológicas, além do uso de diferentes sistemas de produção (MAGALHÃES *et al.*, 2002). Esta transformação tecnológica busca melhorar a qualidade do solo, com práticas como plantio direto, rotação de culturas, calagem, adubação equilibrada com macro e micronutrientes com fertilizantes químicos, mas principalmente orgânicos (COELHO, 2007).

Sendo assim, uma das variáveis da produção de milho, é a aquisição e fornecimento de nutrientes, entre os quais o nitrogênio se sobressai apresentando incrementos em vários atributos da planta que influenciam na produtividade final (OHLAND *et al.*, 2005), uma vez que o nitrogênio é requerido em grandes quantidades, fazendo parte da clorofila e compondo substâncias como proteínas, enzimas e ácidos nucleicos (GROSS *et al.*, 2006).

2.2 ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO MILHO

O nitrogênio (N) é o nutriente mais exigido pelas plantas, sendo que este recebe grande destaque em virtude do seu valor comercial ser consideravelmente alto e por ser exigido em maiores quantidades pela maioria das culturas, isso se dá principalmente no milho (CRUZ *et al.*, 2008).

O uso do N é essencial às suas funções no metabolismo das plantas, participando como constituinte de moléculas de proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos, citocromos, clorofila, além de ser um dos nutrientes mais importantes para o aumento da produção (LEMOS *et al.*, 2013). O N determina o desenvolvimento das plantas de milho refletindo no aumento significativo na área foliar e na produção de massa de matéria seca, resultando em maior produtividade de grãos (ARAÚJO *et al.*, 2013).

A ausência de nutrientes na planta acaba por impedir que esta complete o seu ciclo de vida, não podendo ser substituído por outro elemento (NOVAIS *et al.*, 2007). Quando este não se encontra nas quantidades suficientes requeridas, as plantas apresentam sintomas característicos, como nos casos mais severos deformações nas espigas, especificamente nas pontas, em outros casos ocorre o amarelecimento das folhas mais velhas (MARTINS *et al.*, 2008).

O milho é uma cultura altamente responsiva a utilização de fertilizantes, apresentando incrementos em várias características que influenciam na produção final. Pesquisas demonstram que em geral, 70 a 90% dos experimentos com milho executados em campo no Brasil responderam à aplicação de nitrogênio (CANTARELLA & RAIJ, 1986; LANTMANN *et al.*, 1986).

O milho apresenta períodos diferentes de intensa absorção, com o primeiro ocorrendo durante a fase de desenvolvimento vegetativo, V4 a V12 folhas, quando o número potencial de grãos está sendo definido; e o segundo, durante a fase reprodutiva ou formação da espiga, quando o potencial produtivo é atingido. Os solos, em geral, não suprem a demanda da cultura em termos de nitrogênio. O parcelamento da adubação nitrogenada é importante e, assim sendo, deve ser pensado e manejado de maneira distinta entre os diferentes ambientes de produção agrícola, e não recomendado e manejado de maneira única e generalizada (COELHO, 2007).

A aplicação de altas doses de N não é recomendada, pois esta pode acarretar em perdas, afinal a planta tem capacidade de assimilá-lo até certa quantidade, acima de tal, o excesso será

perdido por meio de processos como lixiviação ou volatilização. O N pode ser incorporado ao solo por diversas maneiras, sendo elas: i) através de compostos orgânicos, com o incremento de restos vegetais e animais; ii) através de compostos inorgânicos, como os fertilizantes nitrogenados sintéticos; iii) através da fixação biológica, simbiótica (MALAVOLTA & MORAES, 2006).

Assim como a cultura da soja, o milho é cultivado ocupando a maior parte das áreas destinadas à agricultura no mundo. Porém, na soja o manejo nitrogenado é facilitado em virtude da grande quantidade de N atmosférico que é fixado por meio da simbiose com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Pesquisas vêm sendo realizadas com o objetivo de descobrir outros microrganismos que possam associar-se a milho e outras gramíneas, fixando N do ar, reduzindo os custos de produção e contaminação do ambiente (VIEGAS *et al*, 2014).

2.3 BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é um processo biológico realizado por bactérias que possuem um complexo enzimático chamado nitrogenase. Essas bactérias transformam o nitrogênio atmosférico (N₂) em amônia (NH₃), quebrando a tripla ligação existente entre os átomos de N. A amônia por sua vez passa pelo processo de nitrificação, que nada mais é que uma oxidação, e é convertida em nitrato, que é assimilável pelas plantas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Há diversas espécies de bactérias fixadoras de N, algumas são nodulantes (tais como do gênero *Bradyrhizobium*, utilizadas para inoculação de soja), as fixadoras assimbióticas não associativas (como a *Azotobacter*, que vivem em vida livre no solo) e fixadoras assimbióticas associativas (a exemplo de bactérias do gênero *Azospirillum* que formam um sistema associativo com a planta, mas sem a formação de nódulos) (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Nessa associação não simbiótica ocorre a colonização da rizosfera pelas bactérias e não há penetração delas nos tecidos radiculares nem formação de nódulos.

Correa *et al.* (2008) destacam que uma planta que possua uma melhor nutrição mineral, torna-se uma planta com maior resistência ao ataque de patógenos. Além disso, essas bactérias estimulam a produção de hormônios nas plantas como a auxina, que promove o crescimento de raízes, refletindo-se em maior capacidade de uso de água e nutrientes, sobretudo em situações de seca ou salinidade (PANDOLFO *et al*, 2015). Outro benefício

destacado por Barassi *et al.* (2008), está relacionado com a fotossíntese, pois as plantas apresentam um maior teor de clorofila e condutância estomática, uma elasticidade maior da parede celular, resultando em uma produção de biomassa maior bem como, altura de plantas maior.

As bactérias do gênero *A. brasilense* são também conhecidas como bactérias promotoras do crescimento vegetal, uma vez que estas não apenas fixam o nitrogênio atmosférico, mas também produzem fitormônios, promovendo o crescimento das raízes, com isso a planta é capaz de absorver mais água e nutrientes, torna-se mais tolerante a seca, tem melhor aproveitamento dos nutrientes, entre outros benefícios (VIANA, 2015). Grupos de pesquisa mostram incrementos em pigmentos fotossintéticos como clorofilas a e b, além de uma coloração verde mais intensa e sem estresse hídrico (BASHAN *et al.*, 2006. *Apud* HUNGRIA, 2011).

As bactérias associativas do gênero *A. brasilense*, liberam apenas uma parte do nitrogênio que está fixado espontaneamente para a planta associada; em seguida, à mineralização que ocorre nas bactérias pode fornecer doses adicionais de nitrogênio para as plantas, entretanto, vale ressaltar que o processo de fixação biológica que ocorre através dessas bactérias consegue suprir apenas uma parte das necessidades das plantas. Contudo, mesmo com a capacidade de fixação reduzida, o uso dessa associação pode proporcionar uma economia de até 50% no uso de fertilizantes nitrogenados (HUNGRIA *et al.*, 2011), estimulando assim o crescimento vegetal, aumentando também a produtividade e a concentração de nitrogênio em plantas de diferentes culturas (REIS *et al.*, 2000).

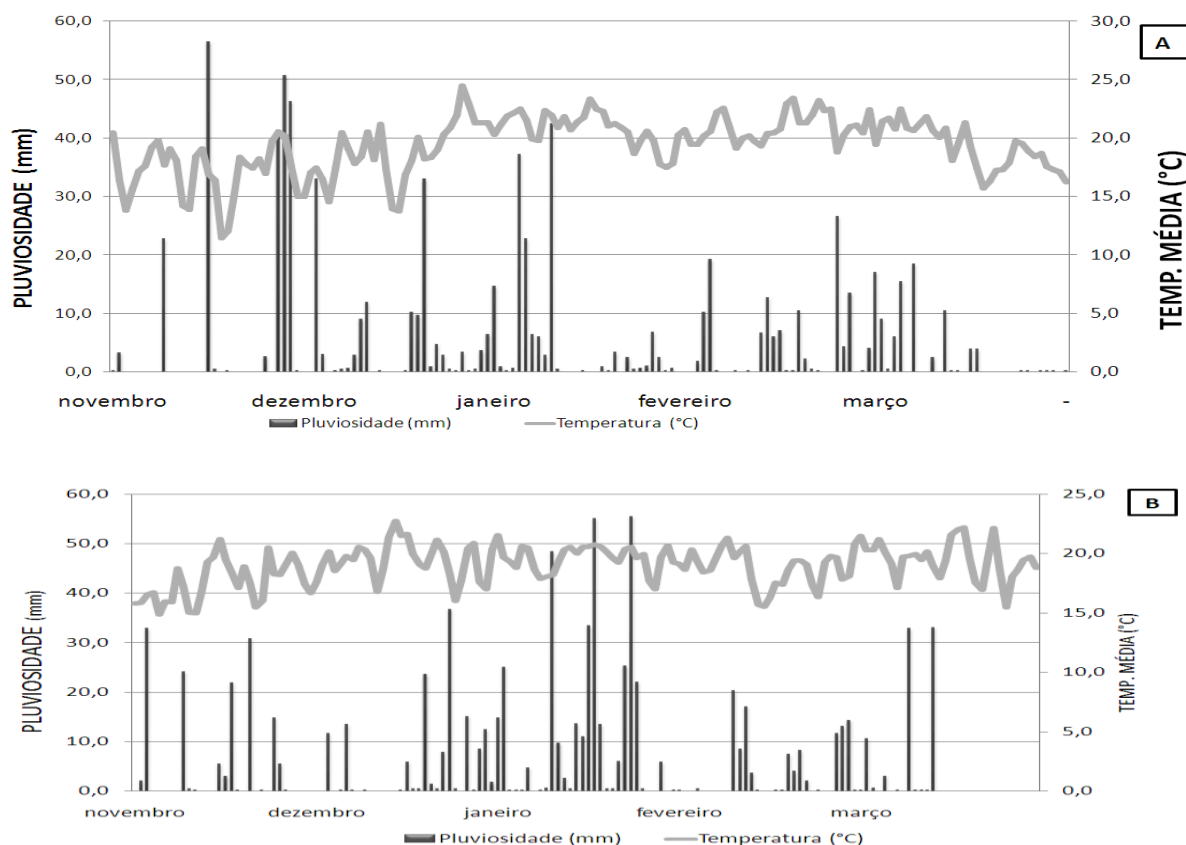
Ensaio conduzidos a mais de 20 anos pelo mundo mostram que de 60 a 70% dos experimentos mostram resultados positivos com a inoculação, com aumentos na ordem de 5% a 30% (OKON & LABANDERA, 1994. *Apud* HUNGRIA, 2011). Na Argentina, a inoculação de *A. brasilense* na cultura do trigo se mostrou eficiente em 76% dos casos, e em milho 86% dos casos (DIAZ & FERNADEZ, 2008. *apud* HUNGRIA, 2011).

No Brasil foram conduzidos experimentos em Curitiba para testar a eficiência do *A. brasilense* em condições de campo, foram conduzidos 18 experimentos com milho e trigo, combinando diferentes estirpes, doses e tipos de inoculantes. Considerando a média dos experimentos produzidos, o trigo teve um acréscimo de 14% em produtividade, enquanto o milho com as estirpes abV5 e abV6, apresentaram 24% a mais em produtividade, com isso o MAPA autorizou a comercialização da bactéria no Brasil (HUNGRIA, 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições decampo nas safras 2016/2017 e 2017/18, na área experimental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Ciências Rurais, *campus* de Curitibanos, situada a 27°16'22,8"S latitude, 50°30'11,4"W longitude e 1050 metros de altitude. Sob um Cambissolo Háplico de textura argilosa (550 g kg⁻¹) (EMBRAPA,2013). A área vinha sendo cultivada em sistema de plantio direto desde 2014 com sucessão milho/aveia preta. O clima da região é classificado de acordo com Köppen como Cfb temperado. A precipitação média anual de 1500 mm, com temperatura média entre 15°C e 25°C. A Figura 1 apresenta os dados de precipitação e temperatura média do ar, durante os períodos de condução do experimento. Na safra 2016/17 o período do experimento teve uma pluviosidade total de 728,4 mm, enquanto na safra 2017/18 de 822,8 mm, e a temperatura média foi de 19°C em ambos os anos. Os principais atributos do solo experimental, determinados antes do início do experimento, são apresentados na Tabela 1.

Figura 1 - Precipitação e temperatura média durante a condução do experimento, entre os meses de novembro a março, onde A: 2016/17; B: 2017/18.



O delineamento experimental utilizado foi de em blocos ao acaso, com esquema de parcelas subdivididas, com 4 repetições. As parcelas foram compostas pela inoculação ou não de sementes de milho com *A. brasilense*. As subparcelas, medindo 3 x 4 m, foram compostas por doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹).

Tabela 1—Análise de atributos químicos do solo da fazenda experimental – UFSC - na camada 0,0-0,2 m, antes da implantação do experimento, Curitiba, SC (2015).

MO	P	K	Cu	Fe	Zn	Mn	pH
gdm ⁻³	mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	mgdm ⁻³	mgdm ⁻³	mgdm ⁻³	mgdm ⁻³	
49,59	20,75	0,18	2,65	26,98	1,9	59,18	5,9
Índice	Al ⁺³	H + Al ⁺³	Ca	Mg	SB	V	Sat Al
SPM	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	(%)	(%)
6,7	0	2,95	10,2	3,1	13,48	82,05	0

Em ambos os anos o milho foi cultivado em sucessão a aveia preta. A aveia preta foi implantada em sistema de plantio direto, com densidade de 80 kg de sementes ha⁻¹. A aveia preta foi cultivada no mesmo delineamento experimental, composto pela inoculação de sementes e as doses de nitrogênio já mencionadas.

Na safra 2016/17 foi utilizado o híbrido AG 9040 (AGROCERES). O híbrido apresenta ciclo superprecoce e porte baixo, enquanto na segunda safra o híbrido utilizado foi o AG 9025PRO3 que diferencia do híbrido anterior por ter seu porte mais alto. Na safra 2016/2017 a semeadura foi realizada em 04 de novembro com espaçamento 0,80 m entrelinhas e densidade 62.500 planta ha⁻¹. Na safra 2017/2018 a semeadura foi realizada em 02 de novembro com espaçamento 0,50 m e densidade de 70.000 plantas ha⁻¹.

Para ambas as safras foi efetuado a inoculação com a bactéria *A. brasilense*, conforme recomendação do fabricante, utilizando-se 100 ml ha⁻¹, do produto comercial Azototal[®], na forma líquida, o qual contém estirpes AbV5 e AbV6 na concentração de 200 milhões de células por ml. A inoculação das sementes foi realizada no momento da semeadura.

Nas duas safras, a adubação de base foi realizada com 300 kg ha⁻¹ do adubo formulado 00-18-18 (NPK) conforme recomendação do manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2016), para perspectiva de produtividade de 7000 kg ha⁻¹.

As doses de nitrogênio foram divididas em duas aplicações em cobertura, sendo 1/3 na emergência das plantas e 2/3 no estágio V4 (quatro folhas, segundo Ritchie, Hanway e Benson, 1993). O nitrogênio foi aplicado na forma de ureia (45% de N). Durante a condução do experimento foram realizados os tratamentos culturais (aplicação de herbicida, inseticida e fungicida) seguindo as recomendações técnicas de acordo com a necessidade da cultura.

Os parâmetros biométricos foram avaliados em 10 plantas aleatórias por parcela, no estágio R1 (florescimento, segundo Ritchie, Hanway e Benson, 1993), onde foram avaliadas: altura de plantas (AP), medida desde a superfície do solo até a bainha da folha bandeira com uma trena (cm); altura de inserção de espiga (AIE): avaliada desde a superfície do solo, até a inserção da espiga principal; e diâmetro de colmo (DC): determinado a 20 cm da superfície do solo.

Os demais componentes de produção e a produtividade de grãos foram avaliados no final do ciclo da cultura. Foram avaliados: número de grãos por fileira (NGF), determinado através da média da contagem de grãos, no sentido longitudinal da espiga, com a média de quatro fileiras; número de fileiras por espiga (NFE), determinadas através da contagem dos grãos na circunferência da espiga; Para determinar o número de espigas por metro (NEM) foi medido 1 metro em duas fileiras centrais das parcelas; Para determinação da massa de mil grãos (MMG) foi realizada a contagem de 200 grãos por parcela, sendo posteriormente extrapolados para mil grãos. A produtividade foi avaliada a partir de uma área útil de quatro m², as espigas contidas nessa área foram trilhadas, em trilha mecânica acoplada ao trator, e pesadas para o cálculo de produtividade considerando a umidade de 13% e extrapolando para kg por hectare.

Os resultados foram avaliados no programa SISVAR e submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$). Para o efeito da inoculação de sementes, utilizou-se o teste t de Student ($p < 0,05$). Para o estudo das doses de N foi realizada, quando significativa, a análise de regressão polinomial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das avaliações realizadas na safra de 2016/17, não se observou diferença para diâmetro de colmo (DC), porém para altura de plantas (AP) e altura de inserção de espiga (AIE) as plantas que não receberam inoculação tiveram maiores alturas. Diferindo do que dizia Baressi *et al.* (2008), que plantas inoculadas teriam um maior crescimento vegetal. Isso mostra que as bactérias não apresentaram influencia, assim como encontrou Silva (2013) que ao conduzir seu experimento em casa de vegetação no município de Lages, com as cultivares VPA SCS 155 Catarina e o híbrido simples P30R50H, também não encontrou diferença nos componentes morfológicos do milho na ausência ou presença de inoculação.

Em ambas as safras não houve diferenças estatísticas no rendimento de grãos das parcelas inoculadas e não inoculadas. Porém na safra 2016/17 as parcelas inoculadas produziram grãos com maior massa do que as não inoculadas, e embora não tenha alcançado significância estatística, a inoculação com *A. brasilense* promoveu aumento de 5% no rendimento de grãos (Tabela 2). Assim como encontrou Melo (2014), que testou diferentes tipos de inoculantes em doses de N e naquela ocasião a produtividade não diferiu na presença ou não do inoculante. Na safra 2017/18 as parcelas inoculadas apresentaram um valor de aproximadamente 300 kg ha⁻¹ a mais que as que não receberam o tratamento.

Para as doses de N em ambas as safras (Tabelas 2 e 3) obteve-se um ajuste linear. Sangoi (2015) utilizou doses de N de 0kg ha⁻¹ a 420 kg ha⁻¹ e percebeu que o rendimento de grãos do milho aumentou com o incremento nas doses de nitrogênio mineral, independentemente da inoculação das sementes com *Azospirillum*. O presente resultado sustenta os dados obtidos por Queiroz *et al.*, (2011) em que avaliando o efeito de diferentes doses de N (40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹), obteve acréscimos na produtividade com o aumento da dose de N aplicado, sendo que o tratamento com a maior dose de N (160 kg ha⁻¹), resultou em uma produtividade de 7914,08 kg ha⁻¹.

Tabela 2 - Parâmetros morfológicos e produtivos de plantas de milho, híbrido AG 9040, em função da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e de doses de nitrogênio. Curitiba (SC), 2017.

Inoculação (I)	DC (mm)	AP (cm)	AIE (cm)	NEM
Com	22,73	183,20 b	93,28 b	5,92
Sem	22,82	185,20 a	93,81 a	5,58
<i>p</i>	0,65	0,04	0,05	0,40
dms	0,52	1,78	0,51	1,13
Dose (D)	DC (mm)	AP (cm)	AIE (cm)	NEM
0	17,96	170,16	86,89	4,75
40	21,36	180,51	90,50	5,28
80	23,29	187,71	95,50	6,34
120	28,48	198,44	101,30	6,63
<i>p</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
Ajuste	$y = 0,0837x + 17,75$	$y = 0,2301x + 170,4$	$y = 0,1206x + 86,31$	$y = 0,0167x + 4,74$
R	0,97**	0,99**	0,99**	0,96**
I x D (<i>p</i>)	0,48	0,22	0,08	0,52
CV1	2,01	0,86	0,48	17,50
CV2	2,02	1,00	1,07	12,28
Inoculação (I)	NFE	NGF	MMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
Com	15,13	29,1 a	284,9 a	7390,9
Sem	14,98	27,3 b	275,8 b	7015,1
<i>p</i>	0,29	0,04	0,04	0,65
dms	0,38	1,60	8,20	2359,2
Dose (D)	NFE	NGF	MMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
0	14,3	19,9	281,0	3579,4
40	15,3	27,3	274,6	5880,8
80	15,2	32,2	284,5	9523,4
120	15,5	33,5	281,4	9828,5
<i>p</i>	0,00	0,00	0,87	0,00
Ajuste	$y = 0,0086x + 14,54$	$0,1146x + 21,3$	ns	$y = 55,975x + 3844,5$
R	0,72**	0,92**	ns	0,92**
I x D (<i>p</i>)	0,65	0,72	0,38	0,36
CV1 (%)	2,21	5,18	2,63	29,11
CV2(%)	3,42	10,74	8,69	22,05

DC: diâmetro do colmo; AP: altura de plantas; AIE: altura da inserção da primeira espiga; NEM: Número de espiga por metro linear; NFE: Número de fileira por espiga; NGF: número de grãos por fileira; MMG: massa de mil grãos; PROD: produtividade de grãos; *p*: valor da probabilidade do teste F; dms: diferença mínima significativa pelo teste t de Student ($p < 0,05$); CV1: coeficiente de variação para parcela; CV2: coeficiente de variação para subparcela.

Tabela 3 - Parâmetros morfológicos e produtivos de plantas de milho, híbrido AG 9025PRO3, em função da inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e de doses de nitrogênio. Curitiba (SC), 2018.

Inoculação (I)	DC (mm)	AP (cm)	AIE (cm)	NEM
Com	25,64	244,04	100,12	4,16
Sem	25,19	244,02	98,08	4,31
<i>p</i>	0,79	0,98	0,66	0,41
dms	4,97	0,23	0,12	0,52
Dose (D)	DC (mm)	AP (cm)	AIE (cm)	NEM
0	21,83	198,00	77,05	3,44
40	25,06	241,10	103,12	4,06
80	25,65	259,08	108,23	4,44
120	29,11	277,02	107,04	5,00
<i>p</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
Ajuste	$y = 0,0561x + 22,04$	$y = 0,0064x + 206,04$	$y = 0,0024x + 85,87$	$y = 0,0127x + 3,47$
R	0,94**	0,95**	0,70**	0,99**
I x D (<i>p</i>)	0,81	0,95	0,81	0,89
CV1	17,39	8,23	10,98	10,85
CV2	6,93	5,83	7,88	11,79
Inoculação (I)	NFE	NGF	MMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
Com	13,81	29,68	396,1	7996,8
Sem	13,98	28,96	368,1	7379,3
<i>p</i>	0,24	0,69	0,32	0,38
dms	0,37	5,31	74,70	1892,6
Dose (D)	NFE	NGF	MMG (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
0	11,94	19,56	313,8	2421,4
40	14,08	29,00	340,4	6148,7
80	14,93	33,35	426,7	9608,1
120	14,63	35,37	447,6	12573,9
<i>p</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
Ajuste	$y = 0,0223x + 12,55$	$y = 0,1294x + 21,55$	$y = 1,2189x + 308,9$	$y = 84,792x + 2600,5$
R	0,73**	0,90**	0,94**	0,99**
I x D (<i>p</i>)	0,86	0,48	0,94	0,43
CV1 (%)	2,36	16,10	17,38	21,88
CV2 (%)	6,45	9,18	14,19	18,94

DC: diâmetro do colmo; AP: altura de plantas; AIE: altura da inserção da primeira espiga; NEM: Número de espigas por metro linear; NFE: Número de fileira por espiga; NGF: número de grãos por fileira; MMG: massa de mil grãos; PROD: produtividade de grãos; *p*: valor da probabilidade do teste F; dms: diferença mínima significativa pelo teste t de Student ($p < 0,05$); CV1: coeficiente de variação para parcela; CV2: coeficiente de variação para subparcela.

Uma das hipóteses que impulsionaram a fazer o trabalho era de que a repetir a inoculação com *A. brasilense* por várias safras, poderia suprir parte da demanda de nitrogênio, fazendo com que tivesse uma diminuição do custo de produção com fertilizantes, à outra hipótese era de com o fertilizante mineral as bactérias pudessem contribuir para elevar o potencial produtivo do milho. As hipóteses não foram confirmadas, não houve interação entre a dose e a inoculação, e tão pouco foi eficiente a inoculação, tanto morfológicamente como nos componentes de produção para ambos os anos.

Hungria *et al.* (2010), realizaram trabalhos em duas localidades no Paraná, em Londrina e Ponta Grossa. Em Londrina, o experimento foi realizado na estação da Embrapa soja, a cultivar utilizada para o primeiro ano foi o híbrido 9486 e para o segundo ano utilizaram EMBRAPA-HD- 28X. Já em Ponta Grossa o experimento foi realizado no Serviço de Produção de Sementes Básicas da Embrapa, a cultivar utilizada para o primeiro ano foi a variedade BR 201 e EMBRAPA-HD-28X no segundo ano. Nesse estudo os resultados foram similares obtidos em Londrina e Ponta Grossa. A produção de grão variou entre 443-823 kg ha⁻¹, que seria um aumento entre 16-30% em comparação com o não-inoculado.

Em Santa Catarina, alguns autores testaram a inoculação com o *Azospirillum brasilense* na cultura do milho e não obtiveram resultados significativos assim como Silva *et al* (2013), realizou um trabalho a campo no município de Lages, com as cultivares SCS Catarina e o híbrido simples P30R50H. A inoculação a base de *A. brasilense* não propiciaram incrementos nos rendimentos de grãos. Nas parcelas inoculadas a média foi de 16.904,26 kg ha⁻¹, já nas parcelas sem inoculação a média foi de 17.003,89 kg ha⁻¹, não diferindo estatisticamente.

Pandolfo *et al* (2012), realizaram um trabalho a campo, conduzido em dois experimentos, um no município de Canoinhas, e outro em Campos Novos, com a cultivar SCS155 Catarina. Para o experimento não houve efeito da inoculação, de doses de N e da interação entre inoculação e doses de N para a variável produtividade de grãos. Em Campos Novos, a produtividade de grãos foi em média de 4.497 kg ha⁻¹. Em Canoinhas ocorreram condições mais favoráveis para a cultura e a produtividade média de grãos foi de 8.600 kg ha⁻¹.

Parizotto e Pandolfo (2013), realizaram um trabalho a campo na Estação Experimental da Epagri de Campos Novos, com a cultivar SCS 154 Fortuna. Os resultados obtidos demonstram que não houve diferença significativa entre os tratamentos no rendimento de grãos da cultura do milho e no peso de mil grãos.

Os resultados obtidos em diferentes trabalhos sobre o efeito do *A. brasilense* no desempenho agrônômico do milho são bastante variados. Segundo Roesch *et al.* (2006) o

estado fisiológico da planta pode ser alterado conforme a disponibilidade de N mineral, se houver N mineral prontamente disponível para a planta nos primeiros estádios de crescimento, ocorre uma inibição da colonização das bactérias diazotróficas com o milho. Um dos fatores que podem colaborar com o aumento da disponibilidade de N as plantas é a quantidade de matéria orgânica no solo, (49,59 g kg⁻¹).

A cultivar utilizada e as condições edafoclimáticas são variáveis que afetam os efeitos da adubação nitrogenada e a inoculação com *A. brasilense* na nutrição e produtividade do milho (DUARTE *et al.*, 2011). As influências geográficas e ambientais, principalmente as temperaturas do solo podem ocasionar associações diferentes entre as bactérias e a planta e milho, ocasionando resultados variáveis em relação à inoculação (ROESCH *et al.*, 2006). As condições de pluviosidade e temperatura do experimento em ambos os anos foi parecida, as chuvas foram bem distribuídas durante os meses, uma questão que pode ser discutida é quanto a temperatura média do ar, que ficou em 19°C. Trabalhos que apresentam um bom resultado com a inoculação como os de Araujo *et al.* (2012) desenvolvido no Piauí, Hungria *et al.* (2010) no norte do Paraná, apresentaram temperaturas médias mais elevadas, por volta de 25° a 30°C.

Arsac *et al.* (1990) ao realizarem um trabalho envolvendo diferentes genéticas de milhos e concentrações de inoculantes, relatam que a concentração da bactéria na solução do inoculante é mais importante que a dose, pois a concentração bacteriana ótima e que promove o desenvolvimento de plantas de milho é de 10 milhões de células viáveis ml⁻¹. Assim, níveis acima do ótimo apresentam efeito inibitório do desenvolvimento das plantas inoculadas e ausência de efeitos sobre o milho e os parâmetros avaliados. Porém, o produto comercial utilizado neste experimento, continha estirpes da bactéria *A. brasilense* em concentração mínima de 200 milhões de células viáveis ml⁻¹. Neste caso, pode se inferir que a ausência de resposta à inoculação pode estar relacionada ao excesso de bactérias formadoras de colônias.

5 CONCLUSÃO

A inoculação de sementes com *Azospirillum* não contribuiu para aumentar o rendimento de grãos do milho, independentemente da dose de nitrogênio;

O rendimento de grãos do milho aumentou com o incremento nas doses de nitrogênio mineral, independentemente da inoculação das sementes com *Azospirillum*.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, É. de O. *et al.* **Produtividade do milho em resposta a aplicação de nitrogênio e à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae***. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Florianópolis - SC, p.1-5, jul. 2013.
- ARSAC, J. F.; LAMOTHE, C.; MULARD, D.; J. FAGES, J. Growth enhancement of maize (*Zea mays* L.) through *Azospirillum lipoferum* inoculation: effect of plant genotype and bacterial concentration. *Agronomie*, Paris, v. 10, p. 640-654, 1990.
- BARASSI, C.A. *et al.* **Potencialidad de *Azospirillum* en optimizar el crecimiento vegetal bajo condiciones adversas**. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p.49-59.
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Adubação nitrogenada no Estado de São Paulo. In: SANTANA, M. B. M. (Coord.). **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1986. p. 47-49.
- COELHO, A. M. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 96. Sete Lagoas, 2007.
- Companhia Nacional de Abastecimento - **Levantamento da safra de grão**. Brasil -2019. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t>. Acesso em 11 abr. 2019.
- CORREA, O.S.; ROMERO, A.M.; SORIA, M.A.; DE ESTRADA, M. ***Azospirillum brasilense* – plant genotype interactions modify tomato response to bacterial diseases, and root and foliar microbial communities**. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p.87-95.
- CRUZ, J. C. *et al.* **Resposta de cultivares de milho à adubação nitrogenada em cobertura**. Sete Lagoas: Embrapa, 2008. 65 p.
- DUARTE, J. de O et al. **A influência da soja na área de plantação do milho safrinha: um estudo de painel**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 11, 2011, Lucas do Rio Verde, MT. Anais. Lucas do Rio Verde: Fundação Rio Verde, 2011. p. 113-118
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - **Embrapa**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª.ed. Brasília: 2013.
- FONTOURA, S. M. V.; BAYER, C. **Manejo e fertilidade de solos em Plantio Direto**. 2ª ed. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2009. 232 p.
- GROSS, M. R. et al. **Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto**. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 3, p. 387-393, 2006.

HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. 1ª ed. Londrina: Embrapa Soja, p. 38, 2011.

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 Soil*, Crawley, v. 331, n. 1-2, p.413-425, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-009-0262-0>. Acesso em: 15 nov. 2019.

LANTMANN, A. F.; OLIVEIRA, E. L.; CHAVES, J. C. D.; PAVAN, A. Adubação no Estado do Paraná. In: SANTANA, M. B. M. (Coord.). **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1986. p. 19-46.

LEMO, J. M.; GUIMARÃES, V. F.; VENDUSCOLO, E. C.; SANTOS, M. F.; OFFEMANN, L. C. **Resposta de cultivares de trigo à inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*, e à adubação nitrogenada em cobertura**. *Científica*, Jaboticabal, v.41, n.2, p.189–198, 2013.

MAGALHÃES, P. C. et al. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: Embrapa, 2002. 23p. (Circular Técnico, 22). Disponível em: <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/milho/circul22.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2019.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. **O nitrogênio na agricultura brasileira**. SED-70. p. 74, 2006. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/estudos-e-documento/> acesso em 03/12/2019.

MARTINS, A. O. et al. **Nitrogen-use efficiency of maize genotypes in contrasting environments**. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Londrina, v.8, p.291-298, 2008.

MELO, H. F. **Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* no cultivo do milho**. UFSC. Curitibanos, 2014.

MOREIRA, Fátima Maria de Souza; SIQUEIRA, José Oswaldo. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: Editora Ufla, p. 449-465, 2006.

NOVAIS, R.F. *et al.* **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

OHLAND, R. A. A. et al. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciênc.agrotec.**, Jun 2005, vol.29, no.3, p.538-544. ISSN 1413-7054

OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants, *Applied and Environmental Microbiology*. New York, v.63, n.7, p.366-370, 1997. In: MELO, H. F. **Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* no cultivo do milho**. UFSC. Curitibanos, 2014.

PANDOLFO, C. M. *et al.* **Desempenho de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* associado a doses de nitrogênio em cobertura**. *Agropecuária Catarinense*, v17, n3, p.94-99, Florianópolis, 2015.

PANDOLFO, C. M. *et al.* **Produtividade de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* em diferentes doses de nitrogênio, em latossolo vermelho – safra 2011/12.** 2012. In: IX Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão, 2013, Campos Novos. Resumos expandidos, 2013.

PARIZOTTO, C.; PANDOLFO, C. M. **Rendimento de milho no sistema agroecológico submetido à inoculação com *Azospirillum brasilense* e uréia natural.** In: IX Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão, 2013, Campos Novos. Resumos expandidos, 2013.

QUEIROZ, A. M. *et al.* Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zeamays L.*). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.3, p. 257-266, 2011.

REIS JÚNIOR, F. B. *et al.* Inoculação de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.3, p 1139-1146, 2008.

REIS, V. M.; TEIXEIRA, K. R. S. Fixação biológica do nitrogênio: estado da arte. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R. L. (Coord). **Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramentas para uma agricultura sustentável.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 350-368.

REIS, V.M *et al.* Biological dinitrogen fixation in gramineae and palm Trees. CRC Critical Review in **Plant Science**. Boca Ratou, v.19, p.227-247, 2000.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant develops. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. (Special Report, 48).

ROESCH, L. F. W.; OLIVARES, F. L.; PASSAGLIA, L. P. M.; SELBACH, P. A.; SÁ, E. L. S de; CAMARGO, F. A. O. Characterization of diazotrophicbactéria associated with maize: effect of plant genotype, ontogeny and nitrogen-supply. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, Dordrecht, v. 22, n. 9, p. 967-974, 2006.

SANGOI, L. Desempenho agrônômico do milho em razão do tratamento de sementes com *Azospirillum sp.* e da aplicação de doses de nitrogênio mineral. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** vol.39 no.4 Viçosa. 2015

SARTOR, L. R.; **Eficiência de utilização de nitrogênio, fósforo e Potássio por plantas de papuã submetidas a diferentes intensidades de pastejo e níveis de nitrogênio.** 2009. 114 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2009.

SILVA, L. M. M. da *et al.* **Tratamento de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* sob diferentes doses de N mineral em dois níveis de manejo.** 2013. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages 2013.

SILVA, L. M. M. da. **Desempenho agrônômico de milho em função do tratamento de sementes com *Azospirillum brasilense* sob diferentes doses de nitrogênio mineral.** 2013. 72 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal, Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2013.

SILVEIRA, E. L. **Inoculações de bactérias promotoras de crescimento no cultivo de arroz em solução nutritiva**. 2008, 99p. Tese (Doutorado) – Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2008.

Sociedade Nacional de Agricultura. **Milho é uma das principais fontes de alimento do brasileiro com importância estratégica no agronegócio**. 2016. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/milho-e-uma-das-principais-fontes-de-alimento-do-brasileiro-com-importancia-estrategica-no-agronegocio/>. Acesso em: 28 abr. 2019.

VIANA, G. Bactérias aumentam o rendimento do milho e reduzem adubos químicos. **Embrapa milho e sorgo**, 2015. Disponível em: <http://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/2467608/bacterias-aumenta-a-productividade-do-milho-e-reduzem-adubos-quimicos> acesso em 03/12/19.

VIEGAS, J. et al. **Inoculação de *Azospirillum brasiliense* e doses de nitrogênio em milho para a produção de silagem e grãos**. 2014. Exame de qualificação (Doutorando em Programa de Pós Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria.