



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CECA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA – *PRODUÇÃO VEGETAL*

DALINE TAYNÃ SANTOS BARROS

**PRODUÇÃO DE MILHO DOCE SOB FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO EM
ASSOCIAÇÃO À *Azospirillum brasilense***

Rio Largo, Alagoas

2019

DALINE TAYNÃ SANTOS BARROS

**PRODUÇÃO DE MILHO DOCE SOB FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO EM
ASSOCIAÇÃO À *Azospirillum brasilense***

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, da Universidade Federal de Alagoas. Como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Agronomia – Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Iêdo Teodoro

Coorientador: Prof. Dr. Antônio Lucrécio dos Santos Neto

Rio Largo – AL
2019

Catálogo na fonte Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Centro de Ciências Agrárias - CECA
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues

B277d Barros, Daline Taynã Santos

Produção de milho doce sob fontes e doses de nitrogênio em associação à *Azospirillum brasilense*. / Daline Taynã Santos Barros. – 2019.
72 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de concentração em produção vegetal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Iêdo Teodoro.

Coorientador: Prof. Dr. Antônio Lucrécio dos Santos Neto.

Bibliografia: f. 61-72

1. *Zea mays* var. *sacharatta* . 2. Adubos nitrogenados. 3. Doses de nitrogênio. 4. Bactérias promotoras de crescimento. I. Título.

CDU: 633.15

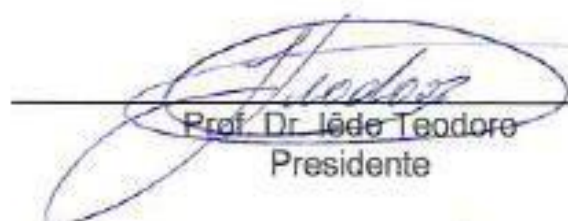
TERMO DE APROVAÇÃO

DALINE TAYNÃ SANTOS BARROS
(Matrícula 17130209)

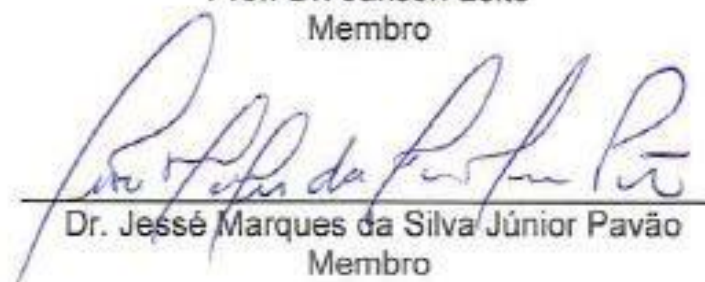


"PRODUÇÃO DE MILHO DOCE SOB FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO EM ASSOCIAÇÃO À *Azospirillum brasilense*"

Dissertação apresentada e avaliada pela banca examinadora em vinte e um de maio de 2019, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal) da Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias da UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS.


Prof. Dr. João Teodoro
Presidente


Prof. Dr. Jakson Leite
Membro


Dr. Jessé Marques da Silva Júnior Pavão
Membro

*Aos meus pais Damião e Lenilda, pelo
apoio e incentivo nos estudos, e por
todos os ensinamentos a mim passados
no decorrer de toda minha vida.*

*A minha avó Lourdes (in memoriam)
por todo amor e fé!*

DEDICO E OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus por estar presente em todos os momentos no decorrer do mestrado, iluminando meus passos e decisões, além de me proteger nos momentos difíceis.

À toda minha família pela união e amor em todas as ações e conquistas realizadas, mesmo perante às dificuldades, em especial meu primo Ricardo Barros, por sempre me ajudar quando necessitei.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), pela oportunidade.

Ao meu orientador Iêdo Teodoro pela valiosa orientação acadêmica e profissional.

Ao meu Coorientador Antônio Lucrécio dos Santos Neto, pela orientação, confiança, e empenho na condução e realização deste trabalho, pelos seus ensinamentos e incentivos contribuindo para o meu crescimento pessoal, acadêmico e profissional.

Ao grupo de pesquisa de Fitotecnia, da UFAL *campus* Arapiraca, pela ajuda em vários momentos nesta pesquisa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas, pela concessão da bolsa de estudos.

À empresa Asa Branca pela oportunidade de ceder o local, materiais e insumos para o desenvolvimento da pesquisa.

À Masterfix Gramíneas Líquido, por fornecer o inoculante para realização desta pesquisa.

E a todos que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

À todos, muito obrigada!

EPÍGRAFE

“Não fui eu que lhe ordenei? Seja forte e corajoso! Não se apavore, nem se desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”.

Josué 1:9

RESUMO

O milho doce apresenta características sensoriais atrativas para o consumo, cada vez mais crescente, na forma de milho verde, seja *in natura* ou industrializado. Entretanto, as informações técnicas a respeito do milho doce ainda são escassas, principalmente aquelas relacionadas à inoculação com bactérias promotoras de crescimento em substituição à adubação nitrogenada. Neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes fontes e doses de nitrogênio em associação com a inoculação de sementes com bactérias nas características agronômicas do milho doce. O experimento foi conduzido na área experimental da Indústria Hada/Asa Branca, localizada no município de Arapiraca-AL. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial, com vinte e quatro tratamentos e quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N) e seis fontes de nitrogênio em associação com a inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense* – AZOS (nitrato de cálcio com AZOS, sulfato de amônio com AZOS, ureia com AZOS, nitrato de cálcio sem AZOS, sulfato de amônio sem AZOS e ureia sem AZOS). As avaliações agronômicas e industriais foram: índice de verde; altura de planta e da inserção da espiga; diâmetro do colmo; peso, diâmetro e comprimento de espiga com e sem palha; largura e profundidade de grãos; peso de grãos; peso de sabugo; brix; pH e produtividade de grãos e espigas por hectare. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para verificação do teste f e as médias estudadas por meio da análise de regressão polinomial, com o auxílio do programa estatístico Sisvar. As fontes de nitrogênio utilizadas não interferem no desempenho das plantas de milho doce. A dose de 117 kg ha⁻¹ de N proporciona maior produtividade das plantas de milho doce. A inoculação das sementes de milho doce com a bactéria *Azospirillum brasilense* não interfere no rendimento de grãos de milho doce.

Palavras-chave: *Zea mays* var. *sacharatta*. Adubos nitrogenados. Doses de nitrogênio. Bactérias promotoras de crescimento.

ABSTRACT

Sweet corn has attractive sensory characteristics for consumption, growing in the form of green maize, whether in natura or industrialized. However, the technical information regarding sweet corn is still scarce, especially those related to inoculation with growth promoting bacteria in substitution for nitrogen fertilization. The objective of this study was to evaluate the effect of different sources and nitrogen levels in association with inoculation of seeds with bacteria in the agroeconomic yield of sweet corn. The experiment was conducted in the experimental area of the Hada / Asa Branca Industry, located in the municipality of Arapiraca-AL. The experimental design was a randomized complete block design with twenty four treatments and four replications. The plots consisted of four nitrogen doses (0, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹ of N) and six nitrogen sources in association with the inoculation of the bacterium *Azospirillum brasilense* - AZOS (calcium nitrate with AZOS, ammonium sulfate with AZOS, urea with AZOS, calcium nitrate without AZOS, ammonium sulfate without AZOS and urea without AZOS). The agronomic and industrial evaluations were constituted by: green index; plant height and spike insertion; stem diameter; weight, diameter and length of spike with and without straw; width and depth of grains; grain weight; weight of cob; brix; pH and grain and ear yield per hectare. The obtained data were submitted to analysis of variance to verify the test f and the means studied through the polynomial regression analysis, with the aid of the statistical program Sisvar. The nitrogen sources used do not interfere with the performance of sweet corn plants. The dose of 117 kg ha⁻¹ of N provides an increase in productivity of sweet corn plants. The inoculation of sweet corn seeds with the *Azospirillum brasilense* bacterium does not interfere with the yield of sweet corn grains.

Keywords: Zea mays var. sacharatta. Nitrogen fertilizers. Nitrogen doses. Growth promoting bacteria.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação do croqui da área experimental, com os tratamentos referidos a cada parcela.....	26
Figura 2. Abertura dos sulcos para adubação (A). Adubação de fundação (B).....	28
Figura 3. Aplicação do produto comercial em umas das partes de sementes (A). Homogeneização do produto às sementes (B).	29
Figura 4. Medição da linha de semeadura (A). Covas espaçadas à 25 cm (B). Semeadura (C).....	30
Figura 5. Instalação do sistema de irrigação (A). Fita gotejadora (B).	31
Figura 6. Pesagens das doses das fontes de nitrogênio para adubação de cobertura	32
Figura 7. Marcação à 10 cm da linha de cultivo para abertura de sulco para adubação (A). Adubação manual no estágio V3 (B).	32
Figura 8. Adubação de cobertura no estágio V6 (A) e V9 (B).	33
Figura 9. Aplicações de defensivos agrícolas na área experimental de milho doce	35
Figura 10. Avaliação do teor de clorofila (A). Avaliação do diâmetro do colmo (B). Avaliação da altura da planta e altura da inserção da espiga (C).	36
Figura 11. Peso de espiga empalhada antes do cozimento (A). Peso de espiga empalha após o cozimento (B). Peso de espiga sem palha (C).	37
Figura 12. Comprimento de espiga empalhada (A) e despalhada (B).	37
Figura 13. Diâmetro de espiga empalhada (A) e despalhada (B).	38
Figura 14. Profundidadee Largura de grãos	38
Figura 15. Debulhador mecanizado (A), Peso de grãos (B)	40
Figura 16. Preparação do extrato para análise (A). Determinação do pH (B) e Brix (C)	40
Figura 17. Diâmetro do colmo (A), diâmetro da espiga com palha (B), diâmetro da espiga sem palha (C) e comprimento da espiga com palha (D), de milho doce produzido em diferentes fontes e doses de nitrogênio e aplicação de inoculante às sementes	47

Figura 18. Peso de espiga com palha antes do cozimento (A). Peso de espiga com palha (B), número de grãos por fileira (C), largura de grãos (D), peso de espiga sem palha (E), de milho doce produzido em diferentes fontes e doses de Nitrogênio e aplicação de inoculante às sementes.....52

Figura 19. Produção de espigas sem palha (A), produção de espigas com palha (B) e produção de grãos (C), de milho doce produzido em diferentes fontes e doses de Nitrogênio e aplicação de inoculante às sementes 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos aplicados em ensaio de campo com híbrido de milho Thunder, realizado na Indústria Hada/Asa Branca, localizada no município de Arapiraca-AL	25
Tabela 2. Componentes químicos e físicos do solo da área experimental da Indústria Hada/Asa Branca para o cultivo do milho doce	27
Tabela 3. Quantidade de fertilizante por fonte de Nitrogênio e tratamento, para a adubação de fundação.....	28
Tabela 4. Valores de coeficiente da cultura (Kc) para o Milho Doce	31
Tabela 5. Quantidade de fertilizante por fonte de Nitrogênio e tratamento, para as adubações de cobertura	33
Tabela 6. Quantidade de Cloreto de Potássio e datas de aplicações através da fertirrigação em toda área experimental	34
Tabela 7. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), altura da inserção da espiga (AIE), diâmetro do colmo (DC), número de perfilhos (NPERF) e índice de luminosidade (LUM), de milho doce produzido em diferentes doses e fontes de nitrogênio e inoculação das sementes com a bactéria <i>Azospirillum brasilense</i>	42
Tabela 8. Efeito do fator Bactérias dentro do fator Doses de Nitrogênio sobre a variável analisada Altura de Planta (AP).	43
Tabela 9. Desdobramento do fator Fonte dentro de Doses de Nitrogênio para a variável altura de inserção da espiga (AIE).....	45
Tabela 10. Diâmetro do colmo de plantas de milho doce em função da inoculação das sementes com <i>Azospirillum brasilense</i>	46
Tabela 11. Efeito do fator bactéria em relação ao comprimento da espiga com palha (CECP).....	48
Tabela 12. Resumo da análise de variância para peso da espiga com palha antes do cozimento (PECPA), peso da espiga com palha após o cozimento (PECP), peso da espiga sem palha (PESP), comprimento da espiga com palha (CECP), comprimento da espiga sem palha (CESP) e diâmetro da espiga com palha (DECP), de milho doce produzido em diferentes doses de nitrogênio e aplicação de inoculante às sementes.....	50
Tabela 13. Efeito do fator bactéria em relação a variável peso da espiga com palha (PECP).....	51
Tabela 14. Resumo da análise de variância para número de grãos por fileira da espiga (NGFE), número de fileiras na espiga (NFE), largura de grãos (LG), peso de grãos por espiga (PGE),	

°Brix e pH de milho doce produzido em diferentes doses de nitrogênio e aplicação de inoculante às sementes	54
--	----

Tabela 15. Resumo da análise de variância para Produção de Espigas Com Palha (ProdECP), produção de espigas sem palha (ProdESP) e produção de grãos (PRODG), de milho doce produzido em diferentes doses de nitrogênio e aplicação de inoculante sementes.....	56
---	----

Tabela 16. Efeito do fator Bactéria em relação a variável Produção de Espiga com Palha (ProdECP).....	57
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	144
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Milho doce	16
2.2 Adubação e assimilação do Nitrogênio na cultura do milho doce	18
2.3 Fixação biológica do nitrogênio na cultura do milho	22
3. METODOLOGIA	25
3.1 Delineamento experimental e tratamentos	25
3.2 Localização da área experimental	26
3.3 Preparo do solo da área experimental	27
3.4 Híbrido do milho.....	27
3.5 Adubação de Fundação	27
3.6 Tratamentos das sementes com a solução de bactérias fixadores de nitrogênio	29
3.7 Semeadura.....	30
3.8 Sistema de irrigação	30
3.9 Adubação de Cobertura.....	31
3.10 Tratos culturais.....	34
3.11 Colheita	35
3.12 Avaliações.....	35
3.12.1 Avaliações agronômicas	35
3.12.2 Avaliações industriais.....	37
3.13 Análises estatísticas.....	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5. CONCLUSÕES	59
6. REFERÊNCIAS.....	60

1. INTRODUÇÃO

O milho doce (*Zea mays* L.) é classificado como especial por se destinar exclusivamente ao consumo humano. É utilizado principalmente como milho verde, tanto “*in natura*” como para processamento pelas indústrias de produtos vegetais em conserva (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2002). Esse tipo de milho é considerado uma hortaliça e é colhido na fase de grãos leitosos, quando os grãos se encontram tenros e apresentam maior quantidade de sacarose, dextrinas e vitaminas em relação ao milho verde comum.

Ainda é pouco difundido o cultivo desse tipo de milho no Brasil, onde chega a ocupar uma área de aproximadamente 30.000 hectares, dos quais 90% dessa área plantada concentra-se no estado de Goiás, pela possibilidade de cultivo durante o ano inteiro e possuir um amplo parque industrial (LUZ et al., 2015). Provavelmente, a sua pouca divulgação é um desconhecimento generalizado por parte dos consumidores quanto às suas qualidades sensoriais em relação ao milho comum, tenha ocasionado essa baixa produção.

No entanto este cenário tende a mudar, e espera-se que, em pouco tempo, se torne uma cultura importante, podendo ser uma alternativa agrônômica rentável, principalmente devido às suas excelentes características sensoriais. E a grande demanda destinada a produção de milho verde industrial na forma de conservas e enlatados, além de possuir um elevado potencial de utilização na forma cozida, agregando valor ao produto por apresentar o caráter doce em seu endosperma (BARBIERI et al., 2005; PEREIRA et al., 2009).

Durante o cultivo do milho doce, o manejo inadequado de nitrogênio é considerado um dos principais limitantes ao rendimento de grãos para a cultura, configurando com um dos principais gargalos para o aumento da produtividade, uma vez que participa de diversos processos fisiológicos em todos os estádios fenológicos de desenvolvimento da cultura. A deficiência desse nutriente pode reduzir entre 10 a 22% o rendimento do grão (SUBEDI; MA, 2009).

As fontes de nitrogênio (N) mais utilizadas são a ureia (45% de N), sulfato de amônio (21% de N e 23% de enxofre - S), nitrato de cálcio (15,5 % de N e 19% de Ca). Cada uma apresenta vantagens e desvantagens, seja por perdas de nitrogênio durante sua transformação, seja por otimização de custos, transportes e/ou aplicação. No entanto, há escassez de informações na literatura a respeito de doses na aplicação dessas fontes de Nitrogênio no milho doce, o que faz com que produtores desta cultura apliquem as doses recomendadas para o milho verde comum em suas propriedades, interfere na qualidade de suas produções.

O aproveitamento de nitrogênio pelas plantas se dá não só pelos processos industriais, mas também pelo processo de fixação biológica por alguns organismos procariotos. O aumento da demanda por fertilizantes nitrogenados, aliada ao seu elevado custo e questões do aporte excessivo de adubos industriais em grandes quantidades no ambiente, tem direcionado as pesquisas para o processo de fixação natural. Porém, essas pesquisas ainda são escassas para a cultura do milho doce.

Diante do exposto, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência de doses e fontes de nitrogênio, em associação com bactérias promotoras de crescimento nas características agroeconômicas do milho doce.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

a. Milho doce

O milho doce (*Zea mays* L. grupo. *sacharatta*, Poaceae) é uma planta descendente do milho comum através da ação de um gene mutante caracterizado pela alta concentração de açúcar e baixo teor de amido, de grande importância na América do Norte e com aumento de relevância na Ásia oriental, Europa e América do Sul (TRACY, 2001).

É improvável que o milho doce tenha ocorrido na natureza como uma raça selvagem, similarmente aos outros tipos de milho. Portanto acredita-se que esse milho tenha ocorrido na natureza como produto de uma mutação, seguido por uma domesticação, na América Central e do Sul no período pré-colombiano. Estas civilizações, possivelmente o identificaram como uma nova fonte de carboidrato, sendo então domesticado e utilizado como alimento (TRACY, 2001. MACHADO, 1980, PEREIRA FILHO et. al 2007).

O milho doce se diferencia do milho comum por possuir alelos mutantes, os quais afetam os genes que controlam a produção de amido no seu endosperma, causando o acúmulo de açúcares na semente imatura, conferindo o caráter doce. Com a evolução da espécie, vários alelos foram sendo identificados e utilizados comercialmente, os quais promovem as mesmas alterações na composição de carboidratos no endosperma, mas diferenciam-se quanto a proporção de amido e açúcar no grão. Tais diferenças genéticas produziram diferentes tipos de milho doce [*sugary-1* (*su1*), *sugaryenhancer1*(*se1*), *supersweetoushrunken2* (*sh2*), *brittle* (*bt1* e *bt2*), *amyloseextender 1* (*ae1*), *dull 1* (*du1*) e *waxy1* (*wx1*)] (TRACY, 2001) (AGUILAR, 2017).

De um modo prático, as diferenças genéticas citadas podem se dividir em dois grupos: superdoce, os quais contêm o gene *brittle*, e doce, contém o gene *sugary*. O milho comum apresenta em média 3% de açúcar e entre 60% e 70% de amido, enquanto o milho doce tem de 9% a 14% de açúcar e de 30% a 35% de amido e o superdoce tem em torno de 25% de açúcar e de 15% a 25% de amido. (PEREIRA FILHO et. al 2007).

A planta possui em torno de 1,30 a 2,50 m de altura, caule ereto, cilíndrico, fibroso, separado por gomos, e, geralmente, recoberto por uma parte da folha, denominada bainha. As folhas são de tamanho médio a grande, a cor varia de verde escuro a claro, flexíveis e tem uma nervura central branca, lisa e bem visível. A planta produz flor masculina (flecha ou pendão) na sua parte mais alta, onde produz os grãos de pólen e a flor feminina (espiga) à meia altura. Cada fio de estilo estigma (cabelo) que sai da espiga é responsável pela produção de um grão,

depois de fecundada. A planta de milho doce produz bem em épocas do ano com média a alta temperatura e boa disponibilidade de água no solo durante todo o seu ciclo. A colheita de espigas é feita, quando os grãos estão em estado leitoso. Os grãos maduros e secos ficam totalmente enrugados, devido ao seu baixo teor de amido na sua composição (PAIVA et al., 1992; KWIATKOWSKI; CLEMENTE, 2007).

As características de crescimento e desenvolvimento da planta de milho doce segue o mesmo padrão do milho convencional, apesar disso, há variações no intervalo de tempo entre as diversas fases, estádios e número total de folhas desenvolvidas (CORTEZ; CECÍLIO FILHO; MENESES, 2016). A planta desse milho apresenta duas etapas, vegetativa (V) e reprodutiva (R), as quais são divididas em estádios fenológicos: V0 (Germinação/ emergência), V2 (Emissão da segunda folha), V4 (Emissão da quarta folha – início da definição do potencial produtivo), V6 (Emissão da sexta folha – início da definição do número de fileiras na espiga), V8 (Emissão da oitava folha – início da definição da altura de planta e da espessura do colmo), V12 (Emissão da 12ª folha – início da definição do número e tamanho de espiga), V14 (Emissão 14ª folha), VT (Pendoamento), R1 (Florescimento pleno – início da conformação da produtividade), R2 (Grão leitosos), R3 (Grãos pastosos), R4 (Grão farináceos), R5 (Grãos farináceos duros) e R6 (Maturação fisiológica) (FANCELLI, 2010). Ainda de acordo com Fancelli (2010), a etapa crítica no crescimento do milho compreende entre os estádios V4 e V12, quando está sendo definindo o potencial produtivo da cultura.

O milho doce é utilizado principalmente como milho verde, tanto “*in natura*” como para processamento pelas indústrias de produtos vegetais em conserva (PEREIRA FILHO; CRUZ, 2002; ARAGÃO, 2002; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2006; BORIN, 2005). No Brasil, a maioria da produção de milho doce é direcionada para industrialização em conservas, por meio da realização de contratos diretos com as indústrias (CRUZ, 2014). Ainda conforme a mesma autora, a produção de milho doce ocorre durante todo o ano é possível com o uso de irrigação e o escalonamento da produção permite um fluxo constante do produto para a comercialização.

Apesar de possuir algumas limitações, o milho doce apresenta uma diversificação de uso muito grande. Pode ser utilizado em conserva, congelado na forma de espigas ou grãos, desidratado, colhido antes da polinização e usado como “baby corn” ou minimilho e, ainda, após a colheita, a palhada da cultura pode ser utilizada para ensilagem (PEDROTTI et al., 2003). Além de ser uma fonte de renda para produtores de hortigranjeiros, uma vez que em virtude da venda das espigas e do aproveitamento da parte vegetativa da planta, que pode ser usada como feno ou silagem de alta qualidade, torna-se uma alternativa compensadora para os mesmos (STORCK et al., 1984).

As características requeridas para a industrialização do milho doce são a uniformidade na altura das plantas e espigas; uniformidade no teor de umidade nos grãos, que auxilia na palatabilidade do produto e na manutenção do sabor; alta produção de grãos por espiga, e, a textura dos grãos deve ser uniforme e apresentar-se com pericarpo fino (TOSELLO, 1978). As espigas maiores e bem granadas, com comprimento e diâmetro adequados ao processamento (apresentando em média 15,0 a 20,0 cm de comprimento e diâmetro maior que 3,0 cm) têm a preferência pela indústria devido a maior eficiência das máquinas degranadoras para retirar grãos inteiros (BARBIERI et al., 2005, PEREIRA FILHO; CRUZ; GAMA, 2003). Em relação ao consumidor, as características mais exigidas são a coloração amarelo-alaranjada e o pericarpo fino, contribuindo para maior maciez do grão (TEIXEIRA et al., 2001).

Além destas características apresentadas outros autores salientam ainda que as espigas devem apresentar grãos com o comprimento em torno de 11 a 12 mm (LUCHSINGER; CAMILO, 2008), número de palhas inferior a 14, pois acima disso pode comprometer o rendimento industrial (OKUMURA et al., 2013), no entanto não inferior a 7, pois pode favorecer o ataque de pragas à espiga (SAWAZAKI et al., 1990)

A colheita deve ser realizada nas primeiras horas da manhã quando a umidade do ar é alta e a temperatura é menor em relação ao dia, isso quando os grãos das espigas estiverem com 70 a 80 % de umidade. Quando os grãos apresentarem elevado teor de umidade terá queda no rendimento industrial, resultante do elevado número de espigas no estágio “cristal” ou “bolha d’água”, que somente é permitido em um total de 8 % pela indústria de conserva (CRUZ; PEREIRA FILHO, 2002).

b. Adubação e assimilação do Nitrogênio na cultura do milho doce

A adubação nitrogenada no cultivo do milho doce, é uma prática de manejo indispensável, uma vez que esta, contribui diretamente para o aumento da produtividade, visto que, o nitrogênio (N) é um dos nutrientes requeridos pela cultura do milho doce em maior quantidade, e os solos, não suprem a demanda da cultura por nitrogênio, ao longo do ciclo de desenvolvimento da planta (PÖTTKER; WIETHÖLTER, 2004).

O nitrogênio participa de vários processos vitais para desenvolvimento das plantas, desempenhando funções estruturais ou atuando como constituinte e ativador enzimático. É ainda o elemento químico mais abundante na atmosfera, representa cerca de 78% dos gases presentes na atmosfera (MALAVOLTA, 2006). Em contrapartida a esta abundância, alguns autores afirmam, que existe um déficit deste nutriente de forma prontamente disponível para a

planta, que é justificada devido à alta estabilidade das moléculas de N_2 (SOUZA; FERNANDES, 2006).

Conforme Malavolta 2006, dentre os fatores que interferem na produtividade de espigas e rendimento industrial do milho doce, destaca-se a adubação nitrogenada, devido as inúmeras funções relevantes que o Nitrogênio desempenha no metabolismo da planta.

A formação de sementes na cultura do milho está estreitamente relacionada com a translocação de açúcares e de nitrogênio (NEUMANN et al., 2005; DUETE et al., 2008) de órgãos vegetativos, principalmente das folhas e colmo, para as sementes. Na fase de enchimento de sementes as reservas desses órgãos são quebradas, translocadas e armazenadas nas sementes, na forma de proteínas e aminoácidos (MARSCHENER, 1995).

O milho doce por possuir ciclo curto (em torno de 80 dias) e metabolismo intenso, consequentemente é mais exigente em fertilidade do solo, em relação ao milho comum. A justificativa para o metabolismo mais intenso é a síntese de açúcares nesse milho, em um ciclo mais curto (OKUMURA, 2011, PARENTONI et al., 1990). Além disso, o nitrogênio é o nutriente mais extraído pelas plantas de milho, entretanto os solos brasileiros apresentam baixos teores desse elemento e quando ocorre seu fornecimento via adubação convencional, existem perdas significativas por lixiviação, desnitrificação e volatilização, resultando em baixa produtividade (HE et al., 2012). Essas perdas ocorrem em maior ou menor proporção de acordo com o ambiente de cultivo e a fonte de nitrogênio utilizada.

O nitrogênio está disponível no solo em diversas formas, tais como: NH_4^+ , NO_3^- , aminoácidos, peptídeos solúveis. No entanto, NO_3^- e NH_4^+ são as principais fontes minerais de nitrogênio absorvidas pelas plantas, sendo que a forma de nitrogênio inorgânico absorvida depende da espécie e das condições do solo (WILLIAMS; MILLER, 2001). Em condições ideais de pH e oxigênio, a forma nítrica é predominante em consequência do processo de nitrificação no qual bactérias promovem a oxidação do NH_4^+ livre. Já em solos anaeróbicos, com baixo pH, baixa temperatura, ou com acúmulo de compostos fenólicos alelopáticos, os quais inibem o processo de nitrificação, a forma amoniacal pode tornar-se mais abundante (MILLER; CRAMER, 2005).

Portanto, o nitrogênio pode ser fornecido às plantas pelas formas amídicas, amoniacais ou nítricas. A fonte de nitrogênio mais comum na agricultura brasileira é a ureia, seguida pelo sulfato de amônio. A ureia tem como vantagem um teor elevado de N (em torno de 45%) o que permite uma otimização dos custos com transporte e aplicação (BARROS et al., 2016). Todavia, essa fonte apresenta um alto potencial de perdas atmosféricas de NH_3 por volatilização (FONTOURA; BAYER, 2010) devido a alcalinização da solução próxima aos grânulos durante

a hidrólise do N amídico, o que favorece a transformação em $N-NH_4^+$ em $N-NH_3$ e a sua perda na forma de gás (VITTI et al., 2013). Já o sulfato de amônio apresenta uma tendência a perdas por volatilização substancialmente menor do que a ureia (COLLAMER et al., 2007; NASCIMENTO et al., 2013), uma vez que as perdas de N-amoniaco não ocorre quando o pH do meio é inferior a sete (VITTI et al., 2013). Por outro lado, o custo por unidade de N do sulfato de amônio é substancialmente superior ao da ureia em função do menor teor de N (ao redor de 20%) desta fonte (BARROS et al., 2016).

De modo a conferir uma maior eficiência a ureia, vários estudos tem sido realizados a fim de testar o uso de polímeros com diferentes princípios de ação (CANTARELLA et al., 2008; BHATIA et al., 2010; GROHS et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2013), bem como misturas de ureia com sulfato elementar (GIRARDI, MOURÃO FILHO, 2003) e sulfato de amônio (VITTI et al., 2013) para promoção da inibição da uréase e redução da volatilização, sendo que diversas formulações Premium já se encontram disponíveis no mercado (BARROS et al., 2016).

Outra fonte de Nitrogênio utilizada em diversas culturas é o Nitrato de cálcio ($Ca(NO_3)_2$), afim de suprir a necessidade tanto de nitrogênio quanto de cálcio, garantindo uma nutrição equilibrada. Segundo Martins (2016), este grupo de fertilizantes não perde nitrogênio por volatilização da amônia, nem acidifica o solo, pois já é o produto final da transformação do nitrogênio (ureia $\rightarrow$ amônio $NH_4^+ \rightarrow$ nitrato NO_3^-). Mas que, por outro lado, as fontes com nitrato podem perder nitrogênio também por volatilização, pelo processo de desnitrificação, por meio de microrganismos à N_2O ou N_2 . Apesar de que a maior fonte de perdas de nitrato é pelo processo de lixiviação, considerando chuvas frequentes, e por esse motivo, o nitrato de cálcio deve ter sua aplicação parcelada. Por possuir essa característica de não perder nitrogênio por volatilização, o mesmo autor afirma, que esta é a vantagem que muitos agricultores veem em aplicar as fontes nítricas: não há perdas por volatilização quando estas são aplicadas em solo seco, na ausência de chuvas. O nitrato de cálcio, portanto, mostra-se bastante viável pelo seu efeito alcalino, alta solubilidade, e ser uma fonte de cálcio inclusa, no entanto há um alto custo relativo.

Tratando-se de doses, a deficiência do N em milho propicia redução do crescimento da planta, folhas pequenas, hastes finas, formação de espigas pequenas e sem grãos na ponta. No início da deficiência, a ponta e as nervuras das folhas mais velhas apresentam clorose em forma de “V” quando, devido sua alta mobilidade na planta, e necrose sob deficiências moderadas (BARKER e BRYSON, 2007; ALIMOHAMMADI et al., 2011).

Por outro lado, a superestimação da dose de N causa redução da rentabilidade do

produto, pelo custo excessivo com fertilizantes além de causar clorose e necrose foliar, coloração marrom do sistema radicular e do caule (CRUZ, 2014; WONG, 2005). Altas doses de N promovem aumento do ciclo e crescimento excessivo das plantas de milho. Esse excesso de crescimento causa a protandria, em que o pólen fértil é disseminado antes que o estigma esteja receptivo, propiciando esterilidade ou má formação de grãos (AMANULLAH et al., 2009).

Para Amado et al. (2002), a dose considerada adequada à cultura varia com a expectativa de produtividade, histórico da área, tipo de solo, teor de matéria orgânica, cultura antecedente e utilização de adubos verdes.

No trabalho realizado por ALIMOHAMMADI et al. (2011) avaliando o efeito de doses 0, 90 e 180 kg ha⁻¹ de N nos componentes de produtividade em milho doce, obtiveram maior comprimento e diâmetro de espigas com 90 kg ha⁻¹ de N.

CARMO et al. (2012) avaliaram as doses de 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N, em milho doce, e verificaram aumento linear no comprimento e produtividade de espigas com palha com o incremento das doses.

AMANULLAH et al. (2009) trabalhando com as doses 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de N em milho e formas de parcelamento, subdividiu as doses de N e realizou a aplicação nos períodos correspondentes a: 50% na semeadura e 50 % em V3; 50% na semeadura, 25% em V3 e 25% em V8; 33,3% na semeadura, em V3 e V8, respectivamente; 25% na semeadura e 25% em V3, V8 e V12, respectivamente; 20% na semeadura e 20% em V3, V8, V12 e V16, respectivamente e 8,3% na semeadura, 16,6%, 25%, 33,3% e 16,6% em V3, V8, V12 e V16 e R1, respectivamente. Eles observaram que 180 kg ha⁻¹ de N resultou na maior produtividade de grãos com a aplicação de N em 25% na semeadura e 25% em V3, V8 e V12, respectivamente.

Em trabalhos desenvolvidos por CRUZ (2014), onde os tratamentos consistiram em seis doses de N (0, 60, 120, 180, 240 e 300 kg ha⁻¹), na fonte ureia, aplicadas em duas formas de parcelamentos P1 - VE,V3,V5,V7,V9,V12 e V14 e P2 - V3,V7 e V12 (P2). Verificaram máximas produtividades de espigas totais e comerciais do milho doce 'GSS 41240', obtidas com 300 kg ha⁻¹ de N.

Enquanto que BARROS et al. (2016), avaliando o efeito das fontes de Nitrogênio que foram: ureia, FH-Nitrogold e Sulfammo MeTA-29 e sulfato de amônio, em 4 doses: 0 kg N ha⁻¹, 75 kg N ha⁻¹, 150 kg N ha⁻¹ e 300 kg N ha⁻¹, pode observar que o sulfato de amônio apresentou um desempenho produtivo e econômico superior aos demais produtos. Apesar do valor do mesmo ser superior aos demais, a produtividade mais elevada que este fertilizante proporciona favorece um renda bruta superior na dose máxima eficiência econômica.

c. Fixação biológica do nitrogênio na cultura do milho

A adubação nitrogenada na cultura do milho doce pode ser reduzida, ou utilizada de maneira mais eficiente com a associação a bactérias promotoras de crescimento e fixadoras de nitrogênio, sendo a mais comum, indicadas para as plantas da família Poaceae, aquela pertencente à espécie *Azospirillum brasilense*.

A bactérias que pertencem ao gênero *Azospirillum* se associam simbioticamente às plantas, no entanto nessa simbiose não ocorre, aparentemente, a invasão dos tecidos vegetais pela bactéria e nem a formação de uma estrutura especializada para a fixação do nitrogênio, ou seja, não há formação de nódulos. (FREITAS; RODRIGUES, 2010). Estas se encontram naturalmente no solo ou pode ser inserida no ambiente agrícola via inoculação de sementes.

As bactérias fixam o nitrogênio e transferem o NH_4^+ para a planta. Mesmo difundido nos espaços porosos do solo, nenhum animal ou planta consegue extrair esse nitrogênio disponível como nutriente, devido à tripla ligação que existe entre os dois átomos, que consiste em uma ligação extremamente forte. Durante o processo de fixação biológica, essa tripla ligação do nitrogênio atmosférico é rompida por bactérias que possuem uma enzima chama nitrogenase, que é formada por duas unidades protéicas, a Ferro-proteína (Fe-proteína) e a Molibdênio-Ferro-proteína (MoFe-proteína), ambas capazes de transportar elétrons. Essa enzima catalizando a redução desse nitrogênio (N_2) até chegar a amônia (NH_3). Para tanto, é necessário que haja um transporte de elétrons, mediado por moléculas aptas a realizá-lo, uma vez que durante a reação de redução do N_2 , a nitrogenase é auxiliada por uma terceira molécula transportadora de elétrons, a Ferredoxina.

Essa fixação de nitrogênio citada, efetuada pelos organismos de vida livre está estimada em menos de $5 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Tais bactérias se associam a diversas plantas em diferentes graus de especificidade, levando a classificação como bactérias associativas, endofíticas ou simbióticas, podendo serem classificadas ainda como bactérias autotróficas ou heterotróficas, as quais distinguem-se quanto à eficiência do processo de fixação. (HUNGRIA et al. 2007; FREITAS; RODRIGUES, 2010).

A presença da bactéria na rizosfera além de contribuir com o fornecimento de nitrogênio para as plantas de milho, favorecem ainda o seu crescimento por meio da produção de hormônios vegetais, como auxinas, citocininas (TIEN et al., 1979), giberilinas (BOTTINI et al., 1989), etileno (STRZELCZYK et al., 1994) ou ainda pelo aumento da disponibilidade de fósforo (TIEN et al., 1979; HUGERGO et al., 2008; HUNGRIA et al., 2010; NOVAKOWISKI et al., 2011). Auxilia ainda no aumento da atividade da redutase do nitrato quando crescem

endofiticamente nas plantas (CASSÁN et al., 2008); na produção de 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 tais bactérias beneficiam o crescimento das plantas por uma combinação de todos esses mecanismos (DOBBELAERE et al., 2003).

Tratando-se de respostas fisiológicas induzidas pelo gênero, BARASSI et al. (2008) relatam a melhoria em parâmetros fotossintéticos das folhas, incluindo o teor de clorofila e condutância estomática, maior teor de prolina na parte aérea e raízes, melhoria no potencial hídrico, incremento no teor de água do apoplasto, maior elasticidade da parede celular, maior produção de biomassa, maior altura de plantas. BASHAN et al. (2006) relatam incremento em vários pigmentos fotossintéticos, tais como clorofila a, b, e pigmentos fotoprotetivos auxiliares, como violaxantina, zeaxantina, atheroxantina, luteína, neoxantina e beta-caroteno, que resultariam em plantas mais verdes e sem estresse hídrico.

Dos resultados consistentes e conclusivos de trabalhos conduzidos no Brasil, sobre a eficiência agrônômica de inoculantes contendo *Azospirillum*, pode-se citar, contudo o de HUNGRIA et al. (2010), onde no qual foi avaliado o efeito da inoculação com estirpes de *Azospirillum brasilense* (Ab) e *Azospirillum lipoferum* (Al) no rendimento (kg de grãos ha⁻¹) de milho. Eles observaram que a inoculação do milho com as estirpes Ab, o rendimento médio dos tratamentos inoculados foi de 3407 kg ha⁻¹, 24% superior ao do tratamento controle. O autor salienta ainda a importância de avaliar e selecionar estirpes para a inoculação em culturas específicas, para o desenvolvimento de tecnologias para produção de inoculantes com estirpes eficientes de *Azospirillum*.

De acordo com DÖBEREINER (1992), o grande interesse na fixação biológica em gramíneas é devido à maior facilidade de aproveitamento de água das mesmas em relação às leguminosas, pela maior efetividade fotossintética. As gramíneas apresentam um sistema radicular fasciculado, tendo vantagens sobre o sistema pivotante das leguminosas para extrair água e nutrientes do solo; e por serem as gramíneas largamente utilizadas como alimento pelo homem. Por isso, mesmo que apenas uma parte do nitrogênio pudesse ser fornecida pela associação com bactérias fixadoras, a economia em adubos nitrogenados seria igual ou superior àquela verificada com as leguminosas que podem ser autossuficientes em nitrogênio.

Vários estudos comprovam a eficiência da bactéria *Azospirillum brasilense* na produção de milho, mas nenhum deles indicam a total substituição do nitrogênio pelo uso de bactérias que realizam a fixação biológica do nitrogênio e que promovem crescimento, sendo importante o estudo de sua associação à diferentes doses de N. Costa et al. (2015), obtiveram um

incremento de produtividade do milho comum na ordem de 29% com a inoculação das sementes com a bactéria. Já os resultados obtidos por Cavallet et al. (2000), este aumento na produtividade do milho, com o uso de *Azospirillum brasilense*, foi de 17%.

É sabido que cada fonte de nitrogênio reage no ambiente de maneira diferenciada, aumentando ou diminuindo o pH do solo, que pode interferir diretamente na sobrevivência, no crescimento ou na eficiência das bactérias promotoras de crescimento nas plantas de milho. De acordo com Döbereiner e Pedrosa (1987), a faixa de pH entre 6,0 e 7,8 é considerada satisfatória para o crescimento de *Azospirillum brasilense*, e este intervalo pode ser alterado com a mudança da fonte de nitrogênio adotada.

A exploração da fixação biológica do nitrogênio oferece uma fonte não poluente de N, podendo aumentar a produção e diminuir o uso global de fertilizantes sintéticos. Em adição, o uso dessas bactérias pode reduzir a emissão do gás de efeito estufa N_2O , assim como minimizar a lixiviação de NO_3^- , devido à diminuição da utilização de fertilizantes nitrogenados, evitando possíveis contaminações de águas subsuperficiais (KENNEDY et al., 2004).

No entanto, aplicação de nitrogênio, concomitantemente com a inoculação pode diminuir a eficiência da inoculação, pois a planta responde ao estímulo da absorção, limitando o processo simbiótico, o que poderá resultar na diminuição dos benefícios posteriores ao processo. A necessidade de inoculação de uma cultura de grande importância econômica como a soja, está diretamente relacionada ao centro de origem fitogeográfico da espécie vegetal, sendo para a soja, o continente asiático, em especial a China (BÁRBARO et al. 2008).

Na literatura não existe resultado de pesquisa relacionado ao uso de bactérias em milho doce, uma vez que o genótipo pode mudar essa relação simbiótica (NEHL et al., 1997); e também não há trabalhos com a associação de bactérias à diferentes fontes de nitrogênio, a maioria das pesquisas são conduzidas com o fornecimento de N por meio da ureia.

3. METODOLOGIA

a. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado em blocos ao acaso, com esquema fatorial, constituído por 24 tratamentos e quatro repetições. As parcelas serão formadas por quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N); e seis fontes de nitrogênio em associação com a inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense* – AZOS (nitrato de cálcio com AZOS, sulfato de amônio com AZOS, ureia com AZOS, nitrato de cálcio sem AZOS, sulfato de amônio sem AZOS e ureia sem AZOS).

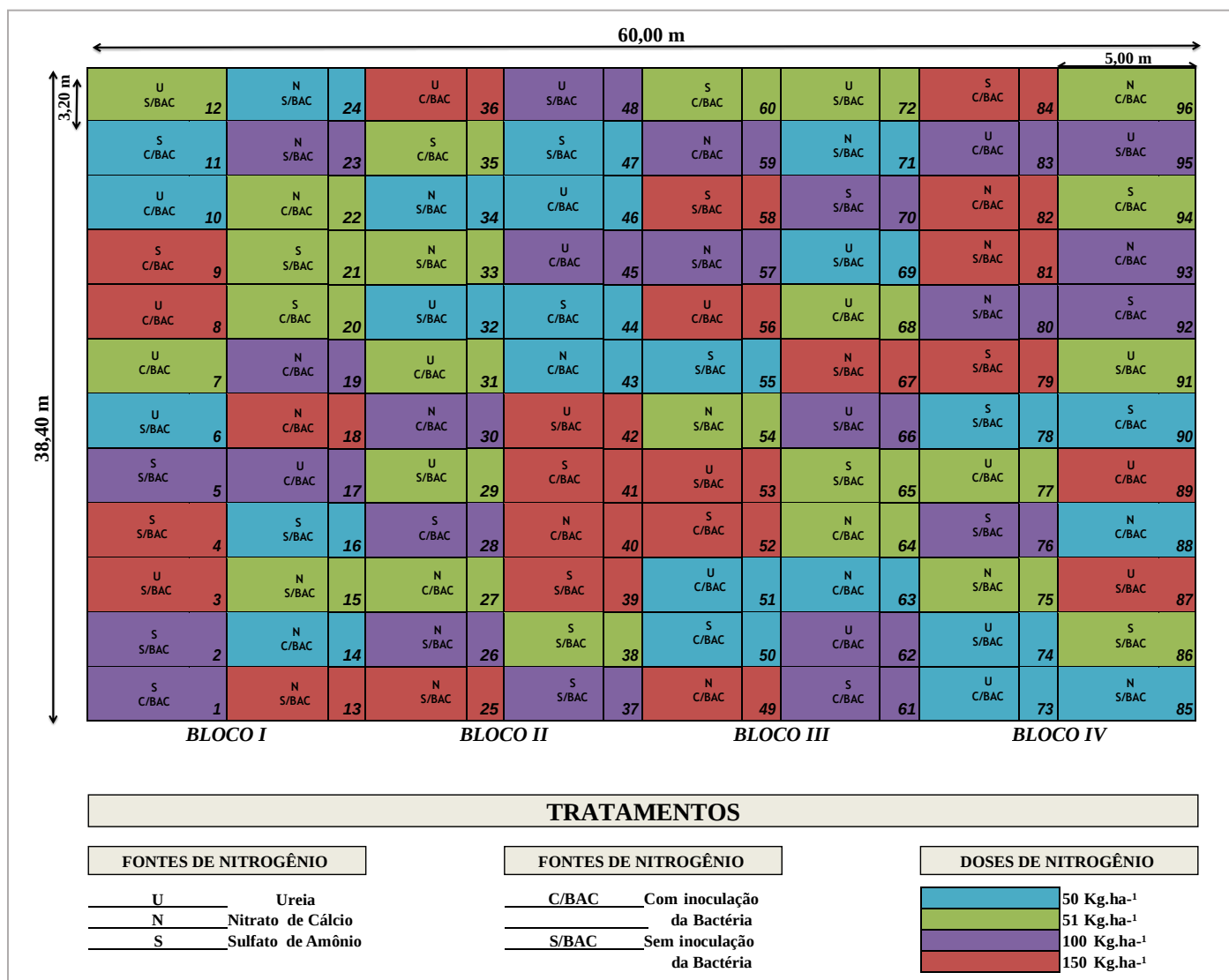
Tabela 1. Tratamentos aplicados em ensaio de campo com híbrido de milho Thunder, realizado na Indústria Hada/Asa Branca, localizada no município de Arapiraca-AL.

Tratamento	Inoculação de <i>Azospirillum brasilense</i> *	Fontes de Nitrogênio	Doses de Nitrogênio
1	Sem	Ureia	0
2	Sem	Ureia	50
3	Sem	Ureia	100
4	Sem	Ureia	150
5	Com	Ureia	0
6	Com	Ureia	50
7	Com	Ureia	100
8	Com	Ureia	150
9	Sem	Sulfato de Amônio	0
10	Sem	Sulfato de Amônio	50
11	Sem	Sulfato de Amônio	100
12	Sem	Sulfato de Amônio	150
13	Com	Sulfato de Amônio	0
14	Com	Sulfato de Amônio	50
15	Com	Sulfato de Amônio	100
16	Com	Sulfato de Amônio	150
17	Sem	Nitrato de Cálcio	0
18	Sem	Nitrato de Cálcio	50
19	Sem	Nitrato de Cálcio	100
20	Sem	Nitrato de Cálcio	150
21	Com	Nitrato de Cálcio	0
22	Com	Nitrato de Cálcio	50
23	Com	Nitrato de Cálcio	100
24	Com	Nitrato de Cálcio	150

*2,0 ml, número de bactérias por ml = 2.10⁸

A parcela experimental correspondeu a 16 m², sendo 4 linhas de 5 m, espaçadas a 0,80 m objetivando densidade de 50.000 plantas por hectare. Sendo consideradas para avaliações as cinco plantas das duas linhas centrais de cada parcela, eliminando as das extremidades. Na figura 1, está apresentado o croqui da área experimental.

Figura 1. Croqui da área experimental, com os respectivos tratamentos.



Fonte: BARROS, 2018.

b. Localização da área experimental

A pesquisa foi conduzida na área experimental da Indústria Hada/Asa Branca, localizada no município de Arapiraca-AL, no período de junho a setembro de 2018. A localização

geográfica desta área está definida pelas seguintes coordenadas: 9°48'48"S e 36°36'21"W, com altitude de 260 m.

c. Preparo do solo

Inicialmente, foi realizada a amostragem na camada de (0-0,20 m) e a análise do solo da área experimental, para recomendação das possíveis correções e adubações para o cultivo do milho doce. Os atributos físico-químicos do solo encontram-se na tabela 2. O preparo do solo foi feito com uma aração e duas gradagens.

Tabela 2. Componentes químicos e físicos do solo da área experimental da Indústria Hada/Asa Branca para o cultivo do milho doce.

Atributos Químicos											
pH	K	P	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	Fe	Cu	Zn	Mn
-----	mg dm ⁻³	-----		-----	-----	cmol _c dm ⁻³	-----		-----	mg dm ⁻³	-----
6,7	54	63	34	1,6	0,8	0,00	2,6	69,64	0,47	3,46	10,62
CTC efetiva				V(Ind.de Sat. de Bases) %				Matéria Orgânica Total (%)			
54,6				28,1				17,3			
Atributos Físicos											
Areia	Silte		Argila		Classe Textural						
-----	-----		-----		-----						
54,6	28,1		17,3		Franco Arenosa						

Fonte: Central Analítica, 2017

d. Cultivar do milho

A cultivar de milho doce utilizada foi o híbrido Thunder, a mesma é precoce, colhida com em média 80 a 85 dias. Indicada para indústria por possuir alto teor de sacarose e baixo teor de amido, além de ter a tecnologia de transgenia Viptera 3, incorporada a resistência contra insetos (Lepidópteras) e ao herbicida glifosato.

e. Adubação

Para adubação de fundação foram abertos sulcos com aproximadamente 10 cm de profundidade ao lado da linha de semeadura (Figura 2). A adubação de fundação utilizada foi

de acordo com as recomendações da 5ª Aproximação (CFSEMG, 1999), calculada por metro e distribuídas manualmente de maneira uniforme. As fontes utilizadas com suas respectivas quantidades, encontram-se na tabela 3.

Tabela 3. Quantidade de fertilizante por fonte de Nitrogênio e tratamento, para a adubação de fundação.

Fertilizante	g m ⁻¹	g Parcela ⁻¹	Total por fonte (Kg)
Ureia (U)	7,0	139,1	3,3
Sulfato (S)	15,2	304,8	7,3
Nitrato (N)	20,6	412,9	9,9
Supertriplo (ST)	14,2	284,4	6,8
Cloreto de K (KCl)	5,3	106,7	2,6
TRATAMENTOS			
U + ST + KCl	26,5	530,2	12,7
S + ST + KCl	34,8	695,9	16,7
N + ST + KCl	40,2	804,0	19,3
ST + KCl (Adicionais)	19,6	391,1	3,1

Fonte: BARROS, 2018.

Figura 2. Abertura dos sulcos para adubação (A). Adubação de fundação (B).



Fonte: BARROS, 2018.

f. Tratamento das sementes com a solução de bactérias fixadores de nitrogênio

Foi aplicada a dose recomendada pelo fabricante, equivalente a 100 mL do inoculante comercial ha^{-1} , na concentração de 2.108 bactérias por ml^{-1} . No presente estudo a densidade de semeadura prevista foi de 50.000 sementes por ha^{-1} , porém para a área experimental, utilizou-se 3.235 sementes, tratadas com $5,4$ mL da solução com bactéria *Azospirillum brasilense*, resultando numa média de 600.000 unidades formadoras de colônias por semente.

As sementes primeiramente pesadas, foram colocadas em sacos plásticos, divididas em três partes iguais, cada uma pesando $0,550$ Kg, receberam $1,8$ mL do produto (Figura 3). Para homogeneização da distribuição da solução, as embalagens foram agitadas por cinco minutos após a aplicação das bactérias (Figura 3), após a homogeneização as sementes ficaram dispostas sobre uma superfície de papel resistente para secagem.

Figura 3. Aplicação do produto comercial em umas das partes de sementes (A). Homogeneização do produto às sementes (B).



Fonte: BARROS, 2018.

g. Semeadura

A semeadura foi realizada logo após a inoculação das sementes, manualmente com auxílio de um gabarito com o espaçamento entre plantas regulado para 25 cm (Figura 4). Sendo utilizada uma semente por cova numa profundidade de 5 cm, e também distanciado a 5 cm da linha de adubação (Figura 4).

Figura 4. Medição da linha de semeadura (A). Covas espaçadas à 25 cm (B). Semeadura (C).



Fonte: BARROS, 2018.

h. Sistema de irrigação

O sistema de irrigação adotado foi o gotejamento, com espaçamento de 20 cm entre emissores, de $2,1 \text{ L h}^{-1}$ (Figura 5). O manejo da irrigação foi realizado diariamente de acordo com a evapotranspiração da cultura (ETC), calculada pelo produto da evapotranspiração de referência (ET0), método de Hargreaves Samani, e o coeficiente da cultura (Kc), conforme a tabela 4, sendo os dados obtidos diariamente da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada no município de Arapiraca, AL.

Tabela 4. Valores de coeficiente da cultura (Kc) para o Milho Doce.

Fase	Kc
I (fase vegetativa)	0,30 - 0,50
II (floração)	0,70 - 0,90
III (frutificação)	1,05 - 1,20
IV (senescência)	0,95 - 1,10

Fonte: Doorenbos & Kassam (1979)

Figura 5. Instalação do sistema de irrigação (A). Fita gotejadora (B).

Fonte: BARROS, 2018.

i. Adubação de Cobertura

As adubações nitrogenadas de cobertura foram realizadas conforme a dose e a fonte de nitrogênio utilizada, pesadas em balança de precisão (Figura 6) de acordo com os cálculos feitos para cada tratamento e parcela.

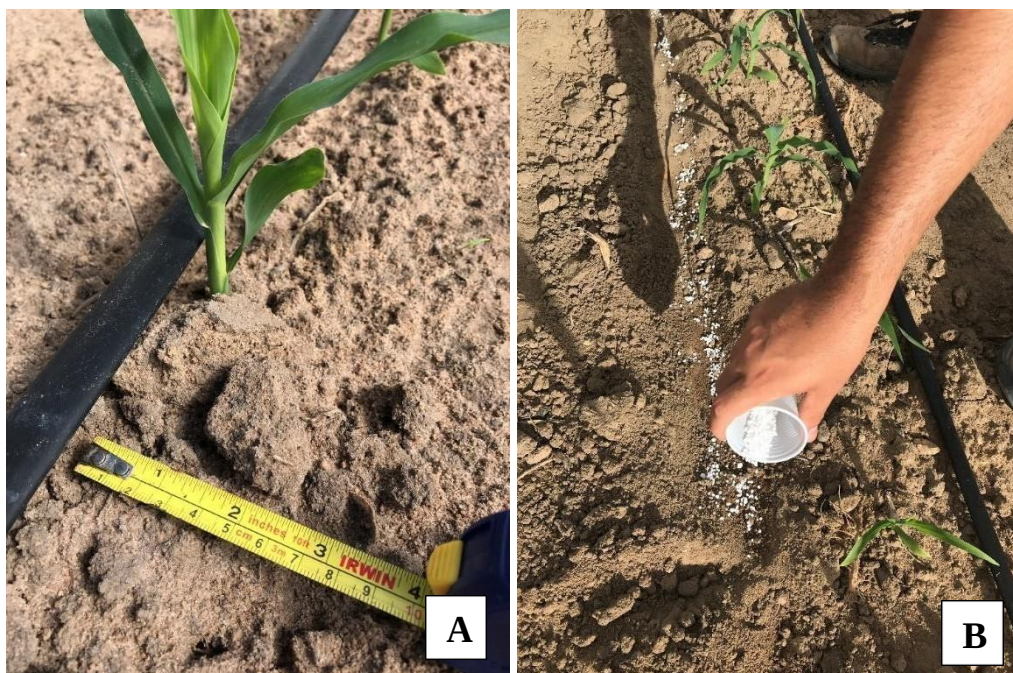
Figura 6. Pesagens das fontes de nitrogênio para adubação de cobertura.



Fonte: BARROS, 2018.

A aplicação dos fertilizantes foi feita de forma manual, após serem abertos sulcos com profundidade de 5 cm, na distância de 10 cm da linha de cultivo para a realização desta atividade (Figura 7). As adubações ocorreram nos estádios fenológicos V3 (15 DAS), V6 (24 DAS) e V9 (30 DAS) (Figura 8).

Figura 7. Marcação à 10 cm da linha de cultivo para abertura de sulco para adubação (A). Adubação manual no estágio V3 (B).



Fonte: BARROS, 2018.

Figura 8. Adubação de cobertura no estágio V6 (A) e V9 (B).



Fonte: BARROS, 2018.

A quantidade de fertilizante utilizada em cada adubação nitrogenada de cobertura, de acordo com as doses e fontes, está apresentada na tabela 5.

Tabela 5. Quantidade de fertilizante por fonte de Nitrogênio e tratamento, para as adubações de cobertura.

Fertilizante	Kg ha ⁻¹	g m ⁻¹	g parcela ⁻¹
Ureia (U)	50	2,90	58,00
	100	5,79	115,90
	150	8,69	173,90
Sulfato (S)	50	6,35	127,26
	100	12,70	254,00
	150	19,04	380,93
Nitrato (N)	50	8,60	172,06
	100	17,17	344,06
	150	25,80	516,13

Fonte: BARROS, 2018.

O cloreto de potássio (60% de K_2O) foi utilizado como fonte de potássio, em dose fixa para todas as parcelas, na forma de fertirrigação, parcelada em seis vezes, na quantidade de $1.710 \text{ g aplicação}^{-1}$, de acordo com as recomendações da 5ª Aproximação. Os fertilizantes foram pesados em balança de precisão de acordo com os cálculos feitos para área. As quantidades utilizadas e as datas de aplicações estão apresentadas na tabela 6.

Tabela 6. Quantidade de Cloreto de Potássio e datas de aplicações através da fertirrigação em toda área experimental.

Fertilizante	Data de aplicação	Dias após plantio (DAP)	g aplicação ⁻¹
Cloreto de Potássio	09/07/2018	13	1.710
	16/07/2018	20	1.710
	23/07/2018	27	1.710
	30/07/2018	34	1.710
	06/08/2018	41	1.710
	13/08/2018	48	1.710

Fonte: BARROS, 2018.

j. Tratos culturais

As doses e as caldas, indicadas para o controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram aquelas estabelecidas pela legislação do uso de Agrotóxicos Fitossanitários indicadas para a cultura do milho, e aplicadas de acordo com a necessidade.

Para o controle das plantas daninhas, foi utilizado um herbicida pré-emergente à base do ingrediente ativo Metolacoloro, pulverizado 24 h após a semeadura em solo úmido, na dose de 400 mL por bomba de 20 L, com uma vazão de 200 L ha^{-1} .

Como forma de adubação foliar, foi aplicado também aos 22 DAS, um produto composto por alguns micronutrientes (10% de Enxofre; 1,5% de Magnésio; 5,0% de Manganês; 0,5% de Molibidênio; 6,0% de Zinco e 2,0% de Boro), na dose de 20 g por bomba de 20 L.

Para o controle de pragas, como a mosca da espiga (*Euxesta ssp.*), foram realizadas três aplicações de um inseticida a base dos ingredientes ativos lambda-cialotrina ($21,2 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) + tiametoxam ($28,2 \text{ g i.a. ha}^{-1}$), na dose de 20 mL a cada 20 L. E uma calda contendo dois produtos um a base de Propiconazol ($250 \text{ g i.a. ha}^{-1}$), na dose de 40 mL e outro com os ingredientes ativos Imidacloprido ($100 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) + Beta-Ciflutrina ($12,5 \text{ g i.a. ha}^{-1}$), na dose de 75 mL ambos a cada 20 L de água.

Figura 9. Aplicação de defensivos agrícolas na área experimental de milho doce.



Fonte: BARROS, 2018.

k. Colheita

A colheita do milho foi feita no estádio R3, ponto específico para produção de milho verde, momento em que milho doce atinge o ponto ideal para o processamento industrial. Esta etapa se deu aos 85 dias após a semeadura.

l. Avaliações

Para todas as avaliações foram escolhidas as plantas da área útil representada por 6 plantas das duas fileiras centrais.

i. Avaliações agronômicas

As avaliações agronômicas realizadas em campo foram altura de planta, altura da inserção da espiga, diâmetro do colmo e taxa de luminosidade. Realizadas da seguinte forma:

- **Taxa de Luminosidade (LUM):** através do aparelho Espectrofotômetro portátil Delta Vista., realizado aos 63 DAS, quando todas as plantas emitiram o pendão (VT), sendo as leituras realizadas em quatro plantas da área útil (Figura 10).

- **Altura de plantas (AP):** determinada pela distância entre a superfície do solo e a folha bandeira com o auxílio de uma trena, realizadas em seis plantas da área útil, com dados expressos em cm, aos 82 DAS (Figura 10).
- **Altura da inserção da espiga (AIE):** determinada pela distância do nível do solo até o nó abaixo da espiga, com o auxílio de uma trena, realizadas em seis plantas da área útil com dados expressos em cm, aos 82 DAS (Figura 10).
- **Diâmetro do colmo (DC):** determinado com um paquímetro, considerando uma distância padrão de 40 cm do solo com dados expressos em mm, aos 82 DAS (Figura 10).

Figura 10. Avaliação do teor de clorofila (A). Avaliação do diâmetro do colmo (B). Avaliação da altura da planta e altura da inserção da espiga (C).



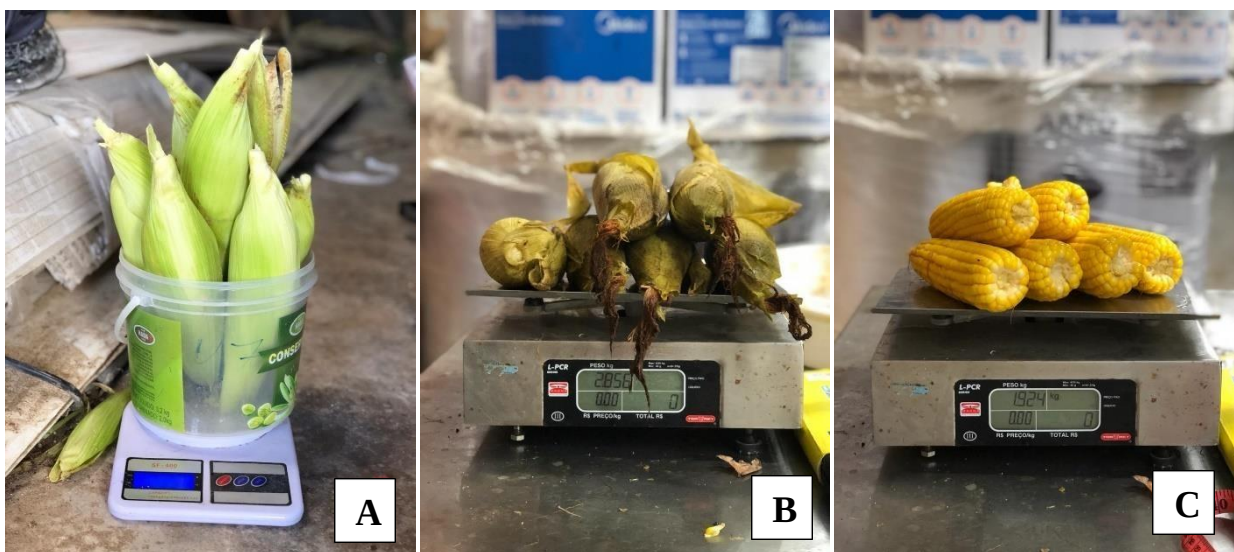
Fonte: BARROS, 2018.

ii. Avaliações industriais

As demais avaliações foram realizadas mediante o pré-cozimento das espigas em autoclave por 15 minutos, tal procedimento é realizado pela indústria com a finalidade de facilitar a debulha mecanizada e intensificar o sabor do milho. Logo após, ocorreu a determinação do peso, diâmetro e comprimento de espiga empalhada e despalhada; número de fileiras e grãos por espiga; profundidade e largura de grãos; peso de grãos; pH; brix; e produtividade de grãos e de espiga com e sem palha. Estas avaliações ocorreram da seguinte forma:

- **Peso de espiga empalhada antes e depois do cozimento (PECA), após o cozimento (PESCP) e Despilhada (PESP):** foi determinado com uma balança de precisão, realizado em seis espigas da área útil (Figura 11).

Figura 11. Peso de espiga empalhada antes do cozimento (A). Peso de espiga empalha após o cozimento (B). Peso de espiga sem palha (C).



Fonte: BARROS, 2018.

- **Comprimento de espiga empalhada (CECP) e despilhada (CESP):** determinado com o auxílio de uma fita métrica, realizado em seis espigas da área útil (Figura 12).

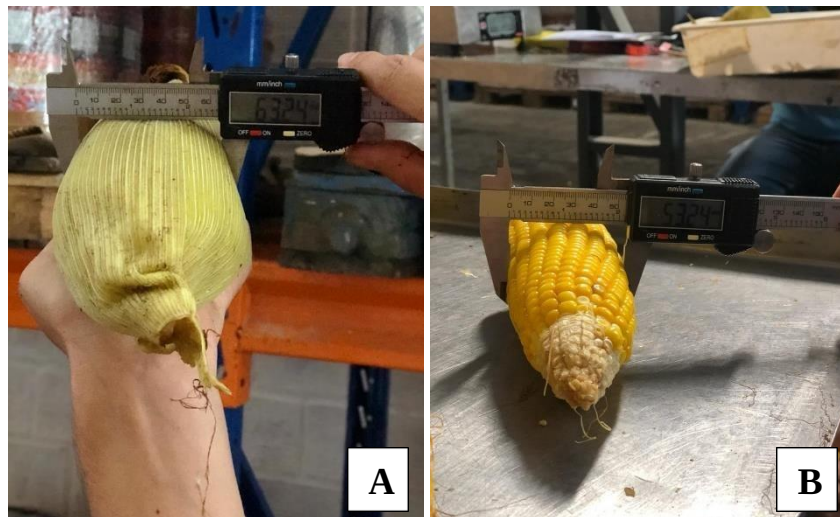
Figura 12. Comprimento de espiga empalhada (A) e despalhada (B).



Fonte: BARROS, 2018.

- **Diâmetro de espiga empalhada (DECP) e despalhada (DESP):** determinado com o paquímetro digital, utilizado em seis espigas da área útil (Figura 13).

Figura 13. Diâmetro de espiga empalhada (A) e despalhada (B).



Fonte: BARROS, 2018.

- **Número de fileiras (NF):** determinando com a contagem do número de fileiras de grãos em seis espigas da área útil.
- **Número de grãos em fileiras (NG):** determinando com a contagem do número de grãos em uma das fileiras das seis espigas da área útil.
- **Profundidade (PFG) e Largura de grãos (LG):** determinado na metade do comprimento da espiga despalhada, pegando-se dois grãos, em lados opostos e cruzados, de seis espigas da área útil mediante leituras feitas no paquímetro digital (Figura 14).

Figura 14. Profundidade e Largura de grãos.



Fonte: BARROS, 2018.

- **Peso de grãos (PG):** determinado através do peso das seis espigas da área útil, cortados rente ao sabugo com o auxílio do debulhador mecanizado de milho verde (Figura 15).

Figura 15. Debulhador mecanizado (A), Peso de grãos (B).

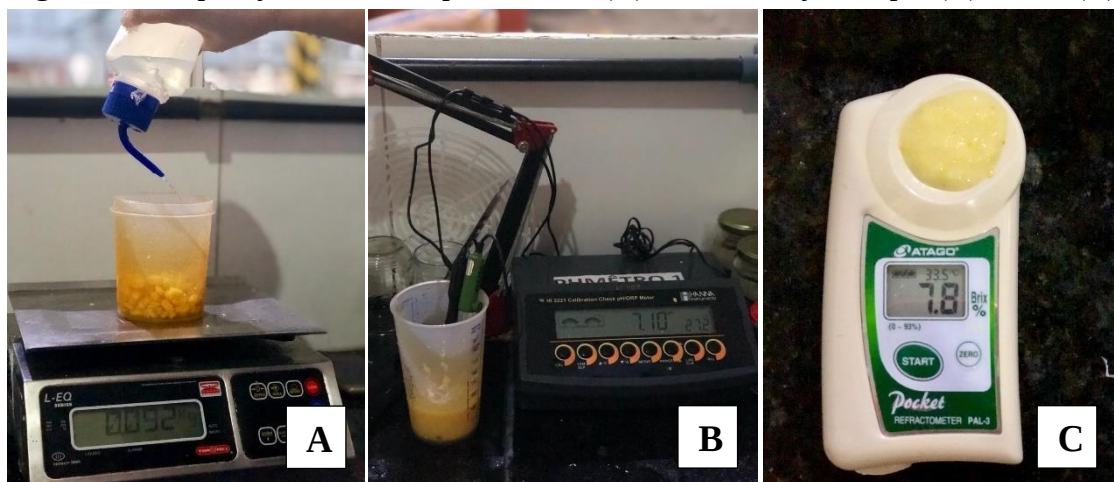


Fonte: BARROS, 2018.

- **pH:** determinado através da preparação de um extrato, obtido com o peso de 40 g de grãos de milho de cada espiga misturado com 40 ml de água destilada (Figura 16), processados com um mixer até formar uma solução homogênea, em seguida levado por aproximadamente um minuto para determinação do pH em um phmetro, modelo HI 2221 calibration Check pH (Figura 16).

- **Brix:** determinado com a mesma solução do pH, através do Pocket Refractometer PAL-3 (Figura 16).

Figura 16. Preparação do extrato para análise (A). Determinação do pH (B) e Brix (C).



Fonte: BARROS, 2018.

- **Produtividade de grãos por hectare (PGr ton ha⁻¹):** determinado após a pesagem dos grãos de cada espiga da área útil de cada parcela com dados expressos em Kg ha⁻¹
- **Produtividade de espigas com palha por hectare (PEspC ton ha⁻¹):** Determinado após o peso das espigas da área útil de cada parcela com dados expressos em Kg ha⁻¹.

m. Análise

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, após a verificação do teste F, as médias foram submetidas ao teste Scott-Knott e análise de regressão à 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico Sisvar. Já os gráficos foram confeccionados com o Software Origin.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de planta (AP) foi influenciada significativamente na análise de variância (Tabela 7), pela interação entre doses de nitrogênio e bactérias; na altura de inserção da espiga (AIE) houve efeito significativo somente para interação entre as doses e as fontes de fertilizantes nitrogenados. No diâmetro do colmo (DC), as plantas responderam de maneira diferenciada para os fatores doses de nitrogênio e bactérias.

Tabela 7. Análise de variância da altura de planta (AP), altura da inserção da espiga (AIE), diâmetro do colmo (DC) e índice de luminosidade (LUM), de milho doce produzido em diferentes doses e fontes de nitrogênio e inoculação das sementes com a bactéria *Azospirillum brasilense*.

FONTE DE VARIAÇÃO	Valores de Quadrados Médios			
	GL	AP	AIE	DC
Doses de Nitrogênio (D)	3	0,01565 ^{ns}	0,00319 ^{ns}	15,1171*
Fontes de Nitrogênio (F)	2	0,00022 ^{ns}	0,00272 ^{ns}	5,51266 ^{ns}
Bactéria (B)	1	0,01380 ^{ns}	0,00056 ^{ns}	20,1227*
D x F	3	0,03801 ^{ns}	0,01465*	5,95745 ^{ns}
D x B	6	0,06031*	0,00628 ^{ns}	2,16571 ^{ns}
F x B	3	0,00356 ^{ns}	0,00070 ^{ns}	3,79065 ^{ns}
D x F x B	6	0,03989 ^{ns}	0,00469 ^{ns}	6,14298 ^{ns}
Blocos	3	0,07358 ^{ns}	0,00738*	51,0025 ^{ns}
Resíduo	69	0,01909	0,00515	3,63633
CV (%)		6,06	6,26	7,00

^{ns} não significativo, *significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste F ($p < 0,05$).

Fonte: BARROS, 2018.

Analisando os dados do desdobramento da interação entre doses x bactéria para a variável altura de planta (Tabela 8), observou-se que as plantas de milho, quando submetidas a uma dose de 150 kg ha⁻¹ de N associada à inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*, apresentou uma maior altura de planta (2,35 m), com incremento de 6,33% em altura em comparação ao tratamento não inoculado. Resultados semelhantes foram obtidos por Kappes et al. (2013), que observaram um aumento médio das plantas em altura na ordem de 5,84%, para os tratamentos inoculados com *Azospirillum brasilense*.

Tabela 8. Efeito do fator Bactérias dentro do fator Doses de Nitrogênio sobre a variável analisada Altura de Planta (AP).

Dose 0,0 kg ha⁻¹	
Bactéria	Médias
Sem	2,34 a
Com	2,28 a
Dose 50 kg ha⁻¹	
Bactéria	Médias
Sem	2,31 a
Com	2,24 a
Dose 100 kg ha⁻¹	
Bactéria	Médias
Com	2,29 a
Sem	2,21 a
Dose 150 kg ha⁻¹	
Bactéria	Médias
Com	2,35 a
Sem	2,21 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: BARROS, 2018

Esses resultados coincidem com outros trabalhos, como Braccini et al. (2012), que obtiveram aumento na altura das plantas com a inoculação de *Azospirillum brasilense*, da mesma forma Barassi et al. (2008) que tiveram como resultados plantas maiores e mais vigorosas ao inocularem as sementes com *A. brasilense*. Brum (2015), avaliando sementes de milho inoculadas com *A. brasilense* em dois anos agrícolas obteve respostas positivas na altura das plantas.

Kappes et al. (2013), ao verificarem o aumento na altura de plantas de milho quando as sementes foram inoculadas com a bactéria, atribuiu o incremento à maior produção de substâncias promotoras de crescimento pelas bactérias, como o ácido indol-acético (AIA). Steenhoudt e Vanderleyden (2000) citam que após a inoculação com *A. brasilense* é observada uma alteração na morfologia das raízes das plantas, o que tem sido atribuído à produção de substâncias de regulação de crescimento das plantas, ocorrendo o aumento da superfície radicular em função do maior número de raízes laterais e pelos radiculares. De acordo com os autores, essas alterações resultam em plantas que absorvem maiores quantidades de água e nutrientes, que por sua vez é o principal fator de aumento de crescimento da planta.

No entanto, resultados contrastantes também são encontrados na literatura, por exemplo: Campos et al. (2000); Francisco et al. (2012); Lana et al. (2012); Morais (2012); Dartora et al. (2013) e Moreira (2014); não encontraram respostas significativas em altura de plantas

inoculadas com *Azospirillum* e fertilizadas com N. A inconsistência de trabalhos que avaliam a inoculação com bactérias diazotróficas é bastante conhecida e alterações no ambiente, como solo, plantas e nos componentes da microflora, são consideradas como as principais responsáveis por esta variação (DOBBELAERE et al., 2001).

A maioria dos relatos de sucesso da associação planta-bactéria está relacionado a fatores da própria bactéria, como a escolha da estirpe, número de células viáveis por sementes e sua viabilidade (OKON e LABANDERA-GONZÁLES, 1994). Por outro lado, os resultados quanto à adubação nitrogenada são em sua maioria uniformes e positivos, como descrito por Lyra et al. (2014), que observaram a maior altura com a aplicação de 100 kg ha⁻¹.

Em contrapartida, o fato de ter ocorrido uma maior produção com o efeito inoculação da bactéria somente na dose de 150 kg ha⁻¹, pode ser explicado por Didonet et al. (1996) e Stancheva et al. (1992), quando afirmam ter evidências de que a inoculação com *Azospirillum brasilense* no milho eleva a taxa de acúmulo de massa seca, principalmente em altas doses de nitrogênio, e nas fases fenológicas mais adiantadas do desenvolvimento da planta, há um aumento na atividade das enzimas fotossintéticas.

A resposta ao fornecimento de nitrogênio também ocorre devido ao aumento na produção de fitormônios promotores do crescimento e de desenvolvimento, responsáveis por processos de divisão e expansão celular, aumentando o alongamento do caule e, consequentemente, a altura das plantas (MARSCHNER, 1995).

A altura de inserção das espigas foi influenciada pela interação entre doses e fontes de Nitrogênio. A dose de 50 kg ha⁻¹ proporcionou uma maior altura de inserção da espiga quando foi associada à fonte de nitrogênio ureia, evidenciando um incremento de 10,18% em relação à altura média de inserção das espigas avaliadas (Tabela 9).

Tabela 9. Desdobramento do fator Fonte dentro de Doses de Nitrogênio para a variável altura de inserção da espiga (AIE).

Dose 0,0 kg ha⁻¹	
Fonte	Médias
Nitrato	1,14 a
Sulfato	1,15 a
Ureia	1,17 a
Dose 50 kg ha⁻¹	
Fonte	Médias
Nitrato	1,10 b
Sulfato	1,13 b
Ureia	1,19 a
Dose 100 kg ha⁻¹	
Fonte	Médias
Nitrato	1,08 a
Sulfato	1,15 a
Ureia	1,15 a
Dose 150 kg ha⁻¹	
Fonte	Médias
Nitrato	1,10 a
Sulfato	1,16 a
Ureia	1,18 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: BARROS, 2018

O aumento na altura de inserção das espigas pode ser considerado um bom indicador para a produtividade do milho. Santos et al. (2002) encontraram alta correlação entre estas características avaliadas, inferindo que, com o aumento da altura de inserção da espiga, maior será a produtividade.

Carmo et al. (2012), avaliando doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce, obtiveram aumento linear, em função das doses de N, para a altura de inserção de espigas.

Resultados descritos por Moreira (2014), demonstram que a altura de inserção das espigas pode ser influenciada, de forma isolada, tanto pela inoculação como pela adubação nitrogenada. Além disso, em seu trabalho, a dose de 55 kg ha⁻¹ ocasionou a maior altura de inserção da espiga, semelhante aos resultados do presente trabalho. Enquanto que o contrário foi verificado por Aguiar et al. (2012) e Souza (2014), que não obtiveram respostas para o efeito da adubação nitrogenada na altura de inserção da espiga. O diâmetro do colmo foi influenciado pela inoculação e se ajustou ao modelo quadrático em função de doses de nitrogênio (Figura 17

A). Quando as sementes foram inoculadas com as bactérias, houve um incremento no diâmetro do colmo de 3,40% (Tabela 10).

Tabela 10. Diâmetro do colmo de plantas de milho doce em função da inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*.

Bactéria	Médias
Com	27,70 a
Sem	26,79 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

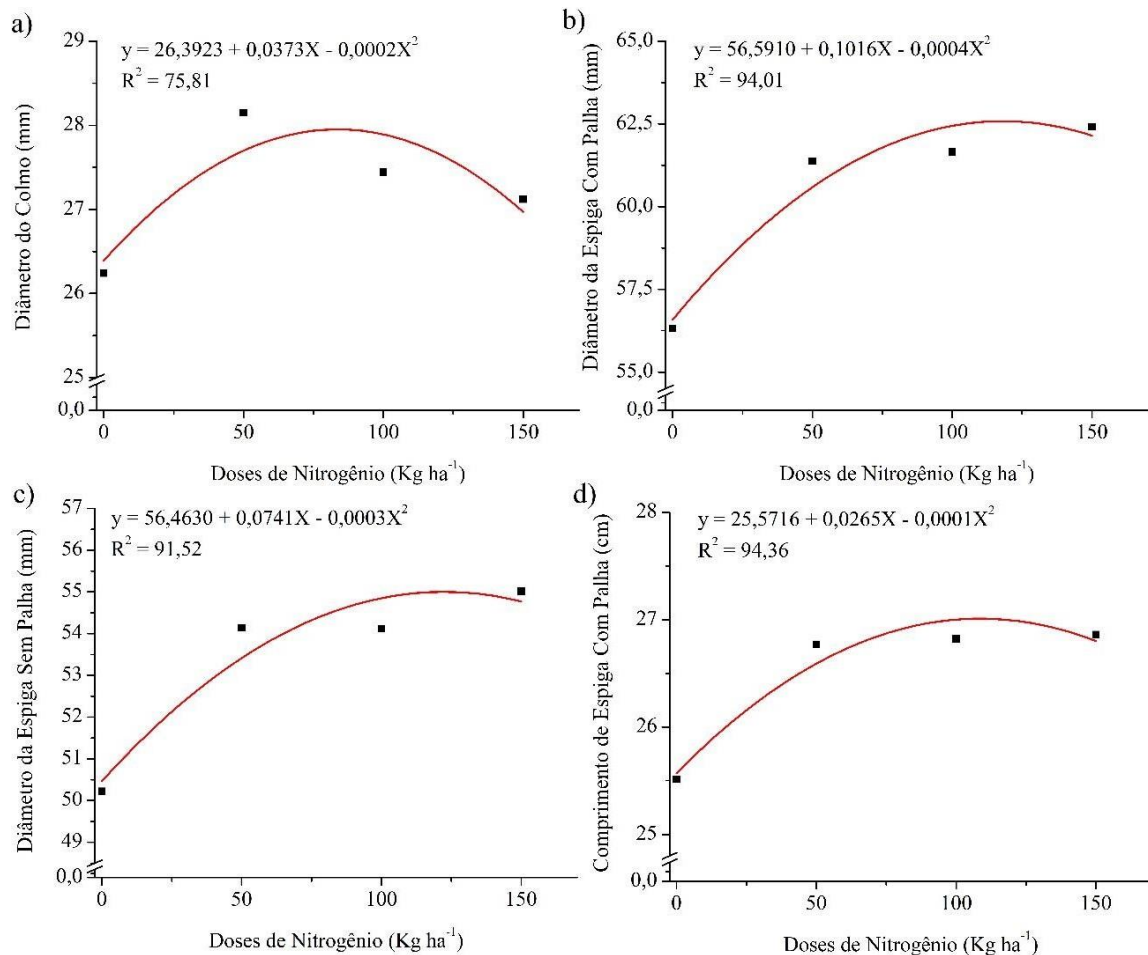
Fonte: BARROS, 2018

Pela derivação da equação de regressão, tem-se que a dose $93,25 \text{ kg ha}^{-1}$ de N promoveu o diâmetro do colmo máximo de 28,13 mm (Figura 17A). Esses resultados foram corroborados com os de Moraes (2012), em que, sob condições controladas, a dose de 100 kg ha^{-1} de nitrogênio proporcionou o maior diâmetro do colmo (14,76 mm) das plantas de milho. Já Dartora et al. (2013) observaram um incremento de 15% proporcionado pela inoculação com a combinação das estirpes Ab-V5 (*A. brasilense*) e SmR1 (*H. seropedicae*) em relação à testemunha, não inoculada.

Cadore (2014) e Repke et al. (2013), observaram que apenas as doses de nitrogênio em cobertura geraram diferença significativa, não constatarem influência da bactéria diazotrófica no diâmetro do colmo nos estádios vegetativos e reprodutivos.

Resultados descritos por Castro et al. (2008) e confirmados por Repke et al. (2013) demonstram a importância do acúmulo e remobilização dos carboidratos contidos no colmo, sendo estes responsáveis pela manutenção da demanda nutricional requerida no estágio de florescimento das plantas, desenvolvimento das espigas e enchimento dos grãos.

Figura 17. Diâmetro do colmo (A), diâmetro da espiga com palha (B), diâmetro da espiga sem palha (C) e comprimento da espiga com palha (D), de milho doce produzido em diferentes fontes e doses de nitrogênio e aplicação de inoculante às sementes.



Fonte: BARROS, 2018

Resultados descritos por Castro et al. (2008) e confirmados por Repke et al. (2013) demonstram a importância do acúmulo e remobilização dos carboidratos contidos no colmo, sendo estes responsáveis pela manutenção da demanda nutricional requerida no estágio de florescimento das plantas, desenvolvimento das espigas e enchimento dos grãos.

O diâmetro da espiga com palha (DECP) (Figura 17 B) e diâmetro da espiga sem palha (DESP) (Figura 17 C) apresentaram respostas que se ajustaram ao modelo quadrático. E de acordo com a derivação da equação, as doses 127 kg ha⁻¹ de N e 123,5 kg ha⁻¹, promoveram o diâmetro máximo de 63,04 mm para as espigas com palha e 61,03 mm para as espigas sem palha.

Esses resultados corroboram com os de Freire et al. (2010), que observaram comportamento quadrático testando doses variando entre 0 e 240 kg ha⁻¹ de N em milho cultivado em Prudente de Moraes-MG. Esses autores verificaram que o aumento do diâmetro de espiga foi expressivo somente até a dose de 60 kg ha⁻¹.

Resultado oposto foi encontrado por Souza et al. (2016), avaliando milho doce no nordeste do Mato Grosso do Sul, no qual não observou nenhum resultado no diâmetro de espigas em relação as doses de adubação nitrogenada. O mesmo ocorreu nos trabalhos executados por Brum (2015) e Aguiar et al. (2012).

O comprimento da espiga com palha (CECP) foi afetado pela inoculação de *A. brasilense* nas sementes (Tabela 12). Verifica-se que o tratamento sem a inoculação apresentou resultados superiores àqueles em que as sementes foram tratadas com a bactéria, apresentando um incremento de 9,6%.

Tabela 11. Efeito do fator bactéria em relação ao comprimento da espiga com palha (CECP).

Bactéria	Médias
Com	26,00 a
Sem	26,96 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: BARROS, 2018

Maior comprimento de espiga pela inoculação das sementes com *A. brasilense* foi observado por Kappes et al. (2013), representando um incremento de 3,7% em comparação ao tratamento sem inoculação, o que também foi verificado por Cavallet et al. (2000) com o aumento médio das espigas, de 13,6 para 14,4 cm.

Observa-se na Figura 17 D que houve uma resposta quadrática para o comprimento de espiga com palha (CECP) em função das doses de nitrogênio. Pela derivação do modelo de regressão, nota-se que a dose de 132 kg ha⁻¹ de N proporcionou o comprimento máximo de 27,32 cm.

Os resultados estão de acordo com Cadore (2014) e Repke et al. (2013), onde em seus trabalhos a inoculação de *A. brasilense* não respondeu positivamente no comprimento das espigas de milho. Enquanto que, Carmo et al. (2012) avaliando doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce, obtiveram resultados positivos no comprimento de espiga.

Os quadrados médios obtidos na análise de variância para peso da espiga com palha antes do cozimento (PECPA), peso da espiga com palha após o cozimento (PECP), peso da espiga sem palha (PESP), comprimento da espiga com palha (CECP), comprimento da espiga sem palha (CESP) e diâmetro da espiga com palha (DECP) encontram-se na Tabela 12. Percebe-se que houve diferença significativa no fator doses de nitrogênio para as variáveis PECPA, PECP, PESP, CECP, DECP e DESP. Verifica-se ainda na Tabela 12 que as variáveis PECP e CECP apresentaram efeito significativo quando as sementes foram inoculadas com a bactéria *Azospirillum brasilense*; e que as diferentes fontes de nitrogênio utilizadas não influenciaram o comportamento das plantas de milho doce nessas variáveis respostas estudadas.

Tabela 12. Análise de variância para peso da espiga com palha antes do cozimento (PECPA), peso da espiga com palha após o cozimento (PECP), peso da espiga sem palha (PESP), comprimento da espiga com palha (CECP), comprimento da espiga sem palha (CESP) e diâmetro da espiga com palha (DECP), de milho doce produzido em diferentes doses de nitrogênio e aplicação de inoculante às sementes.

FONTE DE VARIAÇÃO	GL	Valores de Quadrados Médios						
		PECPA	PECP	PESP	CECP	CESP	DECP	DESP
Doses de Nitrogênio (D)	3	5.9308,18*	3.5162,32*	2.1337,36*	10.3498*	1,17868 ^{ns}	185,477 *	110,265 *
Fontes de Nitrogênio (F)	2	471,6762 ^{ns}	2.568,36 ^{ns}	203,580 ^{ns}	0,09525 ^{ns}	1,17222 ^{ns}	3,10065 ^{ns}	0,37432 ^{ns}
Bactéria (B)	1	81,2697 ^{ns}	69.511,51*	774,959 ^{ns}	21,8320*	0,27856 ^{ns}	22,6565 ^{ns}	1,99006 ^{ns}
D x F	3	3.692,03 ^{ns}	7.325,45 ^{ns}	874,794 ^{ns}	1,48524 ^{ns}	0,39827 ^{ns}	11,3298 ^{ns}	1,99006 ^{ns}
D x B	6	369,637 ^{ns}	5.320,87 ^{ns}	883,575 ^{ns}	3.42565 ^{ns}	0,22505 ^{ns}	13,1978 ^{ns}	1,49956 ^{ns}
F x B	3	668,193 ^{ns}	4.456,75 ^{ns}	937,826 ^{ns}	1.14184 ^{ns}	0,13130 ^{ns}	0,57879 ^{ns}	13,4188 ^{ns}
D x F x B	6	180,948 ^{ns}	1.358,53 ^{ns}	214,634 ^{ns}	0,03555 ^{ns}	0,63459 ^{ns}	2,24130 ^{ns}	3,15693 ^{ns}
Blocos	3	3.796,14 ^{ns}	38.155,31*	343,115 ^{ns}	14,5189*	1,13450 ^{ns}	19,7466 ^{ns}	13,2070 ^{ns}
Resíduo	69	2.462,53	4.916,89	1.326,35	1,03630	0,48892	7,63675	5,27414
CV (%)		11,72	16,33	11,92	3,84	3,77	4,57	4,57

^{ns} não significativo e *significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste F (p<0,05).

Fonte: BARROS, 2018

Para todas as características relacionadas ao peso de espigas, a análise de variância apresentou efeito significativo de doses de nitrogênio e a análise de regressão mostrou que o modelo de regressão quadrática teve valor elevado de R^2 (Tabela 13 e Figura 18).

Em relação ao efeito da inoculação de *A. brasilense* sobre o peso das espigas, houve significância somente para o peso de espiga com palha (PECP). Porém, conforme a tabela 13, na ausência do inoculante houve um incremento de 11,81%.

Tabela 13. Efeito do fator bactéria em relação a variável peso da espiga com palha (PECP).

Bactéria	Médias
Com	401,91 b
Sem	455,74 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: BARROS, 2018

A ausência da resposta à inoculação, nas variáveis avaliadas, pode estar relacionada ao excesso de unidades formadoras de colônia, uma vez que o produto comercial utilizado contém uma concentração mínima de 200 milhões de células viáveis ml^{-1} , de acordo com o que é prescrito pela legislação brasileira (HUNGRIA, 2011). Considerando a dose utilizada neste estudo de 100 ml ha^{-1} , a concentração bacteriana teórica foi de aproximadamente 340 mil unidades formadoras de colônia por semente, bem superior, portanto, ao mencionado por Arsac et al. (1990).

Mazzuchelli et al. (2014), avaliando a inoculação das bactérias *Bacillus subtilis* e *Azospirillum brasilense* na cultura do milho, observaram que a massa das espigas de milho foi maior no tratamento com *Bacillus subtilis* aplicado nas sementes, sendo 15,34% superior ao tratamento controle, que apresentou os menores valores de peso de espiga, e para o tratamento com *Azospirillum brasilense*, não apresentou diferença significativa, corroborando com o presente trabalho, assim como Repke et al. (2013), estudando a *Azospirillum* na cultura do milho, não encontraram resposta da cultura à inoculação.

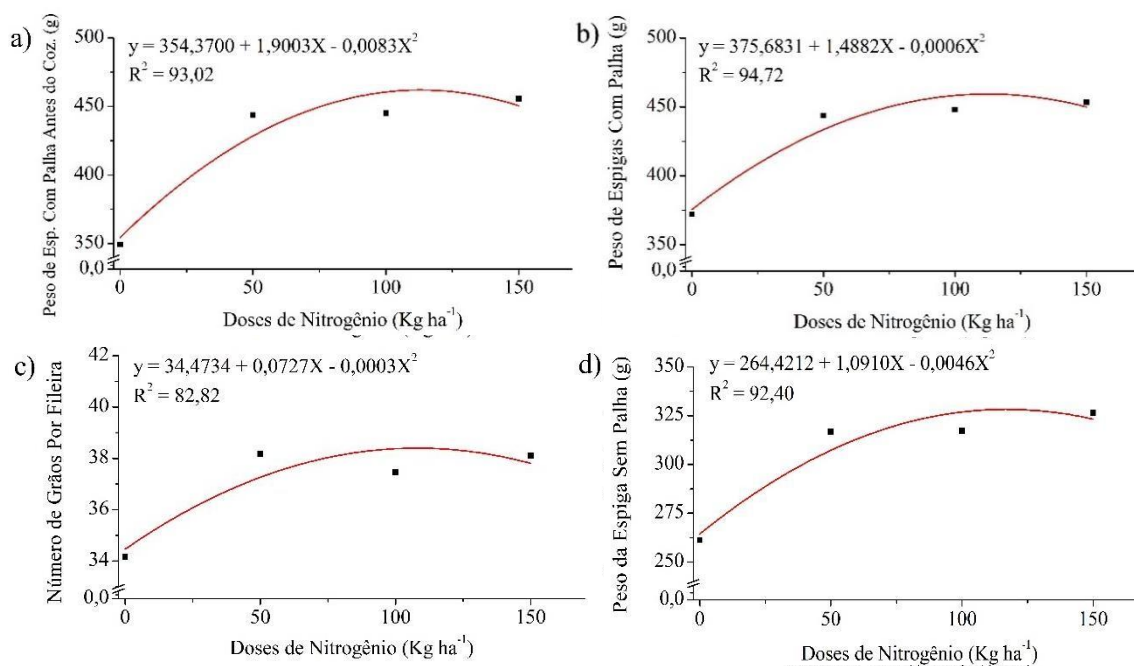
Já em trabalhos realizados por Martins et al. (2014), avaliando híbridos de milho inoculados com *Azospirillum brasilense* (AZOS), constataram que independente da forma de aplicação, o uso de AZOS contribuiu para o melhor desenvolvimento das características peso de espigas, produção de grãos e produtividade de sacas por hectare.

No entanto resultados contrários são vistos na literatura, como por exemplo Mazzuchelli et al. (2014), analisando o efeito da inoculação de *Bacillus subtilis* e *Azospirillum*

brasiliense sobre no crescimento e produção de milho, verificaram que o peso das espigas de milho foi maior no tratamento com *Bacillus subtilis* aplicado nas sementes, sendo 15,34% superior ao tratamento controle.

Nas características de peso de espiga com palha (PESCP), peso de espiga com palha antes do cozimento (PECPA) e peso de espiga sem palha (PESP) foi constatado efeito para a adubação nitrogenada (Figura 18). Observa-se que o maior peso de espiga com palha (PESCP) foi obtido com a dose de 112,41 kg ha⁻¹, chegando a ter espigas com 459,32 g. Já para variável peso de espiga com palha antes do cozimento (PECPA) a dose que expressou maior peso foi a de 114,47 kg ha⁻¹, produzindo espigas de até 463,13 g. A dose de 118,58 kg ha⁻¹, foi a que mais contribuiu no peso de espiga sem palha (PESP), espigas com 324,11 g. Portanto, possivelmente não haveria resposta positiva à aplicação de doses maiores. Incrementos no peso das espigas empalhadas e despalhadas, como consequência do aumento das doses de N aplicadas ao solo, foi também constatado por Silva et al. (2003), Freire et al. (2010) e Silva et al. (2014), que constataram em todas as características relacionadas ao peso de espigas um efeito positivo para a adubação nitrogenada, e nenhum efeito para a inoculação da bactéria.

Figura 18. Peso de espiga com palha antes do cozimento (A), peso de espiga com palha (B), número de grãos por fileira (C), largura de grãos (D), peso de espiga sem palha (E), de milho doce produzido em diferentes fontes e doses de Nitrogênio e aplicação de inoculante às sementes.



Fonte: BARROS, 2018

Na Tabela 14 estão apresentados os quadrados médios obtidos na análise de variância para os componentes de produção, onde percebe-se que grãos por fileira (GF), número de fileiras por espiga (NFE), largura de grãos (LG), peso de grãos por espigas (PG), °Brix e pH não demonstraram efeito significativo à inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*; houve efeito para doses de N em cobertura somente para número de grãos por fileira de espiga (NGFE), largura de grãos (LG) e peso de grãos por espiga (PGE).

Tabela 14 - Resumo da análise de variância para número de grãos por fileira da espiga (NGFE), número de fileiras na espiga (NFE), largura de grãos (LG), peso de grãos por espiga (PGE), °Brix e pH de milho doce produzido em diferentes doses de nitrogênio e aplicação de inoculante às sementes.

FONTE DE VARIACÃO	Valores de Quadrados Médios						
	GL	NGFE	NFE	LG	PGE	°BRIX	pH
Doses de Nitrogênio (D)	3	87,1788 *	0,56072 ^{ns}	2.40161 *	14.053,41 *	6,06788 ^{ns}	0,11158 ^{ns}
Fontes de Nitrogênio (F)	2	3,32720 ^{ns}	0,36770 ^{ns}	0,45478 ^{ns}	340,1718 ^{ns}	4,11260 ^{ns}	0,11112 ^{ns}
Bactéria (B)	1	2,96986 ^{ns}	0,26561 ^{ns}	0,05596 ^{ns}	0,00840 ^{ns}	2,86620 ^{ns}	0,11025 ^{ns}
D x F	3	2,46236 ^{ns}	0,22394 ^{ns}	0,31187 ^{ns}	565,6484 ^{ns}	3.44246 ^{ns}	0,12749 ^{ns}
D x B	6	2,62135 ^{ns}	0,92400 ^{ns}	1,11450 ^{ns}	223,2605 ^{ns}	6.28186 ^{ns}	0,06195 ^{ns}
F x B	3	3,79432 ^{ns}	0,27902 ^{ns}	0,04126 ^{ns}	1.008,82 ^{ns}	6,34957 ^{ns}	0,07197 ^{ns}
D x F x B	6	2,95268 ^{ns}	0,31603 ^{ns}	0,89642 ^{ns}	201,5495 ^{ns}	3,35134 ^{ns}	0,11727 ^{ns}
Blocos	3	1,67188 ^{ns}	1,09417 ^{ns}	22,7850*	1.478,661 ^{ns}	9,61121 ^{ns}	0,22349 ^{ns}
Resíduo	69	6,45679	0,33784	0,47806	1.031,127	6,03156	0,10675
CV (%)		6,87	3,42	8,65	15,57	17,74	4,58

^{ns} não significativo e *significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste F ($p < 0,05$).

Fonte: BARROS, 2018

Para o número de grãos por fileira de espiga (NGFE), houve um ajuste ao modelo quadrático em função das doses de N (Figura 18 C). Pela derivação da equação de regressão, tem-se que a dose de 121,16 kg ha⁻¹ de N promoveu o número máximo de 38,88 grãos por fileira. Esses resultados foram corroborados por Novakowski et al. (2011), que relataram que o número de grãos por espiga nas doses de N não apresentou diferença significativa entre si. Porém foram superiores ao controle e a inoculação de *A. brasilense*, a medida que esta variável somente foi maior do que o controle quando foram aplicados 75 kg ha⁻¹ de N.

Conforme Ritchie et al. (2003), no estágio V12 há a definição do tamanho da espiga e número de óvulos (grãos potenciais), e deficiências de nutrientes e de umidade podem diminuir seriamente o número de grãos e o tamanho das espigas colhidas, sendo assim supõe-se que os tratamentos com *A. brasilense*, não tiveram a capacidade de aumentar a absorção de nutrientes de forma significativa que possam gerar incrementos nessas variáveis analisadas em seu trabalho..

Em relação às respostas negativas da inoculação de *A. brasilense*, Cordeiro (2017), avaliando o desempenho agrônomo do milho em resposta à inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas, também não constataram influência positiva da inoculação das sementes com BPCP para o número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga, peso dos grãos, comprimento das espigas, peso de 1000 grãos e conteúdo de nitrogênio nos grãos e produtividade.

Já em estudo conduzido a campo na Argentina, estirpes de *Azospirillum* praticamente dobraram o número de grãos por espiga e aumentaram em 59% o peso dos grãos (FULCHIERI; FRIONI, 1994). Cavallet et al. (2000) também observaram incremento médio de 17% na produção de grãos em função da inoculação. Em estudo realizado por Hungria et al. (2010), observou-se que a bactéria *Azospirillum* proporciona aumento no rendimento de 24 a 30% em relação ao milho não inoculado.

Os quadrados médios obtidos na análise de variância para produção de espiga com palha (ProdECP), produção de espiga sem palha (ProdESP), produção de grãos (PRODGR), encontram-se na Tabela 15. Percebe-se a diferença significativa do fator doses de nitrogênio para as variáveis ProdECP, ProdESP e PRODGR. Verifica-se ainda na Tabela 15, que a variável ProdECP apresentou efeito significativo em relação a inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense*.

Tabela 15 - Análise de variância para Produção de Espigas Com Palha (ProdECP), produção de espigas sem palha (ProdESP) e produção de grãos (PRODG), de milho doce produzido em diferentes doses de nitrogênio e aplicação de inoculante às sementes.

FONTE DE VARIAÇÃO	Valores de Quadrados Médios			
	GL	ProdECP	ProdESP	PRODG
Doses de Nitrogênio (D)	3	71,2458*	43,2390*	28,4457*
Fontes de Nitrogênio (F)	2	5,20375 ^{ns}	0,41309 ^{ns}	0,68902 ^{ns}
Bactéria (B)	1	140,688*	1,56452 ^{ns}	0,00005 ^{ns}
D x F	3	14,8298 ^{ns}	1,76814 ^{ns}	1,14531 ^{ns}
D x B	6	10,7775 ^{ns}	1,78815 ^{ns}	0,45041 ^{ns}
F x B	3	9,016175 ^{ns}	1,89950 ^{ns}	2,03745 ^{ns}
D x B x F	6	2,75167 ^{ns}	0,43145 ^{ns}	0,41046 ^{ns}
Blocos	3	77,2317*	0,69655 ^{ns}	2,98774 ^{ns}
Resíduo	69	9,95478	2,68675	2,08694
CV (%)		16,33	11,92	15,56

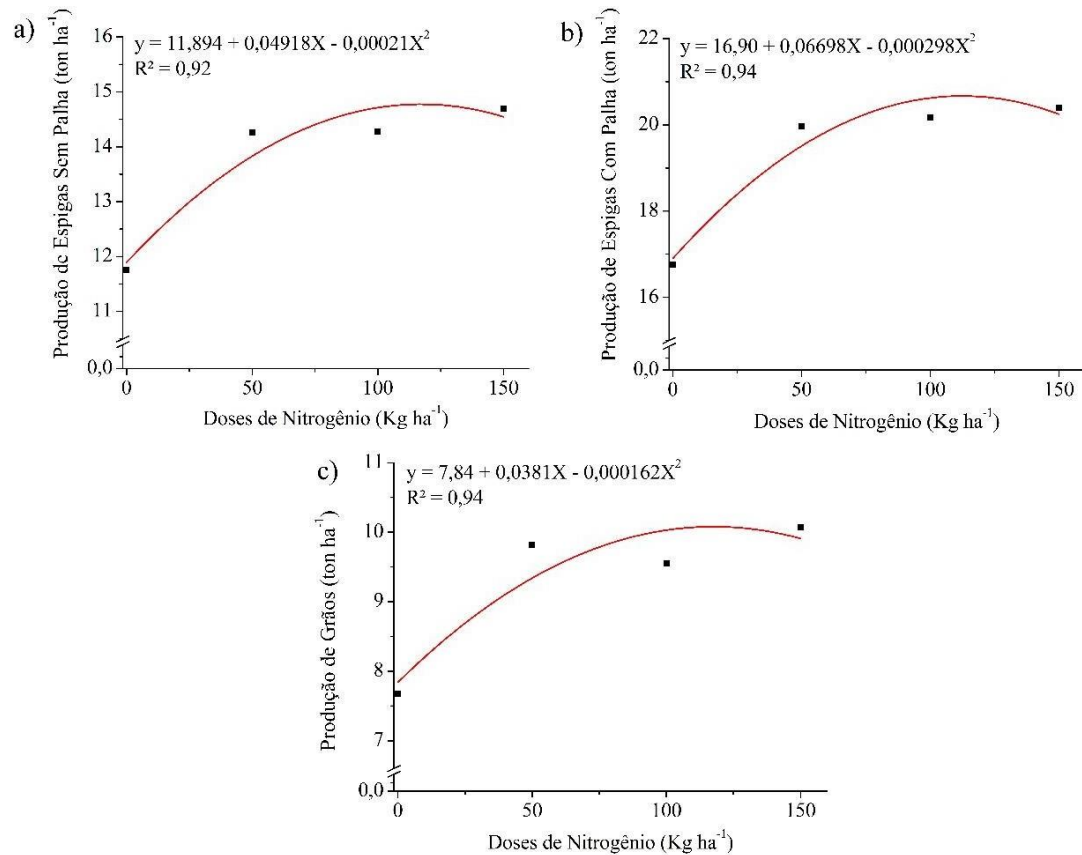
^{ns} não significativo e *significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste F ($p < 0,05$).

Fonte: BARROS, 2018

A produção de espiga sem palha em função das doses de nitrogênio se adequou ao ajustamento quadrático. Os valores encontrados com a derivação de sua equação foi de 117,09 kg ha⁻¹ de N, referente à dose que proporcionou a maior produção equivalente a 14,77 t ha⁻¹ (Figura 19 A).

Na Figura 19 B, é possível verificar que a produção de espiga com palha também se enquadrou no modelo quadrático e de acordo com a derivação da equação, a dose de aproximadamente 112,38 kg ha⁻¹ de N foi responsável pela produção máxima de 20,66 t ha⁻¹. O mesmo se deu para a variável produção de grãos (Figura 19 C), onde em função das doses de N, foi verificada uma relação quadrática, obtendo com a dose ótima de 117,59 kg ha⁻¹ de N, a produção de grãos máxima de 10,08 t ha⁻¹.

Figura 19. Produção de espigas sem palha (A), produção de espigas com palha (B) e produção de grãos (C), de milho doce produzido em diferentes fontes e doses de Nitrogênio e aplicação de inoculante às sementes.



Fonte: BARROS, 2018.

Com o substancial incremento nas características morfológicas e nos componentes de produção relacionados à espiga pela aplicação de nitrogênio em cobertura, percebe-se a importância deste nutriente no crescimento e desenvolvimento da planta de milho, resultando assim na maior produção de grãos e consequentemente em maiores produtividades de espigas com e sem palha (Figura 19).

A deficiência de nutrientes aos 20, 40, 60, 80 e 100 dias após a emergência das plântulas pode reduzir severamente o tamanho das espigas a serem colhidas. Quando não limitada por outros fatores, a maior disponibilidade de N aumenta o potencial da planta em definir maiores número e massa de sementes por espiga, aumentando, desse modo, sua massa total (PÖTTKER; WIETHÖLTER, 2004).

De acordo com Carmo et al. (2012), dentre os componentes de produção, o número de grãos por espiga é o parâmetro que mais está associado ao rendimento de milho doce. No entanto, para esta variável, não houve influência da inoculação, houve efeito significativo somente para as doses de N, corroborando com os resultados de Repke et al. (2013), que obtiveram aumento da massa da matéria seca das espigas, com o incremento da disponibilidade de N, sendo diretamente influenciado pelos aumentos nos componentes de produção, como a massa de 1.000 grãos. Conforme Cruz et al. (2008), os componentes da espiga, além de influenciarem na massa da matéria seca das espigas, interferem de forma substancial na produtividade de grãos, e esta correlação é verificada no presente trabalho.

Outras pesquisas, avaliando produtividade de milho com diferentes doses de N, resultaram em incremento de rendimento de grãos conforme foram elevadas as doses de N. No ensaio de Araújo et al. (2004), a dose de 240 kg ha⁻¹ de N proporcionou um aumento de 28% na produtividade de grãos quando comparada ao tratamento testemunha, que recebeu a dose zero kg ha⁻¹ de N. Amaral Filho et al. (2005) verificaram que o aumento nas doses de nitrogênio de zero kg ha⁻¹ para 150 kg ha⁻¹ proporcionou maior massa de 1.000 grãos e com efeitos positivos na produtividade de grãos.

Contudo, para o peso de 1.000 grãos e a produtividade de grãos, as respostas à adubação nitrogenada na literatura são variadas. Oliveira e Caires (2003) verificaram aumento linear do peso de 1.000 sementes em função da elevação das doses de Nitrogênio e que esse componente de produção foi decisivo para aumentar a produtividade de grãos. No entanto, resultados contraditórios também por Casagrande e Fornasieri Filho (2002), que não constataram efeito de doses e de épocas de aplicação de N no peso de 1.000 sementes.

Analisando os dados do desdobramento do fator bactéria para a variável produção de espiga com palha (Tabela 16), tem-se o resultado que o milho doce, quando não submetido a inoculação com *Azospirillum brasilense* nas sementes, apresentou a maior Produção de Espiga com Palha, apresentando um incremento de 12,19%, em relação ao tratamento sem inoculação.

Tabela 16. Efeito do fator Bactéria em relação a variável Produção de Espiga com Palha (ProdECP).

Bactéria	Médias
Com	18,008 a
Sem	20,510 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: BARROS, 2018

Esses resultados corroboram com os de Repke et al. (2013), onde a inoculação da bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense*, acompanhada ou não de doses de nitrogênio, não influenciou no desenvolvimento de plantas e produtividade da cultura do milho. No entanto, observa-se na literatura resultados contrários tais como o de Mazzuchelli et al. (2014), que obteve com o uso de *Azospirillum brasilense* nas sementes um aumento de 21,9% na produtividade do milho, quando comparados ao tratamento controle.

5. CONCLUSÕES

- As fontes de nitrogênio utilizadas não interferem no desempenho das plantas de milho doce;
- A dose de 117 kg ha⁻¹ de N proporciona aumento da produtividade de espigas e grãos das plantas de milho doce;
- A inoculação das sementes de milho doce com a bactéria *Azospirillum brasilense* não interfere no rendimento de grãos de milho doce.

6. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C. B. N.; COIMBRA, R. R.; AFERRI, F. S.; PAULA, M. J.; FREITAS, M. K. C.; OLIVEIRA, R. J. **Desempenho agrônomo de híbridos de milho verde em função da adubação nitrogenada de cobertura.** Revista de Ciências Agrárias, Belém, v. 55, n. 1, p. 11-16, 2012.
- AGUILAR, M. A. L. **Doses e épocas de aplicação de molibdênio no milho-doce.** Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Jaboticabal, 2017
- ALIMOHAMMADI, M.; YOUSEFI, M.; ZANDI, P. **Impact of nitrogen rates on growth and yield attributes of sweet corn grown under different phosphorus levels.** The Journal of American Science, New York , v. 7, p. 201-206, 2011.
- 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 de Ciência do Solo, Viçosa, v.26, p.241-248, 2002.
- AMANULLAH, KHATTAK, R. A.; KHALIL, S.K. **Plant density and nitrogen effects on maize phenology and grain yield.** Journal of Plant Nutrition, Temuco, 32, p. 246- 260, 2009.
- AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. **Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 467-473, 2005.
- ARAGÃO, C.A. **Avaliação de híbridos simples braquíticos de milho super doce (*Zea mays* L.) portadores do gene *shrunken-2* (*sh₂sh₂*) utilizando o esquema dialélico parcial.** Botucatu, 2002, 101p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrônomicas – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
- ARAÚJO, L. A. N.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **Adubação nitrogenada na cultura do milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 39, n. 8, p. 771-777, 2004.
- BARASSI, C.A.; SUELDO, R.J.; CREUS, C.M.; CARROZZI, L.E.; CASANOVAS, W.M.; PEREYRA, M.A. **Potencialidad de *Azospirillum* en optimizer 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.

BARBARO, I.M; BRANCALIAO, S.R.; TICELLI, M. **É possível a fixação biológica de nitrogênio no milho?**. 2008. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_2/fixacao/index.htm>. Acesso em: 3/4/2018

BARBIERI, V. H. B.; LUZ, J. M. Q.; BRITO, C. H.; DUARTE, J. M.; GOMES, L. S.; SANTANA, D. G. **Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamento e populações de plantas**. Horticultura Brasileira, Brasília, 23, p. 826-830, 2005.

BARKER, A.V.; BRYSON, G.M. Nitrogen. In: Barker, A.V., PILBEAM, D.J. (Eds.). **Handbook of Plant Nutrition**. Boca Raton. CRC press, Taylor and Francis group, p. 21-50. 2007.

BARROS, I.; SANTOS, W. M.; PACHECO, E. P.; PROCÓPIO, S. O.; SOUZA, H. N. **Recomendações de Nitrogênio para a Cultura do Milho nos Tabuleiros Costeiros: Desempenho Produtivo e Econômico** - Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016.

BASI, S. **Associação de Azospirillum brasilense e de nitrogênio em cobertura na cultura de milho**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava – PR.

BASHAN, Y.; BUSTILLOS, J.J.; LEYVA, L.A.; HERNANDEZ, J.-P.; BACILIO, M. **Increase in auxiliary photoprotective photosynthetic pigments in wheat seedlings induced by Azospirillum brasilense**. Biology and Fertility of Soils, v.42, p.279-285, 2006.

BRACCINI, A. de L.; DAN, L. G. de M.; PICCININ, G. G.; ALBRECHT, L. P.; BARBOSA, M. C.; ORTIZ, A. H. T. **Seed inoculation with Azospirillum brasilense, associated with the use of bioregulators in maize**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 58-64, 2012.

BHATIA, A.; SASMAL, S.; JAIN, N.; PATHAK, H.; KUMAR, R.; SINGH, A. **Mitigating nitrous oxide emission from soil under conventional and no-tillage in wheat using nitrification inhibitors**. Agriculture, Ecosystems and Environment, Zurique, v. 136, n. 3-4, p. 247-253, 2010.

BORIN, A. L. D. C. **Extração, absorção e acúmulo de nutrientes no milho doce cultivado em condições de campo**. Uberlândia, 2005. 97p. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa.

BOTTINI, R.; FULCHIERI, M.; PEARCE, D.; PHARIS, R. **Identification of gibberelins A1, A3, and iso-A3 in cultures of A. lipoferum**. Plant Physiology, v.90, p.45-47, 1989.

BRUM, M. S. da.; **Inoculação com *Azospirillum brasilense*, manejo de pastejo e nitrogênio em integração lavoura-pecuária**. Tese (Doutorado). Santa Maria, RS, 2015.

CADORE, R. Associação entre *Azospirillum Brasilense* e adubação nitrogenada em híbridos de milho. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, 2014.

CAMPOS, B. C. de. THEISEN, S. GNATTA, V. **Avaliação do inoculante “Graminante” na cultura do milho**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 30, n.4, p. 713-715, 2000.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O.; CONTIN, T. L. M.; DIAS, F. L. F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R. B.; QUAGGIO, J. A. **Ammonia volatilization from urease inhibitor-treated urea applied to sugarcane trash blankets**. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 65, n. 4, p. 397-401, 2008.

CAPRIO, C. H. **Interação de variedades de milho sob inoculação com *Azospirillum brasilense* em diferentes épocas de semeadura**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2017.

CARMO, M.S.; CRUZ, S.C.S.; SOUZA, E.J.; CAMPOS, L.F.C.; MACHADO, C.G. **Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (*Zea mays* convar. *Saccharata* var. *Rugosa*)**. Bioscience Journal, v. 28, p. 223-231, 2012.

CASAGRANDE, J. R. R.; FORNASIERI FILHO, D. **Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 37, n. 1, p. 33-40, 2002.

CASSAN, F. et al. ***Azospirillum brasiliense* and *Azospirillum lipoferum* hydrolyze conjugates of GA20 and metabolize the resultant aglycones to GA1 in seedlings of Rice dwarf mutants**. Plant Physiology. Washington. v.125, n.4, p.2053-2058, 2001.

CASSÁN, F.; SGROY, V.; PERRIG, D.; MASCIARELLI, O.; LUNA, V. **Producción de fitohormonas por *Azospirillum* sp. Aspectos fisiológicos y tecnológicos de la promoción del crecimiento vegetal**. 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.61-86.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2008. 864 p.

CAVALLET, L.E. et al. **Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v.4, n.1, p.129-132, 2000

COLLAMER, J. D.; GEARHART, M.; MONESMITH, F. L. **Sulfato de Amônio**. Informações Agrônomicas, IPNI, Piracicaba, n. 120, p. 7-8, 2007.

CORDEIRO, J. E. B. **Desempenho agrônômico do milho em resposta à inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas**. Dissertação (Magister Scientiae). Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários. Florestal, MG, 2017.

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

CORTEZ, J. W. M.; CECILIO FILHO, A. B.; MENESES, N. B. **Nutrição e adubação da cultura do milho-doce**. In: PRADO, R. M.; CECILIO FILHO, A. B. *Nutrição e adubação de hortaliças*. Jaboticabal: FCAV/CAPES, 2016.

COSTA, R. R. G. F.; QUIRINO, G. da S. F.; NAVES, D. C. de F.; SANTOS, C. B.; ROCHA, A. F. de S. **Efficiency of inoculant with Azospirillum brasilense on the growth and yield of second-harvest maize**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 45, n. 3, p. 304-311, jul./set. 2015.

CRUZ, C. **Produtividade e rendimento industrial do milho doce irrigado em função de dose e parcelamento de nitrogênio**. 2014. 25 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho", Jaboticabal, 2014.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. **Manejo e tratos culturais para o cultivo do milho verde**. Circular Técnica, n.16. Embrapa Milho e Sorgo: Sete Lagoas, p.1-9, Jan., 2002.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; PEREIRA R. G. **Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 62-68, 2008

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; SANDER, G. **Adubação nitrogenada associada à inoculação com Azospirillum brasilense e Herbaspirillum seropedicae na cultura do milho**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.17, n.10, p.1023–1029, 2013.

DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. **Plant growth-promoting effects of diazotrophs in The rhizosphere**. CRC Critical Review in Plant Science. Boca Raton. v.22, p.107-149, 2003.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; VANDERLEYDEN, J.; DUTTO, P.; LABANDERA-GONZALEZ, C.; CABALLEROMELLADO, J.; AGUIRRE, J. F.; KAPULNIK, Y.; BRENER, S.; BURDMAN, S.; KADOURI, D.; SARIG, S.; OKON, Y. **Responses of agronomical important crops to inoculation with Azospirillum**. Australian Journal of Plant Physiology, v.28, p.871– 879, 2001.

DÖBEREINER, J. **History and new perspective of diazotrophs in association with non-leguminous plants**. Symbiosis, Rehovot, v. 13, n. 1, p. 1-13, 1992.

DÖBEREINER, J.; PEDROSA, F.O. **Nitrogen-fixing bacteria in nonleguminous crop plants**. Science Tech, Springer Verlag, Madison, USA, 1987. p. 1-155. (Brock/Springer series in contemporary bioscience)

DUETE, R.R.C.; MURAOKA, T.; SILVA, E.C.; TRIVELIN, P.C.O.; AMBROSANO, E.J. **Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (15n) pelo milho em latossolo vermelho**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 32:161-171, 2008

FANCELLI, A. L. **Boas praticas para uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho**. Informações agronômicas, n. 131, p. 1-16, 2010.

FONTOURA, S. M. V.; BAYER, C. **Ammonia volatilization in no-till system in the south-central region of the State of Paraná, Brazil**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1677- 1684, 2010.

FRANCISCO, E.A.B.; KAPPES, C.; DOMINGUES, L.; FELIPPI, C.L. **Inoculação de Sementes de Milho Com Azospirillum brasilense e Aplicação de Nitrogênio em Cobertura**. In.: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29, Águas de Lindóia. Anais... In.: Anais do Congresso Nacional de milho e Sorgo, Águas de Lindóia, p. 1285-1291, 2012.

FREIRE, F. M.; VIANA, M. C. M.; MASCARENHAS, M. H. T.; PEDROSA, M. W.; COELHO, A. M.; ANDRADE, C. L. T. **Produtividade econômica e componentes da produção de espigas verdes de milho em função da adubação nitrogenada**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 9, n. 3, p. 213-222, 2010.

FREITAS, I. C. V. RODRIGUES, M. B. **Fixação Biológica do Nitrogênio na cultura do milho**. Revista Agropecuária Técnica. Areia, PB – v. 31, n. 2, 2010

FULCHTERI, M.; FRIONI, L. **Azospirillum inoculation on maize (Zea mays): effect on yield in a field experiment in central Argentina.** Soil Biology and Biochemistry. Elmsford. v.26, p.921-923, 1994.

GIRARDI, E. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A. **Emprego de fertilizantes de liberação controlada na formação de pomares de citros.** Citrus Research & Technology, v.24, n.2, p.507-518, 2003.

GUIMARÃES, S. L.; MOREIRA, J. C. F.; BONFIM-SILVA, E. M.; POLIZEL, A. C.; SABINO, D. C. C. **Características produtivas de plantas de milho inoculadas com Azospirillum spp. cultivadas em Latossolo de Cerrado.** Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 558-567, 2013.

GROHS, M.; MARCHESAN, E.; SANTOS, D. E.; MASSONI, P. F. S.; SARTORI, G. M. S.; FERREIRA, R. B. **Resposta do arroz irrigado ao uso de inibidor de urease em plantio direto e convencional.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 2, p. 336-345, 2011.

HE, J.; DUKES, M.D.; HOCHMUTH, G.J.; JONES, J.W.; GRAHAM, W.D. **Identificação das melhores práticas de manejo de irrigação e nitrogênio para a produção de milho doce em solos arenosos, utilizando o modelo Ceres- milho.** Gainesville, v.109, p.61- 70, 2012.

HUERGO, L.F.; MONTEIRO, R.A.; BONATTO, A.C.; RIGO, L.U.; STEFFENS, M.B.R.; CRUZ, L.M.; CHUBATSU, L.S.; SOUZA, E.M.; PEDROSA, F.O. **Regulation of nitrogen fixation in Azospirillum brasilense.** In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. Azospirillum sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología, Argentina, 2008. p.17-35.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283). (ISSN 1516781X; N 283).

HUNGRIA, M. et al. **Inoculation with selected strains of Azospirillum brasilense and A. lipoferum improves yields of maize and wheat in Brazil.** Plant and Soil. The Hague. v.331, p.413-425, 2010.

KAPPES, C.; ZANCANARO, L.; LOPES, A. A.; KOCH, C. V.; FUJIMOTO, G. da R.; FERREIRA, V. E. N. **Aplicação foliar de Azospirillum brasilense e doses de nitrogênio em cobertura no milho safrinha.** In: SEMINÁRIO NACIONAL MILHO SAFRINHA, 12., 2013, Dourados. Resumos... Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2013. p. 1-6.

KENNEDY, I. R., et al. **Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited?** Soil Biology and Biochemistry, Oxford, v. 36, n. 8, p.1229-1244, 2004.

KWIATKOWSKI, A. CLEMENTE, E. **Características do milho doce (Zea mays L.) para industrialização.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campus Ponta Grossa - Ponta Grossa, PR, 2007.

LANA, M. C.; DARTORA, J.; MARINI, D.; HANN, J. E.; **Inoculação com Azospirillum, associada à adubação nitrogenada, na cultura do milho.** Revista Ceres. Vol. 59, n.3, 2012. P. 399-405.

LUCHSINGER, A.; CAMILO, F. **Rendimiento de maíz dulce y contenido de sólidos solubles.** Idesia, Arica, v. 26, n. 3, p. 21-29. 2008.

LUZ, J. M. Q.; CAMILO, J. S.; BARBIERI, V. H. B.; RANGEL, R. M.; OLIVEIRA, R. C. **Produtividade de genótipos de milho doce e milho verde em intervalos de colheita.** Revista Ceres, v. 62, n. 1, p. 1-8, 2015.

LYRA, G. B.; ROCHA, A. E. Q. da; LYRA, G. B.; SOUZA, J. L. de; TEODORO, I. **Crescimento e produtividade do milho, submetido a doses de nitrogênio nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas.** Revista Ceres, Viçosa – MG, v. 61, n. 4, 2014.

MACHADO, J.A. **Melhoramento genético do milho doce (Zea mays L.).** Piracicaba, ESALQ/USP, 1980. 78p. (Tese M.S.).

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas.** São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 2006, 638 p.

MARSCHENER, H. **Mineral nutrition of higher plant.** 2.ed. New York: Academic Press, 1995. 889p

MARTINS, F. AU. D. ANDRADE, A. T. CONDÉ, A. B. T. GODINHO, D. B. CAIXETA, C. G. COSTA, R. L. POMELA, AL. W. V. SOARES, C. M. S. **Avaliação de híbridos de milho inoculados com Azospirillum brasilense.** Pesq. Agrop. Gaúcha, v. 18, n. 2, p. 102-109, 201

MARTINS, A. G. **Dinâmica dos Fertilizantes Nitrogenados a Base de Nitrato.** Revista Campo e Negócios, 2016.

MATSUMURA, E. E., SECCO, V. A., MOREIRA, R. S., SANTOS, O. J. P., HUNGRIA, M. E OLIVEIRA, A. L. M. (2015). **Composition and activity of endophytic bacterial communities in field-grown maize plants inoculated with *Azospirillum brasilense***. *Annals of Microbiology*, 2015.

MAZZUCHELLI, R. C. L.; SOSSAI, B. F.; ARAUJO, F. F. **Inoculação de *Bacillus Subtilis* e *Azospirillum Brasilense* na cultura do milho**. *Colloquium Agrariae*, v. 10, n.2, Jul-Dez. 2014, p.40-47. DOI: 10.5747/ca.2014.v10.n2.a106

MILLER, A. J.; CRAMER, M. D. **Root nitrogen acquisition and assimilation. In: Root Physiology: from Gene to Function**. Springer Netherlands, p. 1-36, 2005.

MORAIS, T.P. de. **Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* em híbridos de milho**. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós Graduação em Agronomia, área de Concentração: Fitotecnia, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG, 2012.

MOREIRA, J. C. F.; **Milho safra submetido à inoculação com bactérias diazotróficas associativas e doses de nitrogênio**. Universidade Federal de Mato Grosso Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Rondonópolis – MT. 2014.

NASCIMENTO, C. A. C.; VITTI, G. C.; FARIA, L. A.; LUZ, P. H. C.; MENDES, F. L. **Ammonia volatilization from coated urea forms**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa , v. 37, n. 4, p. 1057-1063, 2013.

NEHL, D. B.; ALLEN, S. J.; BROWN, J. F. **Deleterious rhizosphere bacteria: an integrating perspective**. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 1-20, Jan. 1997.

NEUMANN, M.; SANDINI, I.E.; LUSTOSA, S.B.C.; OST, P.R; ROMANO, M.A.; FALBO, M.K.; PANSEIRA, E.R. **Rendimentos e componentes de produção da planta de milho (*Zea mays* L.) para silagem, em função de níveis de adubação nitrogenada em cobertura**. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. v.4, n.3, p.418-427, 2005. <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/viewArticle/161>

NOVAKOWISKI, J. H.; SANDINI, I. E.; FALBO, M. K.; MORAES, A.; NOVAKOWISKI, J. H.; CHENG, N. C. **Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho**. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.32, n.1, p.1687-1698, 2011.

OLIVEIRA, J. M. S.; CAIRES, E. F. **Adubação nitrogenada em cobertura para o milho cultivado após aveia preta no sistema plantio direto.** Acta Scientiarum Agronomy, Maringa, v. 25, p. 351-357, 2003.

OKON, Y.; LABANDERA-GONZALES, C. A. **Agronomic applications of Azospirillum: an evaluation of 20 years of world-wide field inoculation.** Soil Biology and Biochemistry, v.26, p. 1591-1601, 1994.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. D. C.; FRANCO, A. A. N.; ZACCHEO, P. V. C.; ZORZENONI, T. O. **Sweet corn: Genetic aspects, agronomic and nutritional traits.** Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava, v. 6, n. 1, p. 105-114, 2013.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C. **Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão.** Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, Pombal, v. 4, n. 2, p. 26-244, 2011.

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M.G.; CHIQUIERE, T.B. **Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo in natura.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v.26, n.1, p. 159-165, jan.-mar., 2006.

PAIVA, E.; VASCONCELOS, M.J.V.; PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R. **Seleção de progênies de milho doce de alto valor nutritivo com auxílio de técnicas eletroforéticas.** Pesq. agropec. bras., Brasília, v.27, p.1213-1218, 1992.

PARENTONI, S. N.; GAMA, E. E. G.; MAGNAVACA, R.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; BOAS, G. L. V. **Milho doce.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 14, n. 165, p. 17-22, 1990.

PEDROTTI, A.; HOLANDA, F.S.R.; MANN, E.N.; AGUIAR NETTO, A.O.; BARRETO, M.C.V.; VIEGAS, P.R.A. **Parâmetros de produção do milho-doce em sistemas de cultivo e sucessão de culturas no Tabuleiro Costeiro Sergipano.** In: SEMINÁRIO DE PESQUISA FAP-SE, Sergipe. Anais... Sergipe: FAP, 2003.

PEREIRA FILHO, A. CRUZ, J. C. COSTA, R. V. **Milho Doce.** Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2009. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pvo4k3wpdj8h.html#>. Consultado em 22 de março de 2018.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C.; GAMA, E.E.G. **Cultivares para o consumo verde.** In: PEREIRA FILHO, I.A. (Ed.). O cultivo do milho verde. Brasília: Embrapa, 2003. cap.1, p.17-30.

PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. **Colheita, transporte e comercialização.** In: PEREIRA FILHO, I.A. (Ed.). O cultivo do milho verde. Brasília: Embrapa, 2007. cap.11, p.183-194.
 PEREIRA FILHO, I.A.; CRUZ, J.C. Cultivares de milho para o consumo verde. Circular Técnica, n.15. Embrapa Milho e Sorgo: Sete Lagoas, p.1-7, Jan., 2002.

PERRIG, D.; BOIERO, L.; MASCIARELLI, O.; PENNA, C.; CASSÁN, F.; LUNA, V. **Plant growth promoting compounds produced by two agronomically important strains of Azospirillum brasilense, and their implications for inoculant formulation** Applied. Microbiology and Biotechnology, v.75, p.1143-1150, 2007.

PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. **Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto.** Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.4, p.1015-1020, 2004.

QUAGGIO, J. A., SOUZA, T. R., ZAMBROSI, F. C. B., BOARETTO, R. M. & MATTOS JR, D. **Nitrogen fertilizer forms affect the nitrogen use efficiency in fertigated citrus groves.** Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2013.

REPKE, Rodrigo Alberto. **Eficiência da azospirillum brasilense na fixação de nitrogênio em milho.** 2013. x , 57 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2013.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; SILVA, C. J.; FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J. **Eficiência da Azospirillum brasilense combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.12, n.3, p.214– 226, 2013.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **Como a planta de milho se desenvolve.** Piracicaba: Potafos, 2003. Informações Agrônômicas, n.103.

RODRIGUEZ, H.; GONZALEZ, T.; GOIRE, I.; BASHAN, Y. **Gluconic acid production and phosphate solubilization by the plant growth-promoting bacterium Azospirillum spp.** Naturwissenschaften, v.91, p.552-555, 2004.

SANTOS, P. G.; JULIATTI, F. C.; BUIATTI, A. L.; HAMAWAKI, O. T. **Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho em Uberlândia, MG.** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v. 37, n. 5, p. 597-602, 2002.

SAWAZAKI, E.; ISHIMURA, I.; ROSSETO, C. J.; MAEDA, J. A.; SAES, L. A. **Milho verde: avaliação da resistência à lagarta da espiga, da espessura do pericarpo e outras características agrônômicas.** Bragantia, Campinas, v. 49, n. 2, p. 241-251, 1990.

SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, F. H. T.; SILVA, P. I. B. **Efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e densidades de plantio sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 3, p. 452-455, 2003.

SILVA, G. F. da.; OLIVEIRA, F. T. O. PEREIRA, R. G. DIÓGENES, T. B. A. JÚNIOR, J. N. FILHO, A. L. S. **Doses de nitrogênio e de fósforo recomendadas para produção econômica de milho verde em Mossoró-RN .** Magistra, Cruz das Almas – BA, V. 26, n.4, p. 467- 481. 2014

SOUZA, J. E. **Irrigação e adubação nitrogenada nas características agronômicas do milho doce e sua rentabilidade econômica no nordeste sul-mato-grossens.** 2014, 71 fls. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal De Mato Grosso Do Sul. Chapadão do Sul – MS, 2014.

SOUZA, R. S.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio In: FERNANDES, M. S. (ed.). **Nutrição mineral de plantas.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências dos Solos. 2006. 216 p.

STEENHOUDT, O.; VANDERLEYDEN, J. **Azospirillum, a free-living nitrogen-fixing bacterium closely associated with grasses: genetic, biochemical and ecological aspects.** Microbiology Reviews, v. 24, p. 487-506, 2000.

STORCK, L.; LOVATO, C.; COMASSETTO, V. **Avaliação do rendimento e outras características agronômicas de cultivares de milho doce.** R. Cent. Ci. Rur., v.14, p.153-160, 1984.

STRZELCZYK, E.; KAMPER, M.; LI, C. **Cytocinin-like-substances and ethylene production by Azospirillum in media with different carbon sources.** Microbiological Research, v.149, p.55-60, 1994.

SUBEDI, K.D.; MA, B.L. **Assessment of some major yield-limiting factors on maize production in a humid temperate environment.** Field Crops Research, Amsterdam, v.110, n.1, p.21-26, 2009.

TEIXEIRA, F.F.; SOUZA, I.R.P.; GAMA, E.E.G.; PACHECO, C.A.P; PARENTONI, S.N.; SANTOS, M. X.; MEIRELLES, W. F. **Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce.** Ciênc. agrotec., Lavras, v.25, n.3, p.483-488, 2001.

TIEN, T.M.; GASKINS, M.H.; HUBBELL, D.H. **Plant growth substances produced by Azospirillum brasilense and their effect on the growth of pearl millet (Pennisetum americanum L.).** Applied and Environmental Microbiology, v.37, p.1016-1024, 1979.

TOSELLO, G.A. Milhos especiais e seu valor nutritivo. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1978. cap.8, p.326-329.

TRACY, W. F. Sweet corn. In: HALLAUER, A.R. (Ed.). **Speciality corns**. Second Edition. Boca Raton, FL: CRC Press LLC, 2001. p. 155-199.

VITTI, G. C.; TAVARES JR, J. E.; LUZ, P. H. C.; FAVARIN, J. L.; COSTA, M. G. C. **Influência da mistura de sulfato de amônio com ureia sobre a volatilização de nitrogênio amoniacal**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 663-671, 2013.

WILLIAMS, L. E.; MILLER, A. J. **Transporters responsible for the uptake and partitioning of nitrogenous solutes**. Annual Review of Plant Biology, Palo Alto, v. 52, n. 1, p. 659-688, 2001.

WONG, M. **Sintomas visuais de deficiência de nutrientes de plantas em viveiro de plantas e paisagem**. p. 1- 4, Soil and Crop Management, SCM-10, 2005.