

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA
CURSO DE AGRONOMIA**

**ANÁLISE ECONÔMICA DA INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense*
NO CULTIVO DE MILHO**

Ane Karolyne de Jesus Bueno

**ANÁPOLIS-GO
2019**

ANE KAROLYNE DE JESUS BUENO

**ANÁLISE ECONÔMICA DA INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense*
NO CULTIVO DE MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário de Anápolis-UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Fertilidade do solo e nutrição de plantas

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cláudia Fabiana Alves Rezende

**ANÁPOLIS-GO
2019**

Bueno, Ane Karolyne de Jesus
Análise econômica da inoculação de *Azospirillum brasilense* no cultivo de milho. /Ane Karolyne de Jesus Bueno. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2019.
22 páginas.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Cláudia Fabiana Aves Rezende
Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2019.

1. Fixação de nitrogênio. 2. Relação custo benefício. 3. *Zea mays*. I. AneKarolyne de Jesus Bueno. II. Análise econômica da inoculação de *Azospirillum brasilense* no cultivo de milho.
CDU 504

ANE KAROLYNE DE JESUS BUENO

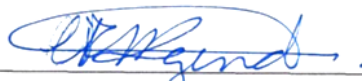
**ANÁLISE ECONÔMICA DA INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense*
NO CULTIVO DE MILHO**

Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Anápolis –
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

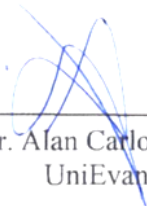
Área de concentração: Fertilidade do solo e
nutrição de plantas

Aprovada em: 18 de Junho de 2019

Banca examinadora



Prof.^ª. Dr.^ª. Cláudia Fabiana Alves Rezende
UniEvangélica
Presidente



Prof. Dr. Alan Carlos Alves de Souza
UniEvangélica



Prof. M. Thiago Rodrigues Ramos Farias
UniEvangélica

Dedico esse trabalho a meus pais João Batista Pereira e Ana Paula de Jesus Pereira por sempre me apoiarem na realização dos meus sonhos. Ao meu namorado Gustavo Lucas Coelho de Lima por toda paciência e auxílio. A minha segunda família Luiz César Nunes de Araújo e Valdenice Pimenta de Araújo por sempre me incentivar e me cuidar tão bem. E a todos aqueles que de uma forma tão especial estiveram ao meu lado nessa trajetória.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me conceder essa bênção que é a realização de um sonho tão importante e por estar sempre me fortalecendo e amparando em todo tempo. A toda minha família, em especial aos meus pais que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e sonhando junto comigo.

A meu namorado Gustavo Lucas Coelho de Lima por todo incentivo, paciência e ajuda que sempre me ofereceu durante a realização do curso.

Meus amigos e futuros colegas de profissão Bianca de Oliveira Horvath Pereira, Danilo Araújo Diniz, Flávio Gonçalves de Oliveira Filho, Geórgia Suzana Camargo de Moraes, Jackeline Boaventura Marques, Lettycia Moreira Lima, Luigui Nylcheli Borges Holanda e Mariana de Lourdes Barreto, que sempre contribuíram e torceram pelo meu sucesso.

Aos docentes do curso de Agronomia que são responsáveis por todos os conhecimentos adquiridos não só de forma acadêmica mais também pessoal e profissional.

Minha orientadora Dr^a. Cláudia Fabiana Alves Rezende por todo auxílio, paciência e empenho para a realização deste trabalho.

“Lembre-se: aquele que semeia pouco, também colherá pouco, e aquele que semeia com fartura, também colherá fartamente”

2 Coríntios 9:6

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MILHO.....	10
2.2. FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN) E <i>Azospirillum brasilense</i>	12
2.3. FUNÇÕES E RESPOSTAS DO NITROGÊNIO NA CULTURA	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÃO.....	22
6. REFERÊNCIAS BIBLOGRÁFICAS	23

RESUMO

Para a cultura do milho a adubação nitrogenada possui grande importância, pois o nitrogênio é um dos nutrientes que apresenta maior resposta no aumento de produção de grãos. Porém esses fertilizantes são oriundos de combustíveis fósseis e possuem os maiores custos de produção da cultura. Em alternativa a crescente busca por sustentabilidade, a bactéria *Azospirillum brasilense* vem sendo utilizada na inoculação de sementes de milho, como forma de fixação biológica de nitrogênio e produção de hormônios de crescimento no sistema radicular. Diante de tantos benefícios e desafios para a sustentabilidade da produção de milho, o presente trabalho objetivou avaliar a rentabilidade econômica da inoculação de sementes da cultura do milho com *Azospirillum brasilense*, visando à redução da adubação nitrogenada de cobertura. Dando continuidade ao experimento que foi conduzido na Unidade Experimental da UniEvangélica, na cidade de Anápolis- GO, que visava avaliar o desempenho agrônomo e produtividade do milho em função da inoculação de sementes e aplicação de diferentes doses de N em cobertura. Foi realizada a análise econômica a partir dos tratamentos: T1- sem inoculação de *Azospirillum brasilense* + 100 kg ha⁻¹ de uréia em cobertura; T2- sem inoculação de *Azospirillum brasilense* + 200 kg ha⁻¹ de uréia em cobertura; T3- inoculação com *Azospirillum brasilense* + 100 kg ha⁻¹ de uréia em cobertura; T4 inoculação com *Azospirillum brasilense* + 200 kg ha⁻¹ de uréia em cobertura. Para avaliar a lucratividade, foram determinadas: a receita bruta (RB) em R\$, com a quantidade produzida do produto (em sacas de 60 Kg) pelo preço médio de venda também em R\$; o lucro operacional (LO) é a diferença entre receita bruta (RB) e o custo operacional efetivo (COE). Já o índice de lucratividade (IL) é entendido como a relação entre lucro operacional (LO) e a receita bruta em porcentagem. Na avaliação destes custos de viabilidade econômica em relação à produtividade foram observados os seguintes componentes: a média dos preços do milho pagos pelo Governo Federal na safra 2017/2018 e o preço comercial do inoculante e da uréia. Obteve-se um acréscimo de 22,8 sacas ha⁻¹ e aumento de R\$ 912,00 ha⁻¹ no tratamento com adubação de 200 kg ha⁻¹ somada à inoculação, se comparado com o tratamento que recebeu a mesma dosagem com ausência da inoculação. O custo operacional efetivo (COE) dos tratamentos com 200 kg ha⁻¹ de uréia foi bastante elevado, em relação aos demais. Em contrapartida as variáveis obtidas anteriormente, o índice de lucratividade (IL) mais alto, foi o alcançado pelo tratamento sem presença de inoculação e apenas com metade da dosagem da adubação nitrogenada em cobertura.

Palavras-chave: Fixação de nitrogênio; Relação custo benefício; *Zea mays*.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Souza et al. (2017), o agribusiness é um dos principais setores da economia nacional, e possui fundamental importância para a balança comercial brasileira. O milho (*Zea mays* L.) é o principal cereal cultivado no Brasil. Na safra 2017/2018, cerca de 17,6 milhões ha⁻¹ foram cultivados com a cultura no país, com produtividade média de 4.939 kg ha⁻¹ havendo uma perspectiva global de aumento na demanda e no preço do produto (CONAB, 2018a). Se comparado aos rendimentos superiores a 10.000 kg ha, que têm sido obtidos em condições experimentais ou da produtividade média de países como os Estados Unidos, a produtividade brasileira ainda é muito baixa (SANGOI et al., 2010a).

Existem algumas causas que podem ser atribuídas a grande lacuna existente entre o rendimento médio da lavoura brasileira e as condições de alto manejo. Destaca-se o uso de genótipos com baixo potencial produtivo ou não adaptada a região de cultivo, épocas impróprias para semeadura, escolha errada do arranjo de plantas e baixas aplicações de doses de fertilizantes nitrogenados (SANGOI et al., 2010b).

Para a cultura do milho, a adubação nitrogenada possui grande importância, pois, o nitrogênio (N) é um dos nutrientes que apresenta maior resposta no aumento da produção de grãos (FERNANDES et al., 2008), sendo requerido em grandes quantidades, compõe a clorofila, substâncias como proteínas, enzimas e ácidos nucleicos. Porém, os fertilizantes nitrogenados amplamente utilizados na agricultura moderna são oriundos de combustíveis fósseis que são fontes não renováveis e poluentes. Cantarella (2007) relata que tais fertilizantes são os insumos com maiores custos de produção na cultura do milho.

Em alternativa à crescente busca por sustentabilidade nos sistemas agrícolas de produção e a economia do uso de fertilizantes nitrogenado, surge a fixação biológica de nitrogênio (FBN), a qual pode suplementar ou, até mesmo, substituir a utilização destes fertilizantes (REIS JÚNIOR et al., 1998; BERGAMASCHI, 2006). A FBN consiste no processo de transformação do N₂ na forma inorgânica combinada NH₃, e a partir desse processo, em formas reativas orgânicas e inorgânicas. Essa redução do N₂ a NH₃ é realizada por microrganismos que contêm a enzima nitrogenase e são conhecidos como diazotróficos (BERGAMASCHI, 2006).

Várias bactérias diazotróficas já foram isoladas da cultura de milho, destacando-se as do gênero *Azospirillum*, espécies como *Azospirillum lipoferum*, *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae*, sendo as espécies mais estudadas (REIS et al., 2000). Essas

bactérias são endofíticas facultativas e colonizam tanto a superfície, como o interior das raízes, além disso, são responsáveis também pela produção de hormônios vegetais, capazes de promover o crescimento na planta (BASHAN citado por BERGAMASCHI, 2006).

A colonização radicular primária se dá, pelos pontos de emergência da raiz lateral e as zonas da raiz fasciculada (VANDE BROEK et al., 1993). Efeitos benéficos são alcançados para a planta inoculada com estirpe de *Azospirillum*, resultantes principalmente de alterações morfológicas e fisiológicas do sistema radicular, que proporciona proliferação e alongamento, conseqüentemente aumentando a superfície de contato e absorção de nutrientes e água (RICHARDSON et al., 2009). Esses resultados são alcançados devido à produção de fitormônios, especialmente o ácido indolacético (AIA), uma auxina capaz de promover o alongamento celular e pela inibição da síntese do ácido carboxílico aminociclopropano (ACC), um precursor do etileno que bloqueia o crescimento radicular (PRIGENT-COMBARET et al., 2008; STEENHOUDT; VANDERLEYDEN 2000).

Entretanto os resultados da FBN dependem de muitos fatores bióticos e ambientais, que podem ser: genótipo da planta, comunidade microbiológica do solo e disponibilidade de nitrogênio (ROESCH et al., 2006). Diante de tantos benefícios e desafios para a sustentabilidade da produção de milho, o presente trabalho objetivou avaliar a rentabilidade econômica da inoculação de sementes da cultura do milho com *Azospirillum brasilense*, visando à redução da adubação nitrogenada de cobertura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MILHO

Segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2017), o milho é o grão mais cultivado no país. No ano de 2016, a produção mundial atingiu 968 milhões t. No Brasil o cultivo do milho vem ganhando espaço e se apresenta como um dos principais segmentos econômicos do agronegócio brasileiro, diante disso e do crescente aumento na demanda, o país vem investindo em implantação de novas tecnologias no plantio, aumento de produtividade e área plantada (CONAB, 2018a).

No Brasil, o milho é cultivado em duas safras, 1º safra (plantio: agosto a dezembro) e 2º safra (plantio: janeiro a março). A segunda safra também conhecida como safrinha, está concentrada na região Centro-Oeste e é responsável por 60% da produção nacional, enquanto que a primeira safra representa apenas 40% (DEPEC, 2017). O plantio da segunda safra ocorre logo após a colheita da soja e esse fato tem permitido uma maior produtividade em virtude do aproveitamento de resíduos de fertilizantes no solo nessas áreas de plantio (REIS et al., 2016).

Segundo Souza et al. (2018), através do acompanhamento da série histórica da produção de grãos brasileiros, iniciado na década de 70, foi registrado um aumento de mais de 245% na produção do milho nos últimos 39 anos, sendo que os estudos consideram as safras de 1976/77 a 2015/16. Análises de dados produtivos pelo IBGE (2017) destacam que no período das safras de 1990/91 a 2015/16 indicam a região Centro-Oeste como maior produtora do grão, com crescimento de 520%. Seguida da região Norte com 215% de expansão, logo após temos as regiões Sul, Nordeste e Sudeste com 164%, 69% e 19% respectivamente. Apesar do grande crescimento de produção apresentado pela região Centro-Oeste, a região Sul se destaca com maior eficiência em produtividade.

Estima-se um aumento de mais de 1% na safra 2019/2020 de grãos, com uma produção de 228,8 milhões de toneladas, e acréscimo de 1,7% de área colhida, somando 61,9 milhões de hectares, considerando os resultados obtidos no ano anterior. De modo que a safra deste ano, mesmo sofrendo com a seca em fases mais sensíveis, deve ser a segunda maior da série histórica, perdendo apenas para as 240,6 milhões de toneladas alcançadas em 2017. Por ordem de grandeza as principais regiões produtoras são: Centro-Oeste, com uma participação de 44,4%, seguido por Sul (33,4%), Sudeste (10,1%), Nordeste (8,2%) e Norte (3,9%). O

Mato Grosso se manterá na liderança como principal estado, devendo responder por 26,2% da safra (CONAB, 2018a).

A produção nacional de grãos foi favorecida por novas tecnologias implantadas e que contribuem positivamente para o alcance de elevados níveis de produtividade, o que comprova a profissionalização do setor. Essas novas tecnologias são associadas a cultivares transgênicas de alto potencial genético (híbridos simples e triplos); redução do espaçamento associado à maior densidade de plantio; melhoria na qualidade de sementes; correção de solos; controle químico de doenças (EMBRAPA, 2017).

Segundo Caldarelli; Bacchi (2012) foram responsáveis por alavancar a expansão nacional da cultura do milho a maior rentabilidade do agricultor com a valorização do grão, redução de tarifas de importação através de acordos internacionais e a desregulamentação da economia. Esses fatores elevaram o Brasil a um maior patamar competitivo sendo incentivos à produção nacional de grãos.

Na vanguarda da produção mundial de milho estão os EUA, como maior produtor, e tem destinado grande parte da sua colheita para produção de etanol. Na safra 2017/2018, os EUA produziram cerca de 360 mil t e consumiram 316 mil t. A China, segundo maior produtor mundial, produziu 215 mil t e teve um consumo de 238 mil t, com produção que não supre a demanda. O Brasil produziu 95 mil t e consumiu 61,5 mil t, ficando como terceiro maior produtor mundial. O principal exportador mundial é os EUA, exportando cerca de 46 mil t na safra 2016/2017, o Brasil é o segundo maior exportador, com 34 mil t exportadas, seguido da Argentina e Ucrânia. O principal importador é a União Européia, com 16 mil t (USDA, 2017).

De acordo com Souza; Braga (2004), os valores econômicos do milho acompanham os movimentos da oferta, sofrendo flutuações de acordo com os períodos de safra e entressafra. Entre os principais fatores que interferem no processo de alteração no preço do milho destacam-se: a oferta e demanda no mercado interno e dos países produtores e exportadores, política de financiamento de custeio e de gerenciamento de preços mínimos, fluxo de comércio, custo de produção, políticas de importação e taxas de juros e de câmbio.

2.2. FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO (FBN) E *Azospirillum brasilense*

A adubação nitrogenada apresenta grande importância na cultura do milho, pois, o N é o macronutriente que tem apresentado os efeitos mais relevantes no aumento da produtividade de grãos da mesma (FERNANDES et al., 2008), uma vez que é requerido em quantidades elevadas e compõe além da clorofila, substâncias como proteínas, enzimas e ácidos nucleicos. No entanto, os fertilizantes nitrogenados são oriundos de combustíveis fósseis que são fontes não renováveis, esses fertilizantes são os insumos com maior custo de produção da cultura do milho (CANTARELLA, 2007).

Devido à crescente busca por sustentabilidade nos sistemas de produção agrícola, tem-se buscado alternativas, entre elas está a FBN, para suplementar ou até mesmo substituir a utilização dos fertilizantes nitrogenados. A FBN consiste na transformação do N₂ na forma inorgânica combinada NH₃, e a partir em formas reativas orgânicas e inorgânicas. Essa reação é realizada por microrganismos que contêm a enzima nitrogenase e são conhecidos como diazotróficos (BERGAMASCHI, 2006).

Várias bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum* foram isoladas na cultura do milho, destacando-se as espécies *Azospirillum lipoferum*, *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae*, sendo as mais estudadas (REIS et al., 2000). Elas correspondem a um grupo de microrganismos benéficos, capazes de promover o crescimento das plantas através da colonização da superfície das raízes, filosfera, rizosfera e tecidos internos (DAVISON, 1988; KLOEPPER et al., 1989).

Estas bactérias podem estimular o crescimento das plantas por diversas maneiras, sendo as mais relevantes: capacidade de FBN (HUERGO et al., 2008); produção de hormônios como citocininas, giberelinas, auxinas e etileno (PERRIG et al., 2007); aumento na atividade da redutase do nitrato quando crescem endofiticamente nas plantas (CASSÁN et al., 2008); solubilização do fosfato (RODRIGUEZ et al., 2004); e por atuarem como agente de controle biológico de patógenos (CORREA et al., 2008). Acredita-se que os benefícios são alcançados pela combinação de todos esses mecanismos (DOBBELAERE et al., 2003).

No milho, o *A. brasilense* é uma das bactérias que vem proporcionando resultados positivos. É caracterizada pelo formato de bastonetes, gram-negativas e uniflageladas, com movimento vibratório característico (HALL; KRIEG, 1984).

O alto valor financeiro investido em fertilizantes anualmente e a necessidade de uma agricultura sustentável vem aumentando o interesse na utilização dessa bactéria capaz de

contribuir para a nutrição das plantas (HUNGRIA et al., 2010). A inoculação com *A. brasilense* pode proporcionar incremento de massa seca, acúmulo de N nas plantas e produtividade de grãos, principalmente se a associação for entre bactéria e genótipos não melhorados e em condições de baixa disponibilidade de N (OKON; VANDERLEYDEN, 1997). Além destes fatores, o estado nutricional da planta, qualidade dos exsudatos, a existência de microrganismos competidores e a escolha da estirpe também são fatores que podem influenciar na interação entre a planta de milho e a bactéria e afetar a eficiência da FBN (QUADROS, 2009).

Em relação à sobrevivência dessa bactéria, sabe-se que a *A. brasilense* tem baixa capacidade de sobreviver por períodos longos na maioria dos solos. A ausência de planta hospedeira, e as condições físicas e químicas do solo podem afetar diretamente a população (BASHAN et al., 2004). Porém, em situações adversas, apresentam a capacidade de desenvolver mecanismos de proteção como formação de cistos, produção de melanina e poli- β -hidroxibutirato, favorecendo sua sobrevivência (HUNGRIA et al., 2010).

2.3. FUNÇÕES E RESPOSTAS DO NITROGÊNIO NA CULTURA

As frações inorgânicas do nitrogênio são formadas por NH_4^+ (amônio) e NO_3^- (nitrato), as principais fontes inorgânicas absorvidas pelas plantas, fornecem cerca de 80% do total de cátions e ânions absorvidos. Grande parte do nitrogênio do solo provém do ar, por deposições atmosféricas de formas combinadas e da fixação biológica de N_2 . O amônio é incorporado em compostos orgânicos das raízes, enquanto que o nitrato pode ser acumulado nos vacúolos do sistema radicular, folhas e órgão de reserva, por ser prontamente móvel no xilema. Para ser incorporado a estruturas orgânicas e cumprir suas funções de essencialidade como nutriente, o NO_3^- deve ser reduzido a NH_4^+ , reação controlada por duas enzimas, a nitrato redutase e a nitrito redutase (MARSCHNER, 1995).

A cultura do milho absorve grande quantidade de N, sendo o nutriente com maior importância para seu cultivo. Essa importância está relacionada com o número de reações bioquímicas em que o nutriente está envolvido, o que exige grande demanda do mesmo (CANTARELLA, 2007). Ele possui papel fundamental no metabolismo vegetal, por ter participação direta na biossíntese de proteínas e clorofilas (ANDRADE et al., 2003), sendo de suma relevância no desenvolvimento inicial da planta, período em que a absorção é mais intensa (BASSO et al., 2000).

Apesar da incontestável relevância dos fertilizantes nitrogenados para o aumento da produtividade na cultura, ainda existem grandes empecilhos na definição de doses mais econômicas de nitrogênio no milho, principalmente quando são esperadas altas produtividades. Além disso, a utilização de fertilizantes com amônio ou uréia na composição ocasiona acidificação do solo, especialmente quando trabalhamos com doses elevadas no sistema de produção (LANGE et al., 2006; COSTA et al., 2008; CAIRES et al., 2015).

O fornecimento inadequado do N pode acarretar em diminuição de produtividade de grãos. Segundo Hoefl (2003), a dose, época e método de aplicação dos fertilizantes nitrogenados têm efeito expressivo tanto na produtividade das culturas como sobre o potencial de contaminação dos mananciais de água pelos mesmos. O manejo dessa adubação deve suprir a demanda da planta, nos períodos críticos, minimizando os impactos ambientais, pela redução das perdas (FERNANDES et al., 2007).

Por conta das transformações que sofre no solo, o N é um elemento muito dinâmico, gerando controvérsias e debates, relacionados ao período de aplicação, principalmente na cultura do milho (SOUZA et al., 2001). De acordo com Escosteguy et al. (1997), a época de aplicação pode variar, sendo comum seu parcelamento em duas etapas, parte na semeadura e o restante em cobertura, quando as plantas apresentam de quatro a oito folhas expandidas por completo.

As fontes mais utilizadas no fornecimento de N são a uréia e o sulfato de amônio, ambas suscetíveis a perdas por lixiviação, escoamento superficial, volatilização da amônia e imobilização por microrganismos (ALVA et al., 2005). Além disso, esses dois fertilizantes apresentam alta capacidade de acidificação do solo. As perdas do nitrogênio derivam de acordo com o tipo de solo (especialmente textura), local (pluviosidade), época de aplicação, tipo de produto utilizado (orgânico x químico, nítrico x amoniacal) e sistema de cultivo (convencional ou direto), mas no geral, a aplicação antes do período de maior demanda resulta em grandes perdas (SAINZ ROZAS et al., 2004).

Além de garantir desempenho produtivo, o fertilizante deve ser viável economicamente. As adubações são realizadas para o aumento da produtividade e como reflexo aumentar o lucro do produtor. Nas avaliações dos fatores econômicos de produção agrícola, o fertilizante é considerado um custo elevado, mais quando a avaliação se baseia no aumento de produção, este passa a ser um fator de grande interesse, considerando os retornos extras que podem ser gerados (RAIJ, 2011).

Deste modo, a escolha do fertilizante a ser utilizado, deve levar em conta sua eficiência produtiva e seu retorno financeiro, seja na diminuição do volume utilizado, seja no custo de aquisição por ponto de nutriente, seja no retorno em ganho produtivo (MACHADO et al., 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os cálculos de viabilidade econômica, foram realizados com base nos resultados de produtividade obtidos no experimento desenvolvido por Marques (2018) na Unidade Experimental da UniEvangélica, na cidade de Anápolis- GO (Latitude 16°17'41'S e Longitude 48°53'13'W, com altitude 1.040 m), que visava avaliar o desempenho agrônômico e produtividade do milho em função da inoculação de sementes e aplicação de diferentes doses de N em cobertura.

De acordo com Köppen, o clima da região é classificado como Aw (tropical com estação seca), com chuvas de outubro a abril, precipitação pluviométrica média anual de 1.450 mm, onde o inverno possui uma pluviosidade muito menor que o verão. A temperatura média anual é de 22°C, com mínima de 18°C e máxima de 28°C. O solo do local foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (33% argila). Os atributos químicos na camada de 0,0 a 0,20 m foram: 5,20 pH (CaCl₂); 7,9 cmol_c dm⁻³ CTC; 23,9% MO; 2,8 mg dm⁻³ P; 76,0 mg dm⁻³ K; 2,10 cmol_c dm⁻³ Ca; 1,00 cmol_c dm⁻³ Mg; 4,60 cmol_c dm⁻³ H+Al; 0,0 cmol_c dm⁻³ Al e 41,7% de saturação por bases (V).

Segundo Marques (2018), foi empregado o delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições, a cultura utilizada foi o milho, cultivar LG 6036 PRO2. O inoculante comercial contendo estirpes de *Azospirillum brasilense* aplicado no tratamento de sementes foi o Biomax® Premium líquido (2x10⁸ UFC/ml). Os tratamentos efetuados foram: T1: não inoculado com *Azospirillum brasilense* + 100 kg ha⁻¹ de uréia em cobertura; T2: não inoculado com *Azospirillum brasilense* + 200 kg ha⁻¹ de uréia em cobertura; T3: inoculado com *Azospirillum brasilense* + 100 kg ha⁻¹ de uréia em cobertura; T4: inoculado com *Azospirillum brasilense* + 200 kg ha⁻¹ de uréia em cobertura.

As médias produtivas obtidas por Marques (2018) foram: T1: 7.196,74 kg ha⁻¹; T2: 382,94 kg ha⁻¹; T3: 7.462,84 kg ha⁻¹; T4: 9.750,70 kg ha⁻¹. Os tratamentos com dosagem de 100 kg ha⁻¹ em cobertura não se diferiram significativamente em termos de produtividade, porém os tratamentos com dosagem de 200 kg ha⁻¹ em cobertura obtiveram maior produção de grãos, destacando o tratamento com presença de inoculação, que obteve um acréscimo de 1.367,76 kg ha⁻¹.

Baseado nos resultados finais de produtividade do experimento, os tratamentos com 100 kg ha⁻¹ de uréia com e sem inoculação, não apresentaram diferença significativa, porém

ultrapassaram a média de 5.300,00 kg ha⁻¹ do Estado de Goiás de acordo com Conab (2018a). De tal modo foram considerados e avaliados com os demais tratamentos.

Para a realização da análise econômica foi necessária a tomada de decisão referente a quantidade de sementes, e em reflexo a este parâmetro encontrou-se a dosagem de inoculante, ambos utilizados para o plantio de 1,0 ha. Foi adotado 20 kg de sementes e a dosagem do inoculante (Biomax®) de 150 ml segundo recomendação do fabricante.

A determinação dos custos de produção se deu de acordo com a estrutura do custo operacional total, proposta por Matsunaga et al. (1976) e utilizada pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA). O custo operacional efetivo (COE) é formado pelas despesas com materiais consumidos e operações mecanizadas e manuais.

De acordo com Martin et al. (1997), para avaliar a lucratividade, devem ser determinadas: a receita bruta (RB) em R\$, com a quantidade produzida do produto (em sacas de 60 Kg) pelo preço médio de venda também em R\$; o lucro operacional (LO) é a diferença entre a receita bruta (RB) e o custo operacional efetivo (COE). Já o índice de lucratividade (IL) é entendido como a relação entre o lucro operacional (LO) e a receita bruta em percentagem, que é uma medida de rentabilidade de grande importância, de forma que mostra a receita da atividade disponível após o pagamento dos custos operacionais selecionados, como também o mínimo de produtividade exigida para suprir os custos, de acordo com o valor médio pago pelo produtor. A relação benefício/custo é descrita por Vitale (2010), como o critério estabelecido entre o valor atual das receitas e o valor atual dos custos.

Para avaliação destes custos, considerou-se a média dos preços nominais recebidos pelos produtores de milho na safra 2018 no Estado de Goiás, equivalente a R\$ 40,00 a saca de 60 Kg (CONAB, 2018a) e o preço do N, na forma de uréia, de R\$ 1.435,00 t (CONAB, 2018b). Foi realizado um levantamento regional dos valores comerciais do inoculante e a média alcançada foi de R\$ 155,25 com volume de 1,8 L e rendimento de 12 dosagens conforme recomendação do fabricante.

Tornando a discussão mais dinâmica, os valores referentes à produtividade foram transformados em sacas de 60 kg, do modo que o produto é usualmente comercializado e os resultados apresentados em forma de tabulação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a realização da tomada de decisão é essencial o cálculo da viabilidade econômica do emprego do inoculante. Não basta apenas a avaliação com base na produtividade física, de forma que estas variáveis são fundamentais para produtores e técnicos.

Na tabela 1 observa-se um acréscimo de 22,8 sacas ha^{-1} no tratamento com adubação de 200 kg ha^{-1} somada à inoculação, se comparado ao tratamento que recebeu a mesma dosagem com ausência da inoculação. Em contrapartida o custo operacional efetivo (COE) se apresenta superior aos demais, com diferença de R\$ 12,94 ha^{-1} do tratamento com mesma dosagem de adubação em decorrência da inoculação. A renda bruta do tratamento com inoculação + 200 kg ha^{-1} de cobertura sofreu um aumento de R\$ 912,00 ha^{-1} , apenas por meio da inoculação. Nos tratamentos com a dosagem de 100 kg ha^{-1} , a presença da inoculação acarretou em um aumento de apenas 4,44 sacas ha^{-1} na produtividade e R\$ 177,60 ha^{-1} na renda bruta.

TABELA 1 –Valores obtidos de sacas ha^{-1} , Custo Operacional Efetivo (COE) e Receita Bruta (RB), para o milho segunda safra, Anápolis-GO, safra 2017/2018

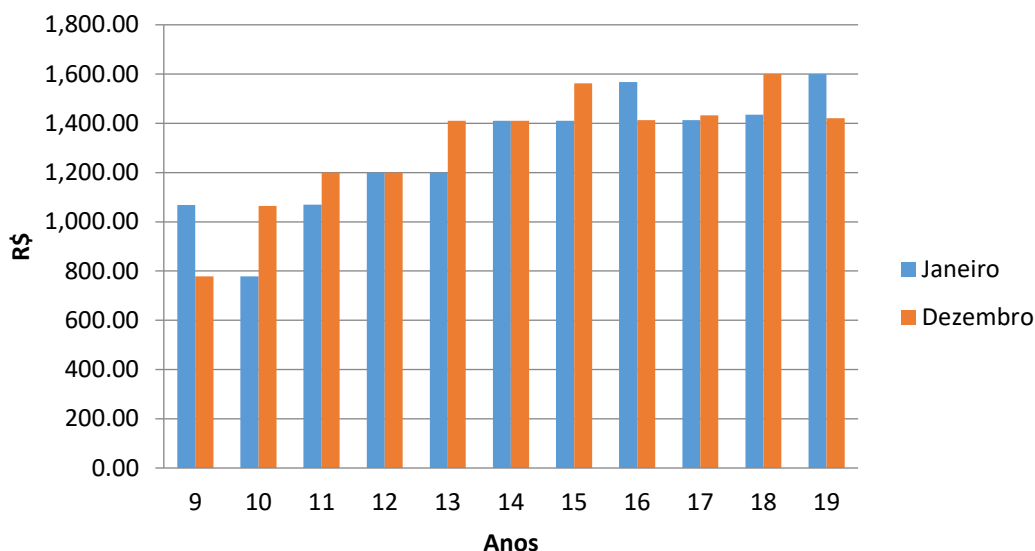
Tratamentos	sacas ha^{-1}	COE (R\$ ha^{-1})	RB (R\$ ha^{-1})
Sem inoculação + 100 kg ha^{-1} de uréia	119,94 b	143,50	4.797,60
Com inoculação + 100 kg ha^{-1} de uréia	124,38 b	156,44	4.975,20
Sem inoculação + 200 kg ha^{-1} de uréia	139,71 ab	287,00	5.588,40
Com inoculação + 200 kg ha^{-1} de uréia	162,51 a	299,94	6.500,40

Sala et al. (2007) associam o aumento na produtividade de grãos à inoculação com *Azospirillum brasilense*, porém não há comprovação da possibilidade de redução da dose de N em cobertura (HUNGRIA et al., 2010; BRACCINI et al., 2012; DARTORA et al., 2013; MÜLLER et al., 2016). É o que corroboram Santos et al. (2010) e Francisco et al. (2011), que constataram resultados positivos à aplicação de N na cultura do milho. Ainda segundo Coelho et al. (1995), para atingir uma produtividade de 61 sacas ha^{-1} são extraídos 77 kg N e aproximadamente 100 kg N, para uma média de 97 sacas ha^{-1} .

O custo operacional efetivo (COE) dos tratamentos com 200 kg ha^{-1} de uréia foi elevado em R\$ 143,50 ha^{-1} , em relação aos tratamentos com 100 kg ha^{-1} , isso ocorreu devido

à alta no preço de mercado do fertilizante nitrogenado, a partir do ano de 2014, segundo levantamento histórico dos últimos 10 anos, realizado pela Conab (2019) em reflexo ao dólar, como mostra a figura 1.

FIGURA 1- Série histórica do preço comercial em R\$ por tonelada de Uréia nos meses de Janeiro e Dezembro, dos últimos dez anos (2009-2019).



Fonte: Conab (2019).

Para Silva et al. (2007), o produtor brasileiro de milho, tem obtido lucros baixos nos últimos anos em decorrência dos aumentos consideráveis nos custos de produção da cultura. Sobretudo, em função dos preços comerciais do milho não serem cotados em dólar como no caso da soja, e dos insumos utilizados em grandes demandas no seu cultivo, como a uréia.

Kaneko et al. (2015) relata esse elevado custo e o que ele implica em relação ao valor comercial da inoculação que é baixo. Ainda segundo Pedroso (2011), os custos com adubação nitrogenada representam cerca de 29,83% do custo total da produção da cultura. Apesar do alto custo, o tratamento inoculado com dosagem de 200 kg ha⁻¹ em cobertura, obteve uma renda bruta superior aos demais, em consequência do maior número de sacas produzidas. Para Troeh et al. (2007), grandes rendimentos produtivos demandam de uma maior utilização de fertilizantes, o que se aplica nos tratamentos avaliados e justifica a afirmativa anterior.

O aumento da produtividade não foi significativo nos tratamentos com dosagem de 100 kg ha⁻¹, mesmo na presença da inoculação, o fator determinante para isso foi a pouca disponibilidade de N, uma vez que o *Azospirillum brasilense* tem como maior finalidade a

promoção de crescimento, e através dela fixar o N de forma biológica. Cavallet et al. (2000), verificou que a inoculação das sementes de milho, com a presença de uma melhor disponibilidade de N, aumentou a produção em 30%, o que também foi confirmado por Didonet et al. (1996), onde a associação da bactéria, a planta usou com maior eficiência o N mineral aplicado no solo.

Obteve-se um incremento de R\$ 899,06 ha⁻¹ no LO (Tabela 2) do tratamento, que possui inoculação associada a dosagem de 200 kg do fertilizante nitrogenado em relação ao tratamento que possui a mesma dosagem. A diferença produtiva acrescentada pela inoculação no tratamento com 100 kg ha⁻¹ foi de R\$ 164,66 ha⁻¹.

TABELA 2 – Valores obtidos de Lucro Operacional (LO), Índice de Lucratividade (IL) e Relação Custo/Benefício (RB), para o milho segunda safra, Anápolis-GO, safra 2017/2018

Tratamentos	LO (R\$ ha ⁻¹)	IL (%)	Relação benefício/Custo (%)
Sem inoculação + 100 kg ha ⁻¹ de uréia	4.654,10	97	33,43
Com inoculação + 100 kg ha ⁻¹ de uréia	4.818,76	96	31,80
Sem inoculação + 200 kg ha ⁻¹ de uréia	5.301,40	95	19,47
Com inoculação + 200 kg ha ⁻¹ de uréia	6.200,46	95	21,67

Este parâmetro também está diretamente relacionado com a alta na produtividade dos tratamentos inoculados e seu respectivo custo, como afirma Martin (1998). A adaptação de cultivares as mais variadas mudanças climáticas, melhoramento genético, melhoria das qualidades dos solos cultivados, adoção de práticas culturais como, utilização substanciais de fertilizantes nitrogenados, são alguns fatores citados por Okumura et al. (2011), que associados a inoculação também podem interferir significativamente na produtividade da cultura.

Na relação benefício/custo (Tabela 2), o tratamento com 100 kg ha⁻¹ de uréia em cobertura com a ausência de inoculação, se apresenta 1,63% mais viável que o tratamento com a mesma dosagem somado a inoculação. Já na adubação de 200 kg ha⁻¹ a presença de inoculação adicionou 2,2% de benefício ao tratamento, o tornando compensatório. Nakao et al. (2014) ainda afirma que o custo aumenta proporcionalmente a dosagem de uréia empregada no tratamento.

Em contrapartida as variáveis obtidas anteriormente, o IL (Tabela 2) mais alto, foi o de 97%, alcançado pelo tratamento sem presença de inoculação e apenas com metade da

dosagem da adubação nitrogenada em cobertura, seguido do tratamento inoculado mais também com apenas metade da dosagem da adubação em cobertura, com 96%. Diferente do que foi observado por Vendruscolo et al. (2018), todos os tratamentos compostos pela inoculação via semente de *Azospirillum brasilense* obtiveram um aumento na produtividade, proporcionando um acréscimo dos índices de lucratividade, relacionado ao baixo custo do inoculante.

De tal forma pode-se observar que o parâmetro adubação interferiu muito mais na lucratividade do que a inoculação, mesmo havendo grande incremento de produtividade por meio da inoculação, o que corrobora o observado por Kenko et al. (2015), que apresenta a mesma observação com seus valores obtidos no IL. Nakao et al. (2014), obteve resultados similares, onde a inoculação não interferiu significativamente no aumento dos custos de produção, proporcionando aumento de produtividade, de forma a ser uma ferramenta no manejo da adubação nitrogenada.

Entende-se que para obter altas produtividades é necessária maior dosagem de N em cobertura na cultura do milho, como apresentado por Coelho et al. (2006), onde uma produtividade média de 153,33 sacas ha⁻¹ demanda de 185 kg ha⁻¹ N, dos quais 75% foi exportado para o grão.

5. CONCLUSÃO

A inoculação conferiu maiores produtividades aos tratamentos, porém o fator determinante para o seu sucesso foi a maior dosagem de adubação nitrogenada em cobertura, referente a 200 kg ha⁻¹ de N.

O custo com inoculação não forneceu diferença significativa na viabilidade econômica da atividade, porém o custo com fertilizante nitrogenado alçou significativamente o custo operacional efetivo.

A inoculação se torna viável ao produtor mesmo com redução da dosagem de adubação e menores produtividades. Ressaltando a importância de novas pesquisas que envolvam todos os custos de produção da atividade, em diferentes regiões e manejos culturais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; FARES, A.; DELGADO, J. A.; MATTOS, D.; SAJWAN, K. Nitrogen and irrigation management practices to improve nitrogen uptake efficiency and minimize leaching losses. **Journal of Crop Improvement**, Binghamton, v. 15, n. 2, p. 369-420, 2005.
- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Edição especial, p. 1643-1651, 2003.
- BASHAN, Y.; HOLGUIN, G.; DE-BASHAN, L.E. *Azospirillum*-plant relationships: physiological, molecular, agricultural and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 50, n. 8, p. 521-577, 2004.
- BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 905-915, 2000.
- BERGAMASCHI, C. **Ocorrência de bactérias diazotróficas associadas às raízes e colmos de cultivares de sorgo**. 2006. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BRACCINI, A.L.E.; DAN, L.G.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.
- CAIRES, E. F.; HALISKI, A.; BINI, A. R. E.; SCHARR, D. A. Surface liming and nitrogen fertilization for crop grain production under no-till management in Brazil. **European Journal of Agronomy**, v.66, p.41-53, 2015.
- CALDARELLI, C. E.; BACCHI, M. R. P. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. **Nova economia**, p. 141-164, 2012.
- CANTARELLA, H. **Nitrogênio**. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). *Fertilidade do solo*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 375-470, 2007.
- CASSÁN F. D.; GARCIA, D. S. I.; *Azospirillum* sp. cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Buenos Aires: **Asociación Argentina de Microbiología**. p.87-95, 2008.
- CAVALLET, L.E.; PESSOA, A.C.S.; HELMICH, J.J.; HELMICH, P.R.; OST, C.F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.1, p.129-132, 2000.
- COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. **Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, p.9, 1995.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Insumos Agropecuários**, 2019.

Disponível em:

<<http://consultaweb.conab.gov.br/consultas/consultaInsumo.do;jsessionid=EE7F5293FB8544841960477BF8D3486E?method=acaoListarConsulta>>. Acesso em: 05 Maio 2019.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 5 Safra 2017/18 – Décimo primeiro levantamento, Brasília, p. 1-148, 2018a.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Relatório de Insumos Agropecuários**– Brasília, 2018b.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária**, v. 6 Safra 2018/19- Brasília, p. 1-112, 2018c.

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.

COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; RODRIGUES, C. E.; SEVERIANO, E. C. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim marandu. I - Alterações nas características químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1591-1599, 2008.

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

DAVISON, J. Plant beneficial bacteria. **Nature Biotechnology**, London, v. 6, n. 3, p. 282-286, 1988.

DEPEC. **Economia em dia. Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos** (BRADESCO), 2017. Disponível em: <[https://www.economiaemdia.com.br/vgn-ext-templating/v/index.jsp?textField=milho&page=1&vgnextoid=aa76c0943d515310VgnVCM10000882810acRCRD&appInstanceName=default&vgnnextrefresh=1#](https://www.economiaemdia.com.br/vgn-ext-templating/v/index.jsp?textField=milho&page=1&vgnextoid=aa76c0943d515310VgnVCM10000882810acRCRD&appInstanceName=default&vgnnextrefresh=1#>)>. Acesso em: 24 Setembro 2018.

DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O; KENNER, M.H. **Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com Azospirillum brasiliense**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.16, n.9, p.645-651, 1996.

DOBBELAERE, S.; VANDERLEYDEN, J.; OKON, Y. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.22, p.107- 149, 2003.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistemas de Produção Embrapa**, 2017. Disponível em:

<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoalf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8>. Acesso em: 26 Junho 2018.

ESCOSTEGUY, P. A. V.; RIZZARDI, M. A.; ARGENTA, G. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v.21, n.1, p.71-77, 1997.

FERNANDES, F. C. S.; LIBARDI, P. L.; TRIVELIN, P.C. O. Parcelamento da adubação nitrogenada na cultura do milho e utilização do N residual pela sucessão aveiapreta - milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 4, p.1138-1141, 2008.

FERNANDES, F. C. S.; LIBARDI, P. L. Percentagem de recuperação de nitrogênio pelo milho, para diferentes doses e parcelamentos do fertilizante nitrogenado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 3, p. 285-296, 2007.

FRANCISCO, E.A.B.; KAPPES, C.; ZANCANARO, L.; FUJIMOTO, G.R. **Manejo da adubação nitrogenada no milho safrinha em sucessão à soja e milheto**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA. Lucas do Rio Verde. v. 11 p.341-351, 2011.

HALL, P. G.; KRIEG N. R. Application of the indirect immunoperoxidase stain technique to the flagella of *Azospirillum brasilense*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 47, n. 2, p. 433-435, 1984.

HOEFT, R. G. **Desafios para a obtenção de altas produtividades de milho e de soja nos EUA**. Informações Agrônomicas, Piracicaba, n. 104, p. 1-4, 2003.

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. Regulação da fixação de nitrogênio em *Azospirillum brasilense*. In: CASSÁN, F. D.; GARCIA DE SALAMONE, I. *Azospirillum sp.*: Fisiologia celular, as interações de plantas e pesquisa agrônoma na Argentina. Buenos Aires: Associação Argentina de Microbiologia. p. 17-35. 2008.

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

KANEKO, F. H.; SABUNDJIAN, M. T.; ARF, O.; FERREIRA, J. P.; GITTI, D. C.; NASCIMENTO, V.; LEAL, A. J. F. Análise econômica do milho em função da inoculação com *Azospirillum*, fontes e doses de N em cerrado de baixa altitude. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.14, n.1, p. 23-37, 2015.

KLOEPPER, J. W.; LIFSHITZ, R.; ZABLOTOWICZ, R. M. Free-living bacterial inocula for enhancing crop productivity. **Trends in Biotechnology**, Amsterdam, v. 7, n. 2, p. 39-43, 1989.

LANGE, A.; CARVALHO, J. L. N.; DAMIN, V.; CRUZ, J. C.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. J. Doses de nitrogênio e de palha em sistema plantio direto de milho no Cerrado. **Revista Ceres**, v. 53, n. 305, p. 171-178, 2006.

MACHADO, V. J.; SOUZA, C. H. E.; LANA, R. M. Q.; SILVA, A. A.; RIBEIRO, V. J. **Produtividade da cultura do milho em função de adubação nitrogenada em cobertura**, p. 93-104, 2003.

MARQUES, J. B. **Inoculação via semente de *Azospirillum brasilense* e aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no desempenho agrônomico do milho**. 2018. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro Universitário de Anápolis- Unievangélica, Anápolis.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. **Sistema integrado de custos agropecuários - "CUSTAGRI"**. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 7-28, 1997.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.28, n.1, p. 1-22, 1998.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P.N. E.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. **Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA**. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123- 139, 1976.

MÜLLER, T.M.; SANDINI, I.E.; RODRIGUES, J.D.; NOVAKOWISKI, J.H.; BASI, S.; KAMINSKI, T.H.; Combination of inoculation methods of *Azospirillum brasilense* with broadcasting of nitrogen fertilizer increases corn yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.2, 2016.

NAKAO, A.H.; DICKMANN, L.; SOUZA, M.F.P.; RODRIGUES, R.A.F.; TARSITANTO, M.A.A. Análise Econômica da produção de milho safrinha em função de fontes e doses de nitrogênio e inoculação foliar com *Azospirillum brasilense*. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.18, p. 278-290, 2014.

OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. **Applied and Environment Microbiology**, Washington, v. 6, n. 7, p. 366-370, 1997.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v.4, p.226-244, 2011.

PEDROSO, R.S. **Custo de produção do milho safrinha 2011**. Maracaju: Fundação Mato Grosso. 2011.

PERRIG, D.; BOIERO, M. L.; MASCIARELLI, O. A.; PENNA, C.; RUIZ, O. A.; CASSÁN,

F. D.; LUNA, M. V. Plant-growth-promoting compounds produced by two agronomically important strains of *Azospirillum brasilense*, and implications for inoculants formulation. **Appl Microbiol Biotechnol** . v.75, p.1143–1150, 2007.

PRIGENT, C.C.;BLAHA, D.;POTHIER, J. F.;VIAL, L.;POIRIER, M. A.;WISNIEWSKI, D. F.; MOËNNE, L, Y.; Physical organization and phylogenetic analysis of *acdR* as leucineresponsiveregulator of the 1-aminocyclopropane-1- carboxylate (ACC) deaminase gene *acdS* in phytobeneficial *Azospirillum lipoferum* 4B and other Proteobacteria. **FEMSMicrobiolEcol** 65:202–219, 2008.

QUADROS, P. D. **Inoculação de *Azospirillum spp.* em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul.** 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

RAIJ, B. Van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes.** Piracicaba: IPNI, 2011. p.420.

REIS JÚNIOR, F. B.; DÖBEREINER, J.; BALDANI, V. L. D.; REIS, V. M.; MACHADO, A. T. **Seleção de genótipos de milho e arroz mais eficientes quanto ao ganho de N através de fixação biológica de N₂.** Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, p. 23, 1998.

REIS, J. G. M.; VENDRAMETTO, O.; NAAS, I. A.; COSTABILE, L. T.; MACHADO, T. S. Avaliação das Estratégias de Comercialização do Milho em MS Aplicando o Analytic Hierarchy Process (AHP). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, p.131-146, 2016.

REIS, V. M.; BALDANI, V. L. D.; BALDANI, J. I.; DÖBEREINER, J. Biological nitrogen fixation in gramineae and palm trees. **Critical Review in Plant Sciences**, Amsterdam, v. 19, n. 3, p. 227-247, 2000.

RICHARDSON, A. E.; BAREA, J. M.; MCNEILL, A. M.; PRIGENT, C.C.; (2009) Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. **Plant Soil** ,321:305–339.

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

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

SAINZ ROZAS, H. R.; ECHEVERRÍA, H. E.; BARBIERI, P. A. Nitrogen balance as affected by application time and nitrogen fertilizer rate in irrigated no-tillage maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 6, p. 1622-1631, 2004.

SALA, V.M.R.; CARDOSO, E.J.B.N.; FREITAS, J.G.; SILVEIRA, A.P.D. **Resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, n.6, p.833-842, 2007.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L. **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel; 2010a.

SANGOI, L.; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos do milho**. Lages: Graphel; 2010b.

SANTOS, P.A.; SILVA, A.F.; CARVALHO, M.A.C.; CAIONE, G. **Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.9, n.2, p.123-134, 2010.

SILVA, E.C.; MURAOKA, T.; MONTEIRO, R.O.C.; BUZETTI, S. Análise econômica da adubação nitrogenada no milho sob plantio direto em sucessão a plantas de cobertura em Latossolo Vermelho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.29, n.4, p.445-452, 2007.

SOUZA, A. C. et al. Parcelamento e época de aplicação de nitrogênio e seus efeitos em características agrônomicas do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 321-329, 2001.

SOUZA, A. E.; REIS, J. G. M.; RAYMUNDO, J. C.; PINTO, R. S. Estudo da produção do milho no Brasil: regiões produtoras, exportação e perspectivas. **South American Development Society Journal**, São Paulo, v. 04, n. 11, p. 182-194, 2018.

SOUZA, P. M.; BRAGA, M. J. Aspectos econômicos da produção e comercialização de milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G.V. (Ed.). **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa, MG: UFV. p. 13-54, 2004.

STEENHOUDT, O.; VANDERLEYDEN, J.; (2000) Azospirillum, a free-living nitrogen-fixing bacterium closely associated with grasses: genetic, biochemical and ecological aspects. **FEMS Microbiol Rev** 24:487–506.

TROEH, FREDERICK R.; THOMPSON, LOUIS M. **Solos e fertilidade do solo**. São Paulo: Andrei, 2007. 286 p.

USDA. **Commodity Forecasts | World Agricultural Supply and Demand Estimates**. USDA, 2017. Disponível em: <<https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/>>. Acesso em: 21 Junho 2018.

VANDE, B. A.; MICHIELS, J.; VAN, G. A.; VANDERLEYDEN, J.; Spatial-temporal colonization patterns of Azospirillum brasilense on the wheat root surface and expression of the bacterial nifH gene during association. **Mol Plant-Microbe Interact** 6:592–600, 1993.

VENDRUSCOLO, E. P. ; SIQUEIRA, A. P. S. ; RODRIGUES, A. H. A. ; OLIVEIRA, P. R. ; CORREIA, S. R. ; SELEGUINI, A. . Viabilidade econômica do cultivo de milho doce submetido à inoculação com Azospirillum brasilense e soluções de tiamina. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences / Revista de Ciências Agrárias** , v. 61, p. 1-7, 2018.

VITALE, V; MIRANDA, G. M. **Análise comparativa da viabilidade econômica de**

plantios de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* na região centro Sul do Paraná. FLORESTA, Curitiba, v. 40, n. 3, p. 469-476, 2010.