

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

EFEITO DO NITROGÊNIO NO MILHO

Ruan Almeida Cardoso

**ANÁPOLIS-GO
2020**

RUAN ALMEIDA CARDOSO

EFEITO DO NITROGÊNIO NO MILHO

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

Área de concentração: Produção vegetal
Orientador: Prof. Dr. Lucas Marquezan Nascimento

ANÁPOLIS-GO
2020

Cardoso, Ruan Almeida

Efeito do nitrogênio no milho/ Ruan Almeida Cardoso. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2020.

40 páginas

Orientador: Prof. Dr. Lucas Marquezan Nascimento

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, 2020.

1. *Zea mays* L. 2. Fertilidade 3. Híbrido simples. I. Ruan Almeida Cardoso. II. Efeito do nitrogênio no milho.

CDU 504

RUAN ALMEIDA CARDOSO

EFEITO DO NITROGÊNIO NO MILHO.

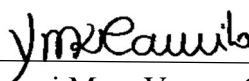
Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Anápolis –
UniEVANGÉLICA, para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia.
Área de concentração: Produção vegetal

Aprovada em: _____

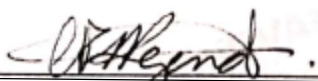
Banca examinadora



Prof. Dr. Lucas Marquezan Nascimento
UniEvangélica
Presidente



Prof.^a. Dr.^a. Yanuzi Mara Vargas Camilo
UniEvangélica



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

Dedico esse trabalho a minha família que me amparou e sustentou até aqui.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, que sempre me amparou, a razão pelo qual existo.

À minha família, que me deu estrutura emocional e física para que, não só na realização deste TCC, mas em tudo, eu realizasse meus objetivos.

Aos professores em geral, que me passaram um pouco do seu conhecimento ao longo da minha jornada acadêmica. Em específico agradeço ao Prof. Lucas Marquezan Nascimento, meu orientador, que fez seu papel muito bem feito, me ajudando e auxiliando com toda sua experiência e dedicação, para que este trabalho fosse realizado.

“Sabemos que todas as coisas cooperam para o bem daqueles que amam a Deus, daqueles que são chamados segundo o seu propósito”.

Romanos 8:28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1. MILHO	11
2.1.1 Cultivares de milho	13
2.1.2 Nutrição no milho.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 EFEITOS DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO	17
4.2 EFEITOS DO DESBALANÇO DE NITROGÊNIO NA CULTURA	21
4.3 FORMAS DE APLICAÇÃO DO NITROGENIO	22
4.3.1 Matéria Orgânica	22
4.3.2 Fontes Minerais	23
4.3.3 <i>Azospirillum</i>	25
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das mais importantes culturas do mundo, servindo tanto para o consumo humano e, principalmente para o consumo animal. O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais necessários para um bom desenvolvimento da cultura, disponibilizando à planta otimização de proteínas, ácidos nucleicos, clorofila e enzimas. O objetivo deste trabalho foi fazer um levantamento bibliográfico com a intenção de se observar as variações quando à relação do nutriente e o milho. Para isso pesquisou-se artigos científicos, teses e dissertações, nos meses de março a setembro de 2020, associando a palavra Milho com as palavras chave: amônio, fertilizantes orgânicos, fixação biológica N, milho, nitrogênio, uréia. Para realizar a busca foi utilizado o site do Google acadêmico - <<https://scholar.google.com.br>>, com utilização do filtro para pesquisas a partir do ano de 2016. Além deste site, também foram usados: SciELO.ORG; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); Companhia Nacional do Abastecimento (CONAB). Fez-se uma síntese dos principais resultados obtidos com pesquisas envolvendo o N no milho, formado uma coletânea de informações de fácil acesso sobre o manejo nutricional com N na cultura, associado tanto ao uso de híbridos de alto desempenho, quanto de cultivares com menor nível tecnológico. Nota-se a variação de efeitos que o nitrogênio pode causar na cultura do milho, relatando muitos trabalhos relacionados a efeitos do nutriente na cultura, consequência da falta ou excesso do mineral e suas formas de aplicação, mais precisamente a incorporação de matéria orgânica, ureia, amônio, Azospirillum e Herbaspirillum. De acordo com inúmeros trabalhos relacionados ao milho e o nutriente N, não foi possível observar uma recomendação específica deste nutriente na lavoura, podendo seu uso ser realizado tanto por fixação biológica N (FBN), fertilizantes biológicos e fertilizantes minerais, evidenciando a grande importância do manejo específico para cada caso, sendo que o uso de mais de uma forma também é válido, podendo ainda melhorar o sistema. Trabalhos apontam que aplicações de N provocam aumentos na produção do milho, mas não se sabe ao certo a quantidade necessária para que se tenha uma boa relação custo benefício.

Palavras-chave: *Zea mays* L, nitrogênio, fixação biológica N.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais populares, antigas e importantes do mundo, por apresentar diversidade em seu uso, alto teor energético e possibilidade de consumo, tanto animal quanto humano, fazendo-o ser um alimento de importância mundial e nacional (VORPAGEL, 2010). O milho expressa seu potencial máximo em climas com temperaturas entre 24 e 30° C mas, apesar disso, ele possui uma elasticidade quanto às condições adversas do ambiente, tendo alta resistência e adaptabilidade. Estas características tornam o milho uma ótima escolha para cultivo em várias regiões, e foram um dos motivos que o fazem ser tão popular (PENA, 2015; SILVA et al., 2017).

Os maiores produtores mundiais de milho são os Estados Unidos, a China, o Brasil e a União Europeia (APARECIDO et al., 2020). O Brasil está em terceiro lugar em produção e, em segundo em exportação (FIESP, 2017). No país, até os anos 2000 a produção de milho visava somente o mercado interno, mas em 2001 isso mudou devido à queda de preços no país, levando o produtor a vender no estrangeiro, expandindo o mercado, sendo este consolidado em 2004 (FAVRO et al., 2015).

A produção do grão no Brasil para 2020 está subdividida em: milho primeira safra, com produção esperada de 25,3 milhões de toneladas, 1,5% inferior à safra passada; milho segunda safra: com produção de 75,4 milhões de toneladas; e milho terceira safra: esperando-se uma produção de 1,16 milhão de toneladas. Totalizam uma produção nacional de 101,9 milhões t em 18,2 milhões ha⁻¹, na safra 2019/20 (CONAB, 2020).

As tecnologias para o cultivo como fertilizantes, adubos, máquinas e insumos são de alta importância nos dias atuais, no que se diz respeito à uma alta produtividade e bons resultados para mercado, que a cada dia aumenta sua exigência (DOS SANTOS et al., 2018). Levando em consideração a diversidade de solos que se apresenta no Brasil, é muito importante ter-se uma adubação em N e P, principalmente, porque são os mais requeridos pela cultura do milho, bem estabelecida em questões de dose e forma de aplicação, favorecendo então à melhor produtividade e custo benefício (ROLIM et al., 2018).

A produtividade está estritamente ligada ao bom manejo, que por sua vez inclui a adubação, tem sua exigência base primordial em nitrogênio (N) para um bom desenvolvimento (MARTINS et al., 2014). O N exerce à planta a otimização das proteínas, ácidos nucleicos, clorofila e enzimas (QUEIROZ et al., 2011).

Uma alternativa ao emprego de nitrogênio na lavoura é a fixação biológica de nitrogênio (FBN), como o *Azospirillum brasilense*, uma bactéria que quando juntada com a planta, exerce crescimento nesta, além de poder proporcionar a criação de substâncias, como o ácido indolacético, que fazem com que a parte da raiz cresça mais (MOREIRA et al., 2010). O uso equilibrado do nitrogênio na nutrição favorece o aumento da eficácia de reestabelecimento, e também, eleva a produtividade e diminui as despesas de trabalho (FAGERIA et al., 2007).

Devido o nitrogênio proporcionar relação direta da composição morfológica da planta à produtividade, este é o mineral mais exigido e que causa diferenciação significativa no rendimento da cultura, por isso seu alto custo (Ferreira et al., 2020). O nitrogênio proporciona o bom desempenho do milho por ser uma planta C4, e isso a tornar muito respondida ao nutriente. Em consequência disso, a quantidade desse mineral na cultura deve ser alta. Ele é um nutriente sintético não renovável, a despeito de demonstrar-se muito solúvel e rapidamente disponível ao milho, tornando inviável o agroecossistema (LIMA et al., 2018).

Fazer um bom manejo dos nutrientes na cultura do milho é de muita importância para questões de produtividade e custo, principalmente do nitrogênio, por ser o mais absorvido. Esse manuseio tem a função de saciar a planta nos períodos de escassez e diminuir as consequências decorridas das perdas deste (FERNANDES; LIBARDI, 2007). Dessa forma, o sistema de cultivo, tipo de fertilizante, formas de manejo e condições edafoclimáticas exercem influência na ação do nitrogênio na relação solo-planta (FIGUEIREDO et al., 2005).

A divisão do nitrogênio em parcelamentos e identificação de melhor período de aplicação também são uma boa alternativa para melhorar a eficácia da plantação, assim sincronizando melhor a absorção deste, também favorecendo a cultura em época de maior necessidade do mineral (SILVA et al., 2005). Dessa maneira, geralmente se usam doses menores que 50 kg ha⁻¹ de N no plantio, visto que aplicações mais altas só provocaram a salinização.

O N fornecido em modo de fertilizante possui divergentes fins ou caminhos, ficando uma porção no terreno, a parte orgânica, outra porção absorvida pela cultura e outra parte é lixiviada, volatiliza, erodida e desnitrificada (ALVA et al., 2005). A partir disso, muitos experimentos têm mostrado a importância de fatores como época, parcelamentos e doses usadas na nutrição. Isso é decorrente da consequência de certos fatores de transformações do nutriente na superfície, sendo esses interferidos por microrganismos e da situação edafoclimática, ainda mais do modelo do solo, sistema de cultivo, precipitação chuvosa e temperatura (SAINZ ROSAS et al., 2004).

Sabendo-se da importância de um bom manejo com adubação nitrogenada, com base nestas informações, objetiva-se com este trabalho realizar um levantamento bibliográfico, visando avaliar o efeito do nitrogênio no milho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. MILHO

No mundo o milho (*Zea mays* L.) se tornou a maior cultura cultivada, ultrapassando um bilhão de toneladas, nas derradeiras décadas, superando a produção do trigo e do arroz (MIRANDA, 2018). A produção no Brasil vem aumentando de forma expressiva desde a década de 80, sendo um dos cereais mais importantes, tanto no mercado nacional quanto no mundial.

Nos dias atuais, a produção do milho 2ª safra (safrinha) no Brasil é de 73,15% e no estado de Mato Grosso, sendo que a produtividade média chegou a 6,376 t ha⁻¹ em uma área total de 4,87 milhões ha⁻¹, e ainda, estimou-se que a área de plantio na safra 2019/20 aumentou 11,2%, resultando em 5,41 milhões de ha⁻¹ (CONAB, 2020).

Para a safra de 2019 do milho, a produção do país chegou a 97 milhões de toneladas, a segunda maior referente aos dados da Conab, sendo a elevação de 20,2% em comparação a safra passada ou 16,3 milhões de toneladas, em um terreno de 17,3 milhões de hectares (4,2 a mais que a safra 2017/2018 ou 693 mil hectares a mais (CONAB, 2019). Segundo a Assessoria de Gestão Estratégica do MAPA, a produtividade da cultura no Brasil, assim como na Argentina, tem a possibilidade de apresentar um ganho de 2,67% por ano em rendimento, com a área aumentando 0,73% (BRASIL, 2016).

Em 2019, o estado de Mato Grosso do Sul foi o que mais produziu milho, cerca de 30,3 milhões de t, em sequência está o Paraná, com cerca de 16,1 milhões de t, depois Goiás com 9,9 milhões de t, Mato Grosso com 10,3 milhões de t e Minas Gerais com 7 milhões de t (CONAB, 2019). No Estado de Goiás a produção do milho, levando em conta as duas safras de 2019, chegou à 6.853 kg ha⁻¹, levando-o a ultrapassar a média nacional (CONAB, 2019).

O clima tropical, encontrado no Brasil, faz com que o solo seja mais bem aproveitado, disponibilizando assim à cultura do milho uma maior produção por área e, sobreposições de cultivo, ou seja, de dois a três cultivos ao ano (MENDES et al., 2018). O cultivo de segunda safra do milho no Brasil vem aumentando em comparação ao milho primeira safra. Cerca de 75% do grão produzido no país é obtido do cultivo do milho em segunda safra, também conhecida como safrinha (CONAB, 2016).

A cultura apresentou-se como uma commodity que promoveu muitos empregos, seja direta ou indiretamente, além de ter sido usada desde a classe de trabalhadores de menores condições financeiras até a classe alta. (CALDARELLI; BACCHI, 2012). O cultivo do milho

é usado a contar de agricultores bem avançados em tecnologia, usando seu produto à venda, até a agricultura de subsistência, abaixando a média de produtividade do grão no Brasil (SANGOI et al., 2010a).

O milho é um alimento rico em energia, sendo muito valorizado por isso. A planta apresenta grande variabilidade e adaptabilidade, ajudando ainda mais a distribuição geográfica e em diferentes classes sociais (CRUZ; PEREIRA FILHO, 2008). O milho é também essencial às famílias pobres, sendo a base de sua alimentação, um exemplo bem claro são as famílias do Nordeste brasileiro. No México, o milho também é muito usado na alimentação básica da população, sendo parte culinária tradicional do país (DUARTE, 2008).

A necessidade de consumo do grão do milho para animais é maior que para a dos humanos, e o consumo da planta em si também, por ser exclusivo dos animais. O grão atualmente está em primeiro lugar na fabricação de rações, chegando a competir em volume de produção com a carne. Os suínos e as aves são responsáveis por 80% do consumo de milho (GROSS et al., 2006).

O milho é uma planta C4, que apresenta boa flexibilidade no que se refere a adaptação à diferentes ambientes (DA SILVA et al., 2019). O grão comercializado na verdade é um fruto monospermico, classificada como cariopse, em que a semente é soldada ao pericarpo, e é dividido em pericarpo, endosperma e embrião. A planta possui raízes fasciculadas e adventícias e caule ereto de até 2,0 m de altura, dependendo da região onde será cultivada. As folhas são verdes claras, compridas, de forma lanceoladas, com nervuras centrais bem definidas. É uma planta monoica que apresenta flores masculinas e femininas sendo diferidas umas das outras, estando a masculina disponível na parte superior da planta (pendão), e a feminina nas espigas (BARROS; CALADO, 2014).

As fases de desenvolvimento do milho são divididas em vegetativa e reprodutiva (MCSTEEN et al., 2000). A fase vegetativa vai da emergência até o pendoamento, e a reprodutiva desta até a maturação do grão, classificadas em “Rs”, R1 sendo o início desta fase, chamado embonecamento, até R6, com a maturidade fisiológica da semente (RITCHIE et al., 1993; MAGALHÃES et al., 2002).

Devido à grande demanda, novas tecnologias estão sendo desenvolvidas, como: aplicação de fertilizantes, irrigação, defensivos, materiais transgênicos, e assim por diante (DOS SANTOS et al., 2018). Dentre os fatores de interferência na produção do milho, os principais são clima, qualidade das sementes, fertilidade do solo e nutrição da planta, estando

o derradeiro responsável por maior diminuição na produtividade no Brasil (COELHO et al., 2003).

2.1.1 Cultivares de milho

O cultivo do milho tem sofrido com as mudanças do ambiente, sendo obrigado a adaptar-se naturalmente ou pela ajuda do ser humano (PRADO; CASTRO, 2017). Para a cultura, com o decorrer dos tempos, as seleções foram feitas não só pelo ambiente, mas também pelo homem, disponibilizando assim variedades mais produtivas e resistentes (RAMALHO; LAMBERT, 2004).

Apesar da ampla possibilidade de escolha ser um ponto positivo, há indiretamente um aumento na chance do produtor escolher a cultivar errada ou menos adequada, e que não seja tão boa para o seu terreno ou finalidade (SILVA et al., 2015). Uma das observações que devem ser feitas, como citado anteriormente, são as escolhas bem-feitas dos híbridos ou variedades a serem cultivados, para que possibilite uma maior chance de aumento de produtividade e sucesso da atividade.

A escolha de sementes boas em potencial fisiológico é de grande importância, porque daí se tem uma qualidade superior, além de favorecer em performance no terreno em que será plantado (MARTINS et al., 2014). Assim, deve-se levar sempre em consideração a relevância que tem a semente no cultivo, sendo ela a primordial matéria-prima, lembrando que ela que representa o potencial produtivo, a resistência a doenças e pragas e a adaptabilidade à utilização em diferentes condições edafoclimáticas (NETO et al., 2018).

A aquisição de sementes de milho para o cultivo é prática muito importante, não sendo recomendado o uso de sementes retiradas da plantação anterior. Por ser uma espécie alógama e que apresenta depressão por endogamia, o cultivo de grãos colhidos em cultivos anteriores promove menor potencial genético, diminuindo a produtividade, além de apresentar menor resistência em pragas e doenças (CARVALHO, 2016).

As cultivares crioulas ainda expressam importância cultural, por serem descendentes das primeiras variedades da América, principalmente a Latina e, ainda tem potencial econômico em regiões tradicionais históricas. As variedades crioulas se expressam dessa forma por seu potencial de resistência, uma vez que foi cultivada em épocas e locais com poucos recursos à sua proteção, entretanto, ao contrário da sua resistência, seu potencial produtivo que é baixo ao se comparar com cultivares comerciais (JASPER; SWIECH, 2020).

Nas últimas três décadas, foram substituídas as variedades de milhos crioulos por milhos híbridos simples, duplos e triplos, na maioria das propriedades produtoras, promovendo uma maior produtividade, mas, em contraposição, demandando mais em adubação, fertilidade e defensivos. O crescimento numérico das variedades híbridas se propagou de forma simultânea entre os produtores, de baixa e alta tecnologia e renda, diminuindo assim a quantidade de sementes crioulas para se replantar (EMYGDIO et al., 2008).

As cultivares híbridas são exigentes em nutrição, e são as mais plantadas em regiões do Brasil que possuem o solo escasso em nutrientes, precisando assim de uma nutrição mineral (MACEDO et al., 2020). Diversos híbridos são lançados anualmente buscando aumentar a produtividade da cultura. Mudanças genéticas são feitas para que os híbridos tenham uma maior produtividade e maior estabilidade na produção, menor índice de pragas e doenças, maior resistência a acamamento, maior resistência a quebraamento (MARTIN et al., 2012). Como existem diversos híbridos no mercado, o produtor ou responsável deve analisar a cultivar que melhor se adequa à sua região (SANTOS et al., 2002).

Os organismos geneticamente modificados (OGMs) também estão cada vez mais presentes na agricultura brasileira, cerca de 74,7% do milho safra e 86,7% do milho safrinha (CTNBio, 2020), colocando o país em segundo lugar, em relação ao cultivo mundial (181,5 milhões ha⁻¹), no ano de 2015, com ocupação de 42,2 milhões ha (JAMES, 2003). Organismos modificados são criados e selecionados para que os efeitos externos, como: precipitação pluviométrica, temperatura, clima, período de insolação, etc. e, o crescimento populacional mundial avançado, não causem tantas interferências negativas em relação ao cultivo (LUSSER et al., 2011). De acordo com James (2003a e 2003b) trabalhos feitos no campo, no Brasil, apresentaram resultados de 16 a 24% maiores em produtividade de milho Bt (*Bacillus thuringiensis*) em comparação ao milho convencional.

2.1.2 Nutrição no milho

A nutrição no milho, assim como em outras culturas, é um fator determinante para que a planta tenha seu desenvolvimento bem realizado (REBEQUI et al., 2011). Independente do cultivar escolhida, a adubação, tanto mineral quanto orgânica, influencia na produtividade do milho em fitomassa nos grãos e folhas (ALVES et al., 2006). O nitrogênio (N) e o fósforo (P) são os nutrientes mais exigidos pela planta de milho, e são os que mais se apresentam em falta na maioria dos solos, em proporção aos outros nutrientes (DA SILVA et al., 2014).

O nitrogênio (N) é um dos principais nutrientes exigidos em quantidade pela planta, sendo essencial a esta e participando da constituição do vegetal, formando os aminoácidos, proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, clorofila e hormônios (TAIZ; ZEIGER, 2013). O nitrogênio é um dos mais importantes nutrientes, sendo cerca de 22 kg necessários por tonelada de grão de milho produzido, sendo que por volta de 2/3 deste total de nitrogênio é exportado aos grãos (GARCIA, 2005; CIAMPITTI et al., 2010). É importante saber sobre o momento de absorção dos minerais, especialmente do nitrogênio, ao longo do crescimento da planta, definindo assim a melhor forma e época de aplicação destes, e as perdas ocorridas devido à lixiviação (COELHO, 2003).

O N pode ser disponibilizado pela planta por mineralização dos nutrientes na natureza ou aplicação de fertilizantes, sendo que 50% deste aplicado por fertilizantes, podem ser perdidos para o ambiente (DUETE et al., 2008). A absorção do N no milho ocorre nos primeiros 60 dias de emergência, logo depois este é translocado dos órgãos de reserva até os grãos (FALLAS et al., 2011).

A ureia é o adubo nitrogenado mais usado na agricultura atualmente, por possuir a maior concentração de N, cerca de 45%. Uma das formas mais eficientes para a utilização do N é a ureia polimerizada ou a divisão em aplicações de cobertura (SILVA et al., 2012). Quando a adubação em N é deficiente, a cultura é prejudicada, aparecendo deformações nas pontas das espigas, amarelecimento das folhas mais velhas e posteriormente clorose (SUBEDI; MA, 2009), e um dos pontos que mais fazem com que isso aconteça é o nutriente se lixiviar, volatilizar e/ou desnitrificar (CIVARDI et al., 2011).

O P também é altamente exigido pelo milho e, se em falta, pode promover baixa produtividade da cultura. A deficiência de micronutrientes, por sua vez, pode causar danos à lavoura, não em produtividade, mas diminuindo sua qualidade, vigor e tolerância à doenças e pragas, apesar de menos ocorrentes que os macronutrientes (RAIJ, 2011).

Experimentos feitos através de análises de nutrição do solo são muito importantes para que a deficiência dos nutrientes não seja um empecilho à produção (PAIVA et al., 2012). A aplicação de nutrientes no solo vem melhorando com tecnologias de polímeros, proporcionando uma perda ao solo de maneira mais lenta, e, adubos que proporcionam o impedimento de nitrificação e uréase (BLAYLOCK, 2007). A aplicação de fertilizantes de diferentes formas, com os de lenta liberação, possibilita ao mercado nova possibilidade de melhorias, ao facilitar a aplicação deste por conta de sua redução na dosagem e mais uniforme absorção (DA SILVA et al., 2019).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Para a presente pesquisa foram coletados artigos científicos, dissertações e teses, entre os meses de março a setembro de 2020, associando o termo “milho” com as seguintes palavras chave: amônio, fertilizantes orgânicos, fixação biológica N, milho, nitrogênio, uréia. Foram usados, somente, trabalhos disponibilizados gratuitamente na internet. Essas referências estão disponíveis em documentos feitos por universidades e órgãos de pesquisa de vários países, assim como no Brasil, com textos completos e outras informações sobre seus interesses, em sua editora.

Para realização das pesquisas usou-se o site do Google Acadêmico - , sendo então utilizado o filtro do site para refinar a pesquisa, dando-se preferência para os artigos mais recentes, a partir do ano de pesquisa de 2016 em diante. Também foram usados sites como: SciELO.ORG; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); Companhia Nacional do Abastecimento (CONAB).

Fez-se uma síntese dos principais resultados obtidos com pesquisas envolvendo o N no milho. O objetivo foi formar uma coletânea de informações de fácil acesso, para aprimorar os estudos e trabalhos práticos do manejo nutricional com N na cultura, associado tanto ao uso de híbridos de alto desempenho, quanto de cultivares com menor nível tecnológico. Foram enfatizadas as épocas de aplicação do fertilizante, as diferentes fontes de N e as doses recomendadas e econômicas.

Além disso o trabalho serve como referência para identificar os principais avanços obtidos nos últimos anos. Citações dos autores, no presente trabalho, foram expostas com o objetivo de ampliar a visão do leitor em relação ao assunto, que aborda a importância do milho de forma geral; as produções e produtividades da cultura nos últimos anos, mundial, nacional, regional e estadual; a sua morfologia; sua nutrição e algumas variedades.

O uso dos trabalhos foi feito com o intuito de disponibilizar credibilidade ao TCC em questão, relatando ocorridos e experiências, trazendo embasamento ao assunto, dessa forma enriquecendo o trabalho. Suas buscas foram feitas sem demarcação de tempo. As Bases de Dados Bibliográficas e os Portais de Revistas Eletrônicas são onde se encontra com maior facilidade os recursos necessários para que o trabalho seja bem elaborado e fundamentado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EFEITOS DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO

O solo é o aporte mais importante para se sustentar não só o milho, mas também quaisquer culturas, pois é nele que as plantas se estabelecem e extraem os nutrientes para si, visto que nem todas as quantidades podem ser supridas. Então comumente se fazem necessários os fertilizantes para suprir essas demandas (CIVARDI et al., 2011).

A aplicação do N proporciona maior crescimento e garantia da produção, não só do milho, mas também de outras culturas (ROESCH et al., 2006) sendo que diversos estudos comprovam a eficiência dessa aplicação na cultura do milho (YAMADA; ABDALLA, 2000).

O momento da aplicação do N é apontado como de extrema importância para o aumento do rendimento dos grãos do milho, tanto em peso quanto em quantidade. O período de 40 a 60 dias após a germinação da semente é o melhor momento para a assimilação do nutriente, sendo que, logo após o começo do florescimento, a absorção é baixa, assim como depois da germinação (FRANÇA et al., 1994; VASCONCELLOS et al., 1998). Por isso o N é mais exigido nas fases em que a planta está em aumento gradual até o florescimento e chegando em seu potencial máximo entre o florescimento e o começo da formação de grãos (ARNON; STOUT, 1975).

Para o rendimento de grãos de milho, plantas que receberam aplicações em cobertura são superiores a aquelas sem aplicação em cobertura ou aquelas que receberam somente a adubação no sulco (GOTZ et al., 2017). Segundo Caires; Milla (2016), doses de N aplicadas em cobertura levaram a um aumento linear nas variáveis: número de grãos por fileira, massa de grãos por espiga e massa de 1.000 grãos no milho. Aplicações do N em cobertura tem influência direta ao aumento em massa de grãos por espiga e na massa de 1.000 grãos (SANGOI; ALMEIDA 1994; OLIVEIRA; CAIRES 2003; QUEIROZ et al., 2011).

Quanto às diversas formas de aplicação resultados apontam que, esses exercem influência tanto no desenvolvimento da planta quanto na produtividade final. Nitrato e amônio são duas divisões do N em que as plantas podem absorver. O milho tem melhor absorção do N na forma de nitrato, que se transformará futuramente em amônio, ocasionadas pela redutase de nitrato, formando nitrato em nitrito, e redutase de nitrito passando nitrito à amônio, para depois em aminoácidos (YAMADA, 2000).

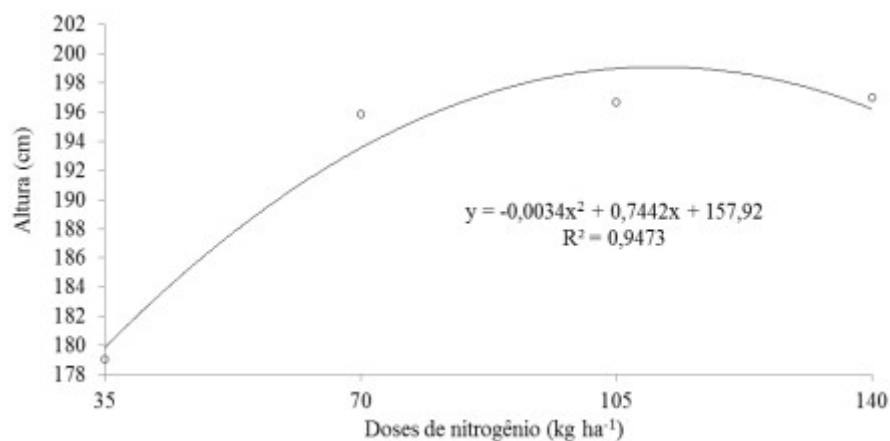
A capacidade fotossintética da planta do milho também é estritamente ligada ao seu potencial de crescimento. Quanto mais adequado o teor de N para a cultura, maior o desenvolvimento da superfície foliar e, conseqüentemente, maiores as chances da cultura se desenvolver mais rapidamente (GOMES et al., 2007).

Outro fator em consequência do efeito do N na estatura da planta, é o aumento na altura da inserção da espiga, sendo este fator diretamente relacionada com a maior quantidade de N aplicada (SANGOI; ALMEIDA 1994; SILVA; SILVA, 2003; GOMES et al., 2007). Tal resultado também foi observado por Santos; Pereira (1994), com milho em sistema de plantio direto, apresentando altura de planta e espigas maiores.

A estatura da planta também apresenta resposta positiva em relação a aplicação de N, o que indica que maiores plantas podem ser obtidas com maiores dosagens do nutriente, até certo nível (SCHIAVINATTI et al., 2011). Este resultado é apontado por diversos autores que testaram o aumento no crescimento da planta em função do aumento da dose de N (SANGOI; ALMEIDA 1994; SILVA; SILVA, 2003; GOMES et al., 2007).

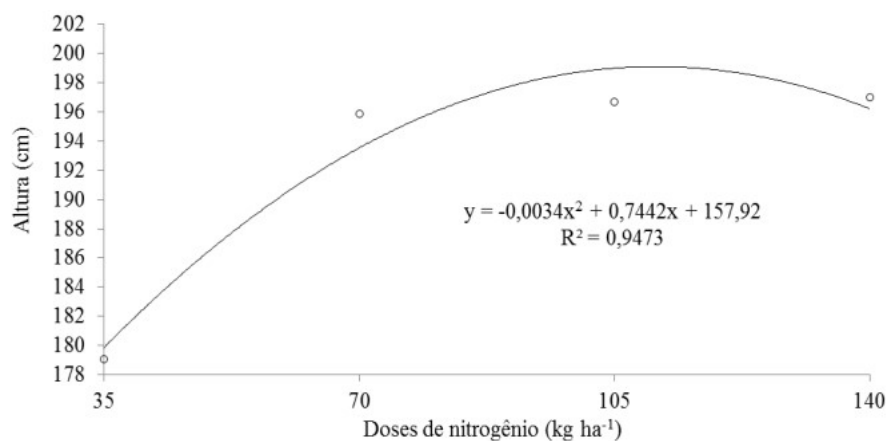
Diversos autores observaram que o N influencia diretamente o tamanho em altura das plantas de milho. No experimento de Da Silva et al, (2019), com relação à resposta da cultura do milho aos diferentes níveis de adubação nitrogenada, verificou-se diferença significativa na altura máxima do dossel aos 63 dias após o plantio (DAP) da época inverno/verão, medindo 234 cm na aplicação de 0 kg ha⁻¹ de N e 246 cm em 225 kg ha⁻¹ de N. A adubação nitrogenada proporciona aumento na massa seca da planta do milho em fase reprodutiva R6, disponibilizando dessa forma mais palhada ao sistema (MOMESSO et al., 2019), fator considerado importante para o sistema de plantio direto.

Pizolato Neto et al. (2016) também verificaram que são necessários de 110 a 113 kg ha⁻¹ de N para que a cultura do milho tenha um bom desempenho em altura de planta (Figura 1 e Figura 2), observando diferenças estatísticas aos 70 e 100 dias após a semeadura (DAS), com a cultivar RB 9308 YG apresentando altura máxima de 211,83 cm aos 100 DAS.



Fonte: (Pizolato Neto et al. 2016).

FIGURA 1. Altura média de plantas em função das doses de nitrogênio aos 70 DAS.



Fonte: (Pizolato Neto et al. 2016).

FIGURA 2 - Altura média de plantas em função das doses de nitrogênio aos 100 DAS

Mar et al. (2003) observaram que a aplicação de 121 kg ha⁻¹ de N proporciona um crescimento da planta de milho até a altura de 209,52 cm. Resultado semelhante também foi observado por Silva; Silva (2003), que apontam um crescimento de até 194 cm na planta com a disposição de 120 kg ha⁻¹ de N.

Ao aumentar as doses de N, conseqüentemente, as concentrações deste nutriente nas folhas e grãos também aumentam (CAIRES; MILLA, 2016). Esse efeito é diretamente relacionado com o correto funcionamento do metabolismo da planta que corresponde ao nutriente disponível (SCHIAVINATTI et al., 2011). O acúmulo desse nutriente nas folhas da cultura torna maior também o processo fotossintético, o que trará conseqüências no aumento da produtividade dos grãos da cultura (OLIVEIRA; CAIRES 2003; LANGE et al., 2006; GOMES et al., 2007; VALDERRAMA et al., 2011).

Pizolato Neto et al. (2016) observaram que, em uma aplicação de 140 kg ha⁻¹ de N, a produtividade da planta chegou a 6.065 kg ha⁻¹, o que, em comparação a aplicação de 35 kg ha⁻¹, acrescentou-se 32% no rendimento da primeira aplicação. Já Fernandes et al. (2017) obtiveram resultado de 4.438 kg ha⁻¹ de grãos com aplicações de 187 kg ha⁻¹ em três aplicações parceladas. O que mostra que mesmo aplicando mais nutriente, não necessariamente a produtividade irá elevar-se.

Valderrama et al. (2011) observaram que a massa de grãos por espiga e a massa de 1.000 grãos, são variáveis extremamente correlacionadas ($R = 0,99$) com o aumento do número de grãos por fileira, ocorrendo isto em função das aplicações de N. Já o número de fileiras por espiga não apresenta aumento significativo para a aplicação das doses de N. Por outro lado, Felisberto et al. (2016), observaram que a adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia) e adubação por resíduos vegetais, como planta de cobertura, não ocasionaram resultados significativos nos números de grãos por fileira e massa de 1.000 grãos, somente para a produtividade simulada no milho cultivado sobre a palhada de braquiária e na dose de 150 kg ha⁻¹ de N, estimado em 6.500 kg ha⁻¹.

Para a adubação de cobertura no milho com N, segundo Martin et al. (2014), a dose recomendada é de 40 a 80 kg ha⁻¹ mas, por causa das altas produtividades que a cultura pode apresentar, a aplicação pode ser de 100 a 200 kg ha⁻¹. Deve-se lembrar que, se em excesso essa disposição de N acabará sendo em vão e até prejudicial à lucratividade. Farinelli; Lemos et al. (2012) também observaram que o N em cobertura proporcionou à cultura do milho um aumento significativo na quantidade de grão produzida (151 kg ha⁻¹ de N).

Estudos da influência da dose de aplicação do N em cobertura apresentam resultados controversos (SILVA et al. 2003; VALDERRAMA et al. 2011). Gotz et al., (2017) avaliaram também doses de N em cobertura sobre rendimento de grãos do milho (híbrido DKB 240) e observaram que, 50% da dose de N indicada para a cultura, em cobertura, é capaz de garantir o potencial de rendimento de grãos.

Souza et al. (2010) são outros autores que também observaram baixa eficiência no aumento da dose do N em cobertura no milho, sendo testado em seu trabalho milho de segunda safra irrigado. Segundo estes autores, doses entre 50 e 100 kg ha⁻¹ ocasionaram diferenças somente em comparação com a testemunha (sem adubação no sulco e com cobertura) e o tratamento sem adubação nitrogenada em cobertura. Tais resultados descritos podem ser explicados por Broch; Ranno (2008) que afirma que, de modo geral, o milho absorve somente 60% ou menos do N aplicado, fator também notado na adubação de cobertura.

Além da época de aplicação, a forma desta aplicação também é muito importante, uma vez que a ureia sobre a superfície do solo sofre elevadas perdas de N, por volatilização de NH_3 (CIVARDI et al., 2011). Pedruzzo et al. (2016) avaliaram o efeito de doses de N aplicadas na forma ureia e no estágio V4 da cultura, incorporado ao solo ou aplicado em superfície, nos componentes do rendimento da cultura do milho, em uma cultivar híbrida (DKB 240 VT PRO2). Segundo estes autores a incorporação de $113,9 \text{ kg de N ha}^{-1}$ ao solo foi a melhor opção em relação ao comprimento de espiga (16,1 cm), que influencia diretamente a quantidade de grãos por fileira, em consequência há maior produção (KAPPES et al., 2009).

A ureia comum incorporada ao solo propicia maior diâmetro médio da espiga, maior número de grãos por espiga, maior massa de cem grãos e, em consequência, a maior produtividade de grãos de milho e lucratividade em comparação a ureia superficial ao solo. A incorporação de N influencia, inclusive, o comprimento de espiga. Os comprimentos médios das espigas resultaram em 13,81 cm com 104 kg ha^{-1} de N aplicado em incorporação e, segundo este autor, para cada kg ha de N não incorporados, 0,0101 cm foram aumentados. (CIVARDI et al., 2011).

Silva et al. (2005) observaram resposta parecida também com a incorporação do N no comprimento de espiga e, conseqüentemente, na quantidade de grãos por espiga. Com $118,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de N introduzido ao solo o resultado foi 455,8 grãos em seu desempenho máximo.

De acordo com o experimento de Hilario et al. (2017), em relação à altura de inserção da espiga não ocorreu significantes mudanças. O N aplicado favoreceu o aumento da planta, ainda assim não houve a ocorrência de acamamento. O acamamento é favorecido quando a relação (altura de inserção de espiga/altura de planta) é alta, porque isso faz com que o centro de gravidade do vegetal diminua (LI et al., 2007).

4.2 EFEITOS DO DESBALANÇO DE NITROGÊNIO NA CULTURA

Como visto, o N é essencial e muito importante para a cultura do milho em cobertura, dando-lhe um crescimento necessário, já que sua demanda é grande. A falta de N no milho pode causar clorose generalizada, assim como perda de estatura da planta e diminuição das folhas. Já as raízes mantem seu tamanho, desproporcionando assim a relação raiz/parte aérea (VARENNES, 2003). Quando a deficiência está muito acentuada as folhas mais velhas começam a cair, as proteínas e ácidos nucleicos ficam em falta e os nitratos metabolizam-se

tornando-se em menores quantidades (HAWKESFORD et al., 2012; BRYSON et al., 2014; HAVLIN et al., 2014).

Em contraponto, o excesso pode parecer bom, mas não é, porque acaba atraindo mais insetos ao cultivo, provoca maiores chances de ocorrência de acamamento e ainda aumenta ou/e proporciona povoação de fungos, atrapalhando dessa forma o custeio da plantação (HAWKESFORD et al., 2012). Incorporar esse nutriente em altas quantidades não faz, necessariamente, com que o milho tenha um bom desempenho em campo.

Deve-se ter cuidado com os excessos de N que podem trazer efeitos contrários ao desejado. Schiavinatti et al. (2011) demonstraram que o N não afeta o diâmetro basal do colmo e que, percentuais maiores de N aplicados não ocasionam colmos mais grossos e sim o contrário, o que pode se tornar um problema, caso as plantas sofram com o “acamamento” antes da colheita. O excesso de N também pode ocasionar a mais ligeira decomposição do material orgânico depositado no solo (palhada) por causa da desaceleração da relação C/N, liberando mais ligeiramente os nutrientes no solo (MOMESSO et al., 2019).

Na ocorrência de dominação na superfície por amônio (NH_4^+), a consequência da toxicidade ocorre com maior chance. Esta apresenta deficiência no desenvolvimento de raízes, acarretando obstrução nos vasos para transporte de seiva e menor infiltração de água. Conseqüentemente, isso tem a possibilidade de se prolongar para danos como clorose, necrose, epinastia (desenvolvimento inverso de folhas e colmos) e danos nos colmos. Juntamente com o volume exacerbado de NH_4^+ no terreno poderá acontecer desbalanço de nutrientes como déficit de K, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (BRYSON et al., 2014).

Condições climáticas podem interferir também na produtividade, ainda que a nutrição do N esteja bem realizada. Como exemplo disso, a massa de grãos pode ser afetada negativamente, como consequência de um estresse passado em época de florescimento (CAIRES; MILLA, 2016).

4.3 FORMAS DE APLICAÇÃO DO NITROGENIO

4.3.1 Matéria Orgânica

Um solo fértil precisa ter matéria orgânica (MO) disponível para o seu adequado funcionamento (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; ALVES et al., 2006; PRIMO et al., 2011). O uso de fertilizantes orgânicos é de suma importância à cultura do milho, sendo eles provenientes de restos vegetais e animais, tornando o solo melhor em suas propriedades químicas, físicas e

biológicas. Isso torna, não só, o cultivo atual produtivo e equilibrado, mas, também, as lavouras futuras (DIEHL, 1989).

De acordo com Potrich et al. (2014), a manutenção da matéria orgânica no solo aumenta assim que os níveis de administração deste também se elevam, sendo primordial a adição de N em cobertura. Assim como as fontes do N mineral também exercem influência na dissolução e aumento da MO, deixando esclarecido a importância do estudo das partes granulométricas da MO (SOUZA et al., 2016).

O rendimento de grãos obteve aumento no experimento de França et al. (2011) quando o N esteve disponível em quantidades adequadas, isso se relaciona à quantidade de matéria orgânica no solo, neste caso 2,5 % ou mais, que é o ideal. Andrioli et al. (2008) também constataram que com a aplicação de N de 60 e 120 kg ha⁻¹ em cobertura e em sistemas de uso e manejo com inclusão de plantas de cobertura do solo aumentam a produtividade de matéria seca e de grãos de milho.

Hilario et al. (2017) compararam a época de aplicação de duas fontes de adubos. Estes autores testaram fertilizantes formulados (10-15-15) na dose de 400 kg ha⁻¹ e de composto orgânico feito com restos agroindustriais (torta de filtro, bagaço e cinzas) e vegetais (folhas e galhos) fermentados de forma aeróbica, na dose 270 kg ha⁻¹. Os tratamentos foram: N1 – Aplicação de N no estágio V2; N2 – Aplicação de N no estágio V4; N3 – Aplicação de N no estágio V6; C1 – Aplicação de composto orgânico no estágio V2; C2 - Aplicação de composto orgânico no estágio V4; C3 - Aplicação de composto orgânico no estágio V6. Segundo estes autores, o melhor momento de aplicação foi no estágio V2 (tratamento N1) com maior desempenho. Aplicações de composto em estágio tardio de desenvolvimento (C1, C3 e testemunha) ocasionaram resultados inferiores.

Os tratamentos N1, N2 e N3 tiveram cobertura de N, então demonstraram resultados mais elevados em quesito diâmetro do colmo, destacando-se do tratamento C3 e de forma mais discrepante de C1, C2 e testemunha (HILARIO et al. 2017). Isso se deve ao N possibilitar ao vegetal maior eficiência em divisão celular, expansão celular e fotossíntese. E ainda, o colmo é um órgão de reserva, associando seu maior crescimento com maior produção de grãos (MAR et al., 2003; SOUZA; SORATTO, 2006).

4.3.2 Fontes Minerais

Para o milho, o N é um nutriente indispensável à boa colheita, sendo que somente a MO presente no solo não consegue suprir as necessidades do milho (WORDELL FILHO; ELIAS, 2012). Uma das formas de aplicação desse N é por meio da ureia, muito popular e usada por seu alto teor de N (45%). A ureia é uma forma de aplicação do N melhor em custo benefício, pois apresenta grande concentração e pouco preço (CHIOCHETTA JUNIOR, 2019). Esse fato tem o lado bom, sendo a menor demanda à aplicação e transporte pela sua alta concentração, e o ruim por essa alta concentração causa-la maior facilidade de perda para o meio ambiente em volatilização (FONTOURA; BAYER, 2010).

A ureia é um composto apresentado por grânulos brancos, que apresentam alta tendência a volatilização. Devido às grandes perdas no solo da ureia, foram feitos muitos estudos implementando outros compostos ao meio para a diminuição dessas perdas, como: polímeros com diferentes princípios de ação (ANTARELLA et al., 2008; BHATIA et al., 2010; GROHS et al., 2001; NASCIMENTO et al., 20013), mistura da ureia com sulfato elementar (GIRARDI; MOURÃO FILHO, 2004; NASCIMENTO et al., 2013) e sulfato de amônio (VITTI et al., 2013). Algumas camadas ao redor do nutriente foram criadas em tipos de adubos especiais, para que haja uma maior resistência ao entrar em contato com a água (FERREIRA, 2010).

Outra maneira que minimizar essas perdas, e já citada, é a sua incorporação ao solo (FACRE, 2007). No uso de ureia em cobertura, a água disponível depois da adubação tem que ser manejada visando a redução de perdas por volatilização, causando o fornecimento de N adequadamente às plantas de todas os distribuidores (SHIAVINATTI et al., 2011).

Ainda que seja muito importante a aplicação de adubos nitrogenados, a adubação por meio deles ainda necessita de estudo para saber uma quantidade mais econômica em distribuições de grandes quantidades no milho. Além disso a ureia e o amônio podem provocar acidificação no solo quando muito usados (LANGE et al., 2006; COSTA et al., 2008; CAIRES et al., 2015).

Um exemplo é no trabalho realizado por Portela et al. (2016) com adubação de cobertura com sulfato de amônio e ureia divididos em seis tratamentos: T0, T1 = 1 aplicação em 20 dias após a emergência (DAE), T2 = 2 aplicações (15 e 40 DAE); T3 = 15 e 30 DAE; T4 = 15, 30 e 45 DAE; T5 = 10, 20, 30 e 40 DAE; e T6 = 10, 20, 30, 40 e 45 DAE. A adubação foi 130 kg ha⁻¹ N, fora a testemunha, sempre dividida entre os parcelamentos. Aplicações feitas com sulfato de amônio obtiveram resultados melhores que a com ureia, tendo maior número de espigas e produtividade. Isso acontece pelo fato de a ureia apresentar maior facilidade de se

volatilizar. A ureia e o sulfato de amônio fazem com que a altura da planta aumente em consequência do crescimento do número de coberturas. A altura da planta observada com sulfato de amônio em cobertura é parecida com o que recebeu ureia, mas a diferença se dá quando a altura da planta chega no seu pico, onde com sulfato ocorre com três coberturas e, com ureia acontece com quatro coberturas (PORTELA, 2016).

Na Tabela 1, é possível verificar os resultados obtidos por Besen et al. (2018), que testaram diferentes fontes de N (FMM-N nítrico, ureia, ureia polímero, ureia NBPT) na cultura do milho. Conforme os resultados, somente o número de fileiras por espigas manteve um padrão, sendo os resultados semelhantes ao de Cavallet et al. (2000). Já o número de fileiras por espiga é antecipadamente estabelecido, cerca de V10 e V12 (Ritchie et al., 1993), tornando a genética a parte mais crucial (SANGOI et al., 2010a), e de forma menos impactada pelos fatores de manuseio, destacando as estabilidades na cultura para esta variável independente de fontes e doses de N.

Tabela 1. Variáveis respostas da cultura do milho em função de fontes de N.

Tratamento	DC (mm)	AIE (cm)	AP(cm)	GF	FE	GE	CE (cm)	MMG (g)
Testemunha (T1)	21,29	99,20	187,40	29,90	15,10	450,39	13,72	326
FMM- N nítrico (T2)	25,62	135,25	223,20	36,67	15,20	557,56	16,85	376
Ureia (T3)	25,00	132,45	222,95	34,10	15,30	522,10	15,73	356
Ureia polímero (T4)	23,82	137,50	225,60	34,90	15,00	523,46	16,07	359
Ureia NBPT (T5)	23,45	130,75	224,05	34,70	15,10	524,42	16,01	372
C1 ⁽¹⁾	(-)*	(-)*	(-)*	(-)*	ns	(-)*	(-)*	(-)*
C2	(+)*	ns	ns	(+)*	ns	(+)*	ns	ns
C3	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C4	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	5,47	5,51	3,27	6,23	3,68	6,53	6,91	5,17

Diâmetro do colmo (DM); altura de inserção da espiga AIE; altura da planta (AP); grãos por fileira (GF); grãos por espiga (GE); comprimento da espiga (CE); massa de mil grãos (MMG). ⁽¹⁾ Contrastes: C1: sem nitrogênio x com nitrogênio; C2: Fontes nítrica vs. amídica; C3: ureia convencional vs. ureia de eficiência aumentada; C4: ureia NBPT vs. ureia protegida e * representa significância a 10% de probabilidade. Os sinais (+) e (-) significam médias mais altas ou mais baixas no mesmo contraste, respectivamente, comparando o primeiro termo com o segundo do contraste.

Fonte: Besen et al., (2018).

4.3.3 *Azospirillum*

Procurando outros meios para que haja boa produção de milho sem o uso de fertilizantes nitrogenados, estão sendo usados no cultivo de milho os inoculantes bacterianos diazotróficos, que fazem a fixação biológica de N (FBN). Esta inoculação com bactérias fixadoras de N em associação com uma adubação balanceada na cultura tem se mostrado como alternativa ao uso excessivo de fertilizantes nitrogenados. Diferentemente das leguminosas, não existe nodulações por bactérias fixadoras de N na parte radicular das plantas não leguminosas como o milho, mas estas mostram povoação no interior das ramificações ou parte superior (BÁRBARO et al., 2008).

O *Azospirillum brasilense* se apresenta como a bactéria mais eficiente no Brasil nas décadas atuais para a FBN (HUNGRIA, 2011). Estudar sobre o *A. brasilense* juntamente ao milho é de muita importância, porque existem estirpes específicas à cultura. Apesar de essa bactéria não ser excelente como a FBN, ela ainda assim provoca o melhor crescimento radical e aéreo, devido à liberação de hormônios de crescimento (AOSANI et al., 2018).

No trabalho realizado por Aozani et al. (2018) a inoculação da semente de milho com *A. brasilense* mostrou resultado notável para massa seca da parte aérea, cerca de 2.226,87 kg ha⁻¹ (Tabela 2). A inoculação, no entanto, não provocou mudanças significativas em relação ao diâmetro basal do colmo, estatura de plantas e rendimento de grãos. Salienta-se que os tratamentos compostos apenas por adubo nitrogenado foram superiores aos que o milho cresceu sem nenhuma fonte de N ou apenas com *A. brasiliense*, apontando a necessidade da associação do uso das bactérias fixadoras de nitrogênio com a aplicação do próprio nutriente.

TABELA 2 – Efeito da inoculação de *A. brasilense* e adubação nitrogenada (N) na cultura do milho (*Zea mays* L.), na variável massa seca (MS) da parte aérea e rendimento de grãos (RG) (São José do Cedro, SC, safra 2015/2016)

Trat.	MS (Kg/ha ⁻¹)	RG (Kg/ha ⁻¹)
T1	18.357,53 c	7.572,56 b
T2	19.935,53 c	8.781,23 b
T3	23.847,71 b	10.753,01 a
T4	27.917,55 a	11.084,03 a
Média	22.514,58	9.547,20
CV (%)	10,33	11,62

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05). Fonte: Aozani et al. (2018)

O ambiente também exerce influência sobre a eficiência da bactéria. Em um trabalho feito por Spolaor et al. (2016), foi detectado os efeitos da inoculação e doses de N, que por sinal foram expressivos no rendimento de grãos no ambiente Londrina. Já no ambiente Maringá essa significância ocorreu somente nas doses de N. Segundo Carvalho et al. (2014), a eficiência de FBN é reduzida e até inibida na presença de alta concentração de componentes de N no solo, especialmente amônio, pela inibição da atividade da nitrogenase, enzima da conversão do N₂ e N assimilável pela planta.

Num experimento realizado por Morais (2012), não houve diferenças significativas entre as variáveis do milho submetido a inoculação de *A. brasilense* e as aplicações de 100 Kg e 150 kg ha⁻¹ de N na cobertura. Aratani et al. (2010) por outro lado, observaram resultados diferentes onde, com aumento considerável na parcela de N em cobertura, obteve-se crescente rendimento da cultura. Bastos et al. (2008) também obteve crescente aumento no rendimento de grãos com a maior aplicação do N em cobertura. Os resultados obtidos por estes autores estão diretamente relacionados com o metabolismo da planta que corresponde ao nutriente disponível a ela (SCHIAVINATTI et al., 2011).

Outra bactéria com potencial de uso para FBN é o *Herbaspirillum seropedicae*. O uso de *A. brasilense*, *H. seropedicae* e combinação das duas bactérias com doses de N (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹), proporcionaram um crescimento no diâmetro do colmo, tanto na fase vegetativa quanto na fase de reprodução, e na massa seca da porção superior. Ainda assim, no rendimento de grãos no milho, quando injetado juntamente ao *A. brasilense*, tem mostrado um aumento de 26% em muitos trabalhos, consolidando a importância desse inoculante (HUNGRIA et al., 2010; FERREIRA et al., 2013; QUADROS et al., 2014). Já a inoculação dele com a cultura apresentou-se imparcial referente a estatura das plantas (SCHIAVINATTI et al., 2011).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com inúmeros trabalhos relacionados ao milho e o nitrogênio, não foi possível observar uma recomendação específica deste nutriente na lavoura, mas é notório que a aplicação via adubação mineral é a mais eficiente em comparação às outras formas de aplicação, entretanto o emprego de mais de uma maneira de aplicação simultânea, é não só possível, como de grande resposta positiva à cultura. Dessa forma, é evidente a grande importância do manejo específico para cada caso, lembrando que o excesso ou a falta deste nutriente podem provocar danos à cultura. Em suma, aplicações de N provocam aumentos na produção do milho, mas não se sabe ao certo a quantidade necessária para que se tenha uma boa relação custo benefício.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVA, A. K.; PARAMASIVAM, S.; FARES, A.; DELGADO, J. A.; MATTOS JÚNIOR, D.; SAJWAN, K. Nitrogen and irrigation management practices to improve nitrogen uptake efficiency and minimize leaching losses. **Journal of Crop Improvement**, v. 15, n. 2, p. 369-420, 2005. http://dx.doi.org/10.1300/J411v15n02_11
- ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; CAMARGO, F. A. O. Manejo de Sistemas Agrícolas: Impacto no sequestro de C e nas emissões de gases de efeito estufa. 1. ed. Porto Alegre: **Genesis**, 216 p.; 2006.
- ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; ANDRIOLI, F. F.; COUTINHO, E.L.M. Produção de milho em plantio direto com adubação nitrogenada e cobertura do solo na pré-safra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.4, p.1691-1698, 2008.
- AOSANI, A.; DEGASPERI, E.; MARKUS, M.; KLEIN, C.; & BERWANGER, A. L. (2018). Eficiência da inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho e adubação nitrogenada. **Unoesc & Ciência-ACET**, v. 9, n. 2, p. 137-146.
- APARECIDO, L.E. de O.; TORSONI, G. B.; MESQUITA, D. Z.; MENESES, K. C.; MORAES, J. R. S. C. Modelagem da produtividade do milho safrinha em função das condições climáticas do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 26, fev. 2020. ISSN 2237-8642.
- ARNON, D.I. STOUT, P. R. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. **Plant Physiol**, pg.371-375. California, 1975.
- BÁRBARO, I.M; BRANCALIÃO, S.R.; TICELLI, M. É possível a fixação biológica de nitrogênio no milho? 2008. **Artigo em Hypertexto**.
- BARROS, J. C J.; CALADO, J. G. A. **A Cultura do Milho**. Evora, 2014.
- BESSEN, M. R.; RIBEIRO, R. H.; MELLO, G. R.; BRATTI, F.; & PIVA, J. T. Fontes minerais de nitrogênio na sucessão milho-trigo em sistema de plantio direto. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 7, n. 1, p. 87-102, 2018.
- BIESDORF, E. M.; BIESDORF, E. M.; TEIXEIRA, M. F. F.; DIETRICH, O. H.; PIMENTEL, L. D.; & DE ARAUJO, C. (2016) Métodos de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em solo de cerrado. **JOURNAL OF NEOTROPICAL AGRICULTURE**, v. 3, n. 1, p. 44-50, 2016.
- BLAYLOCK, A. **Novos Fertilizantes nitrogenados: O futuro dos fertilizantes nitrogenados de liberação controlada**. Informações Agrônômicas, Piracicaba, n. 120, p. 8-10, dez. 2007.
- BRASIL C. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>>. Acesso em 30 de novembro de 2016.

BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura do milho. *In*: BROCH, D. L. (Coord.) **Tecnologia e Produção**: soja milho 2008/2009. 5. ed. Maracaju: Fundação MS, 2008. p. 133-141.

BRYSON, G. M. MILLS, D. N. SASSEVILLE, J. BARKER A. V. *Plant Analysis Handbook III*. **Athenas**, 2014.

CAIRES, E. F.; HALISKI, A.; BINI, A. R. E SCHARR, D. A. (2015). Surface liming and nitrogen fertilization for crop grain production under no-till management in Brazil. *European Journal of Agronomy*, 66, 41-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2015.02.008>.

CAIRES, E. F.; MILLA, R. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. **Bragantia**, v. 75, n. 1, p. 87, 2016.

CALDARELLI, Carlos Eduardo; BACCHI, Mirian Rumenos Piedade. Fatores de influência no preço do milho no Brasil. *Nova econ.*; Belo Horizonte, v. 22, n. 1, p. 141-164, abril de 2012. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512012000100005&lng=en&nrm=iso>. acesso em 07 mar. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0103-63512012000100005> .

CARVALHO, R. **Manejo e qualidade de sementes crioulas em comunidades de várzea no médio Solimões, Amazônia**. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 59 p.; 2016.

CARVALHO, T. L. G.; BALSEMÃO-PIRES, E.; SARAIVA, R. M.; FERREIRA, P. C. G. AND HEMERLY, A. S. (2014). Nitrogen signalling in plant interactions with associative and endophytic diazotrophic bacteria. **Journal of Experimental Botany**, First published online: August 11, 2014, 1-12. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/eru319>.

CAVALLET, L.E.; PESSOA, A.C.S.; HELMICH, 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**, Campina Grande, v.4, n.1, p.129-132, 2000.

CIAMPITTI, I. A.; BOXLER, M.; GARCÍA, F. O. Nutrición de Maíz: Requerimientos y absorción de nutrientes. **Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica**. Ediciones IPNI. v. 48, p. 14 -18, 2010

CIVARDI, E. A. SILVEIRA NETO, A. N. RAGAGNIN, V. A. GODOY, E. G. BROD, E. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, pg.52-59. Goiânia, 2011.

COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. **Rendimento do milho no Brasil: chegamos ao máximo?** Informações Agronômicas, Piracicaba, n.101, mar. 2003. Encarte técnico

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 9º. Levantamento da safra brasileira de grãos 2018/2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>. Acesso em: 11 jun. 2019.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Vol. 7, n. 2, 2019.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Observatório Agrícola**. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. Safra 2016/2017, v.5, n.4, quarto levantamento, jan. 2018.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 7 – Safra 2019/20 – Sétimo levantamento, Brasília, p. 1-25 abril 2020.

CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**, 2016. Disponível em:<<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em 30 de novembro de 2016.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. (2020). Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Brasília: Conab, 66. Safra 2019/20. n. 8. Recuperado de <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras?view=default>. Acesso em: 15 jun. 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamentos de Safra**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>>. Acesso em: 1 fev. 2016.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Cultivares de milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap. 7, p. 159-170.

CTNBio (2020). Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Aprovações Comerciais. **Available at [<http://www.ctnbio.gov.br/>]**. Acesso em novembro de 2020.

DA SILVA, G. F.; DE OLIVEIRA, F. H. T.; PEREIRA, R. G.; DIÓGENES, T. B. A.; JÚNIOR, J. N.; de SOUZA FILHO, A. L. **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, Out./Dez. 2014.

DA SILVA, W. W.; MELIDO, R. C. N.; DE SOUZA, A. R.; DOS SANTOS, T. M.; CLEMENTE, J. M.; & MACHADO, M. G. (2019). Avaliação de adubos protegidos na produtividade do milho. **Humanidades e tecnologia (finom)**, v. 1, n. 18, p. 7-16, 2019.

DOS SANTOS, Samuel Luiz Leite et al. Milho (Zea mays) para forragem: métodos de manejo de plantas daninhas e níveis de adubação. **Acta Iguazu**, v. 7, n. 1, p. 32-50, 2018.

DUARTE, J. O. Mercado e comercialização. Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE), 2008.

DUETE, R.R.C.; MURAOKA, T.; SILVA, E.C.da; 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**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 161-171. 2008.

EMYGDIO, B. M. et al. Fenologia e características agronômicas de variedades de milho recomendadas para o RS. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 74, 2008

FACRE, W. R. Três formas de fertilizantes nitrogenados e o futuro: ureia. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 120, p. 5-6, dez. 2007

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; CUTRIM, V. A. (2007). Produtividade de arroz irrigado e eficiência de uso do nitrogênio influenciadas pela fertilização nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 42(07): 1029-1034.

FALLAS, R.; BERTSCH, F.; ECHANDI, D.; HENRÍQUEZ, C. Caracterización del desarrollo y absorción de nutrientes del híbrido de maíz HC-57. **Agronomía Costarricense**, San José, CR, v. 35, n. 2, p. 33-47, 2011.

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

FAVRO, J.; CALDARELLI, C. E.; & CAMARA, M. R. G. (2015). Modelo de análise da oferta de exportação de milho brasileira: 2001 a 2012. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 53 (3), 455-476.

FELISBERTO, G.; FELISBERTO, P. A. D. C.; CARNEIRO, L. F.; TIMOSSI, P. C.; KANEKO, F. H.; & CAETANO, J. O. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada no milho em plantio direto sob influência de déficit hídrico em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 3, p. 439-449, 2016.

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**, 6(3):285-296, 2007.

FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; MONTEIRO FILHO, A. F.; VASCONCELLOS, A.; SILVA, J. R. P. Crescimento e produtividade de milho sob influência de parcelamento e doses de nitrogênio. **Revista Espacios**, v.38, n.8, p.28-41, 2017.

FERREIRA, A. S.; PIRES, R. R.; RABELO, P. G.; OLIVEIRA, R. C.; LUZ, J. M. Q. AND BRITO, C. H. (2013). Implications of *Azospirillum brasilense* inoculation and nutrient addition on maize in soils of the Brazilian Cerrado under greenhouse and field conditions. **Applied Soil Ecology**, 72, 103-108

FERREIRA, E. V. Vamos economizar fertilizantes mantendo a nutrição das plantas? **Jornal Dia de Campo**, 04 maio 2010. Disponível em: Acesso em: 30 set. 2013.

FERREIRA, L. L.; JUNIOR, I. F.; MACHADO, L. F.; FERREIRA, S. S.; CARVALHO, I. R.; DOS SANTOS, N. S. C.; ... & DO AMARAL, U. Rendimento de genótipos de milho fertilizado com nitrogênio polimerizado e convencional: uma análise uni e multivariada. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e1469107792-e1469107792, 2020.

FIESP - DEPARTAMENTO DO AGRONEGÓCIO DA FIESP. **Safra mundial do milho 2017/2018, 1º levantamento do USDA**. Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), 2017. Disponível em: Acesso em: 15 de março de 2020.

- FIGUEIREDO, C. C. et al. Sistemas de manejo na absorção de nitrogênio pelo milho em um latossolo vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 40:279-287, 2005.
- 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.
- FRANÇA, G. E. COELHO, A. M. RESENDE, M. BAHIA FILHO, A. F. C. Parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho irrigado. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**: 1992-1993. pg. 28-29. Sete Lagoas, 1994.
- FRANÇA, S.; MIELNICZUK, J.; ROSA, L.M.G.; BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J.I. Nitrogênio disponível ao milho: Crescimento, absorção e rendimento de grãos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 11, p. 1143 - 1151, 2011.
- GARCIA, J. R. M. **Inovação Tecnológica e Controle de Mercado de Sementes Transgênicas de Milho**. XXIX Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Anais... . p.3387–3393, 2012. Sete Lagoas. INMET. Normais Climatológicas 1981-2010. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>>.
- GIRARDI, E. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Crescimento inicial de laranjeira ‘Valência’ sobre dois porta - enxertos em função da adubação nitrogenada no plantio. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 26, n. 1, p. 117 - 119, 2004.
- GOMES, R. F.; SILVA, A. G.; ASSIS R. L. E PIRES, F. R. (2007). Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31, 931-938. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000500010>
- GOTZ, L.; DA SILVA, A. M. L.; PIOVESAN, F.; KUBIAK, A.; ANZOLIN, B. L.; & CASTAMANN, A. *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 9, n. 2, 2018.
- GROSS, M. R.; VON PINHO, R. G.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 387-393, 2006.
- HANASHIRO, R.K.; MINGOTTE, F.L.C.; FORNASIERI FILHO, D. 2013. **Desempenho fenológico, morfológico e agrônômico de cultivares de milho em Jaboticabal- SP**. Científica 41(2): 226–234.
- HILARIO, É. F. D. S.; ZANIN, M. A.; & PERES, T. J. . Comparativo entre a aplicação de nitrogênio e de composto orgânico em diferentes fases vegetativas na cultura do milho. 2017.
- HUNGRIA, M. Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo. **Londrina: Embrapa Soja**, 2011. 36p.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; SOUZA, E. M. AND PEDROSA, F. O. (2010). Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, 331, 413-425. <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-009-0262-0>.

JAMES, C. Biotech corn can boost yields to help growing world food demands. Ithaca, NY: **International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications**. 2003a

JAMES, C. Global status of commercialized transgenic crops: 2003. Ithaca, NY: **International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications**. 2003b

JASPER, M.; SWIECH, J. J. Diferentes populações de milho crioulo. **Revista Scientia Rural-ISSN 2178-3608**, v. 1, 2020.

LANGE, A.; CARVALHO, J. L. N.; DAMIN, V.; CRUZ, J. C. E MARQUES, J. J. (2006). Alterações em atributos do solo decorrentes da aplicação de nitrogênio e palha em sistema semeadura direta na cultura do milho. **Ciência Rural**, 36, 460-467. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000200016>.

LIMA, C. D. S. **Rendimento da cultura do milho em resposta à inoculação com *Azospirillum brasilense* associado às diferentes doses de nitrogênio e plantas de cobertura**. 2020.

LUSSER, M. et al. New plant breeding techniques: **State-of-the-art and prospects for commercial development**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011.

MACEDO, L. A.; FERNANDES, A. C.; SARDINHA, L. T.; FRANÇA, A. C.; MACHADO, C. M. M.; DE OLIVEIRA FERREIRA, B.; DE SOUSA CRUZ, R. Crescimento inicial de milho submetido a diferentes manejos de adubação/Initial growth of corn under different fertilization management. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 5880-5893, 2020.

MACHADO, E. C. PEREIRA, A. R. FAHL, J. I. ARRUDA, H. V. SILVA, W. J. TEIXEIRA, J. P. F. Análise quantitativa de crescimento de quatro variedades de milho em três densidades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 6, pg. 825-833. Brasília, 1982.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. EDUSP. v. 1, pg. 331-349. São Paulo, 1979.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. L. M.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPACNPMS, (Circular Técnica) n. 22, p.65, 2002.

MAR, G. D. *et al.* Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia**, v. 62, n. 02, p. 267-274, 2003b.

MAR, G.D.; MAGCHATTIE, M.E.; SOUZA, L.C.F; GONÇALVES, M.C.; NOVELINO, J.O.; Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia, Campinas**, v.62, n.2, p.267-274, 2003a.

MARTIN, T.N.; SILVA, M.R.; BERTONCELLI, P.; ORTIZ, S.; FILHO, F.P.; HABITZREITER, T. Avaliação de Cultivares de Milho Ciclo Precoce e Normal, na Safra 2010/2011, em Dois Vizinhos, PR. **Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 29, 2012, Águas de Lindóia. Águas de Lindóia: ims, 2012. p. 2059 – 2065

- MARTINS, A. B. N.; MARINI, P.; BANDEIRA, J. M.; VILLELA, F. A.; MORAES, D. M. Review: Analysis of seed quality: a nonstop involving activity. **African Journal of Agricultural Research**, v.8, p.114-118, 2014.
- MCSTEEN, P.; LAUDENCIA-CHINGCUANCO, D.; COLASANTI, J. A floret by any other name: control of meristem identity in maize. **Trends in Plant Science, London**, v. 5, n. 2, p. 61-66, Feb. 2000.
- MENDES, S. M.; MARUCCI, R. C.; WAQUIL, J. M. Manejo de pragas nos sistemas de produção de milho no Brasil: inovações tecnológicas no manejo de lagartas em lavouras de milho convencional e Bt. **Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2018.
- MIRANDA, R. A. de. Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, v. 74, n. 829, p. 24-27, jan. 2018.
- MOMESSO, L.; CRUSCIOL, C. A.; SORATTO, R. P.; VYN, T. J.; TANAKA, K. S.; COSTA, C. H.; FERRARI NETO J.; CANTARELLA, H. Impacts of nitrogen management on no-till maize production following forage cover crops. **Agronomy Journal**, v. 111, n. 2, p. 639-649, 2019.
- MOREIRA, F. M. S.; SILVA, K.; NÓBREGA, R. S. A. & F. CARVALHO. 2010. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae, Teresina** 1(2): 74-99.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2. Ed. Atual. E ampl. Lavras: Editora UFLA. p. 729: il. 2006.
- NETO, W. M.; GADOTTI, G. I.; VILLELA, F. A.; MARTINS, A. B. N.; DE CARVALHO, I. R.; & CAVALCANTE, J. A. CRITÉRIOS DE ESCOLHA DE SEMENTES DE MILHO PELOS AGRICULTORES DA REGIÃO DE VOTUPORANGA-SP. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 5, n. 2, p. 43-50, 2018.
- OLIVEIRA, J. M. S. E CAIRES, E. F. (2003). Adubação nitrogenada em cobertura para o milho cultivado após aveia preta no sistema plantio direto. **Acta Scientiarum**, 25, 351-357.
- PAIVA, M. R. F. C. et al. Doses de nitrogênio e de fósforo recomendadas para produção econômica de milho-verde na Chapada do Apodi-RN. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 1-10, 2012.
- PENA, C. **Características do milho (Zea mays) e zoneamento climático**. 2015. Disponível em: Acesso em: 19 de março de 2020.
- PIZOLATO NETO, A.; CAMARGOS, A. E. V.; VALERIANO, T. B.; SGOBI, M. A.; SANTANA, M. J. Doses de nitrogênio para cultivares de milho irrigado. **Nucleus**, v.13, n.1, 2016.
- PORTELA, M. G. T.; ARAÚJO, R. L.; BARBOSA, R. P.; & DA ROCHA, D. R. (2016). Características agronômicas do milho submetido a fontes e parcelamento de nitrogênio em cobertura/agronomic characteristics of corn submitted to sources and installment of nitrogen

in coverage. **Revista brasileira de engenharia de biosistemas**, v. 10, n. 3, p. 248-258, 2016.

POTRICH, D.C.; MARCHETTI, M.E.; POTRICH, D.C.; ENSINAS, S.C.; SERRA, A.P.; SILVA, E.F. da; SOUZA, N.H. de. Decomposição de resíduos culturais de cana-de-açúcar submetidos a diferentes doses de nitrogênio. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, p.1751-1760, 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n4p1751.

PRADO, E.P.; CASTRO, M.T. Diversidade de insetos em áreas de produção orgânica de hortaliças próximas a um sistema agroflorestal no distrito federal. **Biodiversidade**, v.16, n.2, p.76-85, 2017.

PRIMO, D.C.; MENEZES, R.S.C.; SILVA, T.O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, v. 7, n. 5, p. 1-13, 2011.

QUADROS, P. D.; ROESCH, L. F. W.; SILVA, P. R. F.; VIEIRA, V. M.; ROEHRS, D. D. AND CAMARGO, F. A. O. (2014). Desempenho agrônômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum*. **Revista Ceres**, 61, 209-218. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2014000200008>.

QUEIROZ, A.M.; SOUZA, C.H.E.; MACHADO, V.J.; LANA, R.M.Q.; KORNDORFER, G.H.; SILVA, A.A. Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.3, p. 257-266, 2011.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. International Plant Nutrition Institute, 2011.

RAMALHO, M.A.P.; e LAMBERT, D.S. Biometria e o melhoramento de plantas na era genômica. **Revista Brasileira de Milho e sorgo**, v.3, n.2, p.228-249, 2004.

REBEQUI, A. M. et al. Crescimento e produção de maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis e combinações de adubações nitrogenada e potássica no solo e foliar nas plantas. **Magistra**, v. 23, n.1-2, p.45-52, 2011.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant develops. **Ames: Iowa State University of Science and Technology**, (Special Report, 48). p. 21, 1993.

ROESCH, L.F.W.; OLIVARES, F.L.; PASSAGLIA, L.P.M.; SELBACH, P.A.; SÁ, E.L.S.; CAMARGO, F.A.O.; 2006. Characterization of diazotrophic bacteria associated with maize: effect of plant genotype, ontogeny and nitrogen-supply. *World J Microbiol Biotechnol*, 22(1), 967-974.

ROLIM, R. R.; PINTO, A. A.; DA CAMARA, F. T.; MOTA, A. M. D.; & DA SILVA, C. S. Produtividade e rentabilidade do milho em função do manejo da adubação, em regime de sequeiro, na região do Cariri-CE. **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 1, p. 204-221, 2018.

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, v. 96, n. 6, p. 1622-1631, 2004.
<http://dx.doi.org/10.2134/agronj2004.1622>

SANGOI, L. E ALMEIDA, M. L. (1994). Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 29, 13-24.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho. **Lages: Graphel**, 2010b. 64p.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. RAMBO, L. Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos. **Lages: Editora Graphel**, 2010a. 87p.

SANTOS, P.G.; JULIATTI, F.C.; BUIATTI, A.L.. Avaliação do desempenho de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.5, p. 597-602, Mai, 2002.

SCHIAVINATTI, A. F. et al. Influência de fontes e modos de aplicação de nitrogênio nos componentes da produção e produtividade do milho irrigado no cerrado. **R. Solos e Nutrição de Plantas**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 925-930, ago. 2011.

SILVA, A. A.; SILVA, T. S.; VASCONCELOS, A. C. P; LANA, R. M. Q. Aplicação de diferentes fontes de ureia de liberação gradual na cultura do milho. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 104-111, 2012.

SILVA, A.G.; FRANCISCHINI, R.; MARTINS, P.D.S. 2015. Desempenhos agrônomo e econômico de cultivares de milho na safrinha. **Revista Agrarian** 8: 1-11.

SILVA, E. C. DA.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G.L.; LAZARINI, E.; SÁ, M.E. DE. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre latossolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa , v. 29, n. 3, p. 353-362, 2005.

SILVA, E. C.; BUZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 353-362, 2005.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000300005>

SILVA, P.S.L.; SILVA, P.I.B. Parcelamento da adubação nitrogenada e rendimento de espigas verdes de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, p.149-152, 2003.

SILVA, T. I.; GALDINO, A. G. S.; SANTANA, L. D.; CÂMARA, F. T.; ALVES, A. C. L.; SILVA, J. S. Ensaio comparativo entre dois cultivares de milho submetidos a diferentes arranjos de plantas. **Revista Acta Iguazu**, v.6, n.1, p.14-22, 2017.

SOARES, M.; VITOR LISCANO GOMES, J.; MARTINS DOS SANTOS, E.; NORONHA BITTENCOURT, M.; DIAS LEAL, M.; RIBEIRO, G. DESEMPENHO DE MILHO COM DIFERENTES NIVEIS TECNOLÓGICOS. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 11, n. 2, 28 fev. 2020.

SOUZA, E. de F. C. de; SORATTO, R. P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 05, n. 03, p. 387-397, 2006.

SOUZA, L.C.F. de; FREITAS, M.E.; LOURENTE, E.R.P.; SERRA, A.P.; RECH, J.; FROTA, F.; LOUREIRO, G.E.S. The effects of crop rotation systems on maize agronomic traits under no-tillage in optimal and dry cropping seasons. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, p.2369-2377, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.11179.

SPOLAOR, L. T.; GONÇALVES, L. S. A.; SANTOS, O. J. A. P. D.; OLIVEIRA, A. L. M. D.; SCAPIM, C. A.; BERTAGNA, F. A. B.; & KUKI, M. C. (2016). Bactérias promotoras de crescimento associadas a adubação nitrogenada de cobertura no desempenho agrônômico de milho pipoca. **Bragantia**, v. 75, n. 1, p. 33-40, 2016.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant Physiology*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M. E MINHOTO, M. C. T. (2011). Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 41, 254-263. <http://dx.doi.org/10.5216/pat.v41i2.8390>.

VASCONCELLOS, C. A.; VIANA, M. C. M.; FERREIRA, J. J. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em milho cultivado no período inverno-primavera. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 11, pg. 1835-1945. Brasília, 1998.

VITTI, G. C.; TAVARES JR, J. E.; LUZ, P. H. C.; FAVARIN, J. L.; & COSTA, M. C. G. 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.

VORPAGEL, A. G.; Inoculação de *Azospirillum*, isolado e associado a bioestimulante, em milho, no noroeste do RS. Unijuí – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul Deag – **Departamento de Estudos Agrários Curso de Agronomia, Ijuí Estado do Rio Grande do Sul** - Brasil Julho – 2010, Introdução Pg.10.

WORDELL FILHO, J. A.; ELIAS, H. T. (Org.). **A cultura do milho em Santa Catarina**. 2. ed. Florianópolis: Epagri, 2012. 478 p.

YAMADA, T.D.; ABDALLA, S.R.S. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho? *Infomações Agrônômicas*, 91. P. 5. **Potafos. Piracicaba**. 2000.