

A EFETIVIDADE DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO: REVISÃO DE LITERATURA

THE EFFECTIVENESS OF NITROGEN ON CORN CULTURE: LITERATURE REVIEW

¹BRAMBILLA NETO, José Francisco.

¹Pós Graduação *Latu Sensu* em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas-Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos-Unifio/FEMM

RESUMO

O milho (*Zea mays*L.) é uma cultura importante no cenário nacional e mundial, em função de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, é considerado um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Fornece produtos utilizados para alimentação humana, animal e matérias-primas para a indústria devido as suas mais variadas utilizações. Estima-se que há mais de 3.000 derivados do milho tanto para consumo humano como industrial, representando em torno de 21% da nutrição humana no planeta. Entre os vários fatores que dificultam a obtenção de altas produtividades da cultura, destaca-se a baixa eficiência de utilização do N, a qual é influenciada pelo sistema de cultivo, tipo de fertilizante, formas de manejo e condições edafoclimáticas. Assim sendo, o objetivo desta revisão bibliográfica foi abordar dados disponíveis na literatura sobre a influência do nitrogênio sobre a cultura do milho, e apresentar quais as tecnologias ou sistema de manejo podem ser utilizados visando uma melhor eficiência desse nutriente no cultivo de milho. O estudo atual revisou dados sobre a importância da cultura do milho no cenário mundial e nacional ao longo dos últimos anos, e apresentou alguns fatores que podem influenciar na disponibilidade de nitrogênio (N) para o cultivo do milho, como o investimento em fertilizantes, sistema de cultivo, período de cultivo e fontes de N. Resultados mostram que a adubação nitrogenada na cultura do milho é influenciada por diversos fatores, evidenciando a necessidade de se conhecer sobre a fenologia, sistemas de cultivo, rotação de culturas, fontes de nitrogênio, para que se possa realizar recomendações de uso adequado de nitrogênio ao longo do ciclo da cultura. Conclui-se que a utilização de N na cultura do milho é de extrema importância, e os fatores que a influenciam, assim como o sistema de cultivo, devem ser levados em consideração para realizar uma recomendação de adubação adequada para cada cultivo.

Palavras-chave: Milho; *Zea Mays*; Nutrição; Fertilização; Nitrogênio.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays*L.) is an important crop in the national and world scenario, due to its productive potential, chemical composition and nutritional value, it is considered one of the most important cereals cultivated and consumed in the world. It supplies products used for human and animal food and raw materials for the industry due to its most varied uses. It is estimated that there are more than 3,000 corn derivatives for both human and industrial consumption, representing around 21% of human nutrition on the planet. Among the various factors that make it difficult to obtain high crop yields, the low efficiency of N use stands out, which is influenced by the cropping system, type of fertilizer, management methods and soil and climate conditions. Therefore, the objective of this bibliographic review was to approach data available in the literature on the influence of nitrogen on the corn crop, and to present which technologies or management system can be used aiming at a better efficiency of this nutrient in corn cultivation. The current study reviewed data on the importance of corn in the world and national scenario over the last few years, and presented some factors that can influence the availability of nitrogen (N) for corn cultivation, such as investment in fertilizers, of cultivation, period of cultivation and sources of N. Results show that the nitrogen fertilization in the culture of the corn is influenced by several factors, evidencing the need to know about the phenology, cultivation systems, crop rotation, sources of nitrogen, to that recommendations for the proper use of nitrogen can be made throughout the crop cycle. It is concluded that the use of N in the corn crop is extremely important, and the factors that influence it, as well as the cultivation system, must be taken into account to make an adequate fertilization recommendation for each crop.

Keywords: Corn; *Zea mays*; Nutrition; Fertilization; Nitrogen.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma importante cultura no cenário nacional e mundial devido a sua ampla utilização, além de ser fonte de alimento para os homens e os animais, também é utilizada como matéria-prima para diversos produtos industrializados, gerando grande número de empregos nas indústrias, refletindo em melhorias no cenário socioeconômico do país. (OKUMURA; MARIANO; ZACCHEO, 2011; SCHIAVINATTI *et al.*, 2011; MODESTO *et al.*, 2014). Estima-se que há mais de 3.000 derivados do milho tanto para consumo humano como industrial, sendo responsável por 21% da nutrição humana no planeta (SEAB/DERAL, 2018; CASSOL, 2019).

O milho destaca-se por ser a primeira cultura de grãos a atingir a marca de um bilhão de toneladas produzidas mundialmente, na safra 2014/15. A produção mundial de milho estimada para safra 2021/2022 é de 1.197,8 milhões de toneladas, sendo os maiores produtores os Estados Unidos, seguido da China e do Brasil, responsáveis por 32, 23 e 10% da produção mundial respectivamente (USDA, 2021; CASSOL, 2019).

A produtividade média do Brasil é de 5.543 kg ha⁻¹, a qual encontra-se abaixo da China, que produz 6.317 kg ha⁻¹, e EUA, produzindo 10.509 kg ha⁻¹. A baixa produtividade do Brasil ocorre pelo fato de 70% do milho cultivado no país ser em segunda safra, ou seja, com características climáticas adversas na maioria dos anos, pois na primeira safra no Brasil é cultivado principalmente soja, já na China e EUA isso não ocorre, pois só fazem uma safra.

Entre os vários fatores que dificultam a obtenção de altas produtividades da cultura, destaca-se a baixa eficiência de utilização do N, a qual é influenciada pelo sistema de cultivo, tipo de fertilizante, formas de manejo e condições edafoclimáticas (FIGUEIREDO *et al.*, 2005). Desta maneira surge os trabalhos que buscam contornar esses problemas, como a utilização de diferentes fontes de nitrogênio, o parcelamento das doses e aplicação em diferentes épocas, a substituição ou complementação da adubação nitrogenada com plantas de cobertura capazes de fazer a fixação biológica de nitrogênio atmosférico, diminuindo os custos de produção, e tornando o sistema de produção mais sustentável.

Dentre as variações que existem nos sistemas de cultivo, que podem afetar a produtividade, uma delas é a utilização de forma incorreta do nitrogênio na cultura do

milho, considerando os nutrientes essenciais à cultura, o N é um dos principais limitantes a obtenção de altas produtividades. No Brasil, a principal forma de fornecimento de N à cultura do milho se dá mediante a aplicação de ureia em cobertura. No entanto, essa fonte de N utilizada apresenta elevada suscetibilidade às perdas de N por volatilização da amônia (NH₃) (FRAZÃO *et al.*, 2014).

Dessa forma, o objetivo desta revisão bibliográfica foi levantar os dados disponíveis na literatura sobre a influência do nitrogênio na cultura do milho, e apresentar as tecnologias e sistema de manejo que podem ser utilizados visando uma melhor eficiência desse nutriente no cultivo de milho.

METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão bibliográfica junto às Plataformas de Pesquisa Google Scholar e Scielo, com dados disponíveis na literatura os quais envolvam a temática da influência do nitrogênio na cultura do milho. Além disso, foram buscadas fontes que apresentassem as novas tecnologias e sistemas de manejo que podem ser utilizados, com vistas a mostrar a efetividade e a eficiência do Nitrogênio em culturas de milho.

DESENVOLVIMENTO

REVISÃO DE LITERATURA

MILHO: ORIGEM, IMPORTÂNCIA E ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

O milho tem sua origem na região do México e Guatemala, é uma gramínea anual, pertencente à ordem Gramineae, família Poaceae, género *Zea* e espécie *Zea mays L.*, sendo um dos cereais mais cultivados no Brasil. O milho é uma cultura de grande destaque, pois além de ser uma importante fonte de renda para os agricultores é matéria prima para os criadores de aves, suínos, bovinos e outros animais, pois compõe parcela majoritária das rações (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2011). O aumento da produtividade agrícola se tornou algo necessário para a manutenção do homem no campo, e para ocorrer esse aumento é necessário a utilização de novas tecnologias economicamente viáveis para haver o acréscimo de produção por área (KLEINSCHMITT, 2016).

O milho vem sendo cultivado em diversos países do Mundo como Estados Unidos da América, China, Brasil, Argentina, entre outros. A sua grande adaptabilidade, representada por variados genótipos, permite o seu cultivo em

diversas condições de clima ou altitude. Em relação às necessidades hídricas, são necessários 500 a 800 mm de lâmina d'água, bem distribuídos, desde a semeadura até o ponto de maturação fisiológica dos grãos (colheita). As fases mais sensíveis da cultura são a iniciação floral e o desenvolvimento da inflorescência além do período de fertilização e enchimento dos grãos (BARROS; CALADO, 2014).

O período de crescimento e desenvolvimento do milho é limitado pela água, temperatura e radiação solar ou luminosidade. A cultura do milho necessita que os índices dos fatores climáticos, especialmente a temperatura, a precipitação pluviométrica e o fotoperíodo, atinjam níveis considerados ótimos, para que o seu potencial genético de produção se expresse ao máximo. O época de plantio do milho está diretamente relacionada com o seu potencial produtivo, pois em cada época do ano se tem uma condição diferente.

De maneira geral, no Brasil, o milho pode ser cultivado em duas safras produtivas, e é considerado, assim como a soja, uma das principais commodities produzidas (CONAB, 2021). Na primeira safra, a semeadura ocorre entre a primavera e o verão (setembro/dezembro), dependendo do zoneamento agrícola de cada região, e é colhido entre janeiro e abril. Já o cultivo de milho segunda safra, a semeadura se concentra entre os meses de janeiro a março (verão/outono) e a colheita ocorre entre os meses de maio a agosto (FRANCO *et al.*, 2013; MATTOS, SILVEIRA, 2018; CONTINI *et al.*, 2019; GAZOLA, 2021).

A Fenologia do milho, a qual é o sistema de identificação dos estádios de desenvolvimento do milho divide o desenvolvimento da planta em vegetativo (V) e reprodutivo (R). Subdivisões dos estádios vegetativos são designados numericamente como V1, V2, V3 até V(n); em que (n) representa a última folha emitida antes do pendramento (Vt). O primeiro e o último estádios V são representados, respectivamente, por VE (emergência) e Vt (pendramento).

Segundo dados da Embrapa, os aspectos mais importante no manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho, referem-se à época de aplicação e à necessidade de seu parcelamento. Para a tomada de decisão, alguns pontos devem ser considerados. O primeiro está relacionado com a demanda em N pelo milho durante o seu desenvolvimento. A absorção de N pelo milho é intensa no período compreendido entre 40 dias após a semeadura (elongação, estágio V6) e o florescimento masculino (emissão do pendão), quando a planta absorve mais de 70 % da sua necessidade total. O segundo aspecto diz respeito às doses de N a serem

aplicadas. Doses de N maiores do que 120 kg ha^{-1} exigem maiores cuidados no manejo. O terceiro aspecto refere-se ao potencial de perdas por lixiviação em função da textura do solo (arenoso e argiloso) e à presença de impedimentos físicos e químicos que reduzem a profundidade efetiva de exploração do perfil do solo pelas raízes. Assim, a observação desses pontos possibilita várias alternativas de épocas de aplicação de N na cultura do milho, como a aplicação em pré-semeadura, simultânea à semeadura e após a semeadura (em cobertura), nos estádios que vai da emergência até o florescimento. A maior necessidade relativa de nitrogênio compreende o período entre a emissão da 4ª e da 8ª folha e a maior necessidade absoluta de nitrogênio compreende o período entre a emissão da 8ª e da 12ª folha.

EXIGÊNCIAS NUTICIONAIS DA CULTURA DO MILHO

O milho é uma cultura que remove grandes quantidades de nitrogênio e usualmente requer o uso de adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo quando se deseja produtividades elevadas. Segundo Coelho (2006), resultados de experimentos conduzidos no Brasil, sob diversas condições de solo, clima e sistemas de cultivo, mostram resposta generalizada da cultura à adubação nitrogenada. Em geral, de 70% a 90% dos ensaios de adubação com milho realizados em campo, no Brasil, apresentaram respostas à aplicação de nitrogênio.

Coelho e França (1995), estudaram a extração média de nutrientes pela cultura do milho destinada a produção de grãos e silagem em diferentes níveis de produtividades. Observaram através deste estudo que quanto maior a produção, maior será a extração de nutrientes pela cultura, assim como os dados apresentados por Broch e Ranno (2012), pois a extração está relacionada com o teor do nutriente na parte colhida e a quantidade de massa colhida, assim sendo, quando se tem um aumento na produtividade, a quantidade de nutriente extraído é maior, isso é levado em consideração quando se realiza a recomendação para a cultura, quando se espera altas produtividades, a quantidade dos nutrientes recomendados são maiores quando comparado a baixas produtividades, isso ocorre para que a cultura tenha boa disponibilidade de nutrientes para expressar seu potencial produtivo e para que se possa realizar a manutenção desse nutriente a ser extraído.

Tabela 1. Extração e exportação de nutrientes pela cultura do milho com relação à expectativa de produtividade.

Nutriente	Expectativa de produtividade (sca ⁻¹)							
	60		80		100		120	
	Extração	Exportação	Extração	Exportação	Extração	Exportação	Extração	Exportação
	Kg ha ⁻¹							
N	90,0	57,0	120,0	76,0	149,0	95,0	179,0	114,0
P₂O₅	35,0	31,0	47,0	42,0	59,0	52,0	71,0	63,0
K₂O	79,0	21,0	105,0	28,0	131,0	35,0	157,0	42,0
Ca	14,0	1,8	19,0	2,4	23,0	3,0	28,0	3,6
Mg	16,0	5,4	21,0	7,2	26,0	9,0	32,0	10,8
S	10	4,0	12,0	5,3	15,0	6,6	19,0	7,9

Fonte: Broch e Ranno (2012).

Em relação aos sistemas de cultivos, é de grande importância realizar um planejamento adequado, pois na cultura do milho os nutrientes têm diferentes taxas de translocação entre os tecidos (colmos, folhas e grãos). Segundo Coelho (2006), no que se refere à exportação dos nutrientes, o fósforo é quase todo translocado para os grãos (77 a 86 %), seguindo-se o nitrogênio (70 a 77 %), o enxofre (60 %), o magnésio (47 a 69 %), o potássio (26 a 43 %) e o cálcio (3 a 7 %). Isso implica que a incorporação dos restos culturais do milho devolve ao solo grande parte dos nutrientes, principalmente potássio e cálcio, contidos na palhada. Quando o milho é colhido para silagem, além dos grãos, a parte vegetativa também é removida, havendo alta extração e exportação de nutrientes, como pode-se observar na tabela 1.

A adubação com micronutrientes vem de encontro com a procura por alcançar elevadas produtividades. A sensibilidade a deficiência de micronutrientes varia conforme a espécie de planta. O milho tem alta sensibilidade a deficiência de zinco, média a de cobre, ferro e manganês e baixa a de boro e molibdênio. Com relação aos métodos de aplicação, os micronutrientes podem ser aplicados no solo, na parte aérea das plantas através da adubação foliar, nas sementes e através da fertirrigação (COELHO, 2006).

FUNÇÕES DO NITROGÊNIO

O nitrogênio (N) é o macronutriente mais importante para as plantas. O que o distingue dos demais elementos é que pode ser absorvido tanto na forma de cátion (NH₄⁺) como de ânion (NO₃⁻). De acordo com Bredemeier & Mundstock (2000), em

muitos sistemas de produção, a disponibilidade de nitrogênio é quase sempre um fator limitante, influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente. Segundo Meira (2006), o N desempenha um papel estrutural no metabolismo da planta, pois faz parte de moléculas essenciais para a planta e limitador da produtividade da cultura. Portanto, é o nutriente absorvido em maior quantidade, o que o torna um dos nutrientes mais importantes e estudados por pesquisadores em todo o mundo. Bull (1993) cita que o nitrogênio além de ser constituintes de moléculas de proteína, enzima, coenzimas, ácidos nucleicos e citocromos, apresenta importante função como integrante da molécula de clorofila, atuando diretamente no processo de divisão e expansão celular.

De modo geral pode-se dizer que o nitrogênio é determinante para o crescimento, desenvolvimento e rendimento das plantas, já que pode influenciar nos processos fisiológicos essenciais para a manutenção da vida vegetal. A adubação nitrogenada influencia não só a produtividade, mas também a qualidade do produto em consequência do teor de proteína nos grãos de milho (Sabata & Mason, 1992; Landry & Delhay, 1993; Zhang *et al.*, 1994).

FERTILIZANTES NITROGENADOS

Existem diversas opções de fertilizantes nitrogenados no mercado, a escolha da fonte de N a ser utilizada na cultura geralmente leva em consideração o custo da unidade de N, sua disponibilidade e eficiência. Porém, durante o processo de escolha da fonte nitrogenada deve-se atentar para a forma de aplicação que confere a melhor performance (TAVARES JÚNIOR e DALTO, 2006). Os adubos nitrogenados mais comercializados e utilizados no Brasil são a Uréia (45% de N), o nitrato de amônio (32% de N), e o sulfato de amônio (21% de N), sendo consumido nas lavouras aproximadamente 46,65%, 33,00% e 20%, respectivamente, de cada fonte (POTAFOS, 2006).

A uréia tem como vantagem o menor custo na relação unidade de nutriente por quilograma de fertilizante, mas comumente mostra maior perda de N por volatilização (acima de 30%). Apresenta alta concentração de N, alta solubilidade, baixa corrosividade. Porém, é a fonte que apresenta maior potencial de perda de nitrogênio por volatilização.

O sulfato de amônio apresenta menor perda de N, e é fonte de enxofre (24% S), embora apresente maior custo por quilograma de N em comparação com a uréia.

O sulfato de amônio é uma opção que não sofre volatilização de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) quando o pH é inferior a 7. Ao ser adicionado ao solo o sulfato de amônio se dissocia em NH_4^+ e SO_4^{2-} (absorvido pelas plantas). Outra grande vantagem da utilização do sulfato de amônio em relação a uréia é o fornecimento de enxofre, nutriente de fundamental importância para os processos de fotossíntese, respiração, composição de aminoácidos e proteínas, etc. Porém, o sulfato de amônio tem sua eficiência reduzida basicamente por desnitrificação e lixiviação de nitratos (MEIRA, 2006).

A aplicação do nitrogênio deve ser feita com atenção às condições climáticas e ao estágio de desenvolvimento das plantas, sendo realizadas preferencialmente próximo das condições ideais, para se evitar perdas. A recomendação de doses altas precisa ser dividida (parcelada), visando nutrir a planta em todas as fases de seu ciclo de desenvolvimento.

ADUBAÇÃO NITROGENADA NO MILHO

A adubação do milho é um fator muito importante para o desenvolvimento da cultura, e determinante para se atingir altas produtividades. O planejamento de adubação do milho inicia-se efetuando uma diagnose de maneira adequada, começando por uma análise de solo, a partir da análise se faz a interpretação do resultado e se toma a decisão. Após a obtenção dos resultados da análise de solo consegue-se recomendar a quantidade necessária de cada nutriente para a semeadura e cobertura, assim como a definição sobre o solo necessitar ou não de correção (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2011).

Anteriormente a qualquer tomada de decisão em relação a qual tipo e quantidade de fertilizante a ser utilizado, deve-se levar em consideração informações de como se encontra a acidez do solo, isso porque, se houver indícios de altas concentrações de H^+ e Al, pode-se ter problemas com a disponibilidade de macronutrientes importantes para a cultura, como nitrogênio, fósforo e potássio.

A decisão sobre haver ou não a necessidade de realizar a adubação nitrogenada, deve-se levar em consideração fatores como: condições edafoclimáticas, sistema de cultivo (plantio direto e convencional), época de semeadura (primeira ou segunda safra), responsividade do material genético, rotação de culturas, época e modo de aplicação, fontes de nitrogênio, aspectos econômicos e operacional. Considerando esses fatores é possível realizar uma recomendação específica de

nitrogênio, fazendo com que ocorra menores perdas do nutriente e maior eficiência do mesmo, fator importante quando se busca por altos rendimentos na colheita.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a utilização de N na cultura do milho é de extrema importância, e os fatores que a influenciam, assim como o sistema de cultivo, devem ser levados em consideração para realizar uma recomendação de adubação adequada para cada cultivo.

REFERÊNCIAS

BARROS, J. F. C; CALADO J. G. **A cultura do milho**. Universidade de Évora, 2014. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>. Acesso em: 10Out. 2021.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 365-372, 2000.

BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura da soja. In: **Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2011/2012**. Fundação MS, Maracaju-MS, 2012.

CASSOL, C. **Plantas de cobertura e adubação nitrogenada como fonte de nitrogênio à cultura do milho em plantio direto**. Dissertação de mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco-PR, 2019.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de. **Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação**. 2 ed. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 71, p. 1-9, set. 1995. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba, n. 2, set. 1995.

COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho**. Circular técnica 78. Sete Lagoas, MG, 2006.

CONAB -Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos, v.7safra 2019/2020** -Décimo Segundo Levantamento, Brasília, 2020 p.1-68.

CONTINI, E.; MOTA M. M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A.; SILVA, A. F.; SILVA, D. D.; MACHADO, J. R. A.; COTA, L. V.; COSTA, R. V.; MENDES, S. M. **Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos. Série desafios do agronegócio brasileiro (NT2)**, Embrapa, 2019. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho_caracterizacao.pdf. Acesso em: 10 Nov. 2021.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **Milho -O produtor pergunta, a Embrapa responde**.

In: CRUZ, J.C. *et al* (Ed.), editores técnicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 338 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

FIGUEIREDO, C.C. de.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C.; URQUIAGA, S. Sistemas de manejo na absorção de nitrogênio pelo milho em um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.279-287, 2005.

FRANCO, A. A. N; MARQUES, O. J.; VIDIGAL FILHO, P. S. **Sistemas de Produção do Milho Safrinha no Paraná**. In: Seminário nacional milho safrinha: Estabilidade e produtividade, 12, 2013, Dourados – MS, Anais. EMBRAPA, 2013. Disponível em: <https://www.cpa0.embrapa.br/cds/milhosufrinha2013/palestras/13PEDROSOARESVIDIGALFILHO.pdf>>. Acesso em: 10 Nov. 2021.

FRAZÃO, J. J.; DA SILVA, Á. R.; DA SILVA, V. L.; OLIVEIRA, V. A.; & CORRÊA, R. S. Fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada e ureia na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 18, n. 12, 2014.

GAZOLA, T. Viabilidade econômica para implantação do sistema soja-milho safrinha no estado de São Paulo. **Revista de Economia Agrícola**, v.68, 2021. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/rea/2021/REA-03-2019.pdf>. Acesso em: 10 Nov. 2021.

KLEINSCHMITT, E. **Produtividade da cultura do milho (zeamays) em resposta à inoculação de *azospirillum brasilense* em combinação com fertilizantes bioindutores**. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/165170/EzequielKleinschmitt.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 Out. 2021

LANDRY, J.; DELHAYE, S. The Tryptophan contents of wheat, maize and barley grains as a function of nitrogen content. **Journal of Cereal Science**, v.18, p.259-266, 1993.

MATTOS, F. L.; SILVEIRA, R. L. F. The Expansion of the Brazilian Winter Corn Crop and Its Impact on Price Transmission. **International Journal of Financial Studies**, v. 6. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijfs6020045>. Acesso em: 10 Nov. 2021.

MEIRA, F. A. **Fontes e modos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho**. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Sistemas de produção, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, SP, 2006.

MODESTO, L. R. *et al*. Seleção recorrente fenotípica visando à obtenção de uma variedade sintética de milho (*Zea mays* L.). **Colloquium Agrariae**, v. 10, n. 2, p. 20-31, 2014.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. de C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 4, n. 2, p. 226-244, 2011.

POTAFOS. **Brasil: consumo aparente de fertilizantes**. Disponível em:<http://www.potafos.org>. Acesso em: 11Nov. 2021.

SABATA, R.J.; MASON, S.C. Corn hybrid interactions with soil nitrogen level and water regime. **Journal of Production Agriculture**, v.5, p.137-142, 1992.

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. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p. 925-930, 2011.

SEAB/DERAL. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento/Departamento de Economia Rural. 2018. **Milho, análise de conjectura**. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=240>. Acessado em: 27 Out. 2018.

TAVARES JÚNIOR, J.E.; DALTO,G. **Manejo eficiente da adubação nitrogenada**. Divulgação técnica, 22, n.165, jan/fev/mar. 2004. Disponível em:<http://www.manah.com.br/informativos.asp?idl=10>. Acesso em: 11Nov. 2021.