

**FACULDADE PATOS DE MINAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

**MATHEUS HENRIQUE RODRIGUES DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DA CULTURA DO MILHO SOB APLICAÇÃO DE  
DIFERENTES FONTES E DOSES DE ADUBOS NITROGENADOS**

**PATOS DE MINAS - MG  
2023**

**MATHEUS HENRIQUE RODRIGUES DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DA CULTURA DO MILHO SOB APLICAÇÃO DE  
DIFERENTES FONTES E DOSES DE ADUBOS NITROGENADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado com requisito parcial de avaliação da disciplina de Iniciação científica a Faculdade Patos de Minas.

Orientador: Pedro Henrique de Castro Borges

**PATOS DE MINAS – MG  
2023**



**ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CURSO, APRESENTADO POR  
Matheus Henrique Rodrigues de Oliveira  
COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRO  
AGRÔNOMO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

Aos dias do mês e ano abaixo datado, reuniu-se, na Unidade JK da FPM, a Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia Agrônômica da Faculdade Patos de Minas, constituída pelos professores abaixo assinados, na prova de defesa de seu trabalho de curso intitulado:

**AVALIAÇÃO AGRÔNOMICA DA CULTURA DO MILHO SOB APLICAÇÃO DE DIFERENTES  
FONTES E DOSES DE ADUBOS NITROGENADOS**

Concluída a exposição, os examinadores arguíram alternadamente o graduando(a) sobre diversos aspectos da pesquisa e do trabalho, como REQUISITO PARCIAL DE CONCLUSÃO DE CURSO. Após a arguição, a comissão reuniu-se para avaliar o desempenho do(a) graduando(a), tendo chegado ao resultado, o(a) graduando(a)

Matheus Henrique Rodrigues de Oliveira

foi considerado(a) **Aprovado(a)**. Sendo verdade eu, Prof. Dr. Saulo Gonçalves Pereira, Docente Responsável pela Disciplina de TC do Curso de Graduação em Engenharia Agrônômica, confirmo e lavro a presente ata, que assino juntamente com o Coordenador(a) do Curso e os demais Membros da Banca Examinadora.

Patos de Minas - Defesa ocorrida em quinta-feira, 16 de novembro de 2023

Prof. Dr. Pedro Henrique de Castro Borges  
**Orientador(a)**

  
Eng. Agro. Esp. Marcos Olimpius de Castro  
**Examinador(a) 1**  
Prof. M.e. Willyder Leandro Rocha Peres  
**Examinador(a) 2**  
Prof. M.e. Willyder Leandro Rocha Peres  
**Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Agrônômica**  
Prof. Dr. Saulo Gonçalves Pereira  
**Docente Responsável pela Disciplina de TC do Curso de Graduação em Eng. Agro.**

## **AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DA CULTURA DO MILHO SOB APLICAÇÃO DE DIFERENTES FONTES E DOSES DE ADUBOS NITROGENADOS**

### **AGRONOMIC EVALUATION OF CORN CROPPING UNDER APPLICATION OF DIFFERENT SOURCES AND DOSES OF NITROGENED FERTILIZERS**

Matheus Henrique Rodrigues de Oliveira <sup>1</sup>

Pedro Henrique de Castro Borges <sup>2</sup>

#### **RESUMO**

O nitrogênio é um nutriente essencial para as plantas, podendo ser fornecido para as plantas através de adubos químicos e orgânicos. Por este motivo, a tecnologia aplicada em adubos com este nutriente, visa melhorar a disponibilidade de forma gradual, visando o fornecimento durante o ciclo da cultura e, também, a redução de perdas. Esta pesquisa tem por finalidade estudar a eficiência de diferentes doses e fontes de adubo nitrogenado, no crescimento e desenvolvimento fase inicial da cultura do milho. O experimento foi realizado com solo coletado na Fazenda experimental da Faculdade de Patos de Minas – FPM, utilizando três fontes de nitrogênio: ureia branca, uréia protegida e nitrato de amônio. Para cada fonte de adubo nitrogenado foram calculadas três doses sendo 180, 240 e 300 kg de nitrogênio por hectare. A semeadura foi realizada em vasos de cinco litros de capacidade e irrigada diariamente, sendo conduzido as avaliações até o estágio V8 da cultura. As aplicações de diferentes fontes de nitrogênio não apresentaram diferença estatística, tanto entre as doses, quanto nas fontes, indicando que, pesquisas correlacionadas com tecnologia de liberação lenta ou gradual, devem ser realizadas em ambientes que proporcionem sua ação. A redução no crescimento e desenvolvimento apresentado na cultura não foram conclusivos.

**Palavras chave:** Nitrogênio; Milho; Adubação nitrogenada;

#### **ABSTRACT**

Nitrogen is an essential nutrient for plants and can be supplied to plants through chemical and organic fertilizers. For this reason, the technology applied to fertilizers with this nutrient aims to gradually improve availability, aiming at supply during the crop cycle and also reducing losses. This research aims to study the efficiency of different doses and sources of nitrogen fertilizer in the growth and development of the initial phase of corn crops. The experiment was carried out with soil collected at the experimental Farm of Faculdade de Patos de Minas –

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrônômica pela Faculdade Patos de Minas, 2023. email: matheus.16521@alunofpm.com.br

<sup>2</sup> Professor e orientador da pesquisa FPM 2023, Engenheiro Agrônomo Doutor em Ciência no Solo. email:Pedroborges@faculdadepatosdeminas.com.br

FPM, using three sources of nitrogen: white urea, protected urea and ammonium nitrate. For each source of nitrogen fertilizer, three doses were calculated: 180, 240 and 300 kg of nitrogen per hectare. Sowing was carried out in pots with a capacity of five liters and irrigated daily, with evaluations being carried out until the V8 stage of the culture. Applications of different sources of nitrogen showed no statistical difference, both between doses and sources, indicating that research correlated with slow or gradual release technology must be carried out in environments that provide its action. The reduction in growth and development shown in the culture was not conclusive.

**Keywords:** Nitrogen; Corn; Nitrogen fertilizer

## 1 INTRODUÇÃO

Oriundo da América Central, o milho (*Zea mays* L.) está entre os três cereais mais plantados do mundo, possuindo mais de 150 espécies que são destinadas ao consumo humano e ração animal (FORNASIERI FILHO, 2007). Na safra 2021/22 produziu 1,12 bilhões de toneladas em todo o mundo, tendo os Estados Unidos, China e Brasil como maiores produtores, concentrando mais de 64% da produção mundial (CONAB, 2022). A produção brasileira na safra 21/22, foi de 113.130,4 mil toneladas com área estimada de 21.580,6 mil hectares (CONAB, 2023).

A cultura possui grande importância econômica, por integrar as necessidades nutricionais na alimentação humana e animal. Dentre a sua ampla utilização, pode-se destacar a produção de rações para avicultura e suinocultura, silagem para bovinocultura, alimentação humana como substituto da farinha de trigo, além de fazer parte de bebidas, álcool, óleos e cola (PALOWSKI *et al.* 2021).

Devido sua alta adaptabilidade ao clima do Brasil, podemos encontrar o plantio em três épocas diferentes: a primeira safra (ou Safra de Verão), plantada de setembro a dezembro; segunda safra (ou Safrinha), plantada de janeiro a abril e a terceira safra, plantada de abril a junho em alguns estados da região Nordeste (DORIGATTI, 2020).

Além das condições climáticas no Brasil, o sucesso do cultivo do milho deve-se no Brasil está ligado ao plantio em solos de uma boa fertilidade construída com corretivos e adubos minerais. Esta característica química e física do solo beneficia o desenvolvimento radicular, aumentando a capacidade de a planta explorá-lo, permitindo acesso à umidade presente em camadas mais profundas (FIOREZE; RODRIGUES, 2015).

Dentre os nutrientes que são mais requeridos pela cultura do milho, o nitrogênio é o mais exigido. Devido a essa grande exigência a adubação nitrogenada representa grande parcela do custo de produção, impactando diretamente na busca de fontes mais efetivas no fornecimento com menor perda no campo (FOWLER et al., 2015).

As perdas do nutriente no campo são por volatilização, lixiviação, desnitrificação, escoamento superficial e erosão, o que afeta diretamente a sua eficiência. Por isso, é deve-se considerar que a eficiência de adubação nitrogenada depende, entre outros fatores, de condições climáticas, do tipo de solo e da capacidade de extração da cultura (MODESTO, 2014).

Portanto, as perdas relacionadas à adubação nitrogenada devem ser minimizadas, para que, o suprimento do nutriente venha a ser fornecido nos momentos mais críticos do desenvolvimento da cultura. O requerimento do nitrogênio pela cultura do milho é, principalmente, durante a sua fase vegetativa (FONTOURA, 2013).

O objetivo deste trabalho é avaliar o desenvolvimento da cultura do milho sob aplicação de diferentes fontes e doses de adubos nitrogenados.

## **2.1 Justificativas**

O milho é a segunda maior cultura de importância na produção agrícola no Brasil, sendo superado apenas pela soja que lidera a produção de grãos no país. Por isso, identificar um manejo adequado para obter maior produtividade é o principal objetivo do produtor rural.

Dentre os manejos adotados agronomicamente para obtenção de maior produtividade, a utilização de adubos “inteligentes”, os quais visam o fornecimento do nutriente durante todo o ciclo da cultura, é empregado constantemente nas lavouras em todo território nacional.

Contudo, dentre os nutrientes mais requeridos pela cultura do milho, o nitrogênio é o mais sensível às perdas em função do clima e, por este motivo, grande parte das empresas de fertilizantes incrementam mecanismos que visam reduzir as perdas deste nutriente.

Por isso, a pesquisa com diferentes fontes de adubos nitrogenados, bem como, a avaliação de dosagens das mesmas, podem evidenciar o melhor manejo para altas produtividades.

## **2.2 Hipótese**

Adubos nitrogenados protegidos apresentam menor perda por volatilização devido a sua liberação gradual, dessa forma, a comparação de diferentes fontes poderá demonstrar, em condições iguais de clima, a eficiência desta tecnologia. Além disso, diferentes doses de aplicação poderão evidenciar uma curva de resposta da quantidade ideal a ser aplicada, proporcionando o melhor crescimento e desenvolvimento da cultura do milho.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Avaliar o crescimento e desenvolvimento da cultura do milho sob a aplicação de diferentes fontes e doses de adubo nitrogenado.

### **Objetivos Específicos**

Avaliar qual adubo nitrogenado proporcionou maior crescimento e desenvolvimento da cultura do milho.

Comparar as doses de aplicação e verificar qual apresenta melhor aproveitamento pela cultura.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado na Faculdade de Patos de Minas – FPM, entre os meses de agosto e outubro de 2023. Sendo o solo coletado na Fazenda Experimental e conduzindo e localizado em Patos de Minas.

O solo foi colocado em vasos com capacidade de 5 litros. Em cada vaso foram semeadas 3 sementes de milho híbrido o P4285VYHR – Pionner, sendo realizado o experimento entre os meses de agosto e outubro de 2023. Após a emergência foi realizado o raleio das plantas, deixando somente uma semente por vaso.

Os tratamentos e as dosagens estão dispostos na tabela 1 abaixo:

**Tabela 1.** Tratamentos, dose de nitrogênio aplicada e quantidade de adubo por vaso.

Tratamento	Dose de Nitrogênio mg/dm <sup>3</sup>	Identificação
Controle	----	CN
Ureia Branca	180	UB180
Ureia Branca	240	UB240
Ureia Branca	300	UB300
Ureia Protegida	180	UP180
Ureia Protegida	240	UP240
Ureia Protegida	300	UP300
Nitrato de Amônio	180	NA180
Nitrato de Amônio	240	NA240
Nitrato de Amônio	300	NA300

A irrigação do experimento foi realizada diariamente visando manter umidade do solo próximo a 60% da capacidade de campo.

O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados – DBC com três tratamentos, com três doses de nitrogênio e uma testemunha, com quatro repetições.

O período de avaliação foi de 46 dias (entre 01 de setembro e 16 de outubro do corrente ano), o diâmetro do colmo e a altura das plantas. Para a determinação do estágio da cultura foi considerado o número de folhas totalmente abertas que foi avaliada no estágio V12. Na avaliação do diâmetro foi utilizado paquímetro e para altura de plantas foi utilizado fita métrica.



Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão utilizando o programa de estatística experimental e descritiva Speed Stat 3.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os resultados da análise do solo destacados na tabela 2, pode-se destacar a matéria orgânica do solo. Esta quantidade de matéria orgânica é de suma importância para entender os resultados apresentados pelas análises de regressão dos dados de diâmetro de colmo e altura de plantas.

**Tabela 2.** Resultados análise (70634/2023) do solo e interpretação. Patos de Minas 2023.

pH H <sub>2</sub> O	P_melich	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC(T)	V	M.O
	mg/dm <sup>3</sup>				cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>			%		
6,0	46,0	66,47	4,2	0,7	0,0	1,6	5,07	6,67	76,01	4,5
Alto	Muito Bom	Médio	Muito bom	Médio	Muito Baixo	Baixo	Bom	Médio	Bom	Bom

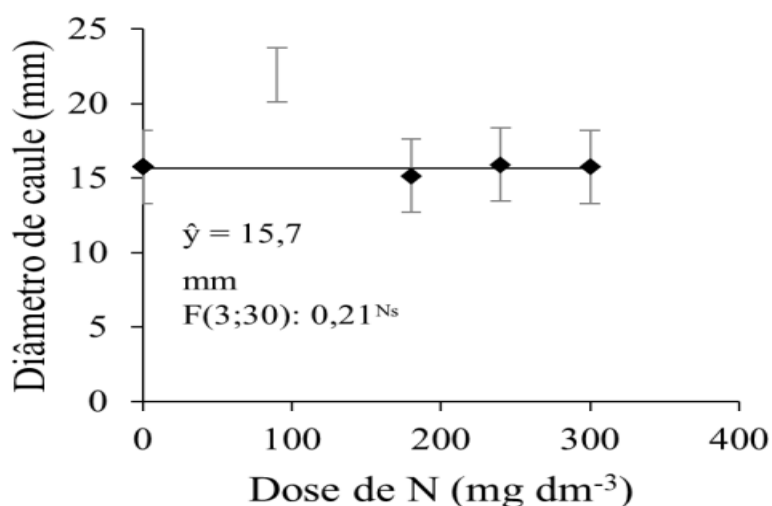
\*Resultados emitidos pelo laboratório Unithal em 2023.

Segundo Costa 2013, a matéria orgânica desempenha um papel fundamental no sistema produtivo agrícola devido sua ação nos aspectos químico, físico e biológico, que atua no solo. Por sua vez, o aumento da matéria orgânica do solo auxilia na ciclagem de nutrientes, aumentando assim a sua concentração. Este aumento pode reduzir a adoção de adubos químicos no sistema de cultivo e, até mesmo, inviabilizar a sua aplicação, uma vez que, atingido a quantidade necessária de nutrientes para o desenvolvimento das plantas, o incremento de produtividade não será viável financeiramente.

A fertilidade do solo, bem como a disponibilidade de nutrientes para as plantas são regidas por leis, as quais Voisin em 1973, destacou a lei do mínimo e do máximo. Na lei do mínimo o nutriente em menor quantidade irá limitar a produção de uma determinada área. Já na lei do máximo, quando atingida a maior produção esperada, a aplicação do nutriente não irá incrementar aumento na produção e, com o aumento demasiado, é possível que atinja o limite se tornando assim tóxico para as plantas.

Na figura 1 está apresentado a análise de regressão do diâmetro de caule de plantas de milho, quando submetida ao aumento de doses de nitrogênio, com diferentes fontes.

Observa-se que em todas as doses e fontes, houve uma redução no desenvolvimento no diâmetro de colmo de plantas de milho. Esta redução não é observada na maior parte da literatura, visto que o nitrogênio está diretamente ligado com o aumento do crescimento das plantas e, por este motivo, os dados analisados apresentam estar antagonicamente aos resultados encontrados em pesquisas com nutriente.



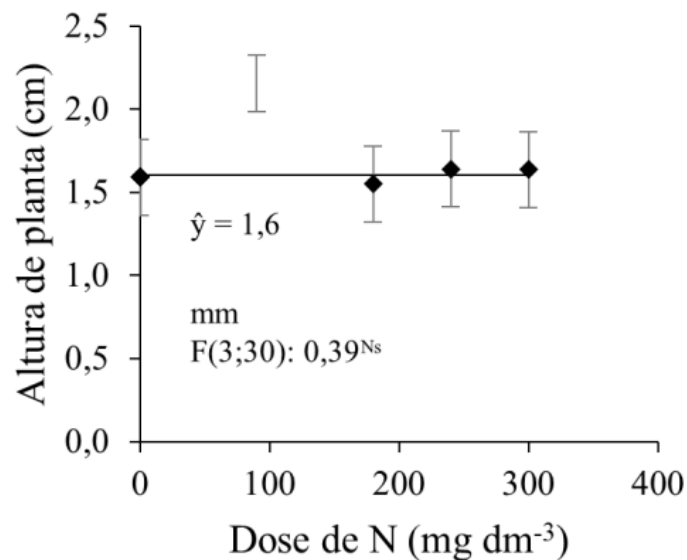
**Figura 1.** Diâmetro de caule de planta de milho em função da aplicação de diferentes fontes e doses de nitrogênio (N). Barras representam o desvio padrão do experimento. Barra isolada: intervalo de confiança das médias do experimento (monocaudal, com correção de Bonferroni). mm: Médias marginais. Ns: Não significativo.

No entanto, a presença de matéria orgânica no solo, pode colaborar no entendimento destes dados. Jesus *et. al.*, 2012, avaliou doses e fontes de nitrogênio na produtividade de eucalipto nas frações de matéria orgânica, ele observou que não houve resposta no diâmetro do tronco, quando se submete o aumento de doses de nitrogênio, em função do aumento na fração de matéria orgânica.

Na figura 2 está apresentado o resultado da análise de regressão da altura das plantas de milho, quando submetidas à aplicação de doses de nitrogênio com diferentes fontes.

Na análise da altura de plantas de milho observa-se mesmo comportamento do diâmetro do colmo, onde o aumento de dosagem, apresentou redução na altura em todas as fontes analisadas.

Em relação às diferentes fontes e a pouca inexpressividade dos resultados, quando submetidos às mesmas condições de fornecimento de água, temperatura e luz, as quais não evidenciaram a criação de ambiente para ocasionar estresse, não foram suficientes para apresentar, estatisticamente, diferença entre elas.



**Figura 2.** Altura de planta de milho em função da aplicação de diferentes fontes e doses de nitrogênio (N). Barras representam o desvio padrão do experimento. Barra isolada: intervalo de confiança das médias do experimento (monocaudal, com correção de Bonferroni). mm: Médias marginais. Ns: Não significativo.

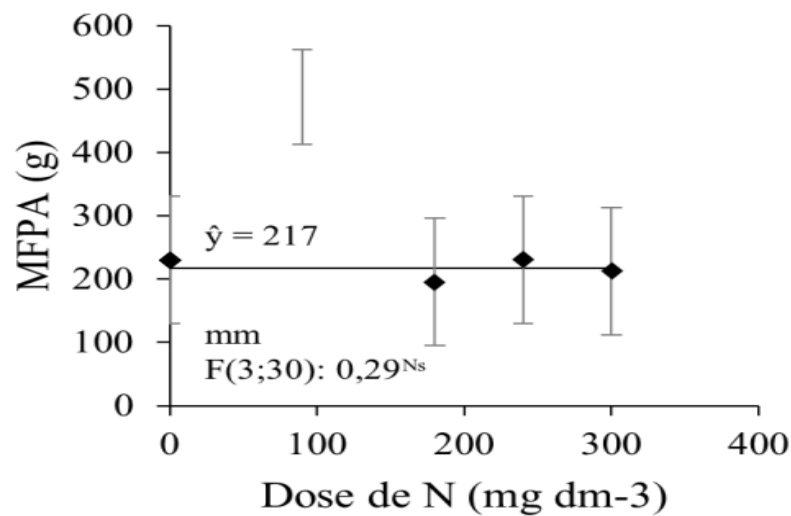
Esse fator também foi observado por De Queiroz *et. al.*, em 2011, onde apesar do incremento na produtividade do milho, a expressão desta avaliação nas diferentes fontes não foi observada.

Dessa forma, as avaliações da tecnologia das fontes de nitrogênio devem ser consideradas a variação de ambiente, uma vez que, De Brito *et. al.* em 2020, evidenciou aumento de produtividade de milho na aplicação de ureia revestida com polímero em razão da ureia convencional.

Na figura 3 está apresentado o resultado da análise de regressão da massa fresca de parte aérea (MFPA) plantas de milho, quando submetidas à aplicação de doses de nitrogênio com diferentes fontes.

Na análise da massa fresca de plantas de milho observa-se mesmo comportamento da massa fresca, onde o aumento de dosagem, apresentou redução na altura em todas as fontes analisadas.

Em relação às diferentes fontes e a pouca inexpressividade dos resultados, quando submetidos às mesmas condições de fornecimento de água, temperatura e luz, as quais não evidenciaram a criação de ambiente para ocasionar estresse, não foram suficientes para apresentar, estatisticamente, diferença entre elas.



**Figura 3.** Massa fresca de parte aérea (MFPA) de planta de milho em função da aplicação de diferentes fontes e doses de nitrogênio (N). Barras representam o desvio padrão do experimento. Barra isolada: intervalo de confiança das médias do experimento (monocaudal, com correção de Bonferroni). mm: Médias marginais. Ns: Não significativo.

## CONCLUSÃO

As diferentes dose e fontes de nitrogênio não promoveram o crescimento da planta pelas variáveis analisadas, ate o estagio V12 e nas condições em que experimento foi conduzido.

Os resultados não foram conclusivos em relação a evidenciar a eficiência do aumento da dose, bem como, na avaliação da tecnologia empregada nas diferentes fontes de nitrogênio.

## REFERÊNCIAS

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira.** Brasília: Conab, v.12, n.9, 2022, 88p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 15.jun.2023.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira.** Brasília: Conab, v.10, n.9, 2023, 117p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 15.jun.2023.

DA COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013 1842. <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/materia%20organica.pdf> Acessado em 20 de outubro de 2023.

DE QUEIROZ, A. M., DE SOUZA, C. H. E., MACHADO, V. J., LANA, R. M. Q., KORNDORFER, G. H., SILVA, A. D. A. (2011). 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, 257-266. [https://rbms.abms.org.br/index.php/ojs/article/view/355/pdf\\_15](https://rbms.abms.org.br/index.php/ojs/article/view/355/pdf_15). Acessado em 21 de outubro de 2023.

DORIGATTI, G. **Você sabia que o Brasil faz uma 3ª safra de milho?** Cultivo na região Nordeste está crescendo e aumentando oferta do cereal. Você sabia que o Brasil faz uma 3ª safra de milho? Cultivo na região Nordeste está crescendo e aumentando oferta do cereal. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/videos/milho/265015-voce-sabia-que-o-brasil-faz-uma-3-safra-de-milho-cultivo-na-regiao-nordeste-esta-crescendo-e-aumentando.html>. Acesso em: 15.jun.2023.

FIGUEIREDO, S.L., RODRIGUES, J. D. (2015). Reguladores são, para muitos cultivos, indispensáveis ao alcance de bons níveis. **Revista Visão Agrícola**, v. 1, n. 13, 35-39. [https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA\\_13\\_Fisiologia\\_n.13\\_artigo4.pdf](https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Fisiologia_n.13_artigo4.pdf). Acesso em: 15.jun.2023.

FONTOURA, S. M. V., BAYER, C. (2013). Adubação nitrogenada para alto rendimento de milho em plantio direto na região centro-sul do **Paraná**. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34, 1677-1684. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000600021>

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal, Funep. 2007. 576p

FOWLER, D., STEADMAN, C. E., STEVENSON, D., COYLE, M., REES, R. M., SKIBA, U. M., GALLOWAY, J. N. (2015). Effects of global change during the 21st century on the nitrogen cycle. *Atmospheric Chemistry and Physics*, v. 15, n. 24, 2015. 13849-13893. <https://doi.org/10.5194/acp-15-13849-2015>. Acesso em: 15.jun.2023.

JESUS, G. L. DE ., BARROS, N. F. DE ., SILVA, I. R. DA ., NEVES, J. C. L., HENRIQUES, E. P., LIMA, V. C., FERNANDES, L. V., SOARES, E. M. B.. Doses e fontes de nitrogênio na produtividade do eucalipto e nas frações da matéria orgânica em solo da região do cerrado de Minas Gerais. *Revista Brasileira De Ciência Do Solo*, v. 36, n. 1, 201–214. 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000100021>.  
<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/x8yqpFccHMGz7qPTNfqwB3N/?format=html&lang=pt#>  
Acessado em 21 de outubro de 2023.

MODESTO, V. C. **Diagnose da composição nutricional e eficiência de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho**. Jaboticabal: UNESP. 2014. <http://hdl.handle.net/11449/110330>. Acesso em: 15.jun.2023.

PALOWSKI, A.; YANG, Z.; JANG, J.; DADO, T.; URRIOLOA, P. E.; SHURSON, G. C. Determination of in vitro dry matter, protein, and fiber digestibility and fermentability of novel corn coproducts for swine and ruminants. *Translational Animal Science*, v.5, n.2, 2021.

VOISIN, A. **Adubos - Novas leis científicas de sua aplicação**. São Paulo, Mestre Jou, 1973. 130 p.