

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

Pesquisas agrárias e ambientais

Volume XIII



2022

Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Organizadores

Pesquisas agrárias e ambientais
Volume XIII



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profª. MSc. Adriana Flávia Neu
Profª. Dra. Allys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profª. MSc. Aris Verdecia Peña
Profª. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profª. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profª. Dra. Denise Silva Nogueira
Profª. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Profª. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profª. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profª. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profª. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profª. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profª. Dra. Patrícia Maurer
Profª. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profª. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profª. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Instituição

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Mun. Rio de Janeiro
UNMSM (Peru)
UFMT
Mun. de Chap. do Sul
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
P472	Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume XIII / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2022. 93p. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-65-81460-61-7 DOI https://doi.org/10.46420/9786581460617 1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente. 3.Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. CDD 630
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Apresentação

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume XIII” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: cinética de dessorção de P com uso de fitas-Fe em Neossolo; matéria orgânica como condicionante do solo; contribuições e desafios do agronegócio cooperativo; clonagem de espécies arbóreas; aplicação de nitrogênio nos componentes de produtividade do milho; produção de biocarvão e sua influência na fertilidade do solo, crescimento e produção de pimentão verde; e, agroecologia aplicada no barlavento do tabuleiro. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume XIII, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

Os organizadores


Sumário

Apresentação	4
Capítulo 1	6
Cinética de dessorção de P com uso de fitas-Fe em Neossolo Regolítico do Agreste paraibano	6
Capítulo 2	16
Contribuições e Desafios do Agronegócio Cooperativo	16
Capítulo 3	27
Clonagem de espécies arbóreas como estratégia para implantação de povoamentos de alta produtividade	27
Capítulo 4	36
Aplicação de nitrogênio nos componentes de produtividade do milho no Bioma Amazônia	36
Capítulo 5	47
Produção de biocarvão e sua influência na fertilidade do solo, crescimento e produção de pimentão verde	47
Capítulo 6	62
Agroecologia aplicada no barlavento do tabuleiro de Tucano Norte – Bahia	62
Capítulo 7	80
Matéria orgânica como condicionante do solo	80
Índice Remissivo	92
Sobre os organizadores	93


Aplicação de nitrogênio nos componentes de produtividade do milho no Bioma Amazônia


Recebido em: 26/09/2022


Aceito em: 16/10/2022


 10.46420/9786581460617cap4

Marcia Everlane de Carvalho Silva¹ 

Gislayne Farias Valente^{2*} 

Daiane de Cinque Mariano¹ 

Raylon Pereira Maciel¹ 

Perlon Maia dos Santos¹ 

Cândido Ferreira de Oliveira Neto³ 

Ricardo Shigueru Okumura¹ 

INTRODUÇÃO

A elevada exigência nutricional do milho está diretamente relacionada a importância do nitrogênio em processos bioquímicos (constituente de enzimas, coenzimas e clorofila) e na manutenção fotossintética com influência no incremento das variáveis produtivas (Prado, 2021), afetando diretamente o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo do milho, assim, a demanda nutricional da planta deve ser suprida nos momentos mais críticos, para evitar perdas e onerando os custos de produção (Okumura et al., 2018).

O manejo de adubações nitrogenadas é um dos mais complexos, devido a fatores relacionados ao custo dos fertilizantes nitrogenados, decorrentes de problemas na eficiência de algumas fontes, nas quais as fontes nitrogenadas disponíveis no Brasil, a ureia e o sulfato de amônio são as mais utilizadas na cultura do milho (Lucas et al., 2019). A ureia ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) tem sido a fonte de N (nitrogênio) mais utilizada pelos produtores de milho, principalmente devido ao menor custo do fertilizante e maior porcentagem de N ($\pm 45\%$), porém, mais sujeito a perdas por volatilização da amônia (Zhang et al., 2019). O sulfato de amônio $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ apresenta a composição de N ($\pm 21\%$) e S ($\pm 24\%$), sendo afetado pela lixiviação de nitrato (Allende-Montalbán et al., 2022), por meio da dissolução gera íons de amônio, na qual pode ser oxidado a nitrato por meio da nitrificação (SheikhI et al., 2020).

As diferentes recomendações nas doses de N estão condicionadas ao tipo de híbrido, solo, região e variações climáticas, assim, os resultados inconsistentes na eficiência de uso variam com os parcelamentos na adubação, épocas de aplicação, densidade de plantios e sistemas de cultivos. A época de aplicação é um fator importante para maior eficiência da adubação, por meio dos estádios fenológicos

¹ Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Parauapebas, PA, Brasil.

² Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, Brasil.

³ Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Belém, PA, Brasil.

das plantas tem sido possível identificar os períodos de maior carência das plantas, permitindo a disponibilidade do nutriente no período de maior demanda pela cultura (Okumura et al., 2011).

Assim, pesquisas regionais são de grande importância, pois favorecem o uso de doses de N de melhor eficiência e garantem a racionalização dos custos e aumento na produtividade das lavouras (Bastos et al., 2008). O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de doses e fontes de nitrogênio aplicados em cobertura em dois estádios de desenvolvimento nos componentes produtivos do milho transgênico cultivados no bioma Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob condições de campo no Centro Tecnológico de Apoio à Agricultura Familiar – CETAF, em Parauapebas, Pará, localizado na região Sudeste do Estado (06° 03' 30" S e 49° 55' 15" W), a 184 m de altitude (Figura 1).

Tabela 1. Resultados da análise de solo da área experimental dos dois anos de experimento, anos agrícolas 2016/2017 e 2017/2018. Fonte: os autores.

Características	Ano agrícola	
	16/17	17/18
pH em Água	6,00	5,85
P (mg dm ⁻³), Mehlich ⁻¹	3,00	2,10
K ⁺ (cmolc dm ⁻³)	0,16	0,31
Ca ⁺² (cmolc dm ⁻³)	3,40	5,20
Mg ⁺² (cmolc dm ⁻³)	0,80	1,04
H ⁺ + Al ⁺³ (cmolc dm ⁻³)	2,20	2,70
Al ⁺³ (cmolc dm ⁻³)	0,00	0,00
SB (cmolc dm ⁻³)	4,36	6,97
T (cmolc dm ⁻³)	6,56	9,67
V (%)	66,46	72,10
MO (%)	3,10	3,16
Areia (g kg ⁻¹)	-	200
Silte (g kg ⁻¹)	-	294
Argila (g kg ⁻¹)	-	506

A instalação e a condução do experimento ocorreram nos anos agrícolas 2016/2017 e 2017/2018. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2018), de textura argilosa (areia: 200 g kg⁻¹; silte: 294 g kg⁻¹; argila: 506 g kg⁻¹). Anterior a instalação dos experimentos foram coletadas amostras do solo na camada de 0 a 0,20 m, os resultados das análises químicas estão apresentados na (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial 5x2x2x2, constituído de cinco doses de nitrogênio (0, 45, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹), duas fontes de nitrogênio ureia e sulfato de amônio (CH₄N₂O e (NH₄)₂SO₄), duas épocas de aplicação (estádio fenológico V₄ e V₈ do milho) e dois anos agrícolas (2016/2017 e 2018), com quatro repetições.

O preparo de solo foi realizado de forma convencional por meio de duas arações e uma gradagem. A semeadura foi realizada em 23 de dezembro de 2016 (1ª safra) e em 30 de janeiro de 2018 (2ª safra), por meio de semeadora adubadora de quatro linhas individuais sendo semeado o híbrido transgênico *Bt e RR*, ciclo normal e uso pra silagem e grãos. Para a adubação de sulco foram aplicados 240 kg ha⁻¹ do NPK (09-25-15), conforme recomendação de Brasil et al. (2020). A aplicação do N em cobertura ocorreu em duas períodos, aos 20 dias após a semeadura (DAS) no estágio fenológico V₄ do milho, e aos 36 DAS no estágio fenológico V₈ (Ritchie et al., 1993).

A colheita foi realizada aos 102 DAS, de forma manual, sendo amostradas dez espigas por parcela experimental para avaliação do comprimento de espiga (mensurando desde a base ao ápice das espigas, por meio de fita métrica); diâmetro de espiga (com leitura da espessura das espigas por um paquímetro digital) e do número de fileira por espiga e número de grãos por fileira por meio de contagem simples (Souza et al., 2022). Para a análise da massa de mil grãos e produtividade de grãos, cada parcela foi debulhada separadamente e pesada, para a variável massa de mil grãos foram amostradas cinco repetições de 1000 grãos escolhidos ao caso do montante dos grãos de cada parcela experimental. A umidade dos grãos foi obtida por meio de um determinador de umidade digital, com posterior correção para 13%, e o valor extrapolado para hectare (kg ha⁻¹) (Okumura et al., 2018).

Inicialmente, os dados experimentais, de cada ano agrícola, foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilks ($p > 0,01$) e de Levene ($p > 0,01$), para verificação da normalidade e homocedasticidade residuais, respectivamente. Posteriormente, havendo atendido as pressuposições, de modo individual em cada ano agrícola, realizou-se a análise de variância para as médias dos tratamentos ($p < 0,05$), por meio do software estatístico SISVAR (Ferreira, 2019). Os efeitos das doses de N aplicados em cobertura foram estudados mediante análise de regressão polinomial, observando-se os resultados do teste F ($p < 0,05$) da análise de variância e do teste t de Student ($p < 0,05$), para os coeficientes de determinação. Para os efeitos das fontes de N e épocas de aplicação foram estudados pelo teste F, a 5% de probabilidade, que para dois níveis de fator é conclusivo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As precipitações ocorridas nos dois experimentos (2016/2017 e 2018) foram consideradas superior a necessidade da cultura, apesar de haver distribuição desuniforme ao longo do ciclo, o desempenho produtivo da cultura não foi afetado por déficit hídrico no solo (Figura 2), uma vez que a exigência hídrica do milho pode variar entre 410 e 640 mm (Fornasier Filho, 2007). O déficit hídrico

pode causar danos à produção por área se ocorrer no período do florescimento, afetando diretamente a produção de grãos (Penariol, 2003).

Tabela 2. Resumo da análise de variância coeficiente de variação experimental e média geral envolvendo cinco doses de N, duas fontes de N, duas épocas de aplicação e dois anos agrícolas para comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de fileira por espiga (NFP), número de grãos por fileira (NGF), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PROD). Fonte: os autores.

FV	Quadrados Médios												
	GL	CE		DE		NFE		NGF		MMG		PROD	
Doses (D)	4	1,40	n.s.	0,003	n.s.	0,553	n.s.	5,58	n.s.	410,00	*	1806087,87	*
Fonte (F)	1	0,17	n.s.	0,0004	n.s.	0,168	n.s.	2,7	n.s.	0,20	n.s.	95015,83	n.s.
Época (E)	1	0,78	n.s.	0,002	n.s.	2,976	*	1,16	n.s.	5895,97	*	6006049,76	*
Anos (A)	1	189,35	*	0,49	*	7,252	*	854,4	*	2406,48	*	135909854,74	*
D * F	4	0,89	n.s.	0,004	n.s.	0,114	n.s.	2,06	n.s.	6,41	n.s.	630450,02	n.s.
D * E	4	0,72	n.s.	0,002	n.s.	0,403	n.s.	2,89	n.s.	408,92	*	1487984,88	*
D * A	4	0,56	n.s.	0,004	n.s.	0,005	n.s.	3,61	n.s.	396,43	*	1765414,90	*
F * E	1	1,41	n.s.	0,001	n.s.	0,08	n.s.	5,72	n.s.	28,71	n.s.	644285,09	n.s.
F * A	1	0,01	n.s.	0,0003	n.s.	0,004	n.s.	0,07	n.s.	322,29	n.s.	43932,05	n.s.
E * A	1	7,84	*	0,0001	n.s.	3,104	*	8,32	n.s.	2528,72	*	7056813,05	*
D * F * E	4	0,26	n.s.	0,002	n.s.	0,242	n.s.	2,89	n.s.	154,25	n.s.	41070,60	n.s.
D * F * A	4	0,16	n.s.	0,005	n.s.	0,102	n.s.	0,36	n.s.	156,47	n.s.	306336,84	n.s.
D * E * A	4	1,92	*	0,001	n.s.	0,128	n.s.	6,15	n.s.	327,63	n.s.	2538652,14	*
F * E * A	1	0,83	n.s.	0,005	n.s.	0,002	n.s.	1,45	n.s.	36,06	n.s.	782785,69	*
D * F * E * A	4	0,08	n.s.	0,002	n.s.	0,473	n.s.	1,16	n.s.	238,48	n.s.	356693,30	n.s.
Blocos	2	1,76	n.s.	0,002	n.s.	0,829	n.s.	1,88	n.s.	52,28	n.s.	1830836,72	*
Resíduo	78	0,56		0,002		0,352		2,96		144,52		443458,60	
Média Geral		15,78		5,06		16,80		34,17		326,52		9953,89	

* Significativo ($p < 0,05$); n.s. - não-significativo ($p < 0,05$), pelo teste F.

Na análise conjunta apresentada na Tabela 2 evidenciou que apenas o fator ano agrícola testado de maneira isolada foi significativo para as variáveis avaliadas. As condições edafoclimáticas que podem alterar de um ano agrícola para outro, além disso, o manejo do solo tais como, intensa utilização dos solos, compactação superficial e subsuperficial causadas por implementos agrícolas, prática de sistema de cultivo convencional podem diminuir a fertilidade dos solos e a produtividade da cultura.

A desestruturação do solo, a compactação e a redução nos teores de matéria orgânica são considerados os principais indutores da degradação dos solos agrícolas (Kluthcouski et al., 2000). O sistema de preparo do solo influencia na distribuição do N no perfil do solo, assim, normalmente os sistemas de preparo convencional, que promovem intensas movimentações do solo apresentam menores acúmulos do nutriente na camada superficial (Von Pinho et al., 2008).

Pelas informações da Tabela 2, verificou que apenas a massa de mil grãos e a produtividade de grãos foi significativo, independentemente, da fonte utilizada ser ureia ou sulfato de amônio (Tabela 2). Carmo et al. (2012), avaliando os efeitos das fontes e doses de N aplicados em cobertura no desenvolvimento e produtividade da cultura do milho doce verificaram que a adubação nitrogenada respondeu positivamente, independentemente da fonte de N utilizada, o que reforça que a época de adubação combinado com doses de N são fatores de suma importância para obter maiores produtividades no milho.

Considerando que a ureia aplicada na superfície do solo proporciona uma baixa eficiência de aproveitamento de N pelo milho, em decorrência de perdas por volatilização da amônia, possivelmente, a substituição parcial ou total por sulfato de amônio aumente a eficiência da adubação nitrogenada em cobertura, contribuindo para que os ganhos em produtividade ocorram em doses menores de N aplicado (Oliveira; Caires, 2003).

As variáveis comprimento de espiga, diâmetro de espiga, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileiras não foram influenciadas pelo aumento nas doses de N nas condições experimentais (Tabela 2). Belasque Júnior (2000) avaliando doses e épocas de aplicação de N em dois híbridos de milho observou que às variáveis número de fileiras por espigas e números de grãos por fileiras só foram influenciadas pela diferença entre os híbridos.

O diâmetro de espiga está estreitamente relacionado com enchimento de grãos e número de fileiras de grãos por espiga, que também é influenciada pelo genótipo (Ohland et al., 2005). Diversos trabalhos citam pouca influência do ambiente sobre essas variáveis, sendo atribuído às variações pelo híbrido utilizado (Fernandes et al., 2005; Lopes et al., 2007; Simão et al., 2018).

Na Tabela 2, verificou que ao analisar o fator época de forma isolada o resultado foi significativo para o número de fileiras por espigas, massa de mil grãos e produtividade de grãos. Resultados contrários foram encontrados por Silva et al. (2005), onde testando 6 épocas de aplicação de N na cultura do milho em plantio direto, não observaram influência das diferentes épocas sobre as variáveis número de fileiras por espiga e massa de mil grãos. O número de fileiras de grãos é definido no estágio fenológico V_8 , assim é de extrema necessidade, que o nitrogênio esteja disponível neste período, em que ocorre a maior demanda da planta (Fancelli & Dourado Neto, 2000).

No que se refere à massa de mil grãos foi observado efeito das interações doses de N e épocas de aplicação e doses de N e anos de cultivo (Tabela 2). No desdobramento dose dentro de época, verificou ajuste linear para o estágio V_4 . Assim, a aplicação da dose máxima (180 kg de N ha^{-1}) não foi suficiente para atingir a máxima MMG com aplicação do N no estágio fenológico V_4 (Figura 3). Entretanto, no estágio fenológico V_8 não foi observado efeito significativo, com média de 333,65 g. Okumura (2012), em seu trabalho observou efeito linear crescente na aplicação em cobertura de doses de N no estágio fenológico V_4 analisando conversão do N foliar para açúcares totais nos grãos.

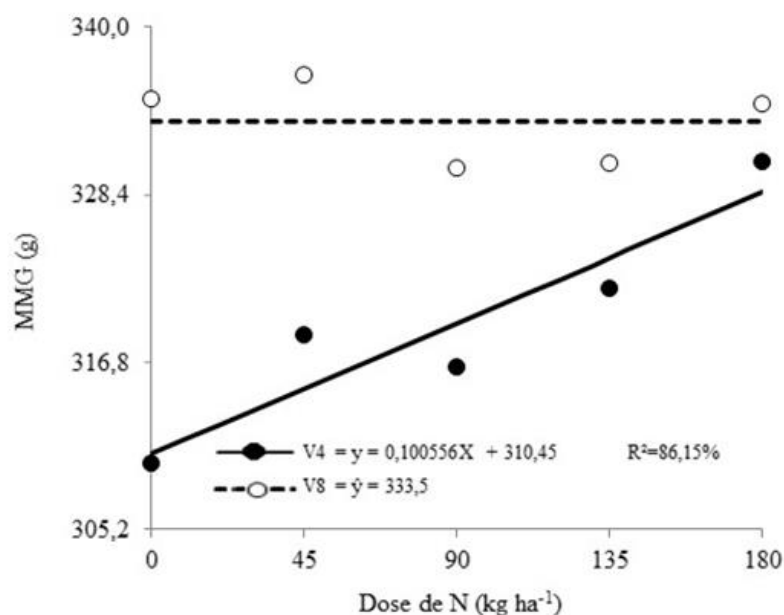


Figura 1. Massa de mil grãos de espiga de milho em função das doses de N aplicado em cobertura nos estádios fenológicos V4 e V8. Médias das fontes (ureia e sulfato de amônio) em duas safras agrícolas (2016/2017 e 2017/2018). Fonte: os autores.

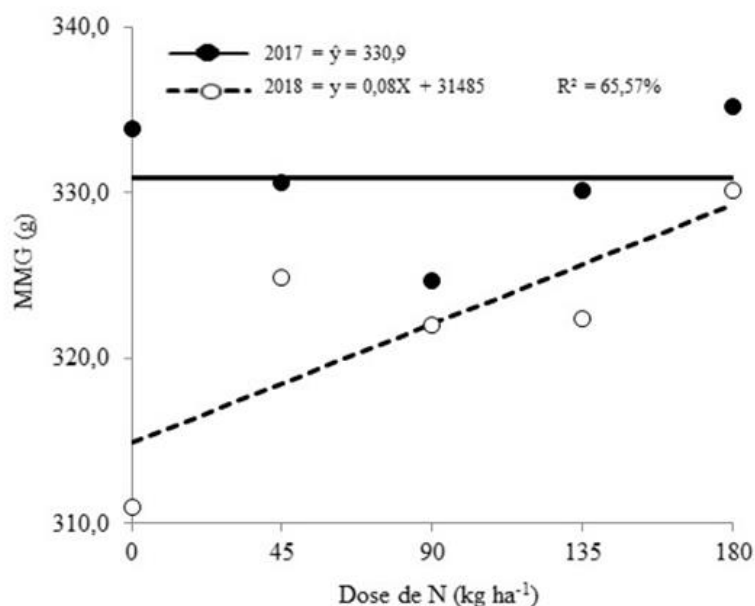


Figura 2. Massa de mil grãos de espiga de milho em função das doses de N aplicado em cobertura nos anos agrícolas de 2016/2017 e 2018. Médias das fontes (ureia e sulfato de amônio) em dois estádios fenológicos (V4 e V8). Fonte: os autores.

Para o fator dose dentro de ano houve ajuste linear para a massa de grãos no ano de 2018, verificou que o aumento das doses de N aumentou significativamente a massa de grãos das espigas cultivadas, independente da época de aplicação do N. As médias similares encontradas no cultivo do ano de 2017 evidenciaram que não houve efeito significativo para a aplicação de doses de N (Figura 4).

A massa de grãos é um componente que contribui diretamente com a produtividade de grãos, podendo estar relacionado a maiores teores de N nas folhas, favorecendo um maior enchimento de grão (Biscaro et al., 2011). Isso pode ser explicado pela maior atividade fotossintética das plantas promovida pelas doses de N garantindo maior acúmulo de carboidratos (Goes et al., 2014).

Para o componente produtividade de grãos observou efeito significativo para as interações doses de N e épocas de aplicação e doses de N e anos agrícolas (Tabela 2). Por meio dos desdobramentos, verificou que a produtividade de grãos apresentou melhor ajuste para a equação linear com o aumento das doses de N, obtendo-se aproximadamente, 10.500 kg ha⁻¹ com a dose máxima de 180 kg ha⁻¹ de N aplicada no estágio fenológico V₄, não havendo efeito significativo para a aplicação no estágio V₈ (Figura 5).

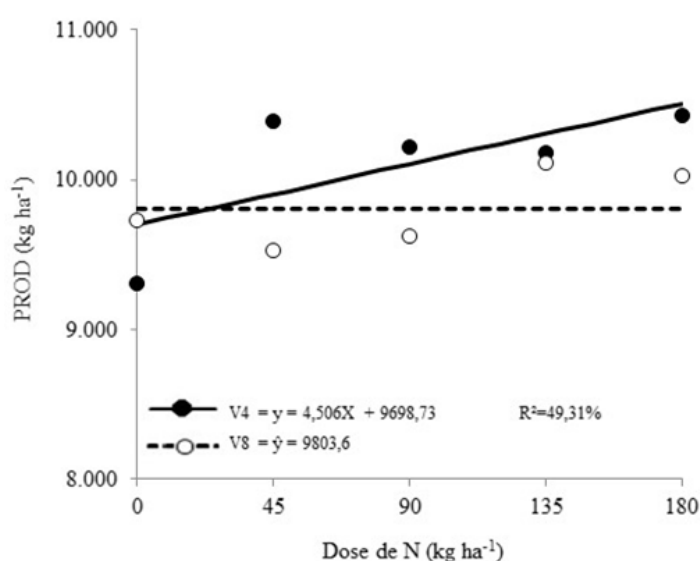


Figura 3. Produtividade de milho em função das doses de N aplicado em cobertura nos estádios fenológicos V₄ e V₈. Médias das fontes (ureia e sulfato de amônio) de duas safras agrícolas (2016/2017 e 2018). Fonte: os autores.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2005), avaliando épocas de aplicação de N verificaram maiores produtividades (7.165 kg ha⁻¹) com a aplicação do N no estágio fenológico V₄. Segundo estes mesmos autores, o fornecimento do N no período inicial da cultura favoreceu o rendimento de grãos, possivelmente pela ocorrência de imobilização do nutriente na fase inicial, deixando o nutriente prontamente disponível para os demais estádios.

A produção mais elevada (11.018,12 kg ha⁻¹) foi obtida na safra de 2016/2017 (Figura 6). No entanto, o uso das doses de N não promoveu acréscimos significativos na primeira safra, visto que a testemunha apresentou médias semelhantes aos demais tratamentos. A alta produtividade da testemunha pode estar relacionada com a disponibilidade do nitrogênio na semeadura e por meio da mineralização da matéria orgânica.

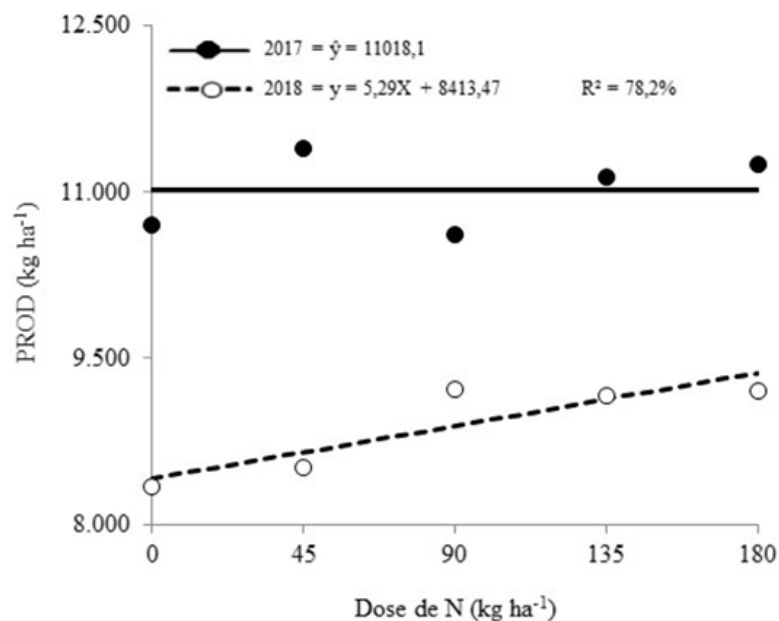


Figura 4. Produtividade de milho em função das doses de N aplicado em cobertura nos anos agrícolas de 2016/2017 e 2018. Médias das fontes (ureia e sulfato de amônio) em dois estádios fenológicos (V4 e V8). Fonte: os autores.

No ano agrícola de 2018 a produtividade de grãos apresentou efeito linear com o uso das doses de N, mesmo com o decréscimo em produção comparativamente ao ano anterior, foi alcançada uma produtividade de 9.365,67 kg ha⁻¹ com aplicação da dose de 180 kg ha⁻¹ de N. O nitrogênio é extremamente necessário para o bom rendimento da cultura do milho, entretanto, o desempenho da cultura para obtenção de altas produtividades depende das doses fornecidas na adubação, para uma produtividade de 9.000 kg⁻¹, podem ser necessários até 190 kg ha⁻¹ de N (Lange, 2006).

A variação na produtividade de aproximadamente 1.700 kg ha⁻¹, entre as safras agrícolas pode estar relacionada as diferenças pontuais na distribuição do regime hídrico ao longo do período de desenvolvimento da cultura (Figura 2), a precipitação total ocorrida no ano de 2016/2017 foi de 977,2 mm em comparação ao ano de 2018 que apresentou cerca de 1.210,55 mm.

CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada proporciona acréscimos significativos na massa de mil grãos e produtividade de grãos. A dose máxima de 180 kg ha⁻¹ de N, independente da fonte utilizada, ureia ou sulfato de amônia, promove maior peso de grãos e maior produtividade de grãos com aplicação do N em cobertura no estágio fenológico V₄.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allende-Montalbán, R., Martín-Lammerding, D., Delgado, M. M., Porcel, M. A., & Gabriel, J. L. (2022). Nitrate leaching in maize (*Zea mays* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) irrigated cropping systems

- under nitrification inhibitor and/or intercropping effects. *Agriculture*, 12: 1-18. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12040478>
- Bastos, E. A., Cardoso, J. M., Melo, F. B., Ribeiro, V. Q., & Andrade Júnior, A. S. (2008). Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. *Revista Ciência Agronômica*, 39: 275-280.
- Belasque Júnior, J. (2000). Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre dois híbridos de milho cultivados na “safrinha”. Dissertação, UNESP, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.
- Biscaro, G. A., Motomiya, A. V. A., Ranzi, R., Vaz, M. A. B., Prado, E. A. F., & Silveira, B. L. R. (2011). Desempenho do milho safrinha irrigado submetido a diferentes doses de nitrogênio via solo e foliar. *Revista Agrarian*, 4: 10-19.
- Brasil, E. C., Cravo, M. S., & Viégas, I. J. M. (2020). Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará: (2a ed) Brasília: Embrapa.
- Carmo, M. S., Cruz, S. C. S., Souza, E. J., Campos, L. F. C., & Machado, C. G. (2012). Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (*Zea mays* convar. *saccharata* var. *rugosa*). *Bioscience Journal*, 28: 223-231.
- da Silva, E. C., Buzetti, S., Guimarães, G. L., Lazarini, E., & Sá, M. E. (2005). Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo vermelho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29: 353-362. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832005000300005>
- EMBRAPA (2018). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: (5a ed). Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solos.
- Fancelli, A. L., & Dourado Neto, D. (2000). Produção de milho. Guaíba: Agropecuária.
- Fernandes, F. C. S., Buzetti, S., Arf, O., & Andrade, J. A. C. (2005). Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 4: 195-204. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v4n02p%25p>
- Ferreira, D. F. (2019). Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 37: 529-535. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- Fornasieri Filho, D. (2007). Manual da cultura do milho. Jaboticabal: Editora Funep.
- Goes, R. J., Rodrigues, R. A. F., Takasu, A. T., & Arf, O. (2014). Fontes e doses de nitrogênio em cobertura para a cultura do milho em espaçamento reduzido. *Revista Agrarian*, 7: 257-263.
- KluthcouskI, J., Fancelli, A. L., Dourado Neto, D., Ribeiro, C. M., & Ferraro, L. A. (2000). Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. *Scientia Agricola*, 57: 97-104. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000100016>
- Lange, A. (2006). Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho após cultivo da soja em sistema semeadura direta no cerrado. Tese, UNESP, Piracicaba, SP, Brasil.

- Lopes, J. S., Lúcio, A. D., Storck, I., Damo, H. P., Brum, E., & Santos, V. J. D. (2007). Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. *Ciência Rural*, 37: 1536-1542. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000600005>
- Lucas, F. T., Borges, B. M. M. N., & Coutinho, E. L. M. (2019). Nitrogen fertilizer management for maize production under tropical climate. *Agronomy Journal*, 111: 2031-2037. DOI: <https://doi.org/10.2134/agronj2018.10.0665>
- Ohland, R. A. A., Souza, L. C. F., Hernani, L. C., Marchetti, M. E., & Gonçalves, M. C. (2005). Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. *Ciência e Agrotecnologia*, 29: 538-544. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000300005>
- Okumura, R. S. (2012). Aspectos fitotécnicos e nutricionais do milho doce em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura. Tese, UEM, Maringá, Paraná, Brasil.
- Okumura, R. S., Mariano, D. C., & Zaccheo, P. V. C. (2011). Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, 4: 226-244. DOI: <https://doi.org/10.5777/PAeT.V4.N2.13>
- Okumura, R. S., Mota, F. F. A., Ferraz, Y. T., Mariano, D. C., Oliveira Neto, C. F., Viegas, I. J. M., Vieira, A. L. M., Brito, A. E. A., Franco, A. A. N., & Pedroso, A. J. S. (2018). Corn hybrids response to nitrogen rates at multiple locations in Brazilian Amazon. *Journal of Agricultural Science*, 10: 233-242. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v10n12p233>
- Oliveira, J. M. S., & Caires, E. F. (2003). Adubação nitrogenada em cobertura para o milho cultivado após aveia preta no sistema plantio direto. *Acta Scientiarum Agronomy*, 25: 351-357. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v25i2.1926>
- Penariol, F. G., Fornasieri Filho, D., Coicev, L., Bordin, L., & Farinelli, R. (2003). Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 2: 52-60. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v2n02p%25p>
- Prado, R. M. (2021). Mineral nutrition of tropical plants. Springer Nature.
- Ritchie, S. W., Hanway, J. J., & Benson, G. O. (1993). How a corn plant develops: (Special report, 48). Ames: Iowa State University of Science and Technology.
- Sheikhi, J., Hosseini, H. M., Etessami, H., & Majidi, A. (2020). Nitrification and abundance of nitrifier bacterial as effected by inhibitor 3,4-Dimethylpyrazole phosphate (DMPP) in five different soils. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 9: 25-46. DOI: <https://doi.org/10.22069/EJSMS.2020.16310.1874>
- Simão, E. P., Resende, A.V., Gontijo Neto, M. M., Borghi, E., & Vanin, A. (2018). Resposta do milho safrinha à adubação em duas épocas de semeadura. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 17: 76-90. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v17n1p76-90>

- Souza, L. C., Monteiro, G. G. T. N., Marinho, R. K. M., Souza, E. F. L., & Oliveira, S. C. F., Ferreira, A. C. S., Oliveira Neto, C. F., Okumura, R. S., & Silva, G. P. (2022). Growth and physiology of maize plants subjected to water deficit and to different brassinosteroid and *Azospirillum* concentrations. *Australian Journal of Crop Science*, 16: 357-364. DOI: <https://doi.org/10.21475/ajcs.22.16.03.p3381>
- Von Pinho, R. G., Gross, M. R., Steola, A. G., & Mendes, M. C. (2008). Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema plantio direto na região sudeste do Tocantins. *Bragantia*, 67: 733-739. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000300023>
- Zhang, W., Liang, Z., He, X., Wang, X., Shi, X., Zou, C., & Chen, X. (2019). The effects of controlled release urea on maize productivity and reactive nitrogen losses: A meta-analysis. *Environmental Pollution*, 246: 559-565. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.12.059>

Índice Remissivo

A

adubação, 36, 38, 40, 43
agroecologia, 69

C

cinética de dessecção, 6, 11

E

Economia, 21, 22

F

fertilizantes, 36

G

grãos, 38, 39, 40, 41, 42, 43

M

matéria orgânica, 81, 87
melhoramento genético, 46

P



produção, 36, 39, 42, 43

T

tabuleiro, 69

Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 74 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 50 organizações de e-books, 37 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

