

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
BACHARELADO EM AGRONOMIA
CLEISI KELLY CRUZ FERREIRA

CULTURA DO MILHO SOB DIFERENTES RECOMENDAÇÕES DE NUTRIENTES
E FORMAS DE APLICAÇÃO

CERES – GO
2021

CLEISI KELLY CRUZ FERREIRA

**CULTURA DO MILHO SOB DIFERENTES RECOMENDAÇÕES DE NUTRIENTES
E FORMAS DE APLICAÇÃO**

Trabalho de curso apresentado ao curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, sob orientação do Prof. Dr. Roriz Luciano Machado.

**CERES – GO
2021**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

FF383c Ferreira, Cleisi kelly Cruz
 CULTURA DO MILHO SOB DIFERENTES RECOMENDAÇÕES DE
NUTRIENTES E FORMAS DE APLICAÇÃO / Cleisi kelly Cruz
Ferreira; orientador Roriz Luciano Machado. --
Ceres, 2021.
 16 p.

 TCC (Graduação em bacharelado em agronomia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2021.

 1. Fertilidade do solo. 2. NPK. 3. Parcelamento.
4. Zea mays. I. Machado, Roriz Luciano , orient. II.
Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Clivsi Kelly Cruz Ferreira

Matrícula: 2015103200210201

Título do Trabalho: Cultura de milho sob diferentes recomendações de nutrientes e formas de aplicação

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ceres - GO 12/08/2021
Local Data

Clivsi Kelly Cruz Ferreira
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Doriz Luciano Machado
Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos trinta dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte e um, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso da acadêmica Cleisl Kelly Cruz Ferreira, do Curso de Bacharelado em Agronomia, matrícula 2015103200210201, cujo título é "Desempenho do milho sob diferentes recomendações de nutrientes e formas de aplicação". A defesa iniciou-se às 9 horas e 3 minutos, finalizando-se às 10 horas e 44 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO com média 7,5 no trabalho escrito, média 7,5 no trabalho oral, apresentando assim, média aritmética final de 7,5 pontos, estando a estudante APTA para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, a estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

(Assinado Eletronicamente)
Roriz Luciano Machado

(Assinado Eletronicamente)
Antonio Evami Cavalcante Sousa

(Assinado Eletronicamente)
Willian Henrique Diniz Buso

Documento assinado eletronicamente por:

- Willian Henrique Diniz Buso, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 30/07/2021 10:49:13.
- Antonio Evami Cavalcante Sousa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 30/07/2021 10:47:58.
- Roriz Luciano Machado, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 30/07/2021 10:47:02.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 25/07/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 293163
Código de Autenticação: a580ac3e57



*Dedico este trabalho a minha família, amigos e todos que
contribuíram para a sua realização.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me guiado e me abençoado por todos os momentos de minha vida, tendo força para nunca desistir dos meus sonhos.

A minha mãe e minhas irmãs e demais familiares, por contribuírem direta e indiretamente na minha formação de Bacharel em Agronomia e acima de tudo como pessoa.

Ao professor orientador Dr. Roriz Luciano Machado pelos ensinamentos, amizade e paciência.

Aos demais servidores do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, pelo afeto e responsabilidade que atribuíram.

“Se for duvidar, duvide de seus limites, nunca do seu potencial”.

Autor desconhecido

RESUMO

A forma de aplicação e o tipo de parcelamento de nutrientes podem contribuir para aumentar a produtividade na cultura do milho. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de milho sob diferentes recomendações/parcelamentos de adubação e formas de aplicação. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, sendo 2 formas de aplicação e 3 recomendações, com 4 repetições. As parcelas foram a forma de aplicação: a lanço e localizada, e as subparcelas, as recomendações (ADU1, ADU2 e ADU3). A ADU1 foi 100% de P e 50% do N e K na semeadura, e a outra metade do N e K, em cobertura. A ADU2 consistiu de 100 % de P e 12% e 85 % de N e K, e o restante de N e K, em cobertura. O ADUB 3 equivaleu ao parcelamento ADU1 com omissão do fósforo (0%). As variáveis avaliadas foram: altura da primeira espiga (AP), altura da planta (AE), diâmetro do colmo (DC), diâmetro de espiga (DE) comprimento da espiga (CE), número de espiga por planta (NEP), número de fileiras de grãos (NFG), número de grãos por fileira (NGPF), massa de 1000 grãos (MMG) e produtividade (PROD). As variáveis AE, CE, NEP, NGPF e MMG não foram influenciadas pelos tratamentos. Apenas DC apresentou interação recomendação/parcelamento x formas de aplicação significativa com melhor resposta para ADUB2 localizada e ADUB1 a lanço. A ADUB2 foi 6,5% maior que ADU1 e 17,7% maior que ADU3 na PROD para fator isolado adubação/parcelamento. AP também apresentou comportamento semelhante. DE e NFG foram influenciados pelo fator aplicação, com maiores médias para aplicação localizada. A aplicação localizada tende a apresentar melhor resposta de produtividade para todos parcelamentos testados. ADUB1 tende a aumentar 2,7 sacas/ha que as demais quando a lanço e a ADUB2 21,9 sacas/ha quando localizada nas condições do estudo.

Palavras-chave: Fertilidade do solo. NPK. Parcelamento. *Zea mays*.

ABSTRACT

The form of application and the type of nutrient splitting can contribute to increase productivity in corn crop. The objective of this work was to evaluate the performance of corn under different fertilizer recommendations/plots and application forms. The experimental design used was completely randomized in split plots, with 2 forms of application and 3 recommendations, with 4 repetitions. The plots were the form of application: the broadcast and localized, and the subplots, the recommendations (ADU1, ADU2 and ADU3). ADU1 was 100% P and 50% N and K at sowing, and the other half of N and K, in top dressing. ADU2 consisted of 100% P and 12% and 85% N and K, and the remainder of N and K, in topcoat. ADUB 3 was equivalent to the ADU1 installment plan with omission of phosphorus (0%). The variables evaluated were: first ear height (AP), plant height (AE), stem diameter (DC), ear diameter (DE), ear length (EC), number of ear per plant (NEP), number of grain rows (NFG), number of grains per row (NGPF), 1000 grain mass (MMG) and yield (PROD). Variables AE, CE, NEP, NGPF and MMG were not influenced by the treatments. Only DC showed significant interaction recommendation/installment x application forms with better response for localized ADUB2 and broadcast ADUB1. ADUB2 was 6.5% greater than ADU1 and 17.7% greater than ADU3 in PROD for single factor fertilization/parceling. AP also showed similar behavior. DE and NFG were influenced by the application factor, with higher averages for localized application. The localized application tends to present better productivity response for all tested installments. ADUB1 tends to increase 2.7 sacks/ha than the others when broadcasting and ADUB2 21.9 sacks/ha when located under the conditions of the study.

Keywords: Soil fertility. NPK. Installment. *Zea mays*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados da análise química e física de amostras de solo da área experimental na profundidade de 0 a 0,20 m.....	06
Tabela 2 – Quantidade de nutrientes em função da recomendação geral e do parcelamento adotado.....	07
Tabela 3 – Resumo da ANOVA (quadrado médio) para AP, AE, DC, NE, CE, DE, NEP, NFG, NGPF, MTG, MMG e PROD, para as diferentes recomendações e formas de aplicação de fertilizantes na cultura do milho.....	08
Tabela 4 – Desdobramento da interação formas de aplicação x adubação para o atributo DC (mm)	10
Tabela 5 – Médias de diâmetro de espiga DE (mm), número de fileira de grãos (NFG) para o fator formas de aplicação	10
Tabela 6 – Valores médios de altura de planta AP (m) e produtividade PROD (kg ha ⁻¹) para diferentes recomendações	11
Tabela 7 – Produtividade de milho para as diferentes recomendações e formas de aplicação.....	12

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	01
REVISÃO DE LITERATURA	02
MATERIAL E MÉTODOS	06
RESULTADOS E DISCUSSÃO	08
CONCLUSÕES	12
REFERENCIAS	13

INTRODUÇÃO

Para a atual safra, 2020/21, estima-se um volume de 260,8 milhões de toneladas de grãos. O atraso no plantio das culturas de primeira safra, aliado ao comportamento climático irregular, impactaram negativamente o potencial produtivo das culturas de segunda safra, sobretudo do milho (*Zea mays*), resultando em alterações significativas na produtividade (CONAB, 2021).

Com o aumento de produtividade de grãos, diante de extensas áreas de cultivo e do curto espaço de tempo para a realização da semeadura do milho, os produtores têm buscado incorporar novas tecnologias que visem à redução de custos, com otimização de mão de obra e maior rendimento operacional. O conhecimento dos custos de produção em uma propriedade rural possibilita verificar a rentabilidade, a lucratividade e a eficiência do sistema de produção adotado pelo produtor rural (RICHETTI, 2016).

A adubação antecipada da cultura de verão com fertilizantes fosfatados e potássicos a lanço e em superfície é uma das técnicas que vem se expandindo como forma de agilizar as práticas na lavoura, ou seja, melhorar o rendimento operacional e também a utilização de mão de obra em períodos mais ociosos (PAVINATO; CERETTA, 2004).

Embora haja aumento no rendimento operacional, a adubação de semeadura feita a lanço pode afetar a produtividade de grãos de milho, pois proporciona menor aproveitamento efetivo da adubação em relação à forma tradicionalmente utilizada, ou seja, a localizada. O fósforo é o nutriente mais importante nesse aspecto devido sua baixa mobilidade e alta suscetibilidade ao sequestro nas argilas 1:1 e grupo óxido o que pode limitar o crescimento vegetativo e o desenvolvimento do sistema radicular das plantas (PERON, 2018).

Nesse sentido, a combinação de diferentes recomendações de adubação (plantio/cobertura) e os diferentes métodos de aplicação pode contribuir para aumento de produtividade da cultura do milho. O objetivo, neste trabalho, foi avaliar a cultura do milho sob diferentes recomendações de adubações e formas de aplicação de fertilizantes.

REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil é o 4º maior produtor de grãos (arroz, cevada, soja, milho e trigo) do mundo, atrás apenas da China, Estados Unidos e Índia, sendo responsável por 7,8% da produção mundial. Em 2020, produziu 239 milhões e exportou 123 milhões de toneladas de grãos. Nesse mesmo ano os produtores brasileiros de milho exportaram 38 milhões toneladas, ou seja, 19,8% das exportações totais do produto, sendo o 2º maior exportador do grão, atrás apenas dos Estados Unidos. Apenas no ano passado, as exportações nacionais de milho somaram US\$ 6 bilhões (CONAB, 2021).

O Brasil deverá produzir 114 milhões de toneladas de milho na safra 2021/22, segundo informações do boletim Gain Report, de adidos do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA,2021). O volume deve superar as 105 milhões de toneladas esperadas na temporada 2020/21. A área a ser colhida deve ficar em 20 milhões de hectares de milho, acima dos 19,5 milhões de hectares previstos na temporada (2020/21).

Grande parte da produção de milho destina-se à alimentação animal. Setores como a avicultura e a suinocultura têm grande dependência do grão, que é utilizado como principal fonte energética para a produção de carne e derivados. As porcentagens de milho na composição da alimentação de aves e suínos chegam a 65%, e na pecuária de leite, em torno de 23% das rações são compostas por milho, demonstrando a importância do grão para a nutrição e a produção de proteína de origem animal (CONAB, 2017).

Para que o milho expresse seus níveis máximos de produtividade, depende de vários fatores dentre eles, da nutrição a qual depende do manejo adequado da fertilidade do solo. O equilíbrio nutricional e o fornecimento de nutrientes na quantidade e no momento adequados permitem maximizar a expressão do potencial produtivo, além de diminuir as perdas no sistema, principalmente tratando-se do nitrogênio (SILVA, 2016).

As fontes de adubo nitrogenado, quando aplicadas a lanço sob os solos de cerrado, especialmente a ureia, sofrem várias perdas por volatilização, sobretudo nas condições edafoclimáticas das maiores regiões produtoras de milho do país. Portanto, uma estratégia para minimizar essas perdas seria o parcelamento da aplicação e a incorporação ao solo da adubação nitrogenada, com sincronização entre as

aplicações e os períodos de alta demanda de nutrientes (CANTARELLA; MARCELINO, 2008).

O fósforo é um nutriente de baixa mobilidade no solo, tendo a difusão como principal mecanismo de transporte da solução do solo até as raízes das plantas. Além das perdas relacionadas à fixação, ocorrem também possíveis perdas por precipitação com os íons Fe^{+3} , Al^{+3} e Mn^{+2} , por meio da formação de fosfatos insolúveis (CASTRO et al., 2016; COSTA et al., 2006).

A absorção de potássio pelo milho aumenta exponencialmente de acordo com o aumento no crescimento vegetativo, destacando-se o primeiro pico de absorção, de 282 kg ha⁻¹ em média, no estágio fenológico 3 (aproximadamente 52 dias após emergência). Sendo assim, a disponibilidade do nutriente, por meio da adubação é fundamental. São necessários de 21,3 a 23,2 kg de K para a produção de uma tonelada de grãos (PINHO et al., 2009; SILVA, 2016). A maneira como os nutrientes ficam disponíveis para as plantas no perfil do solo é determinada pelo método de adubação empregado. A adubação pode ser realizada no sulco de semeadura, ou a lanço, feita sobre a superfície do solo, sem a necessidade de incorporação do fertilizante (COELHO, 2008; RESENDE et al., 2012).

A aplicação de adubo de forma localizada, principalmente na semeadura é o método mais tradicional. Isso devido ao maior sucesso na absorção de P pelas culturas, frente aos baixos níveis de P disponível devido ao alto potencial dreno de P das argilas 1:1 e grupo óxidos que predominam nos solos de cerrado das grandes regiões produtoras de grãos nesse bioma (BERTOLINI, 2008).

Nesse sentido, há busca constante pelo aumento de eficiência no sistema de produção como a melhor recomendação de adubação e o melhor método de aplicação sobre o desenvolvimento e produtividade de grãos na cultura do milho.

Parcelamento de Nitrogênio

A época de aplicação do nitrogênio (N) tem grande influência no aproveitamento deste nutriente pela cultura do milho. Os fertilizantes nitrogenados podem ser aplicados, ao solo, via sulco de semeadura e/ou a lanço em superfície, dependendo da quantidade a ser aplicada, das condições do solo e do clima e do tipo de sistema de produção (KAPPES et al., 2013).

Tendo em vista toda a complexidade do manejo da adubação nitrogenada, a regra geral é de que esta seja parcelada: normalmente, uma parte da dose recomendada é aplicada no sulco, por ocasião da semeadura, e o restante é aplicado a lanço em superfície, após a emergência das plantas em uma, duas ou mais aplicações de cobertura, conforme estádios de desenvolvimento da planta. Esta estratégia de parcelamento da aplicação permite diminuir as perdas por lixiviação após a semeadura e maior coincidência com as fases de maior necessidade das culturas (CERETTA et al., 2007).

A antecipação da cobertura nitrogenada, destinada à cultura do milho, aplicada na semeadura da planta ou em pré-semeadura do milho tem sido estudada e os resultados de produtividade de grãos podem apresentar similaridade com a aplicação em cobertura (LANGE et al., 2010).

Wolschick et al. (2003) comparando diferentes épocas de aplicação de N na cultura do milho observaram menor rendimento de grãos nos tratamentos que receberam adubação antecipada de N em relação aos tratamentos com parcelamento da adubação nitrogenada. Isso provavelmente ocorreu porque a dose de N utilizada em pré-semeadura foi inferior à quantidade utilizada no referido trabalho, bem como, pelo maior intervalo de tempo entre a aplicação de N e a semeadura.

Aplicando 175 kg ha⁻¹ de N em pré-semeadura e 125 kg ha⁻¹ de N parcelados em três vezes, Varshney et al. (1993) não observaram diferença no rendimento de grãos. Segundo os autores, esses resultados obtidos indicam que a aplicação parcelada de quantidades menores de N durante o ciclo de desenvolvimento da cultura não reduz o rendimento de grãos em relação à aplicação antecipada de N, podendo ocorrer, na aplicação parcelada, diminuição da lixiviação potencial de nitrato para as águas subterrâneas, principalmente em anos com excesso de precipitações pluviais.

Formas de aplicação de fósforo

A aplicação dos fertilizantes é comumente realizada em duas formas diferentes: a adubação a lanço e a adubação na linha de semeadura.

A adubação a lanço consiste na aplicação parcial ou total dos fertilizantes na quantidade requerida, em uma cultura, na área total que será utilizada para o cultivo da cultura, acelerando o processo de semeadura. Esse método de adubação, tem-se

mostrado eficiente em sistemas de plantio direto, em que os teores de P estão em faixas adequadas no solo, proporcionando a manutenção desse nutriente (Nunes, 2010).

A aplicação a lanço pode apresentar algumas desvantagens à cultura e nas áreas em que é realizada. Segundo Barbosa et al. (2015), quando o fósforo é aplicado a lanço concentra-se na camada superficial do solo (0 - 2,5 cm), limitando a sua distribuição vertical no perfil. Isso pode acarretar na concentração de raízes da cultura apenas na superfície, e com isso, os períodos em que a planta estará sob estresse hídrico poderá ser maior, pois as suas raízes terão menor volume em profundidade de solo explorado.

Já a adubação em linha consiste na distribuição do fertilizante ao mesmo tempo que a semente, direcionado à linha de semeadura, e aplicado ligeiramente ao lado e a baixo da semente. Esse modo de aplicação é recomendado para casos em que as doses de P_2O_5 , sejam inferiores a 100 kg ha^{-1} . Já na adubação tida como convencional, os adubos fosfatos e/ou adubos formulados contendo fontes de fósforo são colocados no sulco de semeadura e sofrem menor adsorção específica pelos solos, o que não limita a difusão entre nutriente e plantas, mas pode limitar o desenvolvimento do sistema radicular, que se concentra na própria linha de semeadura (NUNES, 2014).

Porém, aplicação de elevada quantidade de fertilizante, na forma localizada, implica em maior número de abastecimento da semeadura/adubadora, influenciado diretamente em sua capacidade operacional, aumentando consideravelmente o tempo de plantio, sendo esta, uma das maiores desvantagens ao produtor (COUTO, 2018).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, próximo à estação meteorológica (15°20'54,764"S e 49°36'03,403"W, 578,14 m de altitude), Rodovia GO - 154 - km 3, S/N - Zona Rural, Ceres – GO. O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen- Geiger é do tipo Aw, clima tropical com estação seca no inverno (Cardoso & Marcuzzo 2014).

O preparo do solo foi do tipo convencional, com uma gradagem aradora e duas de nivelamento. A semeadura foi realizada manualmente no dia 25 de novembro de 2017. O híbrido de milho utilizado foi o comercial DKB 290 PRO3, considerado de alto potencial produtivo, ciclo precoce e de alto investimento tecnológico.

A adubação utilizada foi a recomendada de acordo com a análise de terra (tabela 1) que resultou na recomendação de 110, 100 e 40 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

Tabela 1. Resultados da análise química e física de amostras de solo da área experimental na profundidade de 0 a 0,20 m

Prof. (cm)	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	K	Areia	Silte	Argila
cmol _c dm ⁻³g kg ⁻¹		
0-0,20	-	2,15	1,27	0	2,63	0,23	253	204	543
	P Mehlich	K	MOS	C	pH _{CaCl2}	V	CTC		
mg dm ⁻³g kg ⁻¹		-%.....	.cmol _c dm ⁻³		
	4,4	91,0	16,80	9,74	5,2	58	6,28		

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com parcelas subdivididas com 4 repetições. Os tratamentos consistiram na variação das doses de semeadura e cobertura (recomendações), bem como, a forma de aplicação dos fertilizantes. Portanto, as parcelas foram o fator forma de parcelamento plantio/cobertura (ADUB1, ADUB2 e ADUB3), e as subparcelas, a forma de aplicação: a lanço e localizada. A descrição do fator parcelamento encontra-se na Tabela 2.

Cada parcela experimental foi constituída por 4 linhas de 5 metros, com espaçamento entre linhas de 0,50 metros. A semeadura foi realizada manualmente e após 13 dias realizou-se o desbaste para 3 plantas/metro perfazendo 60000 plantas ha⁻¹.

A adubação de cobertura foi realizada aos 20 dias após a germinação (DAG), ou seja, estágio vegetativo (V4) com emissão de 4 a 6 folhas. Foi utilizado para cobertura ureia e cloreto de potássio para todos os tratamentos. Para T1 e T3, foi aplicado 123 kg de ureia e 34 kg de cloreto de potássio por hectare. Para T2, foi aplicado 214 kg de ureia e 10 de cloreto de potássio por hectare (Tabela 2).

Tabela 2. Quantidade de nutrientes em função da recomendação geral e do parcelamento adotado

Adubação	N	P₂O₅	K₂O
ADUB1	50%	100%	50%
ADUB2	12%	100%	85%
ADUB3	50%	0	50%
ADUB1			
Plantio (kg ha ⁻¹)	55	100	20
Cobertura (kg ha ⁻¹)	55	0	20
ADUB2			
Plantio (kg ha ⁻¹)	13,2	100	34
Cobertura (kg ha ⁻¹)	96,8	0	6
ADUB3			
Plantio (kg ha ⁻¹)	55	0	20
Cobertura (kg ha ⁻¹)	55	0	20

As análises e coletas de dados foram realizadas nas duas linhas centrais em 2 metros lineares. As variáveis avaliadas foram: altura da primeira espiga (AP), altura da planta (AE), diâmetro do colmo (DC), diâmetro de espiga (DE), comprimento da espiga (CE), número de espiga por planta (NEP), número de fileiras de grãos (NFG), número de grãos por fileira (NGPF), massa de 1000 grãos (MMG) e produtividade (PROD).

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância no software estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme Tabela 3 apenas o atributo diâmetro do colmo (DC) teve interação recomendação de adubação x forma de aplicação dos fertilizantes significativa. Já os atributos diâmetro de espiga (DE) e número de fileiras de grãos (NFG), foram influenciados pelo fator isolado forma de aplicação. Já para as variáveis altura da primeira espiga (AP) e produtividade (PROD) o fator isolado adubação apresentou diferença estatística. Para as demais variáveis testadas não houve efeito significativo dos tratamentos testados.

Tabela 3. Resumo da ANOVA (quadrado médio) para altura da planta (AE), altura da primeira espiga (AP), diâmetro do colmo (DC), comprimento da espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), número de espiga por planta (NEP), número de fileiras de grãos (NFG), número de grãos por fileira (NGPF), massa de 1000 grãos (MMG) e produtividade (PROD), para as diferentes recomendações e formas de aplicação de fertilizantes na cultura do milho

FV	GL	AP	AE(cm)	DC(mm)	CE(cm)	DE(mm)
APL	1	0,17 ^{ns}	0,16 ^{ns}	3,37 ^{ns}	1,04 ^{ns}	15,04*
Erro 1	3	0,06	0,05	2,81	0,70	0,60
ADUB	2	0,88*	0,16 ^{ns}	9,04**	0,50 ^{ns}	9,88 ^{ns}
APL X ADUB	2	0,04 ^{ns}	0,16 ^{ns}	5,37**	0,16 ^{ns}	0,79 ^{ns}
Erro 2	15	0,16	0,06	0,69	0,94	4,83
Total corrig.	23	-	-	-	-	-
CV 1	-	10,48	21,76	8,11	4,91	1,52
CV 2	-	17,53	21,76	4,0	5,67	4,32

Continuação Tabela 3...

FV	NEP	NFG	NGPF	MMG	PROD
APL	0,003 ^{ns}	1,50*	0,67 ^{ns}	776,12 ^{ns}	6837337,50 ^{ns}
Erro 1	0,011	0,06	2,78	514,10	1118821,94
ADUB	0,002 ^{ns}	0,12 ^{ns}	2,38 ^{ns}	979,86 ^{ns}	4223871,17*
APL X ADUB	0,029 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,54 ^{ns}	629,08 ^{ns}	1319734,50 ^{ns}
Erro 2	0,014	0,86	5,44	1241,76	911006,21
Total corrig.	-	-	-	-	-
CV 1 (%)	11,11	1,41	5,01	6,63	11,82
CV 2 (%)	12,38	5,52	7,02	10,31	10,67

* Significativo pelo teste F a 5%. ** Significativo pelo teste F a 1%. ^{ns} Não significativo

A seguir são discutidas a seguir as variáveis cuja a interação adubação x aplicação foi significativa, bem como, variáveis que tiveram os fatores isolados aplicação e adubação significativos ou apenas um deles.

Observa-se que para diâmetro do colmo (DC) quando a adubação foi localizada a ADUB2 apresentou melhor resposta, e quando foi a lanço, a ADUB1 foi superior em relação às demais (Tabela 4). Provavelmente isso está relacionado ao nitrogênio e fósforo. No primeiro caso, pode ser devido à menor perda de N já que a maior proporção da dose total foi aplicada em cobertura em fase de maior absorção de nutrientes pela cultura acarretando melhor aproveitamento. Já no segundo caso o melhor suprimento de N no início pode ter contrabalanceado a menor disponibilidade de P em profundidade da aplicação a lanço por esse ser pouco móvel no solo.

De acordo com Peron (2018), quando se realiza a aplicação de P de forma localizada em relação a aplicação a lanço, o fósforo é transportado da solução do solo para as raízes por difusão, que é altamente dependente da umidade do solo. Quando a adubação de semeadura é realizada a lanço e há ocorrência de “veranicos” (períodos de baixíssima ou nenhuma precipitação), como ocorre mais frequentemente na safrinha, haverá menor umidade nas camadas mais superficiais do solo dificultando o processo de difusão.

Tabela 4. Desdobramento da interação formas de aplicação x adubação para o atributo diâmetro do colmo (mm)

Tratamento	Lanço	Localizado
ADUB1	22,0 Aa	21,0 abA
ADUB2	20,0 Bb	22,2 aA
ADUB3	19,0 Ba	20,0 bA

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de significância.

Observa-se que em relação a diâmetro de espiga (DE) houve diferenças estatísticas entre as formas de aplicação apresentando maior média a aplicação localizada. Ferreira et al. (2013) trabalhando com diferentes doses crescentes de N encontrou maiores médias à dose de 100 kg ha⁻¹ de N com a média de 44,1 mm, resultado esse, inferior ao obtido no presente trabalho.

Em relação a variável número de fileiras de grãos (NFG), que foi significativa no fator isolado forma de aplicação, a localizada também apresentou maiores resultados (3%) que a lanço (tabela 5), assim como para diâmetro de espiga (DE).

Godoy et al. (2011) observaram aumento do número de fileira grãos em doses crescentes de nitrogênio de até 130 kg ha⁻¹, o que evidencia a resposta positiva do número fileira de grãos à adição de doses de N. Por outro lado, maiores doses de P não influenciaram o número de grãos por fileira. Zucareli et al. (2011) também não observaram incremento do número de grãos na fileira quando houve a elevação da dose de 40 para 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Tabela 5. Médias de diâmetro de espiga (DE) e número de fileira de grãos (NFG) para o fator formas de aplicação

Tratamento	DE(mm)	NFG
Lanço	50,08 b	16,50 b
Localizada	51,66 a	17,00 a

Diâmetro de espiga (DE) número de fileiras de grãos (NFG). Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 1% de significância.

Conforme apresentado na Tabela 6, em relação ao fator isolado adubação (média das formas de aplicação) para produtividade houve maior rendimento na ADUB2 com produtividade de 9.627 kg ha⁻¹, alcançado com a aplicação de 110 kg ha⁻¹ de N. A adubação com maior proporção de N em cobertura (ADUB2) foi 6,5 % maior que 50% de N e K em plantio/cobertura (ADUB1) e 17,7 % quando nessa última se omitiu o fósforo (ADUB3), notadamente neste caso, podendo ter ocorrido lei do mínimo (tabela 7). A Sichoeki et al. (2014) obtiveram rendimento máximo estimado de 7.550 kg ha⁻¹, alcançado com aplicação de 150 kg de N, resultado esse inferior ao do presente estudo.

Torbert et al. (2001) relataram incremento na produção de grãos de milho com a adubação de até 168 kg ha⁻¹ de N em anos chuvosos. Em anos com precipitação insuficiente, a aplicação de nitrogênio pode não propiciar resultados satisfatórios.

A disponibilidade de fósforo também pode ter colaborado para o aumento da absorção de nitrogênio, conforme observado por Alves et al. (1998). O fósforo, por estar envolvido na maioria dos processos de transferência de energia metabólica, regulação das reações enzimáticas e alongamento radicular, pode vir a proporcionar condições para que ocorra a maior absorção de N (Dordas et al., 2009).

Tabela 6. Valores médios de Altura de Planta (AP) e Produtividade (PROD) para diferentes recomendações

Tratamento	PROD (kg ha ⁻¹)	AP(cm)
ADUB1	9036,50 ab	2,12 b
ADUB2	9627,25 a	2,61 a
ADUB3	8182,00 b	2,00 b

Produtividade de massa seca (PROD) e Altura de planta (AP). Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey

O produtor rural é o principal beneficiado das pesquisas com forma de adubação e aplicação visando sempre diminuir custos e aumentar a sua produtividade. Pensando nisso deve-se sempre adotar adubação que dê maior número de sacas por hectare gastando pouco. Para produtividade, embora não tenha tido diferenças estatísticas para a interação recomendações x formas de aplicação, a ADUB1 tendeu em apresentar melhor resultado na adubação a lanço com 1,5 %

superior a ADUB2 (Tabela 7). Já ADUB2 mostrou-se muito satisfatória quando a adubação foi localizada com aumento 14,4% em relação a segunda melhor (ADUB1), o que corresponde a aumento de 21,9 sacas por hectare de milho, o que na prática é muito relevante. Independente da forma de adubação/parcelamento, a forma localizada tendeu em resultar melhor produtividade que a lanço para todos parcelamentos o que pode justificar o seu uso. Esse resultado corrobora com o discutido na tabela 6.

Tabela 7. Produtividade de milho para as diferentes recomendações e formas de aplicação

Tratamento	Lanço	Localizado
ADUB1	8971,0 Aa	9102,0 aA
ADUB2	8836,5 Aa	10418,0 aA
ADUB3	7437,0 Aa	8927,0 aA

Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey

CONCLUSÕES

Altura da espiga, comprimento da espiga, número de espiga por planta, número de grãos por fileira e a massa de 1000 grãos não são influenciados pelo tipo de adubação e forma de aplicação nas condições do estudo.

Para diâmetro de colmo a resposta de adubação depende da forma de aplicação de fertilizantes com maiores médias para ADUB2 localizada e ADUB1 a lanço.

O diâmetro de espiga e número de fileiras de grãos são influenciados apenas pela forma de aplicação de nutrientes com maior resposta para a localizada.

A adubação ADUB2 proporciona maiores médias de altura de plantas e produtividade de grãos, independentemente da forma de aplicação.

A aplicação localizada demonstra maior disponibilidade de nutrientes para a cultura evidenciado pela tendência de aumento de produtividade em todos

parcelamentos testados. ADUB1 tende aumentar 2,7 sacas/ha que as demais quando a lanço e a ADUB2 21,9 sacas/ha quando localizada nas condições do estudo.

REFERÊNCIAS

ALVES, V. M. C.; MAGALHÃES, J. V. D.; NOVAIS, R. F. D.; BAHIA FILHO, A. F. D. C.; OLIVEIRA, C. A. D.; FRANÇA, C. C. D. M. Localização de fósforo e de nitrogênio afetando os parâmetros cinéticos de absorção de nitrogênio em milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.10, p.197- 201, 1998.

BARBOSA; N.C.; ARRUDA, E.M.; BROD, E.; Hamilton Seron PEREIRA, H.S. **Distribuição vertical do fósforo no solo em função dos modos de aplicação**. Biosci. J., Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 87-95, Jan./Feb. 2015.

BERTOLINI, E. V. Antecipação da adubação de semeadura do milho em dois sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 2355-2366, dez. 2008.

CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n. 122, p. 12-14, 2008.

CARDOSO, MRD, MARCUZZO FFN. 2014. Climate classification of Köppen-Geiger for the State of Goiás and the Federal District. *ACTA Geográfica*. 8 (16): 40-55.

CASTRO, G. F. de et al. Adubação fosfatada a lanço em culturas anuais sob sistema de semeadura direta. **Revista Agrogeoambiental**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, dez. 2016. Disponível em: <<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/824>>. Acesso em: 15 maio. 2021.

CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; PAVINATO, A. Manejo da adubação. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. p. 851-872.

COELHO, A. M. Nutrição e adubação do milho. In: CRUZ, J. C. et al. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2008. cap. 6, p. 131-157.

Companhia Nacional de abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. CONAB. Brasília, v.8,n 10,2021.Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 02 agosto 2021.

Companhia Nacional de abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. CONAB. Brasília, v.6,n 10,2021.Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 02 agosto 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Décimo segundo levantamento:** v. 4, safra 2016/17, n. 12, setembro 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_12_10_14_36_boletim_graos_setembro_2017>. Acesso em: 15 maio. 2021.

COSTA, J. P. V. et al. Fluxo difusivo de fósforo em função de doses e da umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 828-835, 2006.

COUTO, Raphael Lopes do. **INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO-CAMPUS RIO VERDE PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS AGRONOMIA FONTES E FORMAS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO SOBRE SUAS FRAÇÕES NO SOLO E A PRODUTIVIDADE DA SOJA.** 2018. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_5/2019-07-31-11-24-0015-Tese-%20Raphael%20Lopes.pdf. Acesso em: 20 jul. 2021.

DORDAS, C. Dry matter, nitrogen and phosphorus accumulation, partitioning and remobilization as affected by N and P fertilization and source-sink relations. **European Journal Agronomy**, Philadelphia, v. 30, p. 129-139, 2009.

FERREIRA, Cibelle Christine Brito *et al.* **Desenvolvimento do Comprimento e Diâmetro das Espigas de Milho em Resposta a Doses Crescente de Nitrogênio.** 2013. Disponível em: <https://www.sbcs.org.br/cbcs2013/anais/arquivos/173.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2021.

GODOY, J. C. S. D.; WATANABE, S. H.; FIORI, C. C. L.; GUARIDO, R. C. Produtividade de milho em resposta a doses de nitrogênio com e se inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*. **Campo Digital**, Campo Mourão, v. 6, p. 26-30, 2011.

KAPPES, Claudinei *et al.* **PARCELAMENTO DA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO NO MILHO SAFRINHA EM SUCESSÃO À SOJA.** 2013. Disponível em: https://more.ufsc.br/homepage/inserir_homepage. Acesso em: 24 jun. 2021.

LANGE, Anderson *et al.* **Sulfato de amônio e uréia em cobertura no milho em semeadura direto Cerrado.** 2010. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rceres/a/6WYHr9d4v897yNPH53v7dhg/?lang=pt&format=pdf>.

Acesso em: 16 jul. 2021.

NUNES, R. S. **Eficiência de uso do fósforo em sistemas de manejo do solo e adubação fosfatada por um longo período**. 2014. 150 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo)-Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014.

NUNES, R.S. Distribuição do fósforo no solo sob dois sistemas de cultivo e diferentes manejos da adubação fosfatada. 2010.88p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010.

PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A. Fósforo e potássio na sucessão trigo/milho: épocas e formas de aplicação. *Ciências Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1779-1784, nov/dez. 2004.

PERON, Gustavo de Carvalho. **FORMAS DE ADUBAÇÃO DE SEMEADURA DE MILHO PARA AS SAFRAS DE VERÃO E SEGUNDA SAFRA**. 2018. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade Federal, Lavras-Mg, 2017. Cap. 1.

PINHO, R. G. von et al. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, p. 157-173, 2009.

RESENDE, A. V. de et al. **Fertilidade do solo e manejo da adubação NPK para alta produtividade de milho no Brasil Central**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2012. (Circular Técnica, 181).

SICHOCKI, Diego *et al.* **RESPOSTA DO MILHO SAFRINHA À DOSES DE NITROGÊNIO E DE FÓSFORO**. 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/106225/1/Resposta-milho.pdf>.

Acesso em: 11 jul. 2021.

SILVA, Carine Gregório Machado. **ABSORÇÃO E EXPORTAÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM MILHO TRANSGÊNICO SOB DOIS NÍVEIS DE INVESTIMENTO EM ADUBAÇÃO**. 2016. Disponível em:

[https://www.ufsj.edu.br/portal2-](https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppgca/Dissertacao%20Carine_18_08_2016.pdf)

[repositorio/File/ppgca/Dissertacao%20Carine_18_08_2016.pdf](https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ppgca/Dissertacao%20Carine_18_08_2016.pdf). Acesso em: 02 ago.

2021. RICHETTI, A. Viabilidade econômica da cultura da soja na safra 2016/2017, em Mato Grosso do Sul. Embrapa Agropecuária. 2016, 5p. (Comunicado técnico 211).

Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146045/1/COT2016211.pdf>>. Acesso em: 02 agosto 2021.

SILVA, G. N. da. **Sistemas de manejo e uso do solo sobre as frações e estoques de carbono e nitrogênio em Latossolo sob cerrado**. Lavras: Ed. UFLA, 2016.

TORBERT, H. A.; POTTER, K. N.; MORRISON, J. E. Tillage system, fertilizer nitrogen rate, and timing effect on corn yields in the Texas Blackland Prairie. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, p. 1119-1124, 2001.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Global agricultural information network**. Disponível em: <<http://atomicagro.com.br/brasil-pode-se-tornar-maior-produtor-mundial-de-milho>>. Acesso em: 15 maio. 2021.

VARSHNEY, P.; KANWAR, R.S.; BAKER, J.L. & ANDERSON, C.E. Tillage and nitrogen management effects on nitrate-nitrogen in the soil profile. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.*, 36:783-789, 1993.

WOLSCHICK, D. *et al.* **Adubação nitrogenada na cultura do milho no sistema plantio direto em ano com precipitação pluvial normal e com "El Niño"**. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/h8wmBWt3Y9Z9R94BQtHr9fx/?lang=pt>. Acesso em: 16 jul. 2021.

ZUCARELI, C.; CIL, I. R.; PRETE, C. E. C.; PRANDO, A. M. Eficiência agronômica da inoculação à base de *Pseudomonas fluorescens* na cultura do milho. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, p. 152-157, 2011.