

**ÉPOCA DE APLICAÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM CULTIVO
CONSORCIADO DE MILHO SAFRINHA E *Urochloa ruziziensis* EM CONDIÇÕES DE
CERRADO**

por

WERLEIS ALVES DINIZ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Rio Verde - GO

Agosto- 2024

**ÉPOCA DE APLICAÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM CULTIVO
CONSORCIADO DE MILHO SAFRINHA E *Urochloa ruziziensis* EM CONDIÇÕES DE
CERRADO**

por

WERLEIS ALVES DINIZ

Comitê de Orientação:

Orientador: Prof. Dr. José Milton Alves- IF Goiano - Campus Rio Verde

Coorientador: Prof. Dr. Lucas Anjos de Souza-IF Goiano - Campus Rio Verde

Rio Verde – GO

Agosto- 2024

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

D585e Diniz, Werleis Alves
 Época de aplicação da adubação fosfatada em cultivo
 consorciado com milho safrinha e Urochloa ruziziensis em condições
 de cerrado / Werleis Alves Diniz ; orientador José Milton Alves. -- Rio
 Verde, 2024.
 46 f.

 Dissertação (Mestrado em Bioenergia e Grãos) -- Instituto Federal
 Goiano, Campus Rio Verde, 2024.

 1. Zea Mays. 2. Adubação de sistemas. 3. Brachiaria. 4. Cultivo
 consorciado. I. Alves, José Milton. II. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 nº2376

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, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, 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 (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Werleis Alves Diniz

Matrícula:

2022102331540011

Título do trabalho:

ÉPOCA DE APLICAÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM CULTIVO CONSORCIADO DE MILHO SAFRINHA
E *Urochloa ruziziensis* EM CONDIÇÕES DE CERRADO

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 07 / 10 / 2024

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:

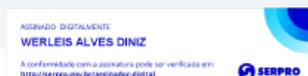
- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto 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;
- Que 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.

Rio Verde-GO

30 / 09 / 2024

Local

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente

gov.br

JOSE MILTON ALVES

Data: 02/10/2024 15:37:19-0300

Verifique em <https://validar.ifi.gov.br>



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

Ata nº 93/2024 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
ATA Nº 85 (OITENTA E CINCO)
BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte dias do mês de agosto do ano de dois mil e vinte e quatro, às 14h 30min (quatorze horas e trinta minutos), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada no Auditório Pavilhão da Pesquisa e Pós-Graduação do Campus Rio Verde, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **WERLEIS ALVES DINIZ**, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. José Milton Alves, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da Dissertação que, em 30 min, procedeu a apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, e procedidas as correções recomendadas, a Dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIOENERGIA E GRÃOS**, na área de concentração Agroenergia pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega à secretaria do PPGBG da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

Nome	Instituição	Situação no Programa
José Milton Alves	IF Goiano – Campus Rio Verde	Presidente
Aurélio Rúbio Neto	IF Goiano – Campus Rio Verde	Membro interno
Matheus Vinicius Abadia Ventura	IF Goiano – Campus Rio Verde	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- Matheus Vinicius Abadia Ventura, 2022102344060002 - Discente, em 19/09/2024 18:37:08.
- Aurelio Rubio Neto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/09/2024 23:32:53.
- Jose Milton Alves, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/09/2024 16:17:05.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 19/08/2024. 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: 624565

Código de Autenticação: 6571b0adbb



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000

DEDICATÓRIA

A Deus, a minha amada esposa e aos meus familiares. Agradeço a existência e apoio de vocês.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela força e perseverança durante a pós-graduação e pela vitória de finalizar o mestrado em Bioenergia e Grãos.

Ao meu orientador e Prof. Dr. José Milton Alves, pelo apoio, incentivo a minha pesquisa e pela oportunidade de poder desfrutar um pouco de seus conhecimentos.

Aos amigos Thais Gonçalves Veloso Gouveia e Madalena Arantes da Silva, que se empenhou ao máximo para me auxiliar no desenvolvimento e conclusão do meu projeto.

Aos amigos João Vitor e Abel dos Anjos, que se empenhou ao máximo para me auxiliar instalação do meu projeto.

Aos meus pais Manuel Alves Martins e Marlene Alves Diniz Martins, a minha esposa Fernanda de Souza Texeira, por estar sempre presente na minha vida e ser o estímulo para que eu alcançasse sucesso na minha vida profissional.

A toda minha família e colegas de trabalho que, de alguma maneira, ajudaram-me ao longo desses anos.

A todos os meus colegas de sala pelos anos de experiência que passamos juntos nesses dois anos, pelos momentos vividos, pelas agradáveis lembranças que nunca sairão do meu coração e pela eterna amizade consolidada entre todos nós.

Finalmente, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão desta pesquisa.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1 INTRODUÇÃO.....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5 CONCLUSÃO	31
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

ÉPOCA DE APLICAÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM CULTIVO CONSORCIADO DE MILHO SAFRINHA E *Urochloa ruziziensis* EM CONDIÇÕES DE CERRADO

por

WERLEIS ALVES DINIZ

(Sob orientação do prof.Dr. José Milton Alves- IF Goiano- Campus Rio Verde)

RESUMO

Objetivou-se avaliar a eficiência da antecipação da adubação fosfatada no desenvolvimento e produtividade do milho safrinha em consórcio com *Urochloa ruziziensis* em condições de Cerrado. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Nova Terra – Bioativação Agrícola, localizado no município de Rio Verde, Goiás. O experimento foi implantado em delineamento de blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 5x2, com 10 tratamentos: 1) controle; 2) adubação convencional; 3) adubação 100% na cultura da soja; 4) adubação 100% na cultura do milho; 5) adubação 50% na cultura da soja e 50% na cultura do milho. Esses tratamentos foram repetidos com a presença da *Urochloa ruziziensis*. As variáveis avaliadas foram: altura de plantas (AP) (cm); diâmetro médio do colmo (mm); massa seca da parte aérea (MSPA) (g planta^{-1}); produtividade (t ha^{-1}), peso de mil grãos (PMG) (g), produtividade (PROD) (t ha^{-1}), massa seca da parte aérea da *Urochloa ruziziensis* (MSPA *Urochloa ruziziensis*) (t ha^{-1}). O consórcio e a época de aplicação da adubação fosfatada não influenciaram as variáveis AP, DMC, PMG e MSPA *Urochloa ruziziensis*. A adubação convencional e 100% na cultura da soja foram as mais indicadas para a cultura do milho. A presença da *Urochloa ruziziensis* inibiu o desenvolvimento da cultura do milho nas condições em que este estudo foi conduzido.

Palavras-chave: *Zea mays*, adubação de sistemas, *Brachiaria*, cultivo consorciado.

APPLICATION SEASON OF PHOSPHATE FERTILIZER IN INTERCROPPING OFF-SEASON CORN AND *Urochloaruziziensis* IN CERRADO CONDITIONS

by

WERLEIS ALVES DINIZ

(Under the guidance of prof.Dr. José Milton Alves- IF Goiano- Campus Rio Verde)

ABSTRACT

The objective was to evaluate the efficiency of anticipating phosphate fertilization on the development and productivity of second-crop maize intercropped with *Urochloa ruziziensis* under Cerrado conditions. The experiment was carried out at the Nova Terra Experimental Farm – Agricultural Bioactivation, located in the municipality of Rio Verde, Goiás. The experiment was set up in a randomized block design (RBD) in a 5x2 factorial scheme, with 10 treatments: 1) control; 2) conventional fertilization; 3) 100% fertilization in the soybean crop; 4) 100% fertilization in the maize crop; 5) 50% fertilization in the soybean crop and 50% in the maize crop. These treatments were repeated with the presence of *Urochloa ruziziensis*. The variables evaluated were plant height (PH) (cm); average stem diameter (ASD) (mm); shoot dry mass (SDM) (g plant^{-1}); yield (t ha^{-1}), thousand grain weight (TGW) (g), productivity (YLD) (t ha^{-1}), shoot dry mass of *Urochloa ruziziensis* (SDM *Urochloa ruziziensis*) (t ha^{-1}). The intercropping and timing of phosphate fertilization did not affect the variables PH, ASD, TGW, and SDM *Urochloa ruziziensis*. Conventional and 100% fertilization in the soybean were the most recommended for maize. The presence of *Urochloa ruziziensis* inhibited maize development under the conditions of this study.

Keywords: *Zea mays*, system fertilization, *Brachiaria*, intercropping.

1.INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa uma posição de destaque em relação à produção da cultura do milho (*Zea mays* L.), estando em terceiro lugar no *ranking* mundial. A produção de milho grão na safra 2022/2023, totalizando as três safras, foi de 131,9 milhões de toneladas, caracterizando crescimento de 16,6% ou 18,7 milhões de toneladas acima da obtida na safra 2021/2022, que correspondeu a produção de 113.130,4 milhões de toneladas. A produção de milho na safra 2023/2024, totalizando as três safras, foi de 115.648,5 milhões de toneladas, um decréscimo 12,3%, quando comparada à safra anterior, devido às instabilidades climáticas (CONAB, 2024).

Dentre as principais estratégias realizadas pelos produtores rurais que leva a obter elevadas produtividades é a adubação, uma vez que, é essencial que a planta receba os nutrientes em quantidades adequadas para que possa completar o ciclo e expressar todo potencial genético. Sendo assim, traz-se o enfoque para adubação fosfatada, a qual é indispensável no estabelecimento e manutenção de qualquer sistema agrícola (Sousa *et al.* 2016).

O fósforo (P) está dentre os nutrientes que limitam a produção de grãos no Brasil, especialmente nas áreas de Cerrado. Nessas regiões, os solos latossolos, que possuem uma fração argilosa rica em óxidos, tendem a complexar o fósforo, e acaba restringindo a produção agrícola (Valderrama *et al.* 2011). Embora as plantas precisem de P em menores quantidades, em comparação com outros macronutrientes, as doses recomendadas são geralmente altas. Isso acontece porque a eficiência de aproveitamento do fósforo pela cultura é baixa, devido a alta capacidade de adsorção do P no solo. Como resultado, a disponibilidade desse nutriente para

as plantas é reduzida, e apenas 10 a 20% do fósforo aplicado acaba sendo realmente absorvido pelas plantas (Concenço *et al.* 2012).

Existem estratégias de manejo que podem ser adotadas para modificar a disponibilidade de P no solo, como por exemplo, a consorciação de culturas anuais com gramíneas, como a *Urochloa ruziziensis*. Sousa *et al.* (2010) observaram que essa gramínea tropical aumenta a recuperação de P nos sistemas de cultivo. O aumento da disponibilidade de P promovido pela gramínea deve-se a presença de ácidos orgânicos, resultantes da degradação da matéria orgânica, que competem com o ortofosfato pelos locais de adsorção (Pavinato *et al.* 2009). Também, a mineralização aprimorada do P orgânico, a partir dos resíduos vegetais, irá aumentar o P disponível no solo (Erich *et al.* 2002). Sendo assim, a eficiência da *Urochloa ruziziensis* em adquirir P menos solúvel no solo e seu potencial de ciclagem de nutrientes são informações importantes para o manejo da adubação fosfatada em solo com alta capacidade de fixação de P (Merlin *et al.* 2013).

Entretanto, a consorciação entre as culturas anuais e forrageiras promovem competição interespecífica por recursos, tais como: água, luz, nutrientes, o que pode resultar em queda de produtividade de ambas (Carvalho *et al.* 2011).

De acordo com Jakealitis *et al.* (2005), a competitividade pode ser manejada através de adoção de práticas de cultivos como: arranjo espacial das plantas; redução do espaçamento entrelinhas, como no caso do milho, contribuindo para o melhor aproveitamento da radiação solar e sombreamento mais rápido do solo. Acredita-se que, em espaçamento entrelinhas maiores, o plantio de *Urochloa* na linha do milho pode potencializar a competição entre espécies, sendo necessário o uso de herbicidas em subdoses para reduzir a taxa de crescimento da forrageira, até que seja sombreada pelo milho.

Com relação à competitividade por nutrientes, em principal pelo o P, o grande desafio na produção grãos é determinar qual é o momento ideal de realizar a adubação fosfatada. A

técnica de antecipação da adubação fosfatada, também conhecida como adubação de sistemas, vem sendo cada vez mais discutida, e pode ser definida como antecipação da dose recomendada, parcialmente ou em totalidade, para a cultura principal, de verão, ainda na cultura antecessora, podendo ser realizada a lanço ou incorporada (Francisco *et al.* 2007). Ainda há carências de estudos sobre a melhor época de aplicação da adubação de P, ou seja, se a antecipação ou não da adubação fosfatada terá impactos positivos na dinâmica de P no solo, bem como na nutrição e rendimento das culturas utilizadas em rotação/sucessão, que será essencial para o sucesso dessa prática nos sistemas de produção agrícola sustentáveis.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência da antecipação da adubação fosfatada no desenvolvimento e produtividade do milho safrinha em consórcio com *Urochloa ruziziensis* em condições de Cerrado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Em sistemas de produção agrícola são utilizadas fontes minerais de P, entretanto, parte do nutriente não é aproveitado em curto prazo, uma vez que, até 80% pode ser adsorvido ou complexado nas frações orgânica e inorgânica do solo. Esses aspectos fazem com que o P seja pouco disponível na solução do solo, tornando dificultada a absorção pelas plantas (Silva *et al.* 2009). Posto isto, faz-se necessárias pesquisas avaliando estratégias de manejo que aumente a disponibilidade de P na solução do solo e, também, a época ideal de aplicação do nutriente para melhor aproveitamento pelas culturas.

Estratégias de manejo que podem ser adotadas com o objetivo de aumentar a disponibilidade de P no solo é a consorciação de culturas anuais com gramíneas. De acordo com Almeida *et al.* (2017), devido as condições tropicais e subtropicais do Brasil, cultivo consorciado de milho e de gramíneas do gênero *Urochloa* é excelente opção.

De acordo Martha Júnior *et al.* (2007), as *Urochloa* resultam em acréscimo na recuperação de P adicionado ao solo em até 69% a mais quando comparado com sistemas composto por apenas culturas anuais. A maior eficiência pode ser explicada pela morfologia do sistema radicular e a associação com fungos micorrízicos que ampliam a absorção de nutrientes com pouca mobilidade, como o P, pela maior exploração de volume de solo, da solubilização de fosfatos orgânicos pelas fosfatases produzidas pelas hifas e da mobilização do P orgânico (Yao *et al.* 2001).

As *Urochloas* vêm sendo considerada excelente opção para formação de palhada, por apresentarem elevada relação carbono/nitrogênio (C/N), retardando a velocidade de decomposição da palha formando húmus de maior estabilidade, sendo uma estratégia de

manejo em regiões mais quentes, protegendo o solo contra radiação solar e erosão (Nunes *et al.* 2006).

A palha formada pela *Urochloa* traz como benefício a redução da evaporação de água, impactando diretamente na absorção de P pelas plantas. O P move-se no solo por difusão e esse processo necessita de água disponível. Como os resíduos das *Urochloa* irão reduzir a evaporação de água mantendo o solo mais úmido, a difusão e absorção de P pode ser favorecida (Zaia *et al.* 2008).

Devido o P possuir baixa mobilidade na solução do solo, saber a melhor época de realizar a adubação fosfatada é essencial para o melhor aproveitamento pelas plantas. Na adubação convencional, a aplicação dos adubos é efetuada diretamente na cultura de interesse econômico, podendo ser realizada de forma total no momento do plantio ou parcelada em cobertura, durante o desenvolvimento das plantas, considerando as necessidades nutricionais e a eficiência de uso dos fertilizantes na cultura que está sendo implantada (Assmann *et al.* 2017).

Entretanto, busca-se saber os efeitos da antecipação da adubação fosfatada sobre disponibilidade de P no momento que a cultura mais necessita durante o desenvolvimento, objetivando obter melhor desenvolvimento e produtividade das culturas. Sendo assim, a antecipação de adubação é caracterizada como alternativa de nutrir as plantas de maneira rotativa, e a nutrição, de um conjunto de culturas, é levada em consideração objetivando uma fertilização mais eficiente, através da ciclagem de nutrientes (Assmann *et al.* 2017).

Em contrapartida, quando se trata do fósforo, a antecipação da adubação é questão complexa, é necessário considerar a capacidade do fertilizante em garantir a liberação do nutriente para safra primavera-verão. Sendo assim, é considerada uma prática de elevado risco, exigindo mais pesquisas em diferentes condições de solo, cultivo e sistemas de produção (Riferte, 2021).

As antecipações da adubação fosfatada para a cultura do milho apresentam diversas vantagens, tais como: maior flexibilidade na utilização de máquinas e mão de obra; semeadura mais acelerada na safra de verão, possibilitando o aproveitamento da umidade do solo; menores danos às sementes, pela redução da quantidade de fertilizantes na linha de semeadura; aumento do desenvolvimento vegetativo da cultura de cobertura, caso adotado pelo produtor rural, aumentando a quantidade de resíduo cultural; ciclagem de nutrientes eficientes, aumentando a eficiência do uso de P pela planta, refletindo na rentabilidade do produtor rural (Pavinato & Ceretta, 2004; Matos *et al.* 2006).

Sabe-se que a introdução de *Urochloa spp.* nos sistemas de produção de grãos tem sido uma das principais estratégias adotadas para melhor disponibilizar P na solução do solo e aumentar o aproveitamento do nutriente pelas culturas, bem como, definir a época ideal de aplicação do nutriente, ou seja, se a antecipação de adubação terá impactos positivos no crescimento/desenvolvimento e produtividade de grãos.

Ikeda *et al.* (2013) ao avaliar as interferências no consórcio de milho com *Urochloa spp* (*Urochloa brizantha* cv. 'Marandu' e cv. 'Piatã' e *Urochloa decumbens* cv. 'Basilisk') observaram que o consórcio não influenciou na variável altura de plantas. De acordo com os autores, esse resultado pode ser explicado devido ao emprego de cultivar de milho precoce (híbrido AG 5055), com alta estatura e espaçamento reduzido na entrelinha do milho (0,70 m), que teriam proporcionado fechamento mais rápido da área, reduzindo o desenvolvimento das cultivares de *Urochloa spp.*

Corroborando com Silva *et al.* (2018) ao avaliar os efeitos do consórcio de milho e *Urochloa brizantha* cv. 'Marandu', em que os autores não observaram efeitos para variável altura de plantas. Entretanto, Ceccon *et al.* (2014) observou redução na altura de plantas de milho quando consorciada com *Urochloa ruziziensis*, e os autores observaram estiolamento das plantas de milho pela competição por recursos do meio com a forrageira.

Tratando-se do efeito da antecipação de adubação para a variável altura de plantas, Cortez *et al.* (2009) ao avaliar antecipação de adubação realizada 30 dias antes do plantio, utilizando como fonte de fósforo o 08-28-16 na dose de 370 kg ha⁻¹ e consórcio de milho + mucuna-cinza-anã; milho + guandu-anão; milho + lablab verificaram que a altura das plantas de milho não foi influenciada para os consórcios. Em contrapartida, a variável foi modificada pelo sistema de adubação. A adubação na semeadura produziu plantas com altura 7,8% maior do que as da adubação de pré-semeadura. Como a altura de plantas relaciona-se de maneira direta com a altura de inserção da primeira espiga, ambas apresentaram comportamento semelhante. De acordo com os autores, a adubação de pré-semeadura proporcionou plantas de milho mais desenvolvidas, destacando-se a menor altura de inserção da espiga que favorece a colheita mecanizada, principalmente na presença de culturas intercalares.

Entretanto, Bertolini *et al.* (2008) ao avaliar os efeitos da antecipação de adubação de semeadura na cultura do milho em manejo de baixo revolvimento do solo, e o adubo aplicado foi realizado 22 dias antes do plantio na recomendação de 30 kg ha⁻¹ de N, 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O, e os autores observaram menor altura de plantas quando foi realizada a adubação antecipada. De acordo com os autores, foi um ponto benéfico, pois as plantas adubadas no dia da semeadura ficaram mais altas, e conseqüentemente, observaram maior número de plantas quebradas.

Pariz *et al.* (2011) ao avaliar desenvolvimento e produtividade de grãos de milho em consórcio com quatro espécies do gênero *Urochloa* (*Urochloa brizantha* cv. 'Marandu'; *Urochloa decumbens*; *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa* híbrido cv. 'Mulato II') observaram redução no diâmetro médio do colmo quando o milho foi consorciado com a *Urochloa ruziziensis*. Os autores concluíram que o resultado obtido prejudicou a colheita mecanizada, aumentando o número de perdas de espigas não colhidas pela plataforma colhedora. Além disso, plantas com colmos mais finos possuem menor capacidade de translocação de nutrientes

e tornam mais susceptíveis ao tombamento pelo efeito do vento, chuvas, trânsito de maquinários e implementos. Entretanto Jakelaitis *et al.* (2006) observaram redução na variável diâmetro médio de colmo somente quando *Urochloa brizantha* antecipou-se à emergência do milho, observou-se competição entre as culturas e, conseqüentemente, prejudicando o desenvolvimento da cultura do milho.

Com relação ao efeito da antecipação de adubação para a variável diâmetro de colmo, Silva *et al.* (2021) ao avaliar a antecipação antecipada para a cultura do milho, em que o adubo formulado 08-28-16 na dose 350 kg ha⁻¹ foi realizado 30 dias antes do plantio, observaram maior diâmetro médio de colmo. De acordo com os autores, o resultado pode ser relacionado ao maior espaçamento e menor competição interespecífica entre as plantas de milho pela distribuição de semente no momento do plantio, aumentando a distância de estabelecimento de algumas plantas. Ocorrendo menor competição por nutrientes, favorecendo desenvolvimento vegetativo das plantas.

Wenneck *et al.* (2021) ao avaliar o desenvolvimento e produtividade da cultura do milho em consórcio com *Urochloa ruziziensis* verificaram que plantas cultivadas no sistema de consorciação não apresentaram diferenças na massa seca da parte aérea da cultura do milho, indicando que a competição por água, nutrientes entre as plantas de *Urochloa ruziziensis* não influenciou tal variável.

Corroborando com Sereia *et al.* (2012) ao avaliar o crescimento de *Urochloa spp* (*Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha*) e milho safrinha em cultivo consorciado observaram que até aos 84 dias, após a emergência, não foi observada diferença para a variável massa seca da parte da aérea da cultura do milho, após esse período o milho entrou em senescência, que foi antecipada pela geada. Como consequência, a geada causou a morte prematura e queda das folhas, reduzindo a massa encontrada nas avaliações posteriores.

Tratando-se do efeito da antecipação de adubação para a variável massa seca da parte aérea, Pavinato & Ceretta (2004) ao avaliar época da aplicação de P na cultura de trigo/milho na recomendação de 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅, observaram redução na massa seca da parte aérea do milho quando 100% a adubação com P foi aplicada a lanço no trigo, quando comparada com as plantas de milho adubadas no dia da semeadura.

Riferti (2021) ao avaliar os efeitos da antecipação da adubação fosfatada na cultura do milho por três safras observou diferença para a variável massa seca da parte aérea. De acordo com o autor, o resultado pode ser explicado devido a aveia preta, cultura antecessora ao milho, que pode ser considerada recicladora de P e outros nutrientes. Dessa forma, a mineralização dos resíduos culturais pode ter oferecido boa quantidade de nutrientes para cultura do milho, favorecendo o rendimento da massa seca da parte aérea das plantas de milho.

Lorenzetti *et al.* (2023) ao avaliar os efeitos nas características agrônômicas da cultura do milho quando consorciado com *Urochloa ruziziensis* não observaram diferença para produtividade, indicando que a competição entre as plantas não prejudicou esta variável, e as plantas de milho foram cultivadas em espaçamento de entrelinhas de 0,50 m. Corroborando com Borghi & Crusciol (2007), que também não observaram diferença para a produtividade de milho quando solteiro ou consorciado com *Urochloa*, semeada na mesma linha, em diferentes espaçamentos (0,90 e 0,45 m), cultivado no período de verão. Entretanto, Arf *et al.* (2018) mostram que a produção de milho pode ser reduzida no cultivo consorciado, e a produtividade de milho cultivado solteiro foi de 9.544 kg ha⁻¹ e quando consorciado com *Urochloa ruziziensis* foi para 9.045 kg ha⁻¹, ou seja, a redução de 499 kg ha⁻¹ ou 8,32 sacas ha⁻¹.

Com relação aos efeitos da antecipação de adubação para a variável produtividade, Peron *et al.* (2019) ao avaliar o efeito da antecipação de adubação ou não na cultura do milho, em que foi utilizado o formulado 09-28-17 + 0,5 Zn na dose de 500 kg ha⁻¹ observaram a produtividade não foi influenciada pela antecipação de adubação. Pavinato & Ceretta (2004)

obtiveram resultados semelhantes, pelo solo apresentar altos níveis de P, aliados à adequada distribuição de chuvas durante o ciclo do milho, favoreceu o processo de difusão de P na solução do solo.

Chioderoli *et al.* (2012) ao avaliar consórcio de *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha* com a cultura do milho em sistema plantio direto, sendo semeadas na linha e na entrelinha verificou-se que, independentemente do capim, as gramíneas que foram semeadas na linha, a cultura do milho atingiu maiores valores para a variável de peso de mil grãos, provavelmente, por causa do maior acúmulo de nutrientes nos grãos, pela competição interespecífica nesse sistema de cultivo.

Já Tsumanuma (2004) ao avaliar o desenvolvimento da cultura do milho consorciado com três tipos de gramíneas (*Urochloa ruziziensis*, *Urochloa brizantha* e *Urochloa decumbens*) não observaram diferença significativa para a variável peso de mil grãos. De acordo com o autor, não foi observado diferença porque após a emissão da 10ª folha, verificou-se que houve sombreamento das gramíneas pela cultura do milho, reduzindo de maneira significativa o desenvolvimento dessas espécies. Sendo assim, o milho não sofreu nenhuma restrição quanto ao aproveitamento de nutrientes e água, os quais são destinados a produção e enchimento dos grãos, mesmo estando consorciado com as gramíneas.

Tratando-se do efeito da antecipação de adubação para a variável peso de mil grãos, Silva *et al.* (2021) os efeitos da antecipação de adubação na cultura do milho e o adubo formulado 08-28-16 na dose 350 kg ha⁻¹ foi realizado 30 dias antes do plantio, não foi observado diferença significativa para peso mil grãos.

Silva *et al.* (2015) ao avaliar os efeitos do milho consorciado com *Urochloa brizantha* observaram menores valores de massa seca da parte aérea da *Urochloa brizantha* apenas quando aumentou densidade de plantio (23 plantas m⁻²). De acordo com autores, o resultado por ser explicado pelo aumento da densidade da *Urochloa brizantha* reduzir linearmente o teor

de P, pois o desenvolvimento inicial do sistema radicular da gramínea é maior quando comparado a cultura do milho, e conseqüentemente, proporciona maior fixação da planta no solo e rápido acúmulo de nutrientes, favorecendo a competição pelo P no solo pelas culturas.

Corroborando com Makino *et al.* (2019) ao avaliar os efeitos do consórcio milho safrinha e *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás obtiveram menores valores para massa seca da parte aérea da *Urochloa*, atingindo produção de massa seca total de 0,835 t ha⁻¹. De acordo com os autores, o resultado pode ser explicado pelo sombreamento provocado pela cultura do milho. Sendo assim, a produção de novos perfilhos foi prejudicada pela dificuldade na translocação de fotoassimilados, forçando a planta antecipar o ciclo de desenvolvimento.

3.MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda experimental da Nova Terra – Bioativação Agrícola, localizado no município de Rio Verde, Goiás, com coordenadas: Latitude 17°45'33''S, Longitude 50°41'00''W e Altitude 742 m. O município encontra-se no bioma Cerrado e apresenta altitudes médias de 748 m. O clima da região de acordo com a classificação de Koppen é do tipo Aw, caracterizado como tropical, com temperatura média anual de 20°C a 35°C e precipitação anual de 1493 mm, com distribuição irregular durante o ano. A região apresenta duas estações bem definidas: seca (maio a outubro) e chuvosa (novembro a abril) (Sobrinho *et al.* 2020).A Figura 1 mostra os dados climatológicos do período de condução do experimento.

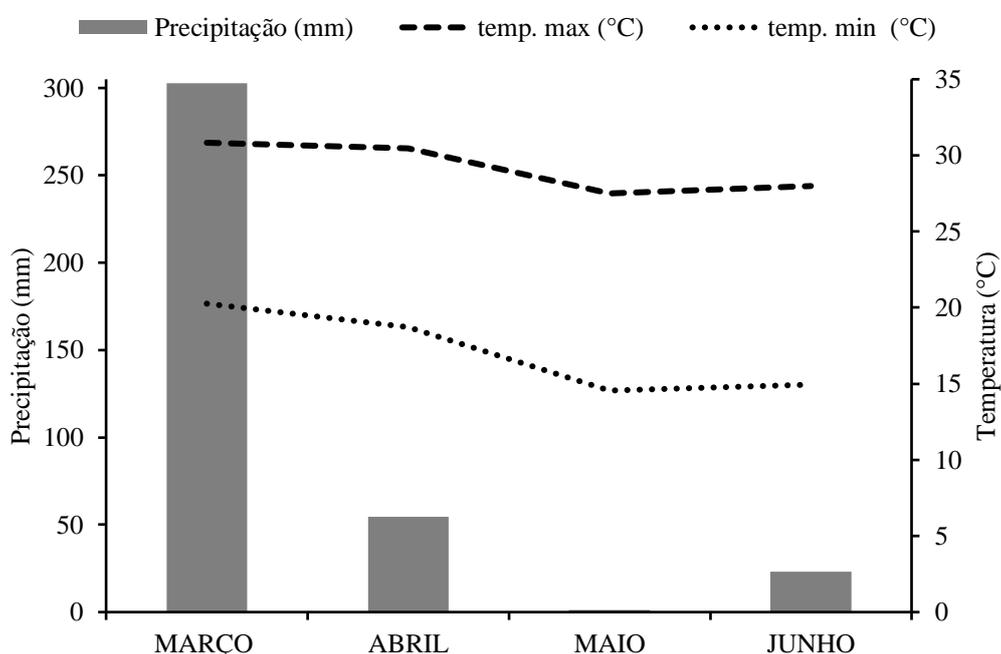


Figura 1. Dados climatológicos do município de Rio Verde- GO durante o período experimental. Coletado no INMET, 2022.

Para a realização da recomendação de adubação da implantação da cultura, a amostragem de solo foi realizada em duas camadas (00-20 e 20-40 cm) para a caracterização das propriedades químicas e textural (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos e textural do solo das camadas 00-20 e 20-40 cm de profundidade antes da implantação do experimento de avaliação da época de adubação fosfatada em cultivo consorciado de milho safrinha e *Urochloa ruziziensis* em condições de Cerrado.

Camadas (cm)	Ca	Mg	Al	H+Al	K
		cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³
00-20	1,9	1,1	0,07	5,7	129,5
20-40	1,5	0,8	0,04	5,4	78,0
Camadas (cm)	P (mel)	Mn	S	B	Zn
		mg dm ⁻³			
00-20	3,3	51,7	5,45	0,24	6,0
20-40	0,9	35,3	7,4	0,21	1,9
Camadas (cm)	Cu	Fe	CTC	m	V
		mgdm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	%	
00-20	5,0	26,0	9,2	2,15	37,6
20-40	5,8	32,0	7,2	1,6	34,4
Camadas (cm)	M.O.	Argila	Areia	Silte	pH
		g dm ⁻³			CaCl ₂
00-20	37,1	525,0	287,5	187,5	4,8
20-40	27,6	575,0	275,0	150,0	5,0

Ca: cálcio; Mg: magnésio; H+Al: acidez potencial; K: potássio; P (mel): fósforo em Mehlich; Mn: manganês; S: enxofre; B: boro; Zn: zinco; Cu: cobre; Fe: ferro; CTC: capacidade de troca catiônica; m: saturação por alumínio; V: saturação por bases; M.O: matéria orgânica; pH: potencial hidrogeniônico.

De acordo com dados da análise de solo, observou-se que os teores de P na solução solo está classificado como muito baixo (Venegas *et al.* 1999).

A correção do solo foi realizada 17 dias antes do plantio da soja em área total na dose de 5 t ha⁻¹, utilizando calcário filler dolomítico com PRNT de 90%, incorporado nas camadas 0-20 cm, para correção de acidez e elevar a saturação por bases para 60% (Souza & Lobato, 2004).

A correção dos teores de potássio e boro foi realizada por ocasião no dia do plantio da sojano dia 04 de novembro de 2021, e foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de K₂O utilizando como fonte o cloreto de potássio (KCl). Para corrigir os teores baixos de boro (B) foi aplicado 1 kg ha⁻¹ de B, utilizando como fonte o ácido bórico. O KCl foi aplicado no sulco de plantio e o ácido bórico a lançar no momento do plantio da cultura da soja.

O experimento foi implantado em delineamento de blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 5x2, com 10 tratamentos, com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais, cada unidade experimental foi composta por cinco linhas, com espaçamento de 0,50 m, com 5 m de comprimento e 2,5 m de largura, formando um retângulo 12,5 m².

Os tratamentos utilizados foram: 1) controle (sem adubação de P₂O₅); 2) adubação convencional (120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura da soja e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para cultura do milho); 3) adubação 100% na cultura da soja (200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e foi realizado o somatório do que seria feito na cultura da soja e milho, aplicando tudo na cultura da soja); 4) adubação 100% na cultura do milho (200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e realizando somatório do que seria feito na cultura da soja e milho aplicando tudo na cultura do milho); 5) adubação 50% na cultura da soja e 50% na cultura do milho (100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura da soja e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura do milho), utilizando como fonte de fósforo o superfosfato triplo (SFT) aplicado no sulco de plantio. Esses mesmos tratamentos foram repetidos com a presença da *Urochloa ruziziensis*.

O plantio do milho e da *Urochloa ruziziensis* foi realizada após a colheita da soja no dia 03 de março de 2022. O milho foi semeado de maneira mecanizada pela semeadora Jumil[®] (Modelo JM 2670PD EX06, quatro linhas, ano 2017), com distribuição de três sementes por metro, com espaçamento entrelinhas de 0,50 m, utilizando o híbrido da empresa Morgan[®] MG 540 PWU. O híbrido é adaptado para regiões de Cerrado; caracterizado como precoce; uso para grãos; eficiência produtiva em anos favoráveis a doenças; menor exposição aos ataques de insetos, maior tolerância a incidência de grãos avariados, resistência ao acamamento. A *Urochloa ruziziensis* utilizada foi da empresa Agrosol[®], e foi semeado manualmente a lanço na quantidade de 8 kg ha⁻¹ dentro de cada parcela.

No dia 28 de março de 2022 foi realizada aplicação de herbicida pós-emergente em área total para o controle das plantas daninhas, utilizando 5L ha⁻¹ de atrazina + 0,4 L ha⁻¹ de mesotriona. Para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*); percevejo barriga-verde (*Diceraeus melacanthus*) e de tripes (*Frankliniella williamsi*) foi aplicado 0,3 L ha⁻¹ de Engeo Pleno[®] (Tiametoxan + Lambda-cialotrina). Ainda para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) foi aplicado o inseticida de contato e ingestão Avatar[®] (Indoxacarbe) na dose de 0,7 L ha⁻¹.

No dia 30 de março foi realizada a adubação de cobertura em todas as parcelas, utilizando o formulado 20-00-20 na dose recomendada de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N) e 50 kg ha⁻¹ de K₂O.

Após 14 dias após a emergência (DAE), quando o milho estava em estágio fenológico V3, no dia 07 de abril de 2022 foi realizada a avaliação de estande de plantas de acordo com a recomendação para a variedade de milho utilizada que é 60 mil plantas ha⁻¹ e a *Urochloa ruziziensis* que é de 75 plantas parcela⁻¹).

As variáveis avaliadas foram: altura de plantas (cm); diâmetro médio do colmo (mm); massa seca da parte aérea (g planta^{-1}); produtividade (t ha^{-1}) e peso de mil grãos (g), massa seca da parte aérea da *Urochloa ruziziensis* (t ha^{-1}).

A medição da altura de planta (AP) foi realizada aos 63 DAE, quando a cultura do milho estava em estágio fenológico R1, com o auxílio de uma fita métrica em três plantas de cada parcela, selecionadas ao acaso, sendo avaliada do primeiro internódio da planta até a inserção da última folha e os resultados foram expressos em cm. O diâmetro médio do caule (DMC) foi medido nas mesmas plantas com o auxílio de um paquímetro e os resultados foram expressos em mm.

A massa seca da parte aérea (MSPA) também foi determinada aos 63 DAE, quando a cultura do milho estava em estágio fenológico R1, foi realizada a coleta de três plantas por parcela, no centro de cada parcela. Estas plantas foram cortadas na região do coleto, levadas para o Laboratório de Solos e Análise Foliar do IF Goiano-Campus Rio Verde, armazenadas em sacos de papel e, posteriormente, foram levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C por 72 horas. Após este período, as amostras secas foram pesadas em balança de precisão e o resultado expresso em g planta^{-1} .

Para determinação do peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PROD), uma área de 6 m^2 foram colhidos no centro de cada parcela no dia 29 de junho de 2022, aos 115 DAE. Após a colheita o material foi processado (debulha/limpeza de ambos manualmente), em seguida levados para o Laboratório de Solos e Análise Foliar do IF Goiano-Campus Rio Verde, armazenadas em sacos de papel e acondicionados em estufa de circulação de ar forçado a 65°C por 72 horas para padronização da umidade. E, após isto, os grãos foram pesados utilizando uma balança digital de precisão para a estimativa da PROD e os resultados foram expressos em t ha^{-1} . Para determinação do PMG foram contados 100 grãos por parcela, que posteriormente foram pesados para estimar o PMG e os resultados foram expressos em g.

Após 30 dias da colheita dos grãos, as parcelas em que a cultura do milho foi consorciada com a gramínea, realizou-se a coleta da *Urochloa ruziziensis* para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA *Urochloa ruziziensis*), e foi utilizado um quadrado metálico de 1 m², colocando-o no centro de cada parcela. Nas áreas demarcadas, todas as plantas foram cortadas próxima à superfície do solo. Posteriormente, as amostras foram levadas para o Laboratório de Solos e Análise Foliar do IF Goiano-Campus Rio Verde, armazenadas em sacos de papel e, posteriormente, foram levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C por 72 horas. Após este período, as amostras secas foram pesadas em balança de precisão e o resultado expresso em g m⁻², transformando os valores em t ha⁻¹.

Foi empregada a análise de variância, quando significativo foi utilizado o teste de comparação de médias de Tukey a 5% de significância para avaliar o efeito da antecipação da adubação fosfatada em sistema de consorciação ou não, em todas as variáveis analisadas e a posterior comparação das médias utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos não mostraram interação significativa entre efeito das épocas de aplicação da adubação fosfatada e consórcio com a *Urochloa ruziziensis* para a variável altura de plantas (AP) de milho (Tabela 2). Para os fatores isolados época de aplicação e consórcio, não foi observado diferença significativa para a variável AP. Em contrapartida, comparando a média geral obtida de AP no presente estudo (179,4 cm) com os dados de AP encontrados pela Morgan[®] (235cm) (Agranda, 2022), empresa que representa o híbrido de milho MG 540 PWU, a AP obtida no presente estudo foi inferior ao proposto pela variedade. O resultado encontrado pode ser explicado devido no decorrer do desenvolvimento do milho houve ocorrência de chuvas mal distribuídas, totalizando 382 mm em todo ciclo da cultura, resultando em níveis insatisfatórios de umidade do solo. De acordo com Magalhães & Durães (2008), a quantidade de água consumida pela lavoura de milho é de 600 mm aproximadamente, indicando a possibilidade de déficit hídrico em algum momento do desenvolvimento da cultura.

Tabela 2. Altura média de plantas (AP) (cm) de milho submetidas a diferentes épocas de aplicação da adubação fosfatada, cultivado em consórcio com *Urochloa ruziziensis* em condições de Cerrado.

	Época de aplicação de P ₂ O ₅				
	Controle	Convencional	100% Milho	100% Soja	50% Soja 50% Milho
Sem <i>Urochloa</i>	170,8	180,6	178,4	183,7	183,4
Com <i>Urochloa</i>	177,6	185,1	171,5	182,0	181,4

*controle;** adubação convencional (120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura da soja e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para cultura do milho); ***adubação 100% na cultura da soja (200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, realizou-se somatório do que seria feito na cultura da soja e milho aplicando tudo na cultura da soja); **** adubação 100% na cultura do milho (200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, realizou-se somatório do que seria feito na cultura da soja e milho aplicando tudo na cultura do milho); *****adubação 50% na cultura da soja e 50% na cultura do milho (100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura da soja e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura do milho). Teste de Tukey (p < 0,05). Média de 4 repetições. CV= 4,2%.

Corroborando com Makino *et al.* (2019) ao avaliar os efeitos do consórcio de milho com *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, não observaram diferença estatística para a variável AP quando as plantas de milho foram consorciadas com a gramínea.

Entretanto, Quaresma *et al.* (2013) ao avaliar os efeitos do consórcio de milho com *Urochloa brizantha* observaram diferença significativa para AP quando aplicadas doses de 150 kg de P₂O₅, utilizando como fonte o NPK 04-30-16. De acordo com os autores, o resultado pode ser explicado devido o P estar envolvido nos processos de respiração e fotossíntese e com isso, o suprimento correto de P fará que ocorra a produção ideal de ácidos nucleicos e proteínas, fazendo com o que planta se desenvolva em altura, sendo considerada uma característica importante em sistemas de consórcio, influenciando diretamente na colheita, plantas menores podem ter operação de colheita comprometida, principalmente pela obstrução da plataforma de corte com a *Urochloa brizantha*.

Com relação a época de aplicação da adubação fosfatada, Silva *et al.* (2021) ao avaliar os efeitos da antecipação de adubação no desenvolvimento da cultura do milho em propriedade que há 37 anos realiza sistema plantio direto (não revolvimento do solo) não observaram diferença estatística para AP. De acordo com autores, o resultado pode ser explicado pelo material genético do milho utilizado e a adoção do sistema plantio direto, que ao longo dos anos, acumulou matéria orgânica, aumentando a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo e o maior aporte de nutriente, em principal, o P, favorecendo o desenvolvimento do milho.

A análise estatística não mostrou efeito das épocas de aplicação da adubação fosfatada na variável diâmetro médio de colmo (DMC) de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis* (Tabela 3), e as plantas de milho obtiveram DMC de 16,1 mm. Os resultados encontrados para DMC no presente estudo ficaram distantes quando

comparado aos encontrados na literatura, onde verificou-se valores de DMC de 20 a 25 mm (Costa *et al.* 2012; Godinho & Gasparotto, 2021).

Tabela 3. Diâmetro médio de colmo (DMC) (mm) de plantas de milho submetidas a diferentes épocas de aplicação da adubação fosfatada cultivado em consórcio com *Urochloa ruziziensis* em condições de Cerrado.

	Época de aplicação de P ₂ O ₅				
	Controle	Convencional	100% Milho	100% Soja	50% Soja 50% Milho
Sem <i>Urochloa</i>	16,3	16,0	16,7	15,8	15,7
Com <i>Urochloa</i>	17,1	15,8	15,0	16,7	16,5

*controle; ** adubação convencional (120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura da soja e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para cultura do milho); ***adubação 100% na cultura da soja (200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, realizou-se somatório do que seria feito na cultura da soja e milho aplicando tudo na cultura da soja); **** adubação 100% na cultura do milho (200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, realizou-se somatório do que seria feito na cultura da soja e milho aplicando tudo na cultura do milho); *****adubação 50% na cultura da soja e 50% na cultura do milho (100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura da soja e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura do milho). Teste de Tukey (p < 0,05). Médias de 4 repetições. CV= 8,4%.

Entretanto Makino *et al.* (2019) ao avaliar os efeitos do consórcio de milho com *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, observaram diferença estatística para a variável DMC quando as plantas de milho foram consorciadas com a gramínea, apresentando plantas de milho com colmos mais finos. De acordo com os autores, esse resultado pode ser explicado pela competição interespecífica entre a cultura e a gramínea, atrasando o desenvolvimento normal da cultura e resultando em colmos mais finos. De acordo com Kappes *et al.* (2011), DMC está correlacionado com a produtividade, pois quanto maior o diâmetro, maior será a capacidade da planta em armazenar fotoassimilados que contribuirão com enchimento de grãos.

Com relação a época de aplicação da adubação fosfatada, Silva *et al.* (2021) ao avaliar os efeitos da antecipação de adubação no desenvolvimento da cultura do milho em propriedade que há 37 anos realiza sistema plantio direto (não revolvimento do solo) observaram maior DMC quando a adubação foi realizada 30 dias antes do plantio utilizando como fonte o NPK

08-28-16 aplicando 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅. De acordo com os autores, esse resultado por ser explicado pelo maior espaçamento de plantas de milho adotado (45 cm), conseqüentemente, houve menor competição interespecífica entre as plantas por água, luz e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento vegetativo.

Para a massa seca da parte aérea do milho (MSPA) foi observado a interação entre as épocas de adubação fosfatada e o consórcio do milho com a *Urochloa ruziziensis* (Figura 2). Sem a presença da *Urochloa ruziziensis*, a adubação convencional e a adubação fosfatada 100% na cultura da soja diferiram dos outros tratamentos, obtendo teores de 341,2 g planta⁻¹ e 355,5 g planta⁻¹. Com a presença da *Urochloa ruziziensis*, a adubação convencional diferiu do controle (sem aplicação de P₂O₅) e da aplicação 50% milho e 50% soja, obtendo valores de 310,7 g planta⁻¹ para adubação convencional; 257,2 g planta⁻¹ para o controle e 267,2 g planta⁻¹ para 50% milho e 50% soja. Sendo assim, observa-se que o P desempenha papel crucial no estabelecimento inicial da cultura, especialmente durante as fases iniciais do desenvolvimento do sistema radicular (Zhang *et al.* 2016; Yadav *et al.* 2021; Elhaissofi *et al.* 2022; Khan *et al.* 2023). Portanto, a falta desse nutriente nessa etapa crítica pode comprometer o desenvolvimento ideal do milho, afetando negativamente a produção de matéria seca (Wen *et al.* 2017; Liu, 2021).

Já para as épocas, observou-se maiores valores em MSPA quando foi realizada a antecipação de adubação convencional e 100% na soja sem a presença da *Urochloa ruziziensis*, e foram observados valores de 341,2 g planta⁻¹ e 355,5 g planta⁻¹. Já para o controle, 100% milho e 50% milho e 50% soja, as plantas de milho não foram influenciadas pela presença ou não da *Urochloa ruziziensis* (Figura 2).

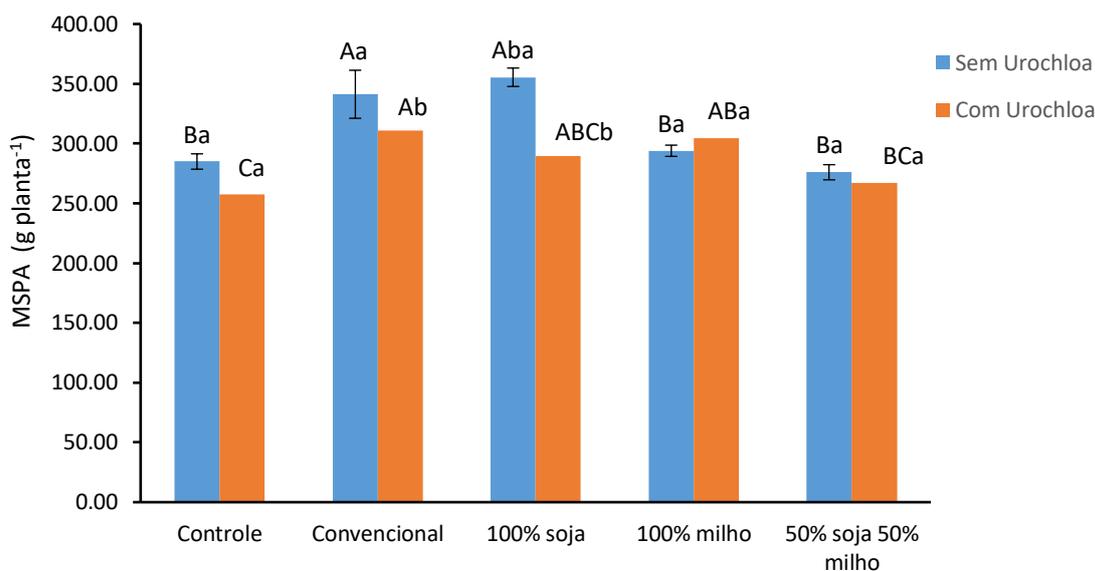


Figura 2. Massa seca da parte aérea (MSPA) (g planta⁻¹) de plantas de milho submetidas a diferentes épocas de aplicação da adubação fosfatada, cultivado em consórcio com *Urochloa ruziziensis* em condições de Cerrado. Teste de Tukey ($p < 0,05$). Médias seguidas por letras maiúsculas indicam as diferenças entre as épocas de adubação com ou sem *Urochloa ruziziensis*, enquanto as letras minúscula indicam diferenças entre a presença ou não *Urochloa ruziziensis*. Média de 4 repetições. CV= 6,7%.

Entretanto, Riferte (2021) ao avaliar os efeitos da antecipação de adubação na cultura do milho, não observou a MSPA das plantas de milho não foram afetadas pela antecipação de adubação. De acordo com o autor, esse resultado pode ser explicado pelo fato da cultura antecessora ao milho foi a aveia preta, sendo considerada recicladora de P, assim como a *Urochloa ruziziensis*. Dessa forma, a mineralização dos resíduos culturais da aveia preta favoreceu quantidades ideais de nutrientes para cultura do milho, favorecendo a maior formação de MSPA da cultura do milho. Corroborando com Silva *et al.* (2021) ao avaliar os efeitos da antecipação de adubação na cultura do milho, em que os autores não observaram diferença quando antecipação foi realizada 15 ou 30 dias antes do plantio da cultura do milho para a variável MSPA.

Os resultados obtidos não mostraram interação significativa entre efeito das épocas de aplicação da adubação fosfatada e consórcio com a *Urochloa ruziziensis* para a variável produtividade (PROD). Para os fatores isolados época de aplicação e consórcio, houve diferença significativa para a variável PROD. Com relação as épocas de aplicação, observou-se que apenas a aplicação convencional diferiu do controle (sem aplicação de P_2O_5). Com excessão do controle, as médias entre as épocas de aplicação foram iguais ($2660,15 \text{ kg ha}^{-1}$) (Figura 3). Sendo assim, indica-se realizar a aplicação da adubação fosfatada 100% na cultura da soja, objetivando reduzir a necessidade aplicação de adubo fosfatado logo no estágio inicial da cultura do milho, reduzindo custo operacionais associados à aplicação, tais como mão de obra e equipamentos.

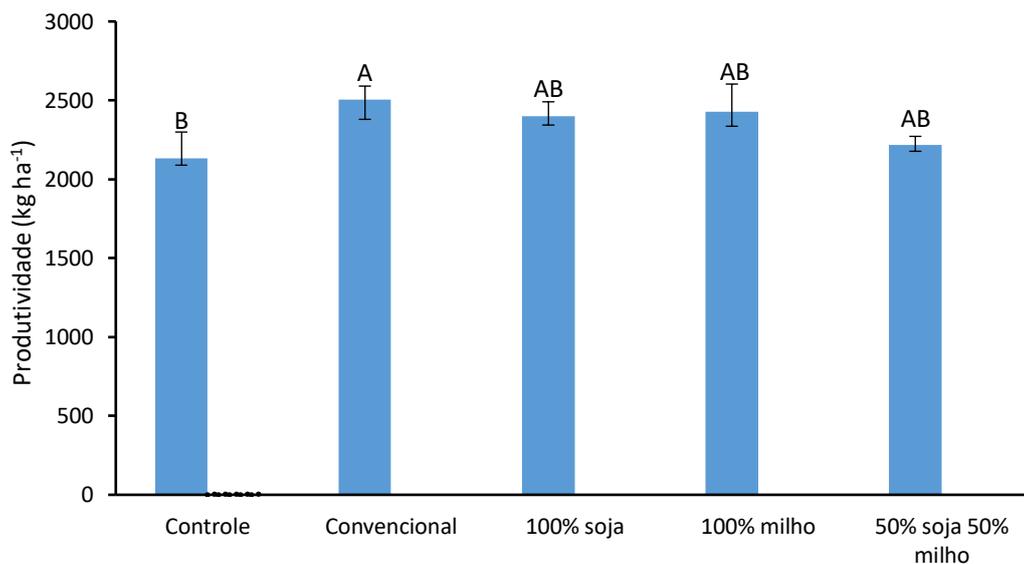


Figura 3. Produtividade (PROD) (kg ha^{-1}) de plantas de milho submetidas a diferentes épocas de aplicação da adubação fosfatada em condições de Cerrado. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si. Teste de Tukey ($p < 0,05$). Média de 8 observações. CV= 8,9%.

Entrento, Silva *et al.* (2021) ao avaliar a antecipação antecipada para a cultura do milho não observaram diferença para produtividade quando a antecipação de adubo foi a lanço, realizada 30 dias antes do plantio ou quando realizada no sulco de plantio. De acordo com os autores, o resultado pode ser explicado pelo menor tempo de exposição de P no solo, reduzindo as perdas por adsorção. Corroborando com Peron *et al.* (2019) ao avaliar o efeito da antecipação de adubação ou não na cultura do milho, quando foi utilizado o formulado 09-28-17 + 0,5 Zn na dose de 500 kg ha⁻¹ observaram que a produtividade não foi influenciada pela antecipação de adubação.

Observou-se diferença estatística ao avaliar o consórcio de milho com a *Urochloa ruziziensis*. As plantas de milho que não foram consorciada *Urochloa ruziziensis* apresentaram maior produtividade (2555,7 kg ha⁻¹) quando comparada com as plantas de milho consorciadas com *Urochloa ruziziensis* (2117,7 kg ha⁻¹) (Figura 4).

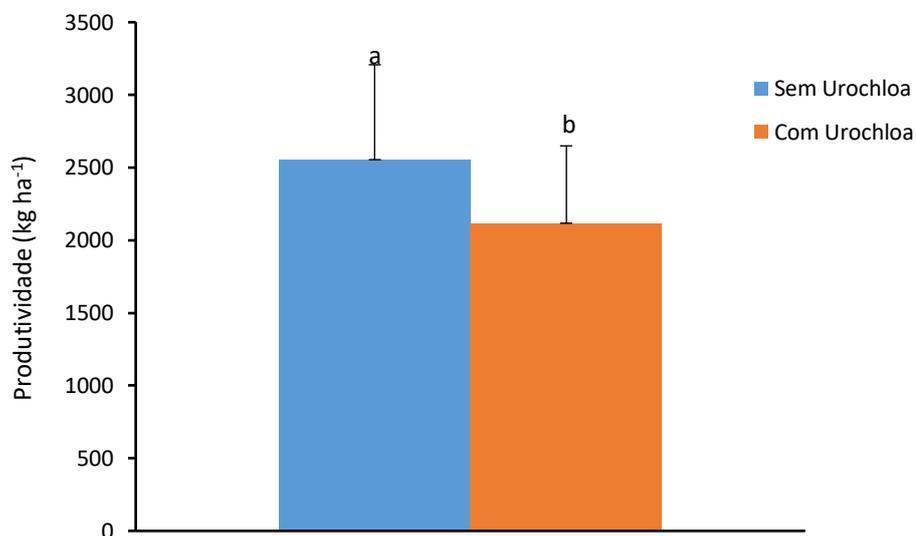


Figura 4. Produtividade (PROD) (kg ha⁻¹) de plantas de milho submetidas ao cultivo de consórcio ou não com *Urochloa ruziziensis* em condições de Cerrado. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si. Teste de Tukey ($p < 0,05$). Média de 20 Observações. CV= 8,9%.

A presença da *Urochloa ruziziensis* teve impacto negativo na produtividade das plantas de milho, indicando possíveis efeitos alelopáticos ou competição por recursos, tais como: água, luz, nutrientes. Pesquisas conduzidas por Arf *et al.* (2018) sugerem que a produtividade do milho pode ser diminuída no contexto de consórcio. A disparidade nos resultados quanto ao efeito do consórcio entre milho e gramíneas, como *Urochloa ruziziensis*, está vinculada às condições edafoclimáticas, à gestão e às práticas de cultivo. As taxas mais lentas de emergência das sementes de *Urochloa ruziziensis* conferem vantagem ao milho emergente, até os estágios de V3-V4, sobretudo em arranjos de semeadura simultânea (Kumar *et al.* 2015; Canisares *et al.* 2021). O clima desempenha papel vital na produção da *Urochloa*, com as condições tropicais favorecendo o desenvolvimento. Isso é especialmente notável devido às temperaturas ideais para o crescimento da *Urochloa ruziziensis* durante o final da estação em áreas tropicais (Baptistella *et al.* 2020; Uzayisenga *et al.* 2021). A *Urochloa ruziziensis* apresenta maior resistência à seca (devido ao vigoroso sistema radicular) em comparação com o milho, beneficiando a gramínea em climas com chuvas mal distribuídas (Pizarro *et al.* 2013; Cheruiyot *et al.* 2018; Silva *et al.* 2022). Essas condições resultaram em sistema de cultivo consorciado com menor rendimento de grãos e maior produção de biomassa de gramíneas, sendo ideal para melhorar a cobertura do solo ou ampliar a forragem em sistemas agrícolas integrados (Bybee-Finley & Ryan, 2018; Glaze-Corcoran *et al.* 2020; Silva *et al.* 2022).

Os resultados obtidos não mostraram interação significativa entre efeito das épocas de aplicação da adubação fosfada e consórcio com a *Urochloa ruziziensis* para a variável peso de mil grãos (PMG) de milho (Tabela 4). Para os fatores isolados época de aplicação e consórcio, não foi observado diferença significativa para a variável PMG.

Tabela 4. Peso de mil grãos (PMG) (g) de plantas de milho submetidas a diferentes épocas de aplicação da adubação fosfatada, cultivado em consórcio com *Urochloa ruziziensis* em condições de Cerrado.

	Época de aplicação de P ₂ O ₅				
	Controle	Convencional	100% Milho	100% Soja	50% Soja 50% Milho
Sem <i>Urochloa</i>	16,3	14,9	17,3	16,3	16,1
Com <i>Urochloa</i>	15,9	15,9	15,7	15,8	15,5

*controle;** adubação convencional (120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura da soja e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para cultura do milho);***adubação 100% na cultura da soja (200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, realizou-se somatório do que seria feito na cultura da soja e milho aplicando tudo na cultura da soja);**** adubação 100% na cultura do milho (200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, realizou-se somatório do que seria feito na cultura da soja e milho aplicando tudo na cultura do milho);*****adubação 50% na cultura da soja e 50% na cultura do milho (100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura da soja e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura do milho). Teste de Tukey (p < 0,05). Média de 4 repetições. CV= 5,4%.

Corroborando com Dickmann *et al.* (2022) ao avaliar efeito da adubação fosfatada em milho verão em consórcio com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, e não observaram diferença estatística para PMG. De acordo com Ohland *et al.* (2005), a variável PMG é um componente de produção menos alterado pelas práticas de manejo e que, este componente é influenciado pelo genótipo, pela disponibilidade de nutrientes e as condições climáticas estabelecidas durante os estádios de enchimento de grãos. Sendo assim, resultados satisfatórios em PMG irão depender, principalmente, absorção e assimilação de quantidades adequadas de nutrientes, em específico de nitrogênio.

Entretanto, Quaresma *et al.* (2013) ao avaliar o efeito do consórcio de milho com *Urochloa brizantha* observaram que plantas milho consorciada com a gramínea com recomendação de adubação fosfatada de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ obtiveram maiores valores de PMG, devido o P desempenhar uma variedade de funções vitais na planta, dentre elas a regulação do metabolismo energético, síntese de proteínas e enzimas e adequado desenvolvimento das raízes, influenciado positivamente o crescimento e desenvolvimento de grãos de milho, resultando em aumento do PMG (Zialdi *et al.* 2013).

Com relação a época de aplicação da adubação fosfatada, Silva *et al.* (2021) ao avaliar

os efeitos da antecipação de adubação na cultura do milho em que o adubo formulado 08-28-16 na dose 350 kg ha⁻¹ foi realizado 30 dias antes do plantio não observaram diferença significativa para peso mil grãos.

Os resultados obtidos não mostraram interação significativa entre efeito das épocas de aplicação da adubação fostada e consórcio com a *Urochloa ruziziensis* para a variável massa seca da parte aérea da *Urochloa ruziziensis* (MSPA *Urochloa ruziziensis*) (Tabela 5). Para os fatores isolados época de aplicação e consórcio, não foi observado diferença significativa para a variável MSPA *Urochloa ruziziensis*. No presente estudo, foram encontrados valores médios para MSPA *Urochloa ruziziensis* de 3,1 t ha⁻¹. Os valores preconizados pela empresa Agrosol[®], que representa *Urochloa ruziziensis* usada durante o período experimental, é de 10 t ha⁻¹ano⁻¹(Agrosol, 2024), representando a produção de MSPA 3,3 t ha⁻¹ durante o período experimental. Sendo assim, verificou-se que a MSPA *Urochloa ruziziensis* foi próximo ao que é preconizado pela empresa. O resultado encontrado pode ser explicado devido a coleta ter sido realizada após a colheita do milho e durante este período ocorreu o início do secamento e senescência das folhas de milho, ocasionando a entrada de luminosidade na área, promovendo o acúmulo de MSPA.

Tabela 5. Massa seca da parte aérea da *Urochloa ruziziensis* (MSPA *Urochloa ruziziensis*) (t ha⁻¹) submetida a diferentes épocas de aplicação de adubação fosfatada em condições de Cerrado.

	Controle	Época de aplicação de P ₂ O ₅			
		Convencional	100% Milho	100% Soja	50% Soja 50% Milho
Sem <i>Urochloa</i>	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*
Com <i>Urochloa</i>	2,9	3,2	3,2	3,0	3,3

* valores iguais a zero são referidos as parcelas em que a cultura do milho não foi consorciada com a *Urochloa ruziziensis*; *controle; ** adubação convencional (120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura da soja e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para cultura do milho); ***adubação 100% na cultura da soja (200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, realizou-se somatório do que seria feito na cultura da soja e milho aplicando tudo na cultura da soja); **** adubação 100% na cultura do milho (200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, realizou-se somatório do que seria feito na cultura da soja e milho aplicando tudo na cultura do milho); *****adubação 50% na cultura da soja e 50% na cultura do milho (100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura da soja e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na cultura do milho). Teste de Tukey (p < 0,05). CV= 7,4%.

Oliveira *et al.* (2019) ao avaliar o efeito do consórcio de milho com três tipos de *Urochloa* (*Urochloa brizantha*, *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa Convert*) observaram maiores valores em MSPA da gramínea quando o milho foi consorciado com *Urochloa brizantha* na época de safrinha (8 t ha⁻¹). De acordo com os autores, o resultado pode ser explicado devido a *Urochloa brizantha* permitir maior interceptação luminosa e apresenta menor taxa de alongamento do caule em ambientes sombreados, melhorando o uso energético no desenvolvimento e alongamento das folhas.

Entretanto Almeida *et al.* (2020) ao avaliar o efeito do consórcio do milho com *Urochloa ruziziensis* não observaram diferença estatística para a variável MSPA da gramínea. De acordo com os autores, o efeito não foi observado com a aplicação de herbicida para supressão do crescimento da *Urochloa ruziziensis*, propiciando o desenvolvimento da cultura do milho. Sendo assim, como a *Urochloa ruziziensis* é uma planta C4 e não tolera sombreamento, que foi provocado pelo milho (Taiz & Zeiger, 2010). Entretanto, quando não é realizada a supressão do crescimento da forrageira, a produtividade do milho ficará comprometida (Oliveira, 2001).

5.CONCLUSÃO

A adubação convencional e 100% na cultura da soja foram as mais indicadas para a cultura do milho.

A presença da *Urochloa ruziziensis* inibiu o desenvolvimento da cultura do milho nas condições em que este estudo foi conduzido.

São necessários novos estudos onde não haja déficit hídrico elevado para permitir o melhor desenvolvimento da *Urochloa ruziziensis* e, desta forma, realizar uma avaliação mais completa, inclusive da qualidade do solo e da produção subsequente da cultura da soja.

6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, K.L., Ferreira, R.V., Silva, A.G., Ferreira, C.J.B., Braz, G.B.P. 2020. Consórcio do milho e *Brachiaria ruziziensis*, época de dessecação e desempenho da soja em sucessão. Res. Soc. Dev., 9: 1-19.

Almeida, R.E.M., Favarin, J.L., Otto, R., Pierozan Junior, C., Oliveira, S.M., Tezotto, T., Lago, B.C. 2017. Effects of nitrogen fertilization on yield components in a corn-palisade grass intercropping system. Aust. J. CropSci., 11: 352-360.

Agranda. Semente de Híbrido MG 540 PWU. 2022.

Disponível: https://www.agranda.com.br/produto/semente-milho-hibrido-mg-540-60000-sementes/?srsltid=AfmBOoo_N87wFMhxQ2s788Nv5orU88qcGxqQsoe8bVVjPvt4jrzY-aLY. Acesso em: 02 de setembro de 2024.

Agrosol. *Brachiaria ruziziensis*. 2024.

Disponível: <https://www.sementesagrosol.com.br/produtos/detalhes/ruziziensis>. Acesso em: 03 de setembro de 2024.

Arf, O., Meirelles, F.C., Portugal, J.R., Buzetti, S., Sá, M.E., Rodrigues, R.A.F. 2018. Benefícios do milho consorciado com gramínea e leguminosas e seus efeitos na produtividade em sistema plantio direto. Rev. Bras. de Milho e Sorgo, 17: 431-444.

Assmann, T.S., Soares, A.B., Assmann, A.L., Levinski, F. 2017. Adubação de sistemas em integração lavou-pecuária. In: Encontro de integração lavoura-pecuária no sul do BRASIL, Congresso brasileiro de sistemas integrados de produção agropecuária. Cascavel.

Baptistella, J.L.C., Andrade, S.A.L., Favarin, J.L., Mazzafera, P. 2020. *Uroclhoa* in tropical agroecosystems. FoodSyst. 4:1-19.

Bertolini, E.V., Gamero, C.A., Salata, A.C., Piffer, C.R. 2008. Antecipação da adubação de semeadura do milho em dois sistemas de manejo do solo. R. Bras. Ci. Solo, 32: 2355-2366.

Borghi, E., Crusciol, C.A.C. 2007. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. Pesq. Agropec. Bras, 42: 163-171.

Bybee-Finley, K.A., Ryan, M.R. 2018. Advancing intercropping research and practices in industrialized agricultural landscapes. Agriculture, 6: 1-24.

Canisares, L.P., Rosolém, C.A., Momesso, L., Crusciol, C.A.C., Villegas, D.M., Arago, J., Ritz, K., Cantarella, H. 2021. Maize-*Brachiaria* intercropping: a strategy to supply recycled N to maize and reduce soil N₂O emissions?. Agric. Ecosyst. Environ., 319: 107491.

- Carvalho, F.P., Santos, J.B., Cury, J.P., Valadão Silva, D., Braga, R.R., Byrro, E.C.M.** 2011. Alocação de matéria seca e capacidade competitiva de cultivares de milho com plantas daninhas. *Planta Daninha*, 29: 373-382.
- Ceccon, G., Silva, J.F., Neto-Neto, A.L., Makino, P.A., Santos, A.** 2014. Produtividade de milho safrinha em espaçamento reduzido com populações de milho e de *Brachiaria ruziziensis*. *Rev. Bras. Milho Sorgo*, 13: 326-335.
- Cheruiyot, D., Midega, C.A.O., Berg, J.V., Pickett, J.A., Khan, Z.R.** 2018. Genotypic responses of brachiariagrass (*Brachiaria spp.*) accession to drought stress. *J. Agron.* 3:136-146.
- Chioderoli, C.A., Mello, L.M.M., Holanda, H.V., Furlani, C.E.A., Grigolli, P.J., Silva, J.O.R., Cesarin, A.L.** 2012. Consórcio de *Urochloas* com milho em sistema plantio direto. *Cienc. Rural*, 10: 1804-1810.
- CONAB.** 2024. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira, 11:1-130- safra 2023/2024- 11º levantamento.
- Concenço, G., Ceccon, G., Fonseca, I.C., Leite, L. F., Schwerz, F., Correia, I.T.** 2012. Weeds infestation in corn intercropped with forages at different planting densities. *Planta Daninha*, 30: 721-728.
- Cortez, J.W., Furlani, C.E.A., Silva, R.P.** 2009. Sistemas de adubação e consórcio de culturas intercalares e seus efeitos nas variáveis de colheita da cultura do milho. *Eng. Agríc.*, 29: 277-287.
- Costa, N. R., Andreotti, M., Gameiro, R.A., Pariz, C.M., Buzetti, S., Lopes, K.S.M.** 2012. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. *Pesq. Agropec. Bras*, 47: 1038-1047.
- Dickmann, L., Nakao, A.H., Modesto, V.C., Sanches, I.R., Andreotti, M.** 2022. Residual da adubação fosfatada e efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* em milho verão consorciado com gramínea em região de Cerrado. *Res. Soc. Dev.*, 3: 1-16.
- Elhaissofi, W., Ghoulam, C., Barakat, A., Zeroual, Y., Bargaz, A.** 2022. Phosphate bacterial solubilization: A key rhizosphere driving force enabling higher P use efficiency and crop productivity. *J. Adv. Res.*, 38: 13-28.
- Erich, M.S., Fitzgerald, C.B., Porter, G.A.** 2002. The effect of organic amendments on phosphorus chemistry in a potato cropping system. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 88: 79-88.
- Ferreira, D.F.** 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, 35: 1039-1042.
- Francisco, E.A.B., Câmara, G. M.S., Segatelli, C.R.** 2007. Estado nutricional e produção do capim-pé-de-galinha e da soja cultivada em sucessão em sistema antecipado de adubação. *Bragantia*, 66: 259-266.

- Glaze-Corcoran, S., Hashemi, M., Sadeghpour, A., Jahanzad, E., Afshar, R.K., Liu, X., Herbert, S.J.** 2020. Understanding intercropping to improve agricultural resiliency and environmental sustainability. *Adv. Agron.*, 162: 199-256.
- Goldinho, E.Z., Gasparotto, H.V.** 2021. Consórcio de milho com a braquiária no Oeste Paranaense. *Agropecuária Científica do Semiárido*, 17: 142-145.
- Ikeda, F.S., Victoria Filho, R., Marchi, G., Dias, C.T.S., Pelissari, A.** 2013. Interferências no consórcio de milho com *Urochloa* spp. *Cienc. Rural*, 43: 1763-1770.
- Jakelaitis, A., Silva, A.F., Silva, A.A., Ferreira, L.R., Freitas, F.C.L., Vivian, R.** 2005. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. *Planta Daninha*, 23: 59-68.
- Jakelaitis, A., Silva, A.F., Pereira, J.L., Silva, A.A., Ferreira, L.R., Vivian, R.** 2006. Efeito da densidade e época de emergência de *Brachiaria brizantha* em competição com plantas de milho. *Acta Sci. Agron.*, 28: 373-378.
- Kappes, C.; Andrade, J.A.C.; Arf, O.; Oliveira, A.C.; Arf, M.V.; Ferreira, J.P.** 2011. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. *Bragantia*, 70: 334-343.
- Khan, F., Siddique, A.B., Shabala, S., Zhou, M., Zhao, C.** 2023. Phosphorus plays key roles in regulating plants physiological responses to abiotic stresses. *Plants*, 15: 2861.
- Kumar, A., Kumar, J., Puniya, R., Mahajan, A., Sharma, N., Stanzen, L.** 2015. Weed management in maize-based cropping system. *Indian J. weedsci.*, 3: 254-266.
- Liu, D.** Root developmental responses to phosphorus nutrition. 2021. *J. Integr. Plant Biol.*, 6: 1065-1090.
- Lorenzetti, J.G., Rodrigues, M.A., Soares, A.P., Vieira, C.R.** 2023. Densidade de plantas e os efeitos nas características agrônômicas, temperatura e umidade do solo em consórcio milho-braquiária. *Nativa*, 11: 101-107.
- Magalhães, P.C.; Durães, F.O.M.** Fisiologia da produção. *In:* Cruz, J.C.; Karam, D.; Monteiro, M.A.R.; Magalhães, P.C. *A cultura do milho*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 63-87.
- Makino, P.A., Ceccon, G., Fachinelli, R.** 2019. Produtividade e teor de nutrientes em populações de milho safrinha solteiro e consorciado com braquiária. *Rev. Bras. Milho Sorgo*, 18: 206-220.
- Martha Júnior, G.B., Vilela, L., Sousa, D.M.G.** (Ed.). 2007. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 145-178.
- Matos, M.A., Salvi, J.V., Milan, M.** 2006. Pontualidade na operação de semeadura e a antecipação da adubação e suas influências na receita líquida da cultura da soja. *Eng. Agri.*, 26: 493-501.

- Merlin, A., Li He, Z., Rosolem, C.A.** 2013. Ruzigrass affecting soil-phosphorus availability. *Pesq. Agropec. Bras.*, 48: 1583-1588.
- Nunes, U.R., Andrade Júnior, V.C., Silva, E.B., Santos, N.F., Costa, H.A.O., Ferreira, C.A.** 2006. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. *Pesq. Agropec. Bras.*, 41: 943-948.
- 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. *Cienc. Agrotec.*, 3: 538-544.
- Oliveira, I.P.** 2001. Palhada no Sistema Santa Fé. Goiânia: EMBRAPA- CNPAF. 4p. (Informações Agrônômicas, 93).
- Oliveira, S.M., Almeida, R.E.M., Picrozan Junior, C., Reis, A.F., Souza, L.F.N., Favarin, J.L.** 2019. Contribution of corn intercropped with *Brachiaria* species to nutrient cycling. *Pesq. Agropec. Trop.*, 49: 1-9.
- Pariz, C.M., Andreotti, M., Azenha, M.V., Bergamaschine, A.F., Mello, L.M.M., Lima, R.C.** 2011. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema integração lavoura-pecuária. *Cienc. Rural*, 41: 875-882.
- Pavinato, P.S., Ceretta, C.A.** 2004. Fósforo e potássio na sucessão trigo/milho: épocas e formas de aplicação. *Cienc. Rural*, 34: 1779-1784.
- Pavinato, P.S., Merlin, A., Rosolem, C.A.** 2009. Phosphorus fractions in Brazilian Cerrado soils as affected by tillage. *Soil Tillage Res.*, 105: p.149-155.
- Peron, G.C., Pinho, R.G.V., Bernardo Júnior, L.A.Y., Souza, V.F., Pereira, F.C., Vieira Júnior, I.C., Balestre, M., Cardoso, D.A.D.B.** 2019. Influência de formas de adubação de semeadura na produtividade de grãos de híbridos de milho. *Rev. Bras. Milho Sorgo*, 18: 88-98.
- Pizarro, E.A., Lebre, M.D., Mutimura, M., Changjun, B.** 2013. *Brachiaria* hybrids: potential, forage use and seed yield. *Trop. Grassl-Forrajes*, 1: 31-35.
- Quaresma, J.P.S., Jakelaitis, A., Alexandrino, E., Oliveira, A.A., Pittelkow, F.K., Araújo, R.** 2013. Produção de milho e braquiarião consorciado sob adubação nitrogenada e fosfatada. *Rev. Bras. Ciênc. Agrár.*, 5: 613-620.
- Riferte, F.B.** 2021. Antecipação da adubação fosfatada no inverno: produtividade das culturas e forma de P no solo. Tese de doutorado. UEPG, Ponta Grossa, 86 p.
- Sereia, R.S., Leite, L.F., Alves, V.B., Ceccon, G.** 2012. Crescimento de *Brachiaria* spp. e milho safrinha em cultivo consorciado. *Agrarian*, 5: 349-355.
- Silva, A., Santos, F.L.S., Barretto, V.C.M., Freitas, R.J., Kluthcouski, J.** 2018. Recuperação de pastagem degradada pelo consórcio de milho, *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu. *Rev. Agric. Neotrop*, 5: 39-47.
- Silva, A.A., Delatorre, C.A.** 2009. Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. *Rev. Ciênc. Agrov.*, 8: 152-153.

Silva, A.L.M., Yano, E.H., Mariano, G.G., Trindade, V.D.R., Rosaboni, V.M., Saraiva, S.H.R., Ribeiro, J.A. 2021. Adubação antecipada e formas de distribuição do fertilizante na semeadura do milho. 2021. Res. Soc. Dev., 10: 1:11.

Silva, D.V., Pereira, G.A.M., Freitas, M.A.M., Silva, A.A., Sediyaama, T., Silva, G.S., Ferreira, L.R., Cecon, P.R. 2015. Produtividade e teor de nutrientes do milho em consórcio com braquiária. Cienc. Rural, 45: 1394-1400.

Silva, L.S., Laroca, J.V.S., Coelho, A.P., Gonçalves, E.C., Gomes, R. P., Pacheco, L.P., Carvalho, P.C.F., Pires, G.C.; Oliveira, R.L., Souza, J.M.A., Freitas, C.M., Cabral, C. E.A., Wruck, F.J., Souza, E.D. 2022. Does grass-legume intercropping change soil quality and grain yield in integrated crop-livestock systems?. Appl. Soil Ecol., 170: 104257.

Silva, L.S., Laroca, J.V.S., Coelho, A.P., Gonçalves, E.C., Gomes, R.P., Pacheco, L.P., Carvalho, P.C.F., Pires, G.C.; Oliveira, R.L., Souza, J.M.A., Freitas, C.M., Cabral, C. E.A., Wruck, F.J., Souza, E.D. 2022. Does grass-legume intercropping change soil quality and grain yield in integrated crop-livestock systems?. Appl. Soil Ecol., 170: 104257.

Sobrinho, O.P.L; Santos, L.N.; Santos, G.O.; Cunha, F.N.; Soares, F.A.L. 2020. Balanço hídrico climatológico mensal e classificação Köppen e Thornthwaite para o município de Rio Verde, Goiás. RBClimate, 27: 19-33.

Sousa, D.M.G., Lobato, E., Rein, A.T. 2004. Adubação fosfatada. In: SOUSA, D.M.G., LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Cerrados.

Sousa, D.M.G., Nunes, R.S., Rein, T.A., Santos Junior, J.D.G. 2016. Manejo do fósforo na região do Cerrado. In: Flores, R.A.; Cunha, P.P. (Ed.). Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no Cerrado. Goiânia: UFG, p. 291-358.

Sousa, D.M.G., Rein, T.A., Goedert, W.J.; Lobato, E.; Nunes, R.S. Fósforo. 2010. In: Prochnow, L.I., Casarin, V., Stipp, S.R. (Ed.). Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, p.66-132.

Taiz, L., Zeiger, E. 2010. Plant physiology. 5. ed. Sunderland: Sinauer Associates. 700 p.

Tsumanuma, G.M. 2004. Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de braquiárias, em Piracicaba, SP. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo. 100p.

Uzayisenga, B., Mutimura, M., Muthomi, J.W., Mwang’ombe, A., Ghimire, S.R. 2021. Disease surveillance and farmers’ knowledge of *Brachiaria* (Syn. *Urochloa*) grass diseases in Rwanda. Afr J Range Forage Sci., sup1: S1-S13.

Valderrama, M., Buzetti, S., Benett, C.G.S., Andreotti, M., Teixeira Filho, M.C.M. 2011. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. Pesqui. Agropecu. Trop., 41: 254-263.

Venegas, V.H.A., Novais, R.F., Barros, N.F., Cantarutti, R.B., Lopes, A.S. 1999. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Quinta edição. Viçosa: SBCS, 314-316.

Wen, Z., Li, H., Shen, J., Rengel, Z. 2017. Maize responds to low shoot P concentration by altering root morphology rather than increasing root exudation. *Plant and Soil*, 416: 377-389.

Wenneck, G.S., Saath, R., Araújo, L.L., Pereira, G.L., Oliveira, G.G.F., Sá, N.O., Volpato, C.S. 2021. Yield and economic analysis of corn and brachiaria intercropping in the northwestern Paraná. *Rev. Agric. Neotrop*, 8: 1-6.

Yadav, B., Jogawat, A., Lal, S.K., Lakra, N., Mehta, S., Shabek, N., Nayaran, O.P. 2021. Plant mineral transport systems and the potential for crop improvement. *Planta*, 253: 1-30.

Yao, Q., Xiaolin, L., Feng, G., Christie, P. 2001. Mobilization of sparingly soluble phosphates by the external mycelium of an arbuscular mycorrhizal fungus. *Plant and Soil*, 230: 279-285.

Zaia, F.C., Rodrigues, A.C.G., Rodrigues, E.F.G., Machado, R.C.R. 2008. Fósforo orgânico em solos sob agrossistemas de cacau. *R. Bras. Ci. Solo*, 32: 1987-1995.

Ziadi, N., Whalen, J.K., Messiga, A.J.; Morel, C. 2013. Assessment and modeling of soil available phosphorus in sustainable cropping systems. *Adv. Agron.*, 122: 85-126.