

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS RIO VERDE – GO
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOENERGIA E GRÃOS

ÉPOCAS DE SEMEADURA DE HÍBRIDOS DE MILHO NA SAFRINHA E SUAS
IMPLICAÇÕES NO USO DE NUTRIENTES E PRODUTIVIDADE

GUSTAVO FELIPE PERIN

Orientador Prof. Dr. Lucas Anjos de Souza

RIO VERDE - GO

OUTUBRO, 2024

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – IF GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOENERGIA E GRÃOS**

**AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE
SEMEADURA SAFRINHA: IMPLICAÇÕES NO USO DE NUTRIENTES**

por

GUSTAVO FELIPE PERIN

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde do Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Bioenergia e Grãos, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Orientação:

Orientador Prof. Dr. Lucas Anjos de Souza – IF Goiano

Coorientador Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral – IF Goiano

RIO VERDE - GO

Outubro, 2024

BB898f Perin, Gustavo Felipe

Avaliação de híbridos de milho em diferentes épocas de semeadura safrinha: implicações no uso de nutrientes / Gustavo Felipe Perin; orientador Lucas Anjos de Souza. – Rio Verde

2024

75 p.

Monografia (Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos) – Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde-GO.

1. Zea mays 2. Milho safrinha. 3. Datas de semeadura 4. Eficiência nutricional 5. Produtividade.

I. Lucas Anjos de Souza, orientador. II Avaliação de híbridos de milho em diferentes épocas de semeadura safrinha: implicações no uso de nutrientes.

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

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese (doutorado) | ☐ Artigo científico |
| ☒ Dissertação (mestrado) | ☐ Capítulo de livro |
| ☐ Monografia (especialização) | ☐ Livro |
| ☐ TCC (graduação) | ☐ Trabalho apresentado em evento |

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:
GUSTAVO FELIPE PERIN

Matrícula:
2020102331540050

Título do trabalho:

ÉPOCAS DE SEMEADURA DE HÍBRIDOS DE MILHO NA SAFRINHA E SUAS IMPLICAÇÕES NO USO DE NUTRIENTES E PRODUTIVIDADE

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 06 /01 /2025

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
Local

03 /01 /2025
Data


Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:


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

Documentos 70/2022 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ÉPOCAS DE SEMEADURA DE HÍBRIDOS DE MILHO NA SAFRINHA E SUAS IMPLICAÇÕES NO USO DE NUTRIENTES E PRODUTIVIDADE

Autor: Gustavo Felipe Perin
Orientador: Lucas Anjos de Souza

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos - Área de Concentração Agroenergia

APROVADA em 29 de junho de 2022.

Prof.^a Dr.^a Veridiana Cardozo
Gonçalves Cantão
Avaliador externo - Universidade de
Rio Verde

Prof. Dr. Adriano Perin
Avaliador externo - IF Goiano /
Campus Rio Verde

Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral
Avaliador interno - IF Goiano /
Campus Rio Verde

Prof. Dr. Lucas Anjos de Souza
Presidente da Banca - IF Goiano /
Campus Rio Verde

Documento assinado eletronicamente por:

- Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão, Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão - Professor Avaliador de Banca - Universidade de Rio Verde (01815216000178), em 01/07/2022 07:57:44.
- Adriano Perin, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/06/2022 15:53:59.
- Pablo Diego Silva Cabral, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/06/2022 15:36:47.
- Lucas Anjos de Souza, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/06/2022 15:30:56.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 23/06/2022. 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: 401696

Código de Autenticação: f9c42c884d





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

Ata nº 47/2022 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
ATA Nº 53 (CINQUENTA E TRÊS)
BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos vinte e nove dias do mês de junho do ano de dois mil e vinte e dois, às 08h00min (oito horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada no Auditório do Pavilhão da Pesquisa e Pós-Graduação do IF Goiano – Campus Rio Verde, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **GUSTAVO FELIPE PERIN**, 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. Lucas Anjos de Souza, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da Dissertação que, em 30 min., procedeu à 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 procedida às 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 na 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, foi 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
Lucas Anjos de Souza	IF Goiano – Campus Rio Verde	Presidente
Pablo Diego Silva Cabral	IF Goiano – Campus Rio Verde	Membro interno
Adriano Perin	IF Goiano – Campus Rio Verde	Membro externo

Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão	Universidade de Rio Verde	Membro externo
---------------------------------------	---------------------------	----------------

Documento assinado eletronicamente por:

- Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão, Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão - Professor Avaliador de Banca - Universidade de Rio Verde (01815216000178), em 01/07/2022 07:56:34.
- Adriano Perin, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/06/2022 15:54:29.
- Pablo Diego Silva Cabral, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/06/2022 15:36:01.
- Lucas Anjos de Souza, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/06/2022 15:28:45.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 23/06/2022. 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: 401698

Código de Autenticação: 98d4a18928



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

Dedico essa dissertação aos meus pais, por terem me mostrado o valor da vida, e inspirar a cultivar a humildade, simplicidade e responsabilidade em todas as coisas, e a minha noiva Kallynca que é minha inspiração diária para acordar todos os dias e dedicar-me com meu melhor em tudo o que faço.

AGRADECIMENTOS

Agradeço sempre, e em primeiro, a Deus e seu Filho Jesus Cristo, que pagou o preço por mim na cruz, que com sua misericórdia deu-me graça, sabedoria e disposição, para seguir do início ao fim deste trabalho com muito entusiasmo.

Aos meu pais Marli e Perin, os quais foram a base do meu caráter, que me ensinaram princípios de vida inspiradores a sempre batalhar pelos meus objetivos.

Ao meu irmão Fabrício, que se tornou exemplo de dedicação em tudo o que faz.

A minha noiva Kallynca, por ser base do meu dia a dia, que com seu muito amor, deu-me suporte e fortaleceu nos bons e mais desafiadores momentos da vida.

Ao meu professor, orientador e amigo Lucas Anjos, que em seu muito conhecimento foi fundamental para qualidade final do trabalho.

Ao pesquisador Ulisses Resende, por toda ajuda na condução das operações de campo do trabalho.

Ao agricultor Vinicius Marques e ao CPA, pelo interesse genuíno nos resultados e por ter cedido as áreas para execução do trabalho.

A todos os meus amigos que sempre torceram por mim e por meu sucesso!

“Busquem, pois, em primeiro lugar o Reino de Deus e a sua justiça, e todas essas coisas lhes serão acrescentadas”

Mateus 6:33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Precipitação do local do experimento.....	21
Figura 2 - Plantio manual de milho com utilização de matraca (A); parcelas adubadas após raleio (B); colheita manual das espigas (C); debulha mecanizada das espigas (D).....	32
Figura 3 - Medição de altura de planta com utilização de régua (A); Medição de altura de planta através da bainha da folha bandeira (B); medição de altura de inserção de espiga através da identificação do nó de saída do pedúnculo da espiga (C).....	33
Figura 4 - Pesagem e identificação de pacotes para separação amostras de grãos (A); Amostras de grãos separadas e identificadas para posterior análise nutricional (B).	34
Figura 5 - Aferição da umidade dos grãos de milho através de determinador de umidade portátil.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exportação média de nutrientes pela cultura do milho pelos grãos e pela silagem em diferentes níveis de produtividade.	22
Tabela 2 - Análise de solo de 0-20 cm das áreas experimentais de Santa Helena de Goiás-GO e Rio Verde-GO.....	29
Tabela 3 - Descrição dos híbridos de milho utilizados no experimento.	31
Tabela 4- Valores de F e as respectivas significâncias para Altura de Plantas (AP), Altura de Inserção de Espiga (AIE), porcentagem de Colmo Podre (CP), Umidade Relativa dos grãos (UR) e Produtividade (PROD) de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Santa Helena de Goiás – GO	40
Tabela 5 - Médias de altura de plantas (AP), altura de inserção de espigas (AIE), colmo podre (CP), umidade relativa (UR) e produtividade (PROD) entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Santa Helena de Goiás – GO.....	41
Tabela 6 - Médias de Umidade Relativa dos grãos de milho na interação na interação Híbridos x Época de semeadura no ambiente de Santa Helena de Goiás-GO.	43
Tabela 7 - Valores de F e as respectivas significâncias para teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura em Santa Helena de Goiás – GO.	44
Tabela 8 - Valores de F e as respectivas significâncias para teores de Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura em Santa Helena de Goiás – GO.	45
Tabela 9 - Médias de teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Santa Helena de Goiás-GO.	45
Tabela 10 - Médias de teores de Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Santa Helena de Goiás-GO.	47
Tabela 11 - Valores de F e as respectivas significâncias para Exportação de Nitrogênio (N exp), Fósforo (P exp), Potássio (K exp), Cálcio (Ca exp), Magnésio (Mg exp) e Enxofre (S exp) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Santa Helena de Goiás-GO.	49
Tabela 12 - Valores de F e as respectivas significâncias para exportação de Cobre (Cu exp), Ferro (Fe exp), Manganês (Mn exp) e Zinco (Zn exp) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Santa Helena de Goiás – GO.....	49
Tabela 13 - Valores de F e as respectivas significâncias para Eficiência de Uso de Nitrogênio (NUE) e Potássio (KUE) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Santa Helena de Goiás-GO.	49
Tabela 14 - Exportação (kg.ha ⁻¹) de Nitrogênio (N exp), Fósforo (P exp), Potássio (K exp), Cálcio (Ca exp), Magnésio (Mg exp) e Enxofre (S exp) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Santa Helena de Goiás-GO.	50
Tabela 15 - Exportação (g.ha ⁻¹) de Cobre (Cu exp), Ferro (Fe exp), Manganês (Mn exp) e Zinco (Zn exp) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Santa Helena de Goiás-GO.	51
Tabela 16 - Médias de Eficiência de Uso de Nitrogênio (NUE – kg.kg ⁻¹), Fósforo (PUE – kg.kg ⁻¹) e Potássio (KUE – kg.kg ⁻¹) em grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Santa Helena de Goiás-GO.....	52
Tabela 17 - Valores de F e as respectivas significâncias para Altura de Plantas (AP), Altura de Inserção de Espiga (AIE), porcentagem de Colmo Podre (CP), Umidade Relativa dos grãos (UR) e	

Produtividade (PROD) de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura em Rio Verde – GO.....	57
Tabela 18 - Médias de altura de plantas (AP), altura de inserção de espigas (AIE), colmo podre (CP), umidade relativa (UR) e produtividade (PROD) entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Rio Verde – GO.	58
Tabela 19 - Médias de Produtividade de milho na interação na interação Híbridos x Época de semeadura no ambiente de Rio Verde-GO.	59
Tabela 20 - Valores de F e as respectivas significâncias para teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Rio Verde – GO.	60
Tabela 21 - Valores de F e as respectivas significâncias para teores de Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Rio Verde – GO.	60
Tabela 22 - Médias de teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Rio Verde-GO.....	61
Tabela 23 - Médias de teores de Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Rio Verde-GO.....	62
Tabela 24 - Médias de teores de cobre (mg/kg) nos grãos de milho na interação na interação Híbridos x Época de semeadura no ambiente de Rio Verde-GO.....	63
Tabela 25 - Valores de F e as respectivas significâncias para Exportação de Nitrogênio (N exp), Fósforo (P exp), Potássio (K exp), Cálcio (Ca exp), Magnésio (Mg exp) e Enxofre (S exp) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Rio Verde-GO.	64
Tabela 26 - Valores de F e as respectivas significâncias para exportação de Cobre (Cu exp), Ferro (Fe exp), Manganês (Mn exp) e Zinco (Zn exp) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Rio Verde – GO.....	64
Tabela 27 - Exportação (kg.ha ⁻¹) de Fósforo (P exp), Potássio (K exp), Cálcio (Ca exp) e Magnésio (Mg exp) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Rio Verde-GO.....	65
Tabela 28 - Médias de N exp (kg.ha ⁻¹) em grãos de milho na interação na interação Híbridos x Época de semeadura no ambiente de Rio Verde-GO.....	66
Tabela 29 - Médias de S exp (kg.ha ⁻¹) em grãos de milho na interação na interação Híbridos x Época de semeadura no ambiente de Rio Verde-GO.	66
Tabela 30 - Exportação (g.ha ⁻¹) de Zinco (Zn exp) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Rio Verde-GO.	67
Tabela 31 - Valores de F e as respectivas significâncias para Eficiência de Uso de Nitrogênio (NUE) e Potássio (KUE) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Rio Verde-GO.....	68
Tabela 32 - Médias de Eficiência de Uso de Nitrogênio (NUE – kg/kg) em grãos de milho na interação na interação Híbridos x Época de semeadura no ambiente de Rio Verde-GO.	69
Tabela 33 - Médias de Eficiência de Uso de Potássio (KUE – kg/kg) em grãos de milho na interação na interação Híbridos x Época de semeadura no ambiente de Rio Verde-GO.	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Temperaturas e pluviosidade de Rio Verde-GO na safrinha 2021.....	28
Gráfico 2 - PCA de comportamento das variáveis para híbridos de milho semeado em diferentes épocas na localidade de Santa Helena de Goiás-GO.....	37
Gráfico 3 - PCA de comportamento de híbridos em função da época para todas as variáveis em híbridos de milho semeado em diferentes épocas na localidade de Santa Helena de Goiás-GO.	37
Gráfico 4 - PCA de comportamento da produtividade para híbridos de milho semeado em diferentes épocas na localidade de Santa Helena de Goiás-GO.....	39
Gráfico 5 - PCA de comportamento da Eficiência de Uso de Nitrogênio (NUE) para híbridos de milho semeado em diferentes épocas na localidade de Santa Helena de Goiás-GO.	40
Gráfico 6 - PCA de comportamento das variáveis para híbridos de milho semeado em diferentes épocas na localidade de Rio Verde-GO.....	54
Gráfico 7 - PCA de comportamento de híbridos em função da época para todas as variáveis em híbridos de milho semeado em diferentes épocas na localidade de Rio Verde-GO.....	54
Gráfico 8 - PCA de comportamento da produtividade para híbridos de milho semeado em diferentes épocas na localidade de Rio Verde-GO.....	55
Gráfico 9 - PCA de comportamento da Eficiência de Uso de Nitrogênio (NUE) para híbridos de milho semeado em diferentes épocas na localidade de Rio Verde-GO.	56

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 Cenário do milho no Brasil	17
1.2 Híbridos e épocas de plantio de milho safrinha	18
1.3 Aspectos nutricionais na cultura do milho	20
1.4 Importância e uso de Nitrogênio, Fósforo e Potássio na cultura do milho	23
2 OBJETIVO.....	27
2.1 Objetivo Geral.....	27
2.2 Objetivos específicos	27
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Característica das áreas experimentais.....	28
3.2 Delineamento experimental	29
3.3 Instalação e condução do experimento	30
3.4 Avaliações agronômicas	32
3.4 Análise estatística.....	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1 Análise de componentes principais de híbridos de milho semeados em três épocas no município de Santa Helena de Goiás-GO.	36
4.2 Avaliações agronômicas e de produtividade de híbridos de milho safrinha semeados em três épocas no município de Santa Helena de Goiás-GO.....	40
4.3 Avaliação nutricional de híbridos de milho semeados em três épocas no município de Santa Helena de Goiás-GO.	44
4.4 Avaliações de exportação de nutrientes nos grãos e eficiência de uso de nutrientes em híbridos de milho semeados em três épocas no município de Santa Helena de Goiás-GO. ...	48
4.5 Análise de componentes principais de híbridos de milho semeados em duas épocas no município de Rio Verde-GO.....	53
4.6 Avaliações agronômicas e de produtividade de híbridos de milho safrinha semeados em duas épocas no município de Rio Verde-GO.....	56
4.7 Avaliação nutricional de híbridos de milho semeados em duas épocas no município de Rio Verde-GO.	60
4.8 Avaliações de exportação de nutrientes nos grãos e de eficiência de uso de nutrientes em híbridos de milho semeados em duas épocas no município de Rio Verde-GO.	63
5 CONCLUSÕES.....	70
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE MILHO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA SAFRINHA: IMPLICAÇÕES NO USO DE NUTRIENTES

RESUMO: A cultura do milho é relevante mundialmente e no Brasil tem grande impacto econômico, as características agronômicas e desempenho de diferentes híbridos são variáveis em função da época em que são semeados e condições relacionadas. O objetivo com o trabalho foi de avaliar o desempenho de dez híbridos de milho semeados em diferentes épocas de semeadura na safrinha (08/fev, 20/fev e 06/mar), em 2 localidades. As variáveis analisadas foram: altura de plantas, altura de inserção de espiga, colmo podre, umidade relativa dos grãos, produtividade dos grãos, teor de macro e micronutrientes nos grãos, exportação e eficiência de uso dos nutrientes. Os híbridos foram avaliados em cada época de semeadura por meio de ANOVA, comparação de médias; para a avaliação entre as épocas de semeadura foi utilizado o método multivariado de componentes principais. Houve diferenças significativas entre híbridos, épocas de semeadura, e interação híbrido x época para algumas variáveis. O híbrido MG593PWU mostrou-se o mais produtivo seguido do híbrido FS575PWU, com maiores eficiências no uso de N e K, porém com menores teores e exportação de N nos grãos.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*, milho safrinha, datas de semeadura, eficiência nutricional, produtividade

EVALUATION OF CORN HYBRIDS AT DIFFERENT SEASONS OF SECOND-CROPPING SOWING: IMPLICATIONS ON NUTRIENT USE

ABSTRACT: Corn is a global crop and has a major economic impact in Brazil. The agronomic characteristics and performance of different hybrids vary depending on the time that they are sown and related conditions. The objective of this study was to evaluate the performance of ten corn hybrids sown at different sowing times in the second crop (February 8, February 20, and March 6) in two locations. The variables analyzed were: plant height, ear insertion height, rotten stalk, grain relative moisture, grain yield, macro and micronutrient content in grains, export, and nutrient use efficiency. The hybrids were evaluated within each sowing season using ANOVA, comparison of means; The multivariate principal component method was used to evaluate the differences between sowing dates. There were significant differences between hybrids, sowing dates, and hybrid x date interaction for some variables. The MG593PWU hybrid was the most productive, followed by the FS575PWU hybrid, with greater efficiency in the N and K use, but with lower levels and export of N in the grains.

KEYWORDS: Zea mays, second-season corn, sowing dates, nutritional efficiency, productivity

1. INTRODUÇÃO

1.1 Cenário do milho no Brasil

A cultura do milho tem grande importância econômica a nível mundial, sendo uma cultura que movimenta boa parte do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro. De acordo com CONAB (2021) a perspectiva do PIB agrícola em 2022, deve apresentar crescimento 3,3% maior que 2021, sendo que a cultura do milho crescerá 32,2%, não sendo este segmento da economia afetado pelo COVID-19, ao contrário do PIB total brasileiro. Ainda, o setor agropecuário, acumulou crescimento real de 21,6% nos últimos 7 anos, contra queda de 3,1% da economia como um todo.

A safrinha atualmente representa a época de plantio de maior produção de milho no Brasil, com a vantagem de ser um cultivo que ocorre na sequência da cultura da soja, normalmente de ciclo de precoce, aproveitando o residual de adubação além da fonte de nitrogênio advindo da fixação biológica das raízes da soja, sustentando esse sistema de produção em sucessão, ocorrendo principalmente nos estados do Paraná, São Paulo, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Cruz *et al.*, 2010).

O milho primeira safra no Brasil em área, cresceu apenas 4% neste último ciclo, com área total de 4,5 milhões de hectares, sendo que o estado de Goiás contempla apenas 4% deste total de área plantada, correspondendo com a produção próximo de 1,78 milhões de toneladas de grãos. Uma área pequena quando comparada com o plantio da segunda safra (CONAB, 2022).

A safrinha 2021 teve área de plantio no Brasil 7% acima da safrinha 2020, com média de 16,045 milhões de hectares cultivados, sendo que o estado de Goiás contribui com 1,74 milhões de hectares, 5% acima da safrinha 2021. Estimativas da produtividade da safrinha 2021 também foram superiores as estimativas da safrinha 2022, em 36,3% a nível nacional e 48% maior no estado de Goiás, obtendo a média de 6.069 kg.ha⁻¹ neste último ciclo (CONAB, 2022), tais

adventos em decorrência do acentuado estresse hídrico da safra correspondente. Tais dados colocam o estado de Goiás como uma das maiores potências agrícolas de milho safrinha no Brasil, demonstrando a importância na economia do país. Com mais de 2,310 milhões de toneladas produzidas em 2019, Rio Verde-GO, confirmou como segundo maior município produtor de milho do País. Em quarto lugar está o município de Jataí-GO, com mais de 1,605 milhão de toneladas colhidas na safrinha 2020 (IBGE, 2020).

Mesmo sob condições adversas que o agricultor pode enfrentar como estiagens, cortes de chuva, geadas e insolação, que aumentam as chances de perdas de produção (Batista *et al.*, 2019), a segunda safra ocupa maior área cultivada de milho, em comparação com a primeira safra. Assim, caracteriza-se a safrinha por ser uma atividade de grande risco. Desta forma, o correto posicionamento técnico de híbridos, uso adequado das práticas agrícolas de manejo da cultura são essenciais para o sucesso da cultura.

1.2 Híbridos e épocas de plantio de milho safrinha

A semeadura do milho safrinha deve ser realizada o mais cedo possível, para que ao longo dos estágios de desenvolvimento da cultura, as condições climáticas atendam às necessidades da planta, mas, como é dependente da liberação da área pela cultura da soja é importante avaliar os riscos em semeaduras tardias (Duarte, 2015).

A escolha dos melhores híbridos para uma determinada região deve ser baseada nas variações climáticas que ocorrem em cada localidade e nas épocas de semeadura, já que, em cultivos extemporâneos, os híbridos de melhor adaptação no cultivo safrinha, podem não ter a mesma performance nas semeaduras de verão (Duarte & Paterniani, 1999). De acordo com Silva e Francischini (2013), dentre os fatores de riscos que afetam o desempenho do milho safrinha

em Goiás, o estresse hídrico foi apontado, por todos os produtores, como o principal fator que limita ou reduz o rendimento da cultura.

Essa observação foi demonstrada por Pelissa (2017) que avaliou o desempenho do híbrido DKB390PRO no município de Sinop-MT, em cinco diferentes épocas de semeadura, constatando que os plantios realizados até a primeira quinzena de fevereiro proporcionaram melhor desenvolvimento e maiores produtividades, quando comparados aos plantios da segunda quinzena de fevereiro e início de março. O autor constatou queda de 28,6% da produtividade entre os plantios de 11 de fevereiro e 15 de março, a redução de 1,34 sacos por hectare por dia de atraso de plantio. O autor afirma que os híbridos semeados até 20 de fevereiro apresentam menores riscos de perdas por falta de água e elevado potencial produtivo, desde que os demais tratamentos fitotécnicos sejam realizados de acordo com a necessidade da cultura, e que semeaduras posteriores, até 15 de março são consideradas de alto risco na região dos Cerrados, pois a probabilidade de ocorrer limitação hídrica torna-se elevada.

Analisando o comportamento de 10 híbridos de milho no município de Palmas-TO, Costa *et al.* (2017) concluíram que plantios mais tardios (final de fevereiro) comparado com plantios mais cedo (início de fevereiro) tiveram produtividade média reduzida em 12,7% (7.530 kg.ha⁻¹ contra 6.568 kg.ha⁻¹), sendo os híbridos AG7088PRO, AS1596PRO e DKB310PRO com maior estabilidade de produção, por apresentarem menor perda de produtividade entre as épocas. Ainda, os plantios do início de fevereiro tiveram maior incidência de doenças, principalmente ferrugem-polissora (*Puccinia polysora*), mancha-de-bipolaris (*Bipolaris maydis*) e antracnose-foliar (*Colletotrichum graminicola*) em menor intensidade, que foram observadas principalmente nos híbridos P30F53YH e CD355. Os autores afirmam que as diferenças de produtividade ocorreram pela diferença na disponibilidade hídrica entre as épocas de plantio, havendo maior disponibilidade no plantio do início de fevereiro.

Trabalhando com diferentes híbridos de milho em plantios safrinha do final de janeiro e final de fevereiro no município de Rio Verde-GO, Gontijo Neto *et al.* (2013) concluíram que híbridos duplos, comparados a híbridos simples, apresentaram em geral menor média de produtividade, e híbridos duplos não apresentaram diferenças de produtividade entre as duas épocas de plantio. Os híbridos simples AG7088PRO, AS1596PRO, BRS1060, DKB310PRO, DKB390PRO e 2B587PW tiveram as produtividades diminuídas em 25, 27, 27, 40, 21 e 18 %, respectivamente, da segunda em relação a primeira época. Os autores ainda avaliaram que dos seis híbridos mais produtivos, houve 60% a mais de produtividade em relação à média geral na primeira época de plantio, contra 28,7% da segunda época de plantio, sugerindo que condições mais adversas, principalmente condições climáticas, associadas à semeadura mais tardia impediram que os materiais expressassem o potencial produtivo atribuindo o fato desta redução geral de produtividade.

Torna-se fundamental a correta tomada de decisão de escolha de híbridos em função da época de plantio, pois está diretamente associada a lucratividade dos agricultores. Richetti *et al.* (2018) identificaram prejuízos econômicos na cultura do milho safrinha cultivado em diferentes localidades, gerando incerteza quanto ao resultado positivo do cultivo do milho na segunda safra, indicando a necessidade de uma análise técnica e econômica para a adoção.

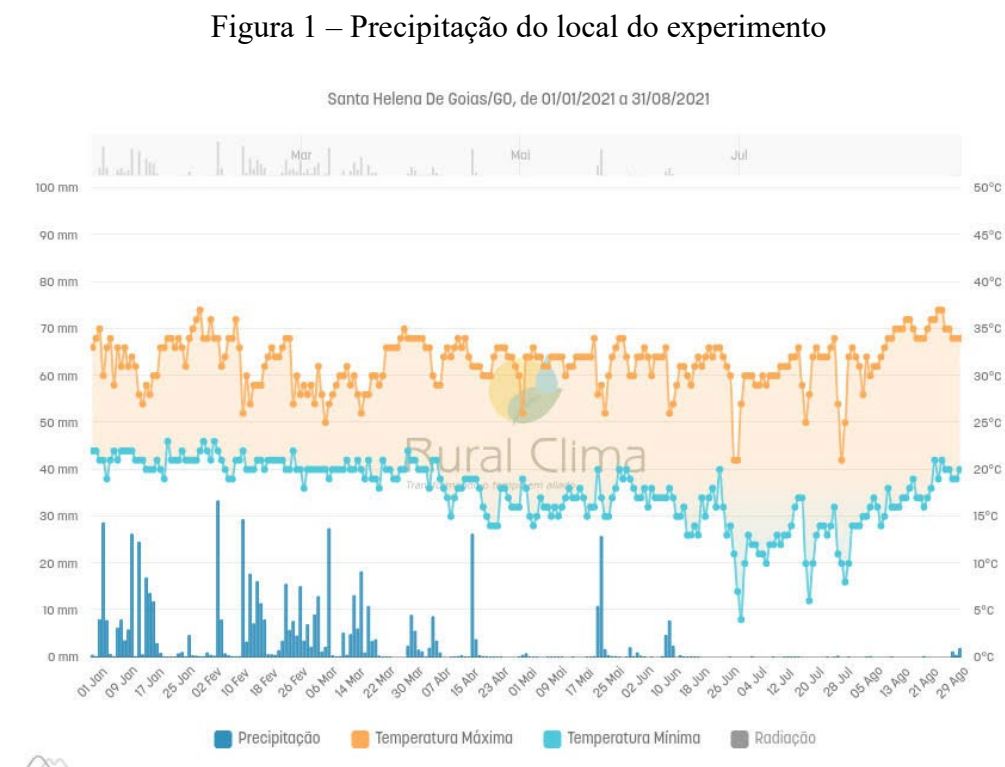
1.3 Aspectos nutricionais na cultura do milho

As exigências nutricionais da planta de milho são determinadas pela quantidade de nutrientes que é extraída durante todo o seu ciclo. Por isso, a absorção do nutriente necessário para seu desenvolvimento depende do que é fornecido pelo solo e adubação. O estado vegetativo da folha, normalmente caracteriza as variações no fornecimento de nutrientes através do solo e/ou adubação. Assim, o tecido foliar pode ser utilizado para indicar o estado nutricional das

plantas, medindo diretamente a quantidade de nutrientes que elas absorveram (OLIVEIRA, 2021).

As condições de safrinha normalmente apresentam risco de ocorrência de baixas precipitações comparadas ao cultivo de verão, fazendo com que as plantas tenham menor aproveitamento dos nutrientes com consequente limitação de produção de grãos e menor retorno econômico, logo, a adubação na safrinha em geral é menor em relação ao verão. Tendo em vista que na safrinha existe aproveitamento dos nutrientes utilizados na cultura anterior, majoritariamente a cultura da soja, este efeito residual da adubação também contribui para que a adubação na safrinha seja menor (ALTUNA, 2000).

A figura 1 a seguir ilustra a precipitação observada no local do experimento e no período analisado:



Fonte: Rural Clima (2021).

Avaliando o híbrido de milho 2B5887PW em três localidades no estado do Mato Grosso, Duarte e Kappes (2017) observaram aumentos na produtividade de 13% pela adição de doses de N no sulco de plantio. Também concluíram que a ausência de N e P na semeadura do milho safrinha limita o potencial produtivo e o retorno econômico da adubação de cobertura.

Coelho & França (1995) mostraram a extração de nutrientes pelos grãos e pela silagem de milho, que aumenta em função do aumento da produtividade, sendo o N e o K os elementos de maior exportação, e demonstra a necessidade de maior atenção aos aspectos nutricionais desses nutrientes (Tabela 1). Os autores ainda classificam na seguinte ordem de quantidade de extração dos nutrientes: N = K > Mg > Ca = P > S > Fe > Zn = Mn > B > Cu > Mo. Outros autores identificaram extração da cultura do milho com diferentes ordens como o Simão (2016) que identificou pequenas diferenças na extração dos macronutrientes: N>K>Ca>Mg>P>S.

Tabela 1 - Exportação média de nutrientes pela cultura do milho pelos grãos e pela silagem em diferentes níveis de produtividade.

Tipo de Exploração	Produtividade t.ha-1	N	P	K Kg.ha-1	Ca	Mg
Grãos	3,65	77	9	83	10	10
	5,80	100	19	95	17	17
	7,87	167	33	113	27	25
	9,17	187	34	143	30	28
	10,15	217	42	157	32	33
Silagem (matéria seca)	11,60	115	15	69	35	26
	15,31	181	21	213	41	28
	17,13	230	23	271	52	31
	18,65	231	26	259	58	32

Fonte: Fonte: COELHO *et al.* (dados não publicados)

Avaliando os teores dos macronutrientes em plantas de milho, IPA (2008) concluiu que as concentrações ideais dos nutrientes nos tecidos das folhas de milho são entre 27,5 e 32,5 g.kg⁻¹ para N, 2,5 e 3,5 g.kg⁻¹ para P e 17,5 a 22,5 g.kg⁻¹ para K.

A absorção de alguns dos nutrientes por parte da planta de milho sofre oscilações durante os estádios fenológicos, sendo importante critério para qual é o ideal período de fornecimento dos nutrientes, sendo, por exemplo que o N e o K são elementos absorvidos desde o início do desenvolvimento da cultura até o florescimento, desta forma, mostra-se de grande importância o entendimento da dinâmica de cada nutriente para determinar as épocas ideais de aplicação destes nas lavouras (VALDERRAMA *et al.*, 2011).

Em estudo com 41 híbridos de milho em 8 localidades com plantio verão e 10 localidades de plantio safrinha, Duarte *et al.* (2018) obtiveram diferentes médias de produtividade entre as safras de plantio, tendo a safra verão maior média de produtividade comparado a safrinha. Os resultados dos autores mostraram que não houve variação na concentração de nutrientes dos grãos entre as duas safras na média geral dos híbridos. No entanto, a extração total de nutrientes aumentou linearmente conforme aumento de produtividade. De maneira geral, destacaram-se teores ligeiramente superiores de N, Fe e B na safra verão, e de Ca e Cu na safrinha. Desta forma, é possível estabelecer valores médios da concentração dos nutrientes dos grãos independente o híbrido e época de plantio.

1.4 Importância e uso de Nitrogênio, Fósforo e Potássio na cultura do milho

O milho é uma cultura com alto potencial de extração de nutrientes no solo e, assim, torna-se necessário que estes elementos estejam disponíveis para que as plantas possam absorvê-los e assimilá-los. Dessa forma, a eficiência nutricional de um híbrido de milho é definida como a capacidade em adquirir o nutriente para assimilá-lo e utilizá-lo na produção de biomassa ou material vegetal de rendimento econômico, no caso do milho, principalmente os grãos (CARVALHO *et al.*, 2011).

O nitrogênio é o nutriente demandado em maiores quantidades na cultura do milho com relação à adubação. Esse nutriente é importante para o metabolismo vegetal, uma vez que constitui enzimas, proteínas e outros componentes, além de influenciar de forma significativa o processo de iniciação e expansão foliar (CANTARELLA, 1993). Ainda, em situações de deficiência de N, o crescimento da planta é afetado, de modo que apresentam clorose nas folhas mais velhas em formato de V invertido como sintoma mais característico. Nesse cenário, é importante definir a adubação nitrogenada dos pontos de vista qualitativo e quantitativo, de modo a otimizar o uso dos adubos na medida que potencializa o desempenho produtivo vegetal (LOPES *et al.*, 2004).

Carvalho *et al.* (2011) concluíram em um experimento com diferentes híbridos em Lavras-MG, que houve diferenças quanto a eficiência no uso e na absorção de nitrogênio, sendo os materiais mais promissores os híbridos GNZ 2004 e P30F53, apresentando eficiência de utilização de N de 30,62 e 34,11 kg.ha⁻¹, respectivamente.

Com relação à absorção de N pela cultura, nos distintos estádios de desenvolvimento, entre os estádios V12 a V18 (definição do número de grãos por fileira), e durante a fase reprodutiva ou formação da espiga, ocorre absorção de N em maior intensidade. Dessa forma, durante essas fases, situações de estresse devem ser evitadas a fim de que o rendimento produtivo não seja comprometido (COELHO, 2006).

Simão *et al.* (2020) avaliando doses de N em diferentes híbridos de milho nas regiões de Rio Verde-GO (DKB310PRO2) e Sinop-MT (DKB390PRO2), concluíram que a adubação nitrogenada na semeadura aumentou a produtividade do milho e melhorou o efeito da adubação em cobertura ou até a dispensou. A fertilização com 90 kg.ha⁻¹ de N na forma de ureia proporcionou maior produtividade e retorno econômico, melhorando o balanço deste nutriente no sistema soja/milho segunda safra. Os autores também concluíram que doses muito altas de

adubação nitrogenada na safrinha tornam-se inviáveis em função dos custos da adubação e do retorno em produtividade.

Avaliando diferentes doses de N em cobertura na cultura do milho no híbrido P30F53H no município de Londrina-PR, foram observadas diferenças significativas em características agronômicas como no aumento da altura de plantas e inserção de espiga, produtividade e peso de mil grãos em função do aumento de doses. Tal fato comprova o efeito e resposta de doses de N, principalmente em híbridos simples e responsivos como no caso (GAZOLA *et al.*, 2014).

Depois do N, o K é o elemento absorvido em maior quantidade pelo milho, sendo exportado aproximadamente 30% do total disponibilizado. Nos solos do Brasil Central, a quantidade de K disponível é normalmente baixa e a adubação com esse elemento produz resultados significativos. Já o caso do P, as doses normalmente recomendadas são altas, em função da baixa eficiência (20 a 30%) de aproveitamento desse nutriente pela cultura. Isto decorre da alta capacidade de fixação do P adicionado ao solo através de mecanismos de adsorção e precipitação, reduzindo sua disponibilidade às plantas (COELHO, 2006).

Castro *et al.* (2015) constataram que o aumento de doses de K em um Latossolo Amarelo Distrófico no município de Boa Vista-RR com $0,22 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ de K, proporcionou aumento da massa de espigas, aumento no número de grãos por espiga e aumento da produtividade do híbrido P30F53YHR; sendo a adubação em função da concentração de potássio do solo, a dose de 120 kg.ha^{-1} foi a de melhor custo benefício, comprovando dessa forma a importância da disponibilidade do nutriente para as plantas e aplicação de doses corretas do nutriente para maximização da produtividade.

Em milho, Parentoni *et al.* (1999) observaram que genótipos pouco responsivos para P quando cultivados em solução nutritiva com omissão deste elemento não apresentaram diferenças quanto à morfologia do sistema radicular, enquanto aqueles considerados eficientes,

aumentaram o peso e o comprimento das raízes após o estresse por deficiência de P. Estes aumentos no comprimento foram de 55% para os híbridos simples, 61% para o duplo e 112% para o triplo. Deste modo, percebe-se diferenças significativas entre híbridos com diferentes composições genotípicas, que podem estar relacionadas com a melhor capacidade adaptativa à condição de deficiência de P.

Assim como para os elementos N e potássio, o aumento de doses de P no solo para a cultura do milho proporcionou aumento no número de grãos por espiga, peso de mil grãos e produtividade total do cultivar AL Bandeirante no município de Barreiras-BA em um solo argiloso com teor de P no solo de 8,90 mg.dm⁻³, obtendo-se maiores produtividades na aplicação de dose de 94,2 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ (CASTRO *et al.*, 2016)

Portanto, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de fino ajuste na escolha de híbridos em função da época de plantio e a consequente disponibilidade hídrica, manejo a ser adotado e características físico-químicas do solo. A correlação desses fatores feita de forma equivocada na instalação de uma lavoura de milho tem potencial de impactar em alto grau a produtividade e rentabilidade dos agricultores.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o desempenho de híbridos de milho em diferentes épocas de semeadura na segunda safra.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar o potencial produtivo dos diferentes híbridos em função da época de semeadura;

Avaliar o aproveitamento de nutrientes pelos híbridos em função da época de semeadura;

Avaliar as características agronômicas dos híbridos em função da época de semeadura;

Avaliar a estabilidade produtiva dos híbridos nestas diferentes épocas de semeadura da safrinha;

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Característica das áreas experimentais

Foram instalados 2 experimentos, sendo, um em Rio Verde-GO, na estação de pesquisa CPA (latitude 17,78346°, longitude -50,994149°, altitude 780 metros), e outro em Santa Helena de Goiás-GO na propriedade do Sr. Vinicius Marques (latitude -17.905455°, longitude -50.55370°, altitude 620 metros). A classificação climática para os locais é Aw Tropical com estação seca no inverno pela classificação de Köppen e B1w A', subtipo climático a' de clima megatérmico úmido com DEF (deficiência hídrica) moderada no inverno pela classificação de Thornthwaite (LOPES SOBRINHO *et al.*, 2020). As temperaturas e pluviosidade ocorridas na região seguem conforme gráfico 1 abaixo.

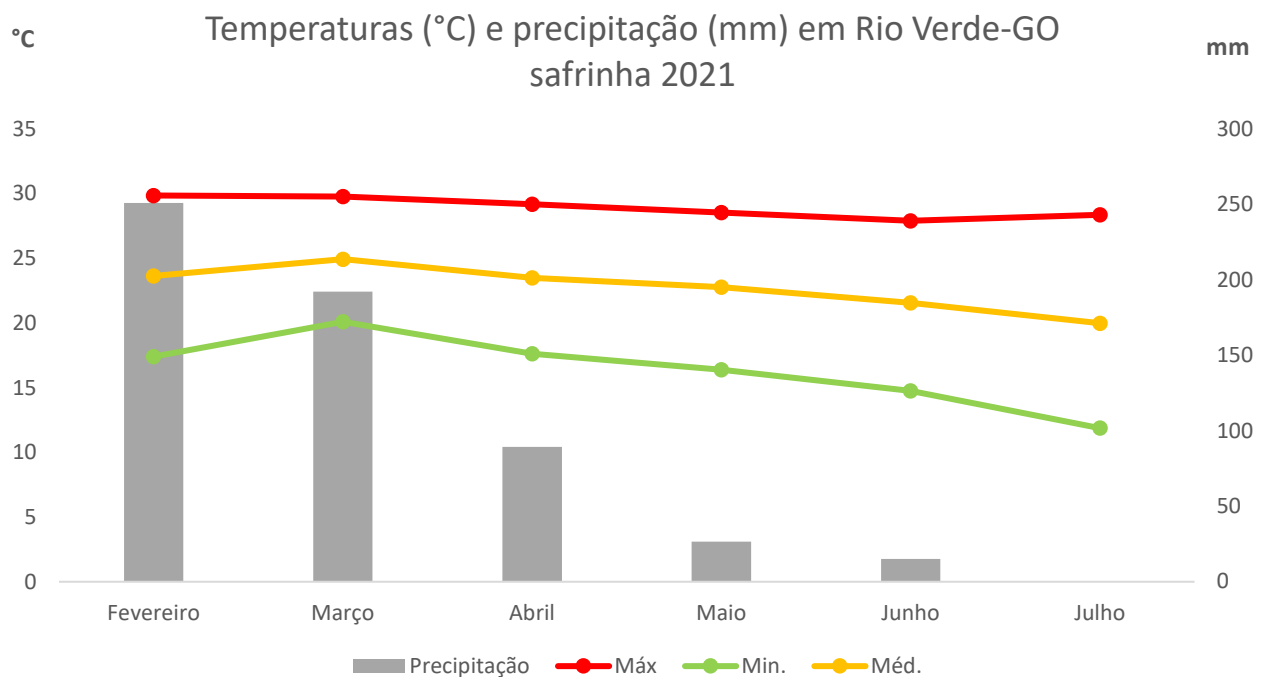


Gráfico 1 - Temperaturas e pluviosidade de Rio Verde-GO na safrinha 2021.

As análises de solo das áreas de Rio Verde-GO e Santa Helena de Goiás-GO seguem como descrito abaixo (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de solo de 0-20 cm das áreas experimentais de Santa Helena de Goiás-GO e Rio Verde-GO.

Local	Cmolc.dm ⁻³ (mE.100 ml ⁻¹)					mg.dm ⁻³ (ppm)			Micronutrientes mg.dm ⁻³ (ppm)						g.dm ⁻³		
	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P (melich)	S	Na	Zn	B	Cu	Fe	Mn	M.O.	Carbono	
Santa Helena de Goiás-GO	2,6	0,4	0,1	4,6	0,37	145,5	12,0	4,2	1,8	1,7	0,19	3,4	23,1	76,1	40	23,2	
Rio Verde-GO	2,5	1,0	0,1	2,7	0,15	60	11,5	5,6	2,1	3,2	0,28	1,7	28	16,6	22,7	13,2	
	Dados Complementares													PH	Textuta (g.kg ⁻¹)		
	CTC	Sat. Bases (%)		Sat. Al	Ca/Mg	Ca/CTC (%)	Mg/CTC (%)	K/CTC (%)	H+Al/CTC (%)		CaCl ₂	Argila	Silte	Areia			
Santa Helena de Goiás-GO	8,0	42,33		2,9	6,5	32,58	5,01	4,64	57,64		4,9	640	120	240			
Rio Verde-GO	6,4	57,3		2,1	2,6	39,7	15,3	2,3	42,2		5,5	425	50	525			

Devido a diferença de altitude entre os dois municípios, as médias de temperatura são maiores em Santa Helena de Goiás-GO, além de ser uma região com regime pluviométrico inferior a Rio Verde-GO, sendo a escolha da quantidade e localização dos experimentos em função dessas variáveis, a fim de obter resultados mais confiáveis e com representatividade regional.

3.2 Delineamento experimental

O experimento de Santa Helena de Goiás-GO foi instalado em delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 10 (híbridos) x 3 (épocas de semeaduras), distribuídos em 4 blocos. O experimento de Rio Verde-GO foi instalado em delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 10 (híbridos) x 2 (épocas de semeaduras), distribuídos em 4 blocos. Assim, totalizando 40 unidades experimentais por época de semeadura em cada local. As unidades experimentais

foram compostas por 4 linhas de 4 metros de comprimento, com espaçamento de 0,5 m entrelinhas em Rio Verde-GO e 0,45 m em Santa Helena de Goiás-GO. Os blocos entre as épocas foram espaçados 0,7 m e plantadas 6 linhas de bordadura lateral entre as épocas a fim de evitar sombreamento das parcelas mais velhas ao lado das parcelas mais novas da época subsequente.

3.3 Instalação e condução do experimento

Os experimentos foram instalados em 3 diferentes épocas de semeadura de segunda safra no ano de 2021 e definidas como primeira época o plantio até o dia 10 de fevereiro (semeadura realizado no dia 08 de fevereiro), a segunda época entre os dias 11 e 28 de fevereiro (semeadura realizado no dia 20 de fevereiro) e a terceira época plantio (somente em Santa Helena de Goiás-GO) após 28 de fevereiro (semeadura realizado no dia 06 de março). As datas foram definidas em função de observações práticas do autor do período de início ao final médio de semeadura segunda safra da região, além de ser um posicionamento sugerido das empresas detentoras dos híbridos que são recomendados para a região. As densidades de semeadura trabalhadas por época foram:

Primeira Época (Antecipado): Até 10 de fevereiro – 60 mil plantas/hectare;

Segunda Época (Normal): de 11 a 28 de fevereiro – 55 mil plantas/hectare;

Terceira Época (Tardio): Após o dia 28 de fevereiro – 50 mil plantas/hectare.

Foram semeados 10 híbridos comerciais de representatividade no mercado regional da safrinha. Os híbridos foram escolhidos em função da maior representatividade de mercado e com melhor biotecnologia de controle de lagartas, este último, com o objetivo de evitar variações de performance agrônômica em função do ataque das pragas. A caracterização dos híbridos segue conforme descrito na tabela 3.

Tabela 3 - Descrição dos híbridos de milho utilizados no experimento.

Híbrido	Detentor	Genética	Nível investimento	GDU Florescimento
FS575PWU	FORSEED	Simple	Alto	855
FS610PWU	FORSEED	Simple modificado	Médio-alto	860
FS512PWU	FORSEED	Triplo	Médio	840
FS533PWU	FORSEED	Triplo	Médio	846
MG593PWU	MORGAN	Simple	Alto	810
MG580PWU	MORGAN	Simple	Médio-alto	815
30A37PWU	MORGAN	Triplo	Médio	810
P3858PWU	PIONEER	Triplo	Médio-alto	720
KWS9606VIP3	KWS	Simple	Alto	820
GALOVIP3	SEEDCORP HO	Simple	Médio	820

Os procedimentos descritos abaixo foram utilizados para ambos os experimentos instalados e, a menos que seja citado, não houve diferença nas condições de condução e avaliações nos experimentos. Em ambas as áreas houve cultivo prévio de soja, e em Santa Helena de Goiás-GO houve adubação de 80 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 130 kg.ha⁻¹ de K₂O pré-plantio da soja a lanço e em Rio Verde-GO a adubação de 85 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 150 kg.ha⁻¹ de K₂O pré-plantio da soja também sob distribuição a lanço.

Os ensaios foram semeados de forma manual através de matraca, estabelecendo população padrão de acordo com nível de investimento e época, com duas sementes por cova com posterior desbaste, a fim de garantir o estande desejado (Figura 1). Os estandes foram definidos em 60 mil plantas.ha⁻¹, 55 mil plantas.ha⁻¹ e 50 mil plantas.ha⁻¹ para a primeira, segunda e terceira época respectivamente.

Os tratos culturais foram realizados para obtenção de manejo padrão entre as 3 épocas de semeadura sendo: adubação com 300 kg.ha⁻¹ da formulação 30-00-20 através de distribuição manual nas entrelinhas com auxílio de um copo medidor no estágio V3-V4 (Figura 1); Uma aplicação de fungicida Nativo (trifloxistrobina + tebuconazol – estrubirulina e triazol respectivamente) na dose de 750 ml.ha⁻¹ no estágio V8 e duas aplicações de inseticida visando

o controle de cigarrinha do milho e pulgões com o produto Engeo Pleno (tiametoxan + lambda-cialotrina, neonicotinoide e piretroide respectivamente) na dose de 250 ml.ha⁻¹ nos estádio V3 e V6. Todas as pulverizações foram realizadas por pulverizador costal elétrico com barra de 4 bicos tipo leque.

A colheita foi realizada de forma manual, colhendo todas as espigas de dois metros lineares das duas linhas centrais de cada parcela, sendo as espigas debulhadas em debulhador motorizado. A colheita foi sempre realizada aos 137 dias após a semeadura, visando colheita com umidade relativa dos grãos em intervalos médios de 13 a 20%, dependendo do local e época de semeadura (Figura 1).



Figura 2 - Plantio manual de milho com utilização de matraca (A); parcelas adubadas após raleio (B); colheita manual das espigas (C); debulha mecanizada das espigas (D).

3.4 Avaliações agronômicas

Durante a condução do experimento ou na ocasião de colheita, foram realizadas as seguintes avaliações agronômicas:

Quebramento de colmo: foram contadas as plantas com quebramento do colmo abaixo da espiga nas duas linhas centrais e calculada a porcentagem de quebramento em função da quantidade total de plantas das linhas.

Acamamento: foram contadas as plantas acamadas, com inclinação superior a 45% (REPKE *et al.*, 2012), nas duas linhas centrais e calculada a porcentagem de acamamento em função da quantidade total de plantas das linhas. O acamamento pode ser definido como um estado permanente de modificação da posição do colmo em relação à posição original, resultando em plantas recurvadas e até mesmo na quebra de colmos (GOMES *et al.*, 2010).

Altura de planta e altura de inserção de espiga (Figura 2): A medição da altura da planta foi realizada da base da planta rente ao solo até a bainha da última folha da planta (folha bandeira) com uso de uma régua de madeira graduada. A medição da inserção da espiga será realizada da base da planta rente ao solo até o ponto de inserção com uso de uma régua de madeira graduada (REPKE *et al.*, 2012).

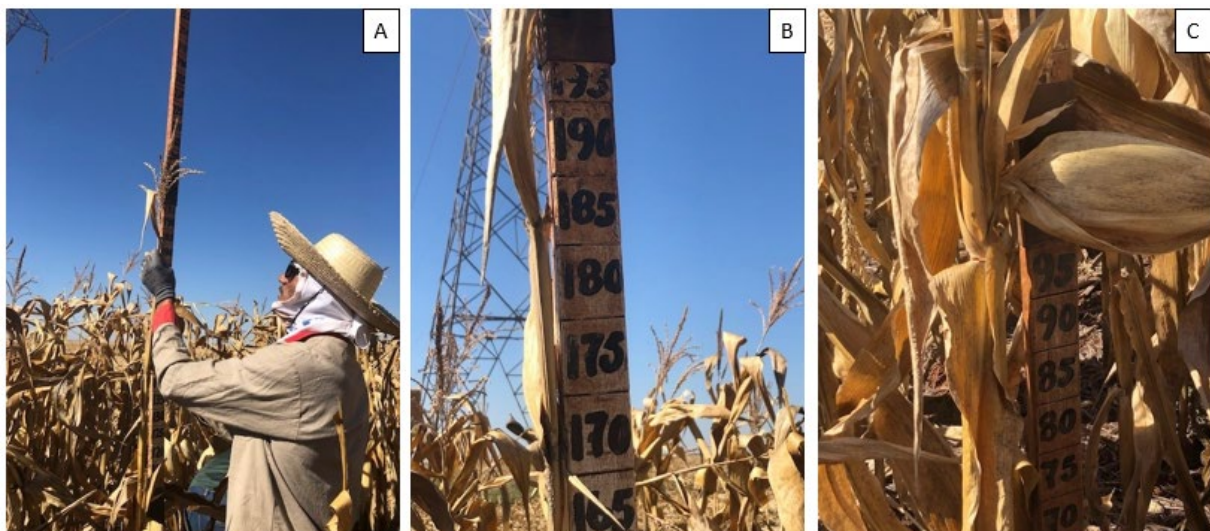


Figura 3 - Medição de altura de planta com utilização de régua (A); Medição de altura de planta através da bainha da folha bandeira (B); medição de altura de inserção de espiga através da identificação do nó de saída do pedúnculo da espiga (C).

Produtividade: Após a debulha, foram pesados os grãos de cada parcela, sendo a produtividade convertida em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Figura 3), após a pesagem as amostras foram separadas para posterior análise nutricional dos grãos.



Figura 4 - Pesagem e identificação de pacotes para separação amostras de grãos (A); Amostras de grãos separadas e identificadas para posterior análise nutricional (B).

Umidade relativa de grãos: foi utilizado um determinador de umidade portátil para determinar a umidade dos grãos debulhados de cada parcela (Figura 4) para aplicar a correção de produtividade para 14% de umidade relativa dos grãos através da fórmula:

$$\text{Fator de correção de umidade} = (100 - \text{umidade medida}) / (100 - \text{umidade desejada}).$$



Figura 5 - Aferição da umidade dos grãos de milho através de determinador de umidade portátil.

Teor de macro e micronutrientes nos grãos seguiu extração e quantificação segundo Malavolta *et al.*, 1997. Os nutrientes analisados nos grãos foram: Nitrogênio (N), Potássio (K), Fósforo (P), Enxofre (S), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Ferro (Fe), Cobre (Cu) e Zinco (Zn).

A análise da composição química do solo representa um elemento fundamental para a compreensão da fertilidade e das condições nutricionais em diferentes ambientes agrícolas. A metodologia ANOVA (Análise de Variância) surge como ferramenta estatística robusta e essencial para avaliar a variabilidade e significância dos elementos minerais presentes no solo, especificamente Nitrogênio (N), Potássio (K), Fósforo (P), Enxofre (S), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Ferro (Fe), Cobre (Cu) e Zinco (Zn).

Fundamentos Teóricos da Metodologia ANOVA:

A ANOVA constitui em um método estatístico que permite comparar simultaneamente médias de diferentes grupos, identificando se existem diferenças estatisticamente significativas entre as variâncias dos elementos analisados. No contexto da análise de nutrientes do solo, essa metodologia possibilita uma avaliação sistemática e rigorosa das variações elementares.

Procedimentos Analíticos Específicos:

a) Análise de Nitrogênio (N): aplica-se o Método de Kjeldahl, a digestão úmida e a quantificação espectrofotométrica;

b) Análise de Macronutrientes (K, P, S, Ca, Mg) é feita por meio da extração com soluções específicas, além de aplicar técnicas de espectrofotometria e a espectrometria de absorção atômica;

c) Análise de Micronutrientes (Mn, Fe, Cu, Zn) aplica-se por meio da extração com métodos quelantes, espectrometria de absorção atômica e técnicas de fluorescência de raios X.

A metodologia ANOVA representa um instrumento científico fundamental para a análise multielementar de nutrientes no solo, permitindo a compreensão estatisticamente robusta das variações minerais e as implicações para a fertilidade e manejo agrícola.

3.4 Análise estatística

Para análise estatística foi realizada ANOVA e teste comparação de médias pelo teste de Tukey a 5%, por meio do software SISVAR[®] (FERREIRA, 2011) para comparação do desempenho dos híbridos em cada época de semeadura, de modo independente das demais épocas. Para avaliação do desempenho dos híbridos nas diferentes épocas de semeadura foi realizada análise de componentes principais (R CORE TEAM, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de componentes principais de híbridos de milho semeados em três épocas no município de Santa Helena de Goiás-GO.

A análise de componentes principais mostra tendência de comportamento das variáveis, e o tamanho das setas indica a intensidade da variação daquela variável, ou seja, quanto maior o tamanho da seta, maior foram as diferenças encontradas entre os tratamentos e épocas (Gráfico 2). No Gráfico 3, observa-se o comportamento dos híbridos em função das épocas nas direções de maior intensidade das variáveis analisadas, em que as maiores produtividades, AIE, AP, NUE e KUE foram observados na primeira época.

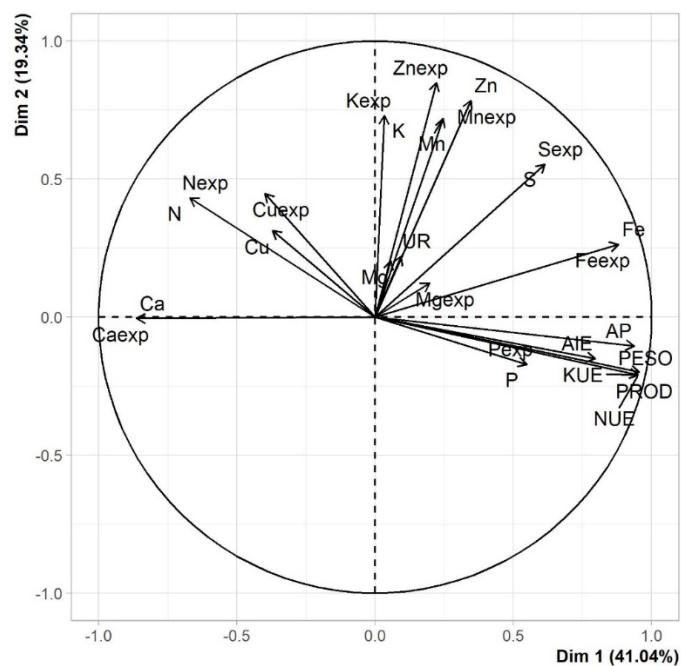


Gráfico 2 - PCA de comportamento das variáveis para híbridos de milho semeado em diferentes épocas na localidade de Santa Helena de Goiás-GO.

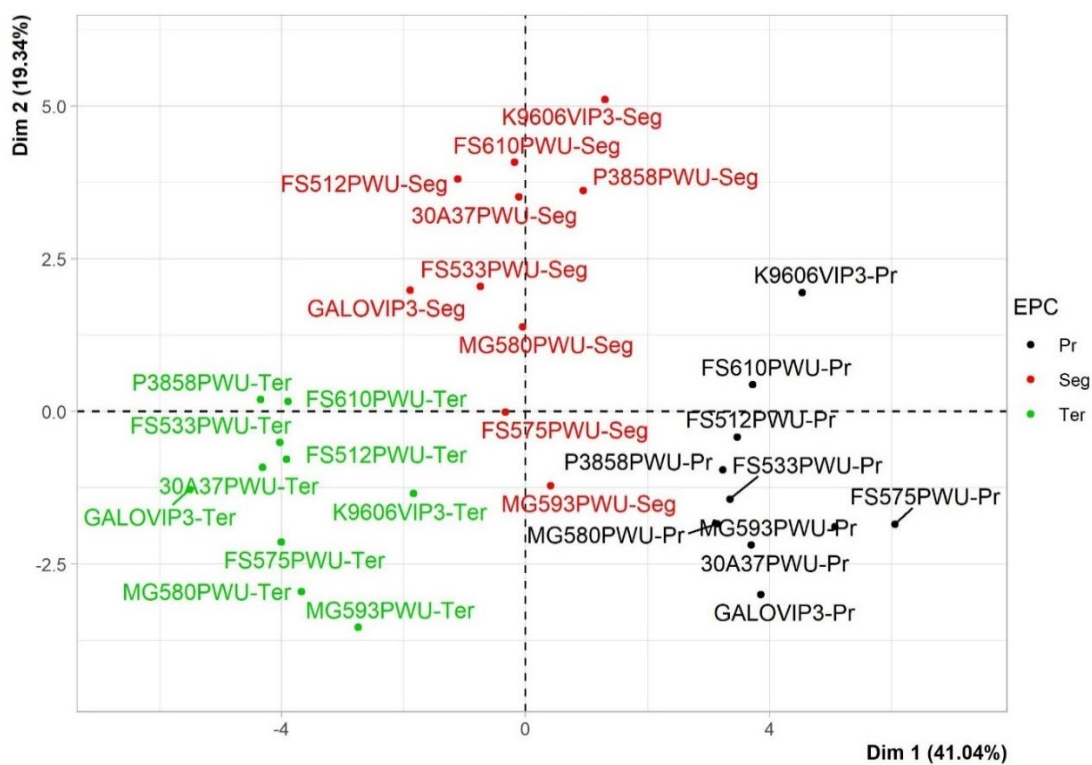


Gráfico 3 - PCA de comportamento de híbridos em função da época para todas as variáveis em híbridos de milho semeado em diferentes épocas na localidade de Santa Helena de Goiás-GO.

O comportamento das variáveis produtividade, altura de planta e inserção de espiga, NUE e KUE encontram-se na mesma direção, mostrando que têm comportamento semelhante, ou seja, maiores produtividades são encontradas onde também se observou maiores valores das variáveis anteriormente citadas.

Do contrário o acúmulo de N nos grãos apresenta menores valores enquanto produtividade e exportações de nutrientes são maiores. Nota-se aqui uma demonstração do efeito de diluição do nutriente nos grãos, ou seja, quanto maior a produção de grãos por uma mesma disponibilidade de nutriente no solo, menor o acúmulo por grão nos híbridos e épocas mais produtivas, no entanto, maior exportação total de nutrientes pela maior quantidade de grãos produzidos.

Já para a variável produtividade (Gráfico 4), houve comportamento claro de agrupamento dos híbridos em função da época de semeadura. A produtividade foi maior quando mais cedo ocorreu a semeadura. Ainda, dentro de cada época, os híbridos FS575PWU e MG593PWU apresentaram como mais produtivos em cada época.

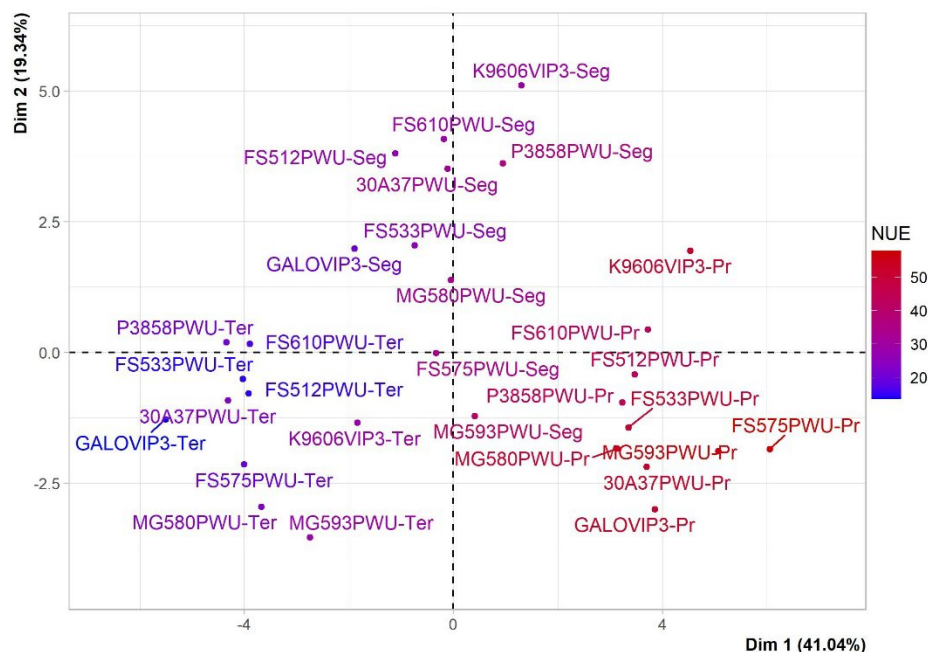


Gráfico 5 - PCA de comportamento da Eficiência de Uso de Nitrogênio (NUE) para híbridos de milho semeado em diferentes épocas na localidade de Santa Helena de Goiás-GO.

4.2 Avaliações agronômicas e de produtividade de híbridos de milho safrinha semeados em três épocas no município de Santa Helena de Goiás-GO.

Avaliando as características agronômicas, foram observadas diferenças significativas conforme tabela 4. Não foram observados acamamentos e quebramento de plantas em nenhum híbrido e nenhuma época de semeadura.

No experimento realizado no município de Santa Helena de Goiás-GO, foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) em todas as variáveis agronômicas e em produtividade entre híbridos e épocas de semeadura, além da interação entre épocas e híbridos para a variável umidade relativa dos grãos (UR) (Tabela 4).

Tabela 4- Valores de F e as respectivas significâncias para Altura de Plantas (AP), Altura de Inserção de Espiga (AIE), porcentagem de Colmo Podre (CP), Umidade Relativa dos grãos (UR) e Produtividade (PROD) de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Santa Helena de Goiás – GO

FV	Variáveis
----	-----------

	AP	AIE	UR	PROD
Bloco (B)	2,226 ns	1,032 ns	0,592 ns	0,381 ns
Híbridos (H)	3,467 **	3,347 **	27,751 ***	6,406 ***
Época (E)	142,95 ***	55,832 ***	8,086 ***	227,7 ***
H x E	0,804 ns	1,024 ns	2,305 **	1,681 ns
CV (%)	7,42	10,39	8,78	18,89

ns: não significativo; ** p < 0,01; *** p < 0,001;

Foram observadas maiores alturas de plantas para os híbridos FS533PWU, FS575PWU e K9606VIP3 (Tabela 5) diferindo significativamente do híbrido FS512PWU de menor altura de planta, este último ainda apresentou menor altura de inserção de espiga junto ao híbrido K9606VIP3, este último que, apesar de maior altura de planta, apresentou menor altura de inserção de espiga. A maior altura de inserção foi identificada no híbrido FS610PWU, acompanhado do híbrido FS575PWU.

Para a variável produtividade, o híbrido MG593PWU apresentou maior média produtiva seguido do híbrido FS575PWU, com média 13% inferior, porém estatisticamente iguais. Com menores produtividades, os híbridos FS512PWU e GALOVIP3 apresentaram médias 28,5% inferiores comparado a média dos dois híbridos mais produtivos (Tabela 5).

Tabela 5 - Médias de altura de plantas (AP), altura de inserção de espigas (AIE), colmo podre (CP), umidade relativa (UR) e produtividade (PROD) entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Santa Helena de Goiás – GO

Híbridos	AP	AIE	PROD
	metros	metros	Kg.ha ⁻¹
30A37PWU	1,66 ab	0,96 abc	3.204,6 abc
FS512PWU	1,63 b	0,93 bc	2.556,6 c
FS533PWU	1,82 a	1,03 abc	2.700,2 bc
FS575PWU	1,80 a	1,06 ab	3.338,7 ab
FS610PWU	1,75 ab	1,09 a	2.601,1 bc
GALOVIP3	1,70 ab	1,04 abc	2.572,7 c
K9606VIP3	1,83 a	0,93 c	3.260,8 abc
MG580PWU	1,72 ab	0,98 abc	3.193,6 abc
MG593PWU	1,79 ab	0,98 abc	3.830,6 a
P3858PWU	1,70 ab	0,98 abc	3.023,6 bc
DMS	0,17	0,14	750,0

Épocas	AP	AIE	PROD
	metros	metros	Kg.ha ⁻¹
Primeira	2,01 a	1,13 a	4.505,5 a
Segunda	1,69 b	0,98 b	2.765,9 b

Terceira	1,53 c	0,89 c	1.813,4 c
DMS	0,07	0,06	301,7

Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5%.

Jones *et al.* (2016) avaliando características agronômicas de híbridos em duas épocas de semeadura na safrinha também observaram que os híbridos tiveram maior altura de plantas na primeira época, quando comparada a segunda com diferença de 9 cm a mais na primeira época. No entanto, no mesmo estudo, não foram observadas diferença de altura de inserção de espiga entre as épocas.

Abreu (2018) avaliando híbridos em semeadura safrinha, obteve diferenças significativas, em que o material K9105VIP3, destacou-se com maior produtividade (7.462,20 kg.ha⁻¹) em relação aos demais cultivares, apresentando elevada variabilidade, sendo condicionada por aspectos relacionados ao estabelecimento e desenvolvimento da cultura, como déficit hídrico e distribuição irregular de chuva.

Avaliando as médias das características agronômicas e produtividade em função das épocas (Tabela 5), observou-se que houve redução da altura de plantas, inserção de espiga e de produtividade da primeira época de semeadura em relação a segunda, e da segunda em relação a terceira. Atribui-se este resultado ao fato de haver menor disponibilidade hídrica para a cultura em semeaduras mais tardias na safrinha, provocando maior estresse para as plantas, com consequente diminuição da performance agronômica.

Simão *et al.* (2017) avaliando o híbrido DKB310PRO em diferentes épocas de semeadura em Rio Verde-GO, observaram diferenças significativas de produtividade, sendo maior na semeadura de final de janeiro comparando com a semeadura do final de fevereiro. Jones *et al.* (2016) observaram redução média de 41 sacos/ha (39%) entre os híbridos avaliados da primeira para a segunda época de semeadura.

Costa *et al.* (2019) avaliaram 30 híbridos de milho na safrinha no estado do Tocantins e constataram diferenças significativas de produtividade entre os híbridos, constatando também que semeaduras mais tardias as produtividades foram menores, sendo ainda que híbridos sensíveis ao complexo de enfezamentos tiveram produtividade afetada pela doença.

As baixas produtividades da segunda e terceira época de semeadura, por submeterem-se a condições edafoclimáticas desfavoráveis, mostram os desafios do produtor em tomar a decisão de escolha de híbridos e até mesmo de efetivamente optar pela cultura do milho. Por outro lado, mesmo com estas condições desfavoráveis, os híbridos MG593PWU e FS575PWU mostraram melhor estabilidade produtiva com melhores produtividades comparados aos demais híbridos avaliados no experimento.

Para a variável umidade dos grãos, os híbridos GALOVIP3 e K9606VIP3 foram os que apresentaram as maiores umidades no momento da colheita nas 3 épocas de semeadura. O híbrido MG580PWU apresentou menor umidade de colheita em todas as épocas de semeadura com umidade dos grãos sempre menores, acompanhado pelo híbrido 30A37PWU (Tabela 6).

Tabela 6 - Médias de Umidade Relativa dos grãos de milho na interação na interação Híbridos x Época de semeadura no ambiente de Santa Helena de Goiás-GO.

Híbridos	Umidade Relativa dos grãos		
	Primeira Época	Segunda Época	Terceira Época
30A37PWU	12,48 cA	12,53 deA	10,42 dB
FS512PWU	13,28 abA	12,23 deA	11,95 cdA
FS533PWU	12,85 bcA	13,35 cdeA	13,03 cdA
FS575PWU	13,23 abcB	15,25 abcA	13,75 bcAB
FS610PWU	12,65 bcA	14,50 bcdA	12,83 cdA
GALOVIP3	15,85 aA	17,05 abA	17,00 aA
K9606VIP3	14,90 aB	17,65 aA	15,83 abAB
MG580PWU	10,68 cA	11,23 eA	10,53 dA
MG593PWU	13,05 bcA	13,38 cdeA	12,85 cdA
P3858PWU	14,73 abA	12,70 cdeB	11,13 dB

DMS híbrido: 1,55; DMS época: 0,62; Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre híbridos em cada época pelo teste de Tukey a 5%. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre épocas para cada híbrido pelo teste de Tukey a 5%.

A diferença de umidade dos grãos entre os híbridos de maior e menor umidade na primeira, segunda e terceira época foi de respectivamente 33, 36 e 38%, sendo a segunda época

a de maiores valores de umidade dos grãos observada, evidenciando o aumento da diferença de dias de colheita de híbridos mais precoces e tardios em semeaduras mais tardias, em que o estresse hídrico acentua-se durante o cultivo do milho (Tabela 6). Ainda, os híbridos FS575PWU e K9606VIP3 apresentaram diferença significativa entre a primeira e segunda época de semeadura.

Observou-se que 60% dos híbridos avaliados (FS512PWU, FS533PWU, FS610PWU, GALOVIP3, MG580PWU e MG593PWU) não apresentaram variação significativa de umidade entre as 3 épocas de semeadura (Tabela 6).

4.3 Avaliação nutricional de híbridos de milho semeados em três épocas no município de Santa Helena de Goiás-GO.

Os resultados das análises nutricionais de grãos dos híbridos de milho apresentaram diferenças significativas para híbridos e épocas de semeadura. Foram observadas diferenças entre as épocas para todos os macros e micronutrientes. Já entre os híbridos, as diferenças ocorreram para todos os nutrientes, exceto P e Ca (Tabela 7 e 8).

Tabela 7 - Valores de F e as respectivas significâncias para teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura em Santa Helena de Goiás – GO.

FV	Variáveis					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco (B)	0,205 ns	0,680 ns	0,352 ns	1,434 ns	0,592 ns	2,344 ns
Híbridos (H)	6,711 ***	0,385 ns	2,515 **	0,720 ns	6,708 ***	5,021 ***
Época (E)	22,130 ***	4,021 *	21,94 **	18,486 ***	3,718 *	45,81 ***
H x E	1,257 ns	0,368 ns	1,104 ns	0,729 ns	1,560 ns	0,955 ns
CV (%)	6,8	15,76	11,89	37,31	8,09	8,32

ns: não significativo; * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001;

Tabela 8 - Valores de F e as respectivas significâncias para teores de Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura em Santa Helena de Goiás – GO.

FV	Variáveis			
	Cu ^a	Fe	Mn ^b	Zn
Bloco (B)	1,689 ns	7,012 ***	1,324 ns	4,329 **
Híbridos (H)	2,105 *	2,712 **	14,336 ***	2,313 *
Época (E)	26,793 ***	69,743 ***	19,594 ***	32,037 ***
H x E	1,219 ns	1,232 ns	1,473 ns	0,856 ns
CV (%)	43,45	22,36	4,89	10,99

ns: não significativo; * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001; a: dados transformados para 1/x; b: dados transformados para Log(x)+1

O híbrido FS610PWU apresentou maiores concentrações de macronutrientes nos grãos (Tabela 9).

Apesar do híbrido de maior produtividade ter sido o MG593PWU, este apresentou baixo teor de N, Mg e S nos grãos (Tabela 9), ficando com teor de macronutrientes inferior a híbridos de menor produtividade. Observa-se aqui o efeito diluição conforme já indicado na análise de componentes principais.

Tabela 9 - Médias de teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Santa Helena de Goiás-GO.

Híbridos	N	P	K	Ca	Mg	S
g.kg ⁻¹						
30A37PWU	15,98 ab	1,91 a	3,58 ab	0,53 a	0,80 bc	1,18 ab
FS512PWU	16,63 ab	2,01 a	3,89 ab	0,48 a	0,78 c	1,18 ab
FS533PWU	17,08 a	2,02 a	3,68 ab	0,46 a	0,84 abc	1,18 ab
FS575PWU	15,41 bc	1,93 a	3,74 ab	0,53 a	0,82 bc	1,04 d
FS610PWU	16,98 a	1,97 a	4,04 ab	0,51 a	0,92 a	1,17 abc
GALOVIP3	16,33 ab	1,88 a	3,49 b	0,51 a	0,88 ab	1,08 abcd
K9606VIP3	15,73 abc	2,01 a	3,76 ab	0,46 a	0,88 ab	1,20 a
MG580PWU	15,34 bc	1,90 a	4,06 ab	0,43 a	0,76 c	1,16 abcd
MG593PWU	14,46 c	1,93 a	3,72 ab	0,44 a	0,81 bc	1,05 cd
P3858PWU	16,32 ab	1,91 a	4,09 a	0,58 a	0,81 bc	1,08 bcd
DMS	1,42	0,41	0,59	0,24	0,09	0,13
Épocas	N	P	K	Ca	Mg	S

	g.kg ⁻¹					
Primeira	15,14 b	2,07 a	3,63 b	0,38 a	0,85 a	1,18 a
Segunda	16,21 a	1,88 b	4,19 a	0,48 a	0,81b	1,20 a
Terceira	16,73 a	1,92 ab	3,6 b	0,63 a	0,83 ab	1,02 b
DMS	0,57	0,16	0,24	0,10	0,04	0,05

Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5%.

O maior teor de N foi observado no híbrido FS533PWU, posicionado entre os três menos produtivos, que diferiu significativamente dos híbridos FS593PWU e FS575PWU que apresentaram os menores teores de N, sendo, os dois com maior produtividade (Tabelas 5 e 9). A explicação pode estar no efeito diluição de N em maior volume de grãos quando se tem aumento em produtividade.

Ao analisar as informações de produtividade média das épocas de semeadura (Tabela 5) e os teores de N nos grãos de milho na média das épocas (Tabela 9), pode-se afirmar que é possível trabalhar diferentes estratégias de manejo de N na cultura do milho como, reduzir as doses de N aplicadas na cultura do milho em semeaduras mais tardias, rever fontes nitrogenadas, avaliar modo, época e dose de aplicação de N, tendo em vista que o menor aproveitamento de N pelas plantas.

O nutriente K apresentou pequena variação entre as médias, sendo observadas apenas diferença significativa entre os híbridos P3858PWU com maior valor comparado ao híbrido GALOVIP3, sendo os demais estatisticamente iguais entre si (Tabela 9).

Para Mg e S, foram observados comportamentos semelhantes de alguns híbridos, em que FS575PWU e MG593PWU apresentaram menores valores de teor desses nutrientes nos grãos contra FS610PWU e K9606VIP3, que apresentaram os maiores valores (Tabela 9).

Os elementos que apresentaram maiores concentrações na primeira época foram P e Mg, enquanto K apresentou maiores concentrações na segunda época e S maiores concentrações na terceira época; Para N, os maiores teores encontrados foram nas duas últimas épocas, sem

diferença significativa entre si. Para Ca, não foram observadas diferenças significativas entre as épocas (Tabela 9).

Simão *et al.* (2017) avaliando o híbrido DKB310PRO em diferentes épocas de semeadura em Rio Verde-GO, observou diferenças significativas na extração e na exportação de macronutrientes entre as épocas de semeadura, sendo que os elementos N, P, Ca, Mg e S apresentaram maior extração nos grãos na primeira época. Para o elemento K, não foram observadas diferenças entre as épocas. Ainda, P, K, e S apresentaram maior exportação nos grãos na primeira época em relação a segunda, e pra Ca, ao contrário da extração, a exportação foi maior na segunda época de semeadura. Em média, a exportação por tonelada de grãos produzida foi de 14,2; 1,5; 2,8; 0,07; 0,7 e 1,0 kg de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

Casagrande e Fornasier Filho (2002) analisando teores foliares de nutrientes, em diferentes híbridos de milho observaram diferenças significativas nas concentrações de N, P, Ca, Mg, S e Mn, e para o elemento K, não foram observadas diferenças significativas.

O elemento Cu apresentou maiores teores nos grãos nos híbridos MG593PWU e FS575PWU, sendo este último ainda o de maior teor também de Fe, com diferença significativa para o híbrido GALOVIP3. Para Mn ocorreu maior teor no híbrido MG580PWU contra o híbrido K9606VIP3 o de menor valor (Tabela 10). Observou-se maior teor de Cu, Mn e Zn na segunda época de semeadura e, para Fe, uma diminuição significativa das concentrações de Fe com o avanço das épocas de semeadura (Tabela 10).

Tabela 10 - Médias de teores de Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Santa Helena de Goiás-GO.

Híbridos	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg.kg ⁻¹			
30A37PWU	3,08 ab	12,75 ab	6,50 cd	21,11 a
FS512PWU	2,17 ab	12,58 ab	6,50 cd	21,70 a
FS533PWU	3,92 ab	11,92 ab	5,83 bc	20,50 a

FS575PWU	2,17 a	14,17 a	5,92 bc	20,50 a
FS610PWU	2,58 b	13,75 ab	5,83 bc	22,66 a
GALOVIP3	2,42 ab	10,33 b	5,75 bc	20,25 a
K9606VIP3	3,00 b	13,83 ab	7,33 d	22,58 a
MG580PWU	3,75 ab	11,58 ab	5,00 a	19,88 a
MG593PWU	2,08 ab	11,75 ab	5,42 ab	20,42 a
P3858PWU	2,33 ab	14,58 a	6,42 cd	22,12 a
DMS	2,18	4,13	0,78	3,25

Épocas	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg.kg⁻¹			
Primeira	1,98 b	16,35 a	6,05 b	20,63 b
Segunda	3,30 a	12,98 b	6,48 a	23,47 a
Terceira	2,98 a	8,85 c	5,63 c	19,41 b
DMS	0,88	1,66	0,32	1,31

Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5%.

Gutiérrez *et al.* (2015) também observaram significativas diferenças nos teores de micronutrientes entre híbridos para Cu, Fe, Mn e Zn, com valores médios de 2,0; 3,4; 4,4 e 13,9 mg.kg⁻¹ respectivamente, valores pouco inferiores aos observados neste experimento. Os autores sugeriram não existir relação clara entre produtividade e teor de micronutrientes nos grãos dos híbridos avaliados, pois nem sempre os cultivares mais produtivos apresentaram menores teores, sugerindo a ocorrência de um efeito de diluição.

4.4 Avaliações de exportação de nutrientes nos grãos e eficiência de uso de nutrientes em híbridos de milho semeados em três épocas no município de Santa Helena de Goiás-GO.

Analisando os dados de exportação dos nutrientes e a eficiência de uso dos nutrientes, as tabelas 11, 12 e 13 mostram que houve diferenças significativa entre híbridos para a exportação de N, K, Mg, S, Fe, Mn e Zn e entre épocas de semeadura para os macro e micronutrientes analisados, além de interação entre épocas de semeadura e híbridos para exportação de Mg e Mn. Também ocorreram diferenças significativas para a eficácia de uso de N para épocas de semeadura e híbridos.

Tabela 11 - Valores de F e as respectivas significâncias para Exportação de Nitrogênio (N exp), Fósforo (P exp), Potássio (K exp), Cálcio (Ca exp), Magnésio (Mg exp) e Enxofre (S exp) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Santa Helena de Goiás-GO.

FV	Variáveis					
	N exp	P exp	K exp	Ca exp	Mg exp	S exp
Bloco (B)	0,348 ns	0,280 ns	0,274 ns	0,532 ns	0,54 ns	1,004 ns
Híbridos (H)	2,844 **	3,460 **	7,397 ***	2,712 **	5,38 ***	4,913 ***
Época (E)	153,174 ***	142,0 ***	192,24 ***	10,291 ***	221,1 ***	265,8 ***
H x E	1,076 ns	0,856 ns	1,615 ns	0,682 ns	1,53 ns	1,403 ns
CV (%)	20,82	26,47	19,52	35,44	20,11	19,41

ns: não significativo; * p < 0,05; *** p < 0,001;

Tabela 12 - Valores de F e as respectivas significâncias para exportação de Cobre (Cu exp), Ferro (Fe exp), Manganês (Mn exp) e Zinco (Zn exp) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Santa Helena de Goiás – GO.

FV	Variáveis			
	Cu exp	Fe exp	Mn exp	Zn exp
Bloco (B)	2,052 ns	5,189 **	0,612 ns	3,259 *
Híbridos (H)	1,446 ns	3,840 ***	8,303 ***	3,840 ***
Época (E)	4,034 *	231,4 ***	205,1 ***	133,2 ***
H x E	1,677 ns	1,552 ns	1,643 ns	0,696 ns
CV (%)	76,57	28,99	20,38	25,79

ns: não significativo; * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001;

Tabela 13 - Valores de F e as respectivas significâncias para Eficiência de Uso de Nitrogênio (NUE) e Potássio (KUE) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Santa Helena de Goiás-GO.

FV	Variáveis		
	NUE	PUE	KUE
Bloco (B)	0,380 ns	0,423	0,380 ns
Híbridos (H)	6,405 ***	7,415	6,408 ***
Época (E)	227,683 ***	226,775***	227,729 ***
H x E	1,681 ns	1,932	1,681 ns
CV (%)	18,89	9,8	18,89

ns: não significativo; * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001;

Os resultados apontam para maior exportação de N para o híbrido MG593PWU com exportação de 55,19 kg.ha⁻¹, contra as menores exportações dos híbridos FS512PWU e GALOVIP3 com menores exportações do nutriente, 41,59 e 40,07 kg.ha⁻¹, respectivamente. Os dados mostram que a exportação de N acompanhou a produtividade dos híbridos (Tabela 5), e

híbridos mais produtivos também foram os de maior exportação de N, bem como os menos produtivos, os de menor exportação.

Tabela 14 - Exportação (kg.ha⁻¹) de Nitrogênio (N exp), Fósforo (P exp), Potássio (K exp), Cálcio (Ca exp), Magnésio (Mg exp) e Enxofre (S exp) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Santa Helena de Goiás-GO.

Híbridos	N exp	P exp	K exp	Ca exp	Mg exp	S exp
Kg.ha ⁻¹						
30A37PWU	50,21 ab	6,18 ab	11,18 bcs	1,52 a	2,52 abc	3,77 ab
FS512PWU	41,59 b	5,12 b	9,76 cd	1,09 a	2,00 c	3,02 bc
FS533PWU	44,58 ab	5,49 ab	9,58 cd	1,07 a	3,15 bc	3,18 bc
FS575PWU	50,59 ab	6,75 ab	12,74 ab	1,49 a	2,74 ab	3,55 abc
FS610PWU	43,39 ab	5,21 b	10,47 bcd	1,14 a	2,35 abc	3,07 bc
GALOVIP3	40,07 b	4,81 b	8,75 d	1,00 a	2,11 bc	2,87 c
K9606VIP3	51,14 ab	6,63 ab	12,35 abc	1,43 a	2,87 a	3,89 ab
MG580PWU	48,68 ab	6,09 ab	12,88 ab	1,24 a	2,35 abc	3,70 abc
MG593PWU	55,19 a	7,56 a	14,28 a	1,58 a	2,99 a	4,18 a
P3858PWU	48,80 ab	6,21 ab	12,04 abc	1,51 a	2,43 abc	3,31 abc
DMS	12,93	2,08	2,91	0,61	0,65	0,89

Épocas	N exp	P exp	K exp	Ca exp	Mg exp	S exp
Kg.ha ⁻¹						
Primeira	68,06 a	9,31 a	16,24 a	1,56 a	3,73 a	5,28 a
Segunda	44,46 b	5,24 b	11,19 b	1,27 b	2,17 b	3,25 b
Terceira	29,76 c	3,47 c	6,48 c	1,10 b	1,46 c	1,84 c
DMS	5,20	0,84	1,17	0,25	0,26	0,36

Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5%.

Silva (2016) avaliando quatro híbridos de milho, também observou diferenças significativas nos teores de exportação de N, K, Mg e S, porém sem diferença entre os híbridos para Ca e P. Neste estudo, foi observado que o híbrido DKB310PRO2 foi o que se destacou positivamente na exportação dos nutrientes, sendo também o híbrido entre os de maior produtividade.

Para a exportação dos micronutrientes, FS575PWU e P3858PWU apresentaram maiores valores de Fe exp comparado ao híbrido GALOVIP3. Para Zn exp, não observou diferenças significativas entre os híbridos (Tabela 30). Maiores exportações de Zn ocorreram na segunda época. Para Fe exp houve diminuição dos valores em função dos avanços das épocas de semeadura (50% de redução da primeira para a terceira época) e para Cu exp, a primeira época foi a de menor exportação (Tabela 31).

Simão *et al.* (2017) avaliando o híbrido DKB310PRO em diferentes épocas de semeadura em Rio Verde-GO, também observaram diferenças significativas na extração e na exportação de micronutrientes, em que Mn e Zn apresentaram maiores extrações e exportações na primeira época, e para Cu e Fe, observou-se maiores extrações na primeira época e maiores exportações na segunda época de semeadura. Em média, a exportação por tonelada de grãos produzida foi de 2; 12; 4; e 16 g de Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente.

Analisando a interação entre híbridos e épocas de semeadura para Mn exp, observou-se que o híbrido MG580PWU apresentou menores exportações nos grãos nas três épocas de semeadura, significativamente diferente do híbrido K9606VIP3 que apresentou maiores Mn exp nas três épocas de semeadura (Tabela 15), sendo novamente observado aqui efeito diluição.

Todos os híbridos apresentaram maiores Mn exp na segunda época de semeadura, sendo que para os híbridos FS512PWU, FS610PWU, K9606VIP3 e P3858PWU foram significativamente maiores do que a terceira época (Tabela 15).

Tabela 15 - Exportação (g.ha⁻¹) de Cobre (Cu exp), Ferro (Fe exp), Manganês (Mn exp) e Zinco (Zn exp) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Santa Helena de Goiás-GO.

Híbridos	Cu exp *	Fe exp	Mn exp	Zn exp
	g.ha ⁻¹			
30A37PWU	8,22 a	42,52 abc	20,57 abc	67,18 abc
FS512PWU	4,86 a	35,21 bc	17,16 bcde	53,27 bc
FS533PWU	8,80 a	35,68 bc	15,65 cde	52,52 bc
FS575PWU	3,85 a	51,81 a	19,94 abcd	68,86 abc
FS610PWU	6,14 a	38,63 abc	15,45 de	62,59 abc
GALOVIP3	5,27 a	30,73 c	14,39 e	50,39 c
K9606VIP3	9,08 a	47,09 ab	4,27 a	73,25 ab
MG580PWU	8,52 a	40,96 abc	16,10 bcde	62,27 abc
MG593PWU	7,97 a	49,83 ab	20,71 ab	78,45 a
P3858PWU	6,68 a	45,46 abc	19,57 abcd	67,39 abc
DMS	7,16	17,13	4,93	22,53
Épocas	Cu exp	Fe exp	Mn exp	Zn exp
	g.ha ⁻¹			
Primeira	7,47 a	73,45 a	27,13 a	92,50 a

Segunda	8,29 ab	35,87 b	17,83 b	65,62 b
Terceira	5,05 b	16,08 c	10,79 c	32,73 c
DMS	2,88	6,89	1,98	9,07

* Dados não se ajustaram a distribuição normal. Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5%.

Simão *et al.* (2017) avaliando o híbrido DKB310PRO em diferentes épocas de semeadura em Rio Verde-GO, observaram que tanto a porcentagem exportada de micronutrientes quanto a taxa de exportação por tonelada de grãos colhida foram mais elevadas no segundo cultivo, que sofreu maior restrição hídrica após a fase de polinização, sugerindo que este comportamento se deve a condição de estresse hídrico pode ter induzido maior redistribuição desses micronutrientes catiônicos das partes vegetativas para os grãos.

Para a eficácia de uso de nitrogênio (NUE) e potássio (KUE), (Tabela 16), observou maior eficácia de uso para o híbrido MG593PWU, seguido de FS575PWU e K9606VIP3, significativamente maiores que os híbridos FS512PWU e GALOVIP3.

Tabela 16 - Médias de Eficiência de Uso de Nitrogênio (NUE – kg.kg⁻¹), Fósforo (PUE – kg.kg⁻¹) e Potássio (KUE – kg.kg⁻¹) em grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Santa Helena de Goiás-GO.

Híbridos	NUE	PUE	KUE
	Kg.kg⁻¹		
30A37PWU	35,61 abc	53,41 abc	53,41 abc
FS512PWU	28,41 c	42,61 c	42,61 c
FS533PWU	30,00 bc	45,00 bc	45,00 bc
FS575PWU	37,10 ab	55,65 ab	55,65 ab
FS610PWU	28,90 bc	43,35 bc	43,35 bc
GALOVIP3	28,59 c	42,88 c	42,88 c
K9606VIP3	36,23 abc	54,35 abc	54,35 abc
MG580PWU	35,49 bc	53,22 abc	53,23 abc
MG593PWU	42,56 a	63,85 a	63,85 a
P3858PWU	33,60 bc	50,39 bc	50,39 bc
DMS	8,33	12,50	12,50
Épocas	NUE	PUE	KUE
	Kg.kg⁻¹		
Primeira	50,06 a	75,09 a	75,09 a
Segunda	30,73 b	46,09 b	46,10 b
Terceira	20,15 c	30,22 c	30,22 c
DMS	3,35	5,03	5,03

Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5%.

Observou que a NUE e KUE tiveram também comportamento semelhante reduzindo significativamente com o avanço das épocas, sendo 39 e 60% inferiores na segunda e terceira época respectivamente para NUE e KUE (Tabela 16).

Carvalho *et al.* (2011) também observaram diferenças significativas entre híbridos de milho quanto a NUE, no qual determinou-se diferenças de até 23 kg.kg⁻¹ entre o híbrido de maior e de menor eficiência. Fernandes *et al.* (2005) avaliaram a eficiência do uso de nitrogênio de todos os híbridos diminuiu quando aumentou a dose de N aplicada e, para todas as doses de N aplicadas, o híbrido DKB333 foi o que apresentou maior eficiência de uso. Cancellier *et al.* (2011) observaram que ocorreram diferenças na eficácia de uso de nitrogênio entre híbridos de milho avaliados no Tocantins. Ainda mostraram que houve diferença de NUE entre ambientes com maior e menor disponibilidade de N para a cultura.

4.5 Análise de componentes principais de híbridos de milho semeados em duas épocas no município de Rio Verde-GO.

Da mesma forma, como observado no ambiente de Santa Helena de Goiás-GO, na análise de componentes principais (Gráfico 6) o comportamento da produtividade e NUE tem comportamento semelhante pois estão no mesmo sentido e intensidade semelhantes. Os acúmulos de K, P, Mg e Mn também apresentaram comportamento semelhantes entre si, sendo que se destacou positivamente o híbrido K9606VIP3 da primeira época para estas variáveis (Gráfico 7). O comportamento dos híbridos em função das épocas ocorreu em forma de agrupamento, sendo que as variáveis produtividades e NUE apresentaram-se em direções de maior intensidade para híbridos na primeira época de semeadura.

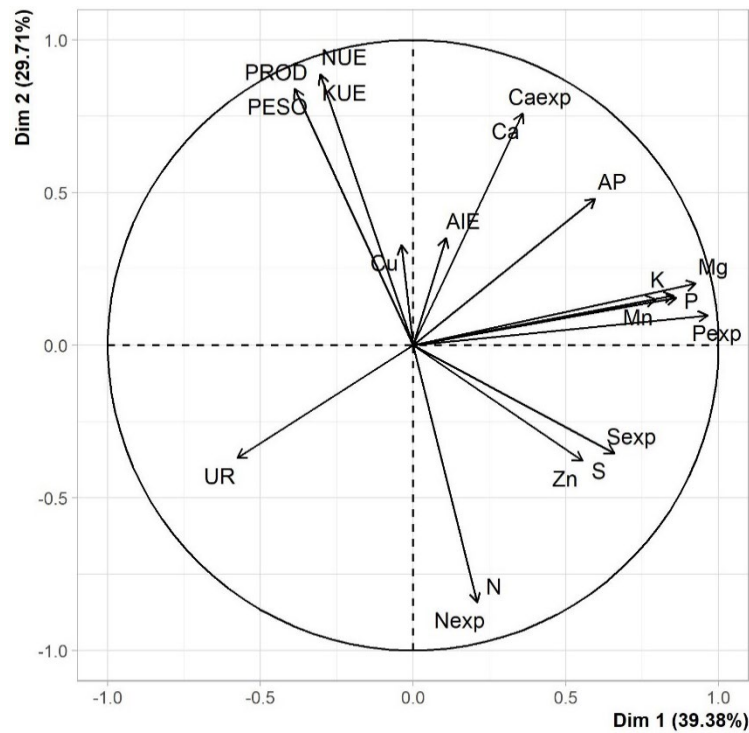


Gráfico 6 - PCA de comportamento das variáveis para híbridos de milho semeado em diferentes épocas na localidade de Rio Verde-GO.

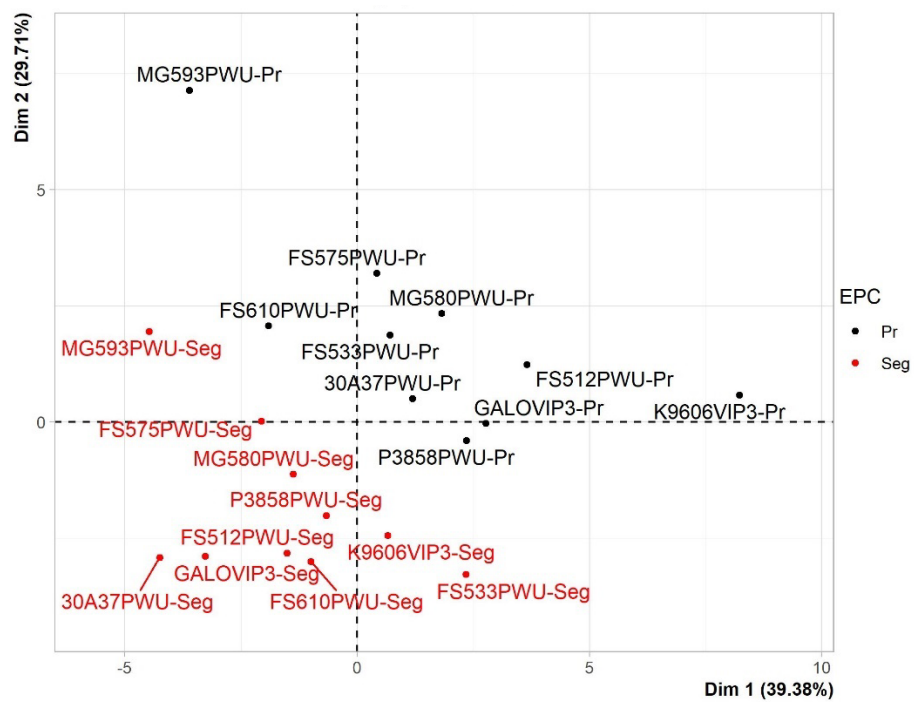


Gráfico 7 - PCA de comportamento de híbridos em função da época para todas as variáveis em híbridos de milho semeado em diferentes épocas na localidade de Rio Verde-GO.

No ambiente de Rio Verde-GO o acúmulo de N nos grãos foi menor ao contrário de maiores produtividade e NUE, confirmando a demonstração do efeito de diluição do nutriente nos grãos (Gráfico 7).

Já para a variável produtividade (Gráfico 8), houve comportamento claro de agrupamento dos híbridos na produtividade em função da época de semeadura, com destaque ao híbrido MG593PWU que se distanciou dos demais híbridos, sendo na segunda época o de melhor performance. O comportamento do híbrido GALOVIP3 foi inferior nas duas épocas avaliadas.

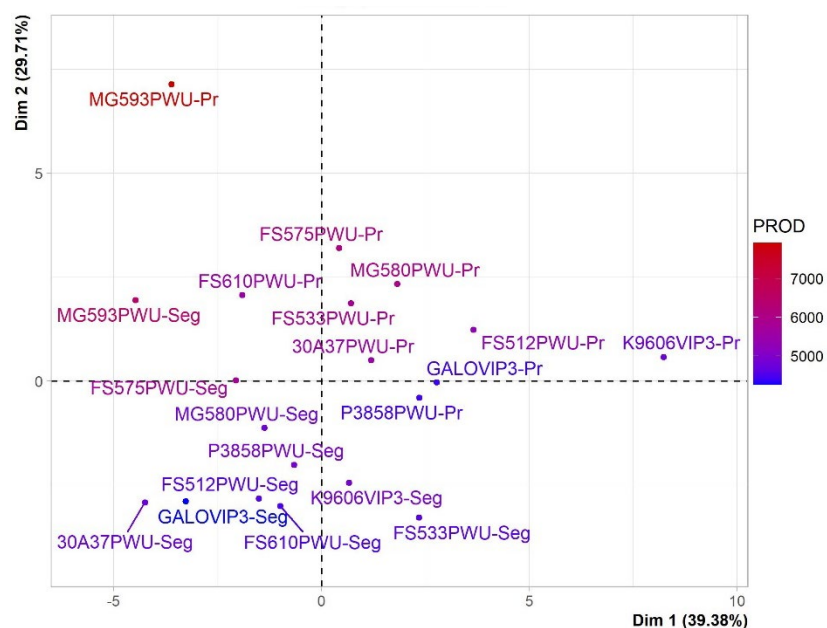


Gráfico 8 - PCA de comportamento da produtividade para híbridos de milho semeado em diferentes épocas na localidade de Rio Verde-GO.

Para variável NUE (Gráfico 9), o comportamento de NUE foi semelhante ao que foi encontrado no experimento da localidade de Santa Helena de Goiás-GO, sendo que híbridos de maior produtividade foram os que tiveram maior eficiência no uso de Nitrogênio, **ainda com os mesmos híbridos destaques quanto a essas características avaliadas** (rever a frase), e o híbrido MG593PWU obteve melhor performance, principalmente na primeira época com maior distanciamento para os demais.

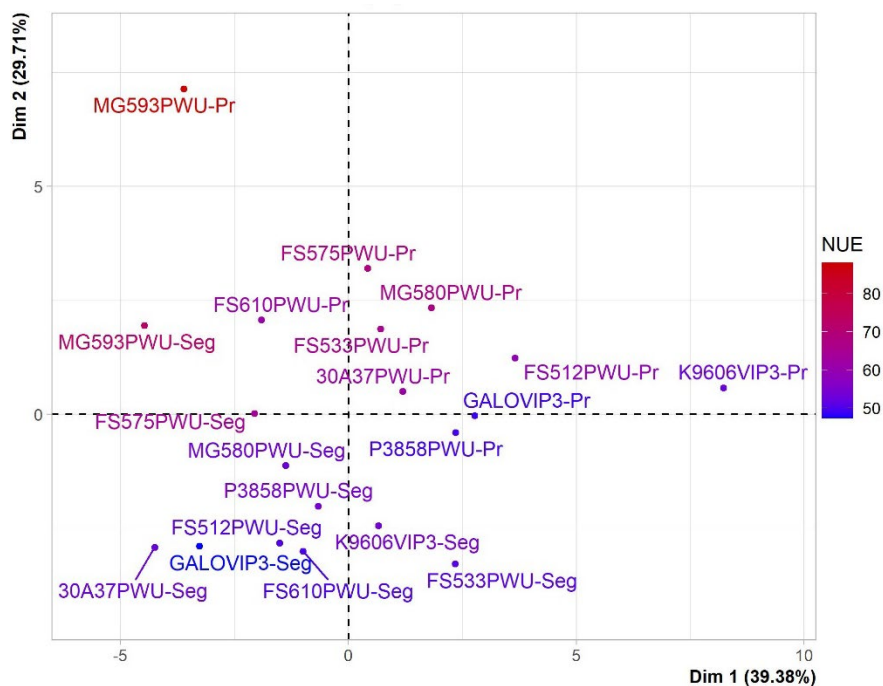


Gráfico 9 - PCA de comportamento da Eficiência de Uso de Nitrogênio (NUE) para híbridos de milho semeado em diferentes épocas na localidade de Rio Verde-GO.

O resultado da análise de componentes principais comportou-se de forma semelhante nos dois experimentos, e corrobora para maior segurança de posicionamento de híbridos por parte das empresas detentoras, de forma que o comportamento geral dos híbridos ocorreu de forma semelhante em diferentes locais de semeadura.

4.6 Avaliações agrônômicas e de produtividade de híbridos de milho safrinha semeados em duas épocas no município de Rio Verde-GO.

Analizando o experimento da localidade de Rio Verde-GO, para as avaliações agrônômicas dos híbridos de milho em diferentes épocas de semeadura, foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre híbridos, épocas de semeadura e ainda interação entre época e híbridos.

Foram observadas diferenças significativas (Tabela 17) entre híbridos para todas as variáveis analisadas. Também foram observadas diferenças entre as épocas de semeadura para as variáveis altura de planta (AP), umidade relativa dos grãos (UR) e produtividade, esta última também apresentou interação entre híbrido e época de semeadura.

Tabela 17 - Valores de F e as respectivas significâncias para Altura de Plantas (AP), Altura de Inserção de Espiga (AIE), porcentagem de Colmo Podre (CP), Umidade Relativa dos grãos (UR) e Produtividade (PROD) de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de semeadura em Rio Verde – GO.

FV	Variáveis			
	AP	AIE	UR	PROD
Bloco (B)	1,973 ns	1,583 ns	2,6098 ns	50,494 ***
Híbridos (H)	4,444 ***	6,892 ***	5,614 ***	60,011 ***
Época (E)	14,615 ***	3,125 ns	76,978 ***	94,337 ***
H x E	0,725 ns	1,625 ns	2,031 ns	9,392 ***
CV (%)	6,51	7,52	7,08	5,64

ns: não significativo; *** $p < 0,001$.

Os híbridos 30A37PWU e GALOVIP3 apresentaram os menores valores de altura de plantas respectivamente, ao contrário do FS575PWU que apresentou as maiores médias, com 15% acima do híbrido de menor altura. Quanto à altura de inserção de espiga, os híbridos FS575PWU e 30A37PWU mantiveram as respostas sendo os de maior e menor média, respectivamente (Tabela 18).

Avaliando as diferenças (Tabela 18) na altura de planta e umidade dos grãos em função das épocas, houve diminuição tanto da altura de plantas quanto da umidade relativa dos grãos dos híbridos da primeira para a segunda época. Isso pode ser explicado pela menor disponibilidade hídrica para a cultura em semeaduras mais tardias.

Tabela 18 - Médias de altura de plantas (AP), altura de inserção de espigas (AIE), colmo podre (CP), umidade relativa (UR) e produtividade (PROD) entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Rio Verde – GO.

Híbridos	AP	AIE	UR
	metros	metros	%
30A37PWU	1,75 c	0,96 c	18,9 bc
FS512PWU	1,90 abc	1,04 bc	20,2 abc
FS533PWU	1,98 ab	1,03 bc	20,7 abc
FS575PWU	2,06 a	1,25 a	20,5 abc
FS610PWU	1,88 abc	1,11 b	20,8 ab
GALOVIP3	1,85 b	1,13 ab	22,3 a
K9606VIP3	2,06 ab	1,11 b	20,2 abc
MG580PWU	1,96 ab	1,10 b	18,4 c
MG593PWU	1,93 abc	1,11 b	22,0 a
P3858PWU	1,95 abc	1,11 b	20,2 abc
DMS	0,21	0,14	2,38

Épocas	AP	AIE	UR
	metros	metros	%
Primeira	1,99 a	1,11 a	21,8 a
Segunda	1,88 b	1,08 a	19,0 b
DMS	0,06	0,04	0,65

Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5%.

Costa et al. (2017) avaliando híbridos de milho em diferentes épocas de semeadura safrinha em dois anos seguidos, também observaram redução de altura de plantas e produtividade nas semeaduras mais tardias comparadas a semeaduras mais antecipadas na safrinha.

Para a variável umidade relativa dos grãos (UR) foram observados (Tabela 18) que os híbridos 30A37PWU e MG580PWU (média UR 18,65%) mostraram-se os mais precoces com diferença significativa para os híbridos GALOVIP3 e MG593PWU (média de 22,15%), ficando os demais híbridos com médias sem diferença significativa entre eles com valores intermediários.

Costa *et al.* (2017) avaliando híbridos de milho em diferentes épocas de semeadura safrinha observou diferenças significativas de altura de plantas, altura de inserção de espiga e produtividade entre os híbridos dentro cada época, com variações chegando a 22,6 cm para altura de planta, 25,6 cm para altura de inserção de espiga e até 3.000 kg.ha⁻¹ para produtividade,

ainda com diferença significativa entre a primeira (maior produtividade) e segunda época de semeadura.

O híbrido MG593PWU apresentou maior produtividade nas duas épocas de semeadura diferindo significativamente dos demais híbridos, sendo acompanhado pelo híbrido FS575PWU. Na primeira época de semeadura os híbridos GALOVIP3, P3858PWU e KWS9606VIP3 apresentaram as menores médias de produtividade, com média dos três híbridos 47% inferior ao híbrido MG593PWU (Tabela 19).

Tabela 19 - Médias de Produtividade de milho na interação na interação Híbridos x Época de semeadura no ambiente de Rio Verde-GO.

Híbridos	Produtividade (kg.ha ⁻¹)	
	Primeira época	Segunda época
30A37PWU	5.498,5 bcA	4.712,0 cB
FS512PWU	5.290,8 bcA	4.536,5 cB
FS533PWU	5.498,5 bcA	4.550,8 cB
FS575PWU	6.094,0 bA	5.763,1 bA
FS610PWU	5.484,4 bcA	4.473,2 cB
GALOVIP3	4.398,6 eA	4.254,8 cA
K9606VIP3	4.730,8 deA	4.862,9 cA
MG580PWU	6.000,2 bA	4.769,3 cB
MG593PWU	7.917,2 aA	6.492,8 aB
P3858PWU	4.431,2 eA	4.862,9 cB

DMS híbrido: 487,7; DMS época: 132,7; Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre híbridos em cada época pelo teste de Tukey a 5%. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre épocas para cada híbrido pelo teste de Tukey a 5%.

Para todos os híbridos, houve redução de produtividade da primeira para a segunda época de semeadura, porém, sem diferença significativa entre as duas épocas para os híbridos FS575PWU, GALOVIP3 e K9606VIP3. Este resultado demonstra estabilidade produtiva desses híbridos (Tabela 19).

Na segunda época (Tabela 19) os híbridos FS593PWU e FS575PWU destacaram-se em produtividade, sendo que todos os demais híbridos tiveram produtividade significativamente iguais entre si (13% de diferença entre o maior e menor) e inferiores aos dois mais produtivos.

Oligini *et al.* (2019) avaliando efeito de época de semeadura com o híbrido P3431VYH, observaram que nas 9 épocas de semeadura, quanto mais se retardou a semeadura safrinha, menores foram as produtividades, mostrando ainda redução de lucratividade com semeaduras

mais tardias. Costa *et al.* (2017) avaliando híbridos de milho em diferentes épocas de semeadura safrinha em dois anos seguidos, observaram significativa redução de produtividade da segunda época em relação a primeira em torno de 12,7% e 38,7% no primeiro e segundo ano avaliado respectivamente.

Vieira *et al.* (2021) avaliando diferentes híbridos de milho em diferentes épocas de semeadura, não observaram diferenças significativas na produtividade entre os híbridos na semeadura do início de fevereiro, porém, a semeadura do final deste mesmo mês, foram observadas diferenças significativas com variação de 2128 kg.ha⁻¹ entre os híbridos de maior e menor produtividade.

4.7 Avaliação nutricional de híbridos de milho semeados em duas épocas no município de Rio Verde-GO.

Para o município de Rio Verde-GO, a ANOVA (Tabelas 20 e 21) mostra que houve diferença significativa para híbridos para os nutrientes N, K, S, Cu e Mn. Para épocas de semeadura, houve diferença significativa para os nutrientes com exceção de S e Zn. A interação híbridos e época de semeadura ocorreu apenas para o elemento Cu.

Tabela 20 - Valores de F e as respectivas significâncias para teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Rio Verde – GO.

FV	Variáveis					
	N	P ^a	K	Ca	Mg ^a	S
Bloco (B)	1,129 ns	2,175 ns	1,200 ns	1,369 ns	1,831 ns	1,572 ns
Híbridos (H)	3,940 ***	1,417 ns	2,369 *	0,859 ns	1,404 ns	2,883 **
Época (E)	20,053 ***	7,425 **	12,585 ***	32,063 ***	13,865 ***	0,014 ns
H x E	1,572 ns	0,599 ns	1,319 ns	0,423 ns	1,112 ns	0,890 ns
CV (%)	6,66	7,28	17,28	28,15	7,89	7,92

ns: não significativo; * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001; a: dados transformados para 1/x.

Tabela 21 - Valores de F e as respectivas significâncias para teores de Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Rio Verde – GO.

FV	Variáveis
----	-----------

	Cu^a	Fe^a	Mn^a	Zn^b
Bloco (B)	4,849 **	0,660 ns	1,648 ns	5,161 **
Híbridos (H)	2,094 *	1,453 ns	7,847 ***	1,755 ns
Época (E)	7,927 **	15,393 ***	35,940 ***	0,916 ns
H x E	2,301 *	0,947 ns	1,085 ns	1,559 ns
CV (%)	20,15	9,8	6,5	3,05

ns: não significativo; * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001; a: dados transformados para 1/x; b: dados transformados para Log(x)+1

As concentrações de N nos grãos (Tabela 22) tiveram pouca variação entre os híbridos, sendo que somente o híbrido MG593PWU foi significativamente inferior, apesar de ter demonstrado o de maior produtividade. Novamente, o N demonstrou efeito diluição em híbridos com diferentes níveis de produtividade.

Tabela 22 - Médias de teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Rio Verde-GO.

Híbridos	N	P	K	Ca	Mg	S
g.kg⁻¹						
30A37PWU	15,8 a	2,09 a	3,80 a	0,45 a	0,90 a	1,20 ab
FS512PWU	16,3 a	2,30 a	4,48 a	0,53 a	0,96 a	1,21 ab
FS533PWU	16,3 a	2,38 a	4,75 a	0,45 a	1,01 a	1,29 ab
FS575PWU	15,9 a	2,24 a	4,06 a	0,48 a	0,96 a	1,14 b
FS610PWU	15,8 a	2,09 a	3,76 a	0,54 a	0,90 a	1,20 ab
GALOVIP3	16,2 a	2,19 a	4,04 a	0,54 a	1,00 a	1,19 ab
K9606VIP3	16,2 a	2,49 a	4,49 a	0,50 a	1,13 a	1,31 a
MG580PWU	15,0 ab	2,16 a	4,53 a	0,51 a	0,95 a	1,25 ab
MG593PWU	14,0 b	1,95 a	3,80 a	0,59 a	0,89 a	1,14 b
P3858PWU	16,4 a	2,23 a	4,49 a	0,48 a	0,96 a	1,19 ab
DMS	1,73	0,63	1,21	0,23	0,29	0,16
Épocas	N	P	K	Ca	Mg	S
g.kg⁻¹						
Primeira	15,3 b	2,33 a	4,54 a	0,60 a	1,04 a	1,21 a
Segunda	16,3 a	2,09 b	3,96 b	0,42 b	0,89 b	1,21 a
DMS	0,47	0,17	0,33	0,06	0,08	0,04

Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5%.

Pela análise de componentes principais (Gráfico 9) observou que o híbrido MG593PWU destacou-se dos demais híbridos nas médias de produtividade em ambas as épocas, sendo que os demais híbridos, apesar de diferenças entre si, permaneceram agrupados, e, por este resultado da concentração de N nos grãos (Tabela 22), o efeito de diluição no híbrido de maior produtividade foi destacado mais uma vez.

Para os elementos P, K, Ca e Mg não foram observadas diferenças nas médias das concentrações entre os híbridos.

Para o elemento S, o híbrido K9606VIP3 obteve maior concentração significativamente maior do que nos híbridos FS575PWU e MG593PWU (Tabela 22), os quais demonstraram ser os mais produtivos.

Os elementos P, Ca e Mg mostraram maiores concentrações nos grãos na primeira época de semeadura, significativamente maior do que a segunda época, enquanto para N, a maior concentração ocorreu na segunda época (Tabela 22).

Considerando a concentração de micronutrientes nos grãos, o elemento Mn obteve maior concentração nos híbridos FS610PWU e MG580PWU e menor teor no híbrido K9606VIP3 (tabela 22).

Tabela 23 - Médias de teores de Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Rio Verde-GO.

Híbridos	Fe	Mn	Zn
	mg.kg ⁻¹		
30A37PWU	18,50 a	7,88 bc	21,75 a
FS512PWU	19,50 a	8,00 bc	21,88 a
FS533PWU	19,75 a	7,25 ab	21,13 a
FS575PWU	19,50 a	7,63 ab	20,88 a
FS610PWU	18,25 a	6,25 a	23,38 a
GALOVIP3	18,25 a	7,25 ab	21,00 a
K9606VIP3	23,13 a	10,25 c	26,38 a
MG580PWU	18,13 a	6,38 a	21,25 a
MG593PWU	16,38 a	6,75 ab	20,38 a
P3858PWU	22,38 a	7,75 ab	23,00 a
DMS	8,28	1,99	5,76
Épocas	Fe	Mn	Zn
	mg.kg ⁻¹		
Primeira	21,25 a	8,25 a	21,83 a
Segunda	17,50 b	6,83 b	22,38 a
DMS	2,25	0,54	1,57

Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5%.

Os elementos Fe e Mn apresentaram maiores concentrações nos grãos na primeira época significativamente superior a segunda época de semeadura (Tabela 23).

A primeira época de semeadura apresentou as maiores concentrações de Cu nos grãos, sendo a média do híbrido FS575PWU a maior na primeira época. Não se observou diferença significativa entre híbridos na segunda época de semeadura (Tabela 23).

Faria (2014) avaliando dois híbridos de milho experimentais, observou diferenças significativas entre os híbridos para teores de Fe, Cu e Zn, porém sem diferença para Mn. Os teores médios de micronutrientes encontrados foram 4,64; 0,5; 0,5 e 0,12 kg.ha⁻¹ para Fe, Mn, Zn e Cu respectivamente.

Tabela 24 - Médias de teores de cobre (mg/kg) nos grãos de milho na interação na interação Híbridos x Época de semeadura no ambiente de Rio Verde-GO.

Híbridos	Cobre (Cu) – mg.kg ⁻¹	
	Primeira Época	Segunda Época
30A37PWU	2,50 abA	2,00 aA
FS512PWU	2,00 abA	1,75 aA
FS533PWU	7,00 abA	1,50 aA
FS575PWU	10,50 abA	1,00 aB
FS610PWU	3,50 aA	1,25 aA
GALOVIP3	7,00 bA	1,75 aB
K9606VIP3	1,75 abA	1,50 aA
MG580PWU	7,25 abA	1,00 aB
MG593PWU	1,00 aA	1,75 aA
P3858PWU	1,25 aA	1,25 aA

DMS híbrido: 1,97; DMS época: 0,54; Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre híbridos em cada época pelo teste de Tukey a 5%. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre épocas para cada híbrido pelo teste de Tukey a 5%.

Os micronutrientes possuem diversas funções no metabolismo das plantas, porém, no presente estudo, apesar das diferenças dos teores dos elementos nos grãos, não foram observadas diferenças fenológicas entre híbridos ou quaisquer sintomas de falta ou excesso de micronutrientes. Observando a análise de componentes principais (Gráfico 8), percebe-se que não há relação direta de produtividade com os teores de nutrientes nos grãos, logo, maiores teores de micronutrientes nos grãos não indicam maiores ou menores produtividades dos híbridos.

4.8 Avaliações de exportação de nutrientes nos grãos e de eficiência de uso de nutrientes em híbridos de milho semeados em duas épocas no município de Rio Verde-GO.

Analisando a exportação dos nutrientes e eficácia de uso no experimento de Rio Verde-GO, os quadros da ANOVA (Tabelas 25 e 26) identificaram diferenças entre híbridos apenas para N exp, K exp, S exp e Mn exp. Entre épocas foram observadas diferenças para todos os nutrientes, exceto S e Zn. As análises ainda indicaram que não houve interação entre híbridos e épocas para nenhum dos nutrientes analisados.

Tabela 25 - Valores de F e as respectivas significâncias para Exportação de Nitrogênio (N exp), Fósforo (P exp), Potássio (K exp), Cálcio (Ca exp), Magnésio (Mg exp) e Enxofre (S exp) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Rio Verde-GO.

FV	Variáveis					
	N exp	P exp ^a	K exp	Ca exp	Mg exp ^a	S exp
Bloco (B)	16,965 ***	4,858 **	10,204 ***	5,222 **	6,425 ***	24,857 ***
Híbridos (H)	11,011 ***	7,095 ***	5,068 ***	6,013 ***	5,590 ***	15,995 ***
Época (E)	5,503 *	26,58 ***	42,031 ***	73,435 ***	35,55 ***	33,979 ***
H x E	2,901 ***	1,269 ns	1,558 ns	0,906 ns	1,201 ns	2,576 *
CV (%)	9,13	6,62	17,67	27,16	7,32	9,41

ns: não significativo; * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001; a: dados transformados para 1.raiz(x)⁻¹;

Tabela 26 - Valores de F e as respectivas significâncias para exportação de Cobre (Cu exp), Ferro (Fe exp), Manganês (Mn exp) e Zinco (Zn exp) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Rio Verde – GO.

FV	Variáveis			
	Cu exp ^a	Fe exp ^a	Mn exp ^a	Zn exp
Bloco (B)	2,033 ns	3,916 *	13,246 ***	0,255 ns
Híbridos (H)	2,288 *	4,866 ***	9,736 ***	4,408 ***
Época (E)	11,197 **	40,575 ***	78,776 ***	5,139 *
H x E	2,151 *	4,815 ***	2,176 *	1,574 ns
CV (%)	18,5	7,51	7,05	17,79

ns: não significativo; * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001; a: dados transformados para 1.raiz(x)⁻¹;

Analisando a exportação dos macronutrientes (Tabela 27), o híbrido MG593PWU destacou-se para todos os elementos avaliados, sendo ainda para Ca exp, o único com diferença significativa para todos os demais híbridos.

Tabela 27 - Exportação (kg.ha⁻¹) de Fósforo (P exp), Potássio (K exp), Cálcio (Ca exp) e Magnésio (Mg exp) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Rio Verde-GO.

Híbridos	P exp	K exp	Ca exp	Mg exp
Kg.ha ⁻¹				
30A37PWU	10,88 ab	19,81 bc	2,27 b	4,55 a
FS512PWU	11,25 ab	23,51 abc	2,49 b	4,68 a
FS533PWU	12,37 bcd	24,72 ab	2,30 b	5,19 abc
FS575PWU	13,31 cd	23,95 ab	2,71 b	5,53 bc
FS610PWU	10,45 ab	18,70 bc	2,64 b	4,39 ab
GALOVIP3	9,43 a	17,32 c	2,34 b	4,24 a
K9606VIP3	12,09 abc	21,60 abc	2,33 b	5,40 ab
MG580PWU	11,77 bcd	24,59 ab	2,70 b	5,06 abc
MG593PWU	14,10 d	27,40 a	4,28 a	6,19 c
P3858PWU	10,30 ab	20,78 bc	2,14 b	4,24 ab
DMS	3,47	6,47	1,17	1,59

Épocas	P exp	K exp	Ca exp	Mg exp
Kg.ha ⁻¹				
Primeira	12,89 a	25,08 a	3,30 a	5,63 a
Segunda	10,30 b	19,39 b	1,94 b	4,30 b
DMS	0,94	1,76	0,32	0,43

Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5%.

Destaca-se também nas exportações o híbrido FS533PWU que com exceção do Ca exp, não teve diferença significativa para o híbrido MG593PWU. Aqui fica a observação que mesmo com diferença significativa de produtividade, para a exportação de P, K e Mg, FS533PWU e MG593PWU foram estatisticamente iguais, demonstrando que mesmo com menor performance produtiva, o híbrido FS533PWU apresentou alta taxas de exportação destes micronutrientes.

Silva (2016) avaliando exportação de macronutrientes em diferentes híbridos de milho observou decréscimo nas taxas de exportação de nutrientes, como P, K e S, em cada tonelada de milho colhida, equivalendo a menores concentrações desses nutrientes nos grãos, sendo indicativo da tendência de os híbridos mais modernos apresentarem maior eficiência nutricional.

Conforme já indicado na PCA (Gráfico 8), as médias de N exp (Tabela 28) foram maiores para híbridos mais produtivos, e o MG593PWU apresentou maiores exportações de N, ao contrário dos híbridos P3858PWU e GALOVIP3 com menores médias na primeira e segunda época de semeadura respectivamente.

Tabela 28 - Médias de N exp (kg.ha⁻¹) em grãos de milho na interação na interação Híbridos x Época de semeadura no ambiente de Rio Verde-GO.

Híbridos	N exp (kg.ha ⁻¹)	
	Primeira Época	Segunda Época
30A37PWU	85,05 abcdA	76,16 bcA
FS512PWU	82,22 bcdA	77,10 bcA
FS533PWU	89,00 abcA	78,99 bcA
FS575PWU	95,64 abA	92,92 abA
FS610PWU	83,66 bcdA	73,57 cA
GALOVIP3	71,66 cdA	68,56 cA
K9606VIP3	75,74 cdA	79,35 bcA
MG580PWU	88,98 abcA	72,24 cB
MG593PWU	101,42 aA	98,81 aA
P3858PWU	68,08 dB	84,39 abcA

DMS híbrido: 12,35; DMS época: 3,36; Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre híbridos em cada época pelo teste de Tukey a 5%. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre épocas para cada híbrido pelo teste de Tukey a 5%.

Tendo em vista que o N tem dinâmica diferente dos demais nutrientes no solo, a adubação nitrogenada deverá sempre ser realizada antes ou durante o ciclo da cultura do milho para melhores resultados. Logo, quando se planeja semeadura de híbridos de milho com maior potencial produtivo, avalia-se a estratégia de maiores e/ou melhores fornecimentos do nutriente para a lavoura, visto que este nutriente será absorvido e exportado pelos grãos, sempre em maiores quantidades quanto maiores as produtividades.

Entre épocas de semeadura (Tabela 28) no entanto, não foram observadas diferenças significativas com exceção dos híbridos MG580PWU e P3858PWU.

Ao estudar a interação entre híbridos e épocas de semeadura para S exp (Tabela 29), observou o mesmo resultado de maiores exportações para maiores produtividades de grãos, além de que foram observadas diferenças de exportação entre as duas épocas de semeadura analisadas para 4 dos 10 híbridos analisados, sendo sempre a segunda época com menores médias comparadas a primeira. O híbrido MG593PWU continuou a apresentar maiores médias e os híbridos P3858PWU e GALOVIP3 as menores médias.

Tabela 29 - Médias de S exp (kg.ha⁻¹) em grãos de milho na interação na interação Híbridos x Época de semeadura no ambiente de Rio Verde-GO.

Híbridos	S exp (kg.ha ⁻¹)	
	Primeira Época	Segunda Época

30A37PWU	6,71 bcdA	5,57 bcB
FS512PWU	6,23 cdeA	5,59 bcA
FS533PWU	7,09 bcA	5,91 bcB
FS575PWU	7,21 bcA	6,45 abA
FS610PWU	6,29 cdeA	5,56 bcA
GALOVIP3	5,33 deA	5,00 cA
K9606VIP3	6,20 cdeA	6,27 abcA
MG580PWU	7,78 abA	5,95 bcB
MG593PWU	8,92 aA	7,39 aB
P3858PWU	5,31 eA	5,64 bcA

DMS híbrido: 0,98; DMS época: 0,26; Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre híbridos em cada época pelo teste de Tukey a 5%. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre épocas para cada híbrido pelo teste de Tukey a 5%.

Rosa (2017) avaliando exportação de macro e micronutrientes entre híbridos, observou diferença significativa para B e Cu em área ($\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$), e para Fe tanto em área quanto em g/ton de grãos produzidos, e, ao contrário deste estudo, não observou diferenças entre híbridos para Mn exp.

Tabela 30 - Exportação ($\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$) de Zinco (Zn exp) nos grãos entre híbridos de milho e entre épocas de semeadura cultivados no ambiente de Rio Verde-GO.

Híbridos	Zn exp
	$\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$
30A37PWU	110,99 bc
FS512PWU	107,37 bc
FS533PWU	106,91 bc
FS575PWU	222,55 abc
FS610PWU	114,56 abc
GALOVIP3	89,72 c
K9606VIP3	126,79 ab
MG580PWU	114,30 abc
MG593PWU	146,91 a
P3858PWU	106,72 bc
DMS	11,20
Épocas	Zn exp
	$\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$
Primeira	119,84 a
Segunda	109,49 b
DMS	3,05

Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5%.

Analisando o quadro da ANOVA para eficácia de uso de nitrogênio, observou-se interação entre híbridos e épocas de semeadura (Tabela 31).

Tabela 31 - Valores de F e as respectivas significâncias para Eficiência de Uso de Nitrogênio (NUE) e Potássio (KUE) em grãos de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas de plantio em Rio Verde-GO.

FV	Variáveis		
	NUE	PUE	KUE
Bloco (B)	50,494 ***		
+Híbridos (H)	60,011 ***		
Época (E)	94,337 ***		
H x E	9,392 ***		
CV (%)	5,64		

ns: não significativo; * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001;

Para KUE os maiores valores, para ambas as épocas, foram encontrados no híbrido MG593PWU acompanhado do híbrido FS575PWU, que, na segunda época foram significativamente superiores aos demais híbridos. Os piores valores na primeira época foram encontrados nos híbridos GALOVIP3 e P3858PWU.

Observou-se que FS575PWU, GALOVIP3, K9606VIP3 e MG593PWU não apresentaram diferenças significativas entre as épocas (Tabela 32).

A NUE foi significativamente maior para o híbrido MG593PWU nas duas épocas analisadas. Na primeira época, as piores NUEs foram observadas nos híbridos P3858PWU e GALOVIP3. Já na segunda época, juntos, os híbridos FS575PWU e P3858PWU apresentaram NUE inferior ao MG593PWU, porém, significativamente superior a todos os demais híbridos analisados (Tabela 32).

Na primeira época de semeadura foram observados NUE significativamente superiores em relação a segunda época para todos os híbridos, com exceção dos híbridos FS575PWU, GALOVIP3 e K9606VIP3 que não apresentaram diferenças significativas entre a primeira e segunda época (Tabela 32).

Carvalho *et al.* (2011) também observaram diferenças significativas entre híbridos de milho quanto a NUE, e o híbrido de maior produtividade também apresentou maior eficiência no uso de N. Fernandes *et al.* (2005) avaliando a eficiência de uso de nitrogênio encontraram índices variando de 21,8 a 39,1.

Tabela 32 - Médias de Eficiência de Uso de Nitrogênio (NUE – kg/kg) em grãos de milho na interação na interação Híbridos x Época de semeadura no ambiente de Rio Verde-GO.

Híbridos	NUE	
	Primeira Época	Segunda Época
30A37PWU	61,09 bcA	52,36 cB
FS512PWU	58,79 cdA	50,41 cB
FS533PWU	65,28 bcA	50,56 cB
FS575PWU	67,71 bA	64,03 bA
FS610PWU	60,94 bcA	49,70 cB
GALOVIP3	48,87 eA	47,28 cA
K9606VIP3	52,56 deA	54,03 cA
MG580PWU	66,67 bA	52,99 cB
MG593PWU	87,97 aA	72,14 aB
P3858PWU	49,24 eA	64,03 bB

DMS híbrido: 5,42; DMS época: 1,47; Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre híbridos em cada época pelo teste de Tukey a 5%. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre épocas para cada híbrido pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 33 - Médias de Eficiência de Uso de Potássio (KUE – kg/kg) em grãos de milho na interação na interação Híbridos x Época de semeadura no ambiente de Rio Verde-GO.

Híbridos	KUE	
	Primeira Época	Segunda Época
30A37PWU	91,64 bcA	78,53 cB
FS512PWU	88,18 cdA	75,61 cB
FS533PWU	97,92 bcA	75,85 cB
FS575PWU	101,57 bA	96,05 bA
FS610PWU	91,41 bcA	74,55 cB
GALOVIP3	73,31 eA	70,91 cA
K9606VIP3	78,85 deA	81,05 cA
MG580PWU	100,00 bA	79,49 cB
MG593PWU	131,95 aA	108,21 aA
P3858PWU	73,85 eA	81,19 cB

DMS híbrido: 8,13; DMS época: 2,21; Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística entre híbridos em cada época pelo teste de Tukey a 5%. Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística entre épocas para cada híbrido pelo teste de Tukey a 5%.

Os resultados de comportamento da performance agrônômica, produtividade e dinâmica dos macro e micronutrientes, mostram que as variações observadas estão associadas a características genética dos híbridos, sofrendo variações em função do ambiente, que por sua

vez possuem particularidades quanto a localidade e época de. Os experimentos das duas localidades demonstram a grande possibilidade de variações de características de comportamento que são de extrema importância para se levar em conta por agricultores, auxiliando na correta tomada de decisão de escolha de cultivares para uma específica situação de semeadura, ou, qual condição de semeadura realizar tendo em mãos um híbrido específico, isso, é claro, associado a qual manejo realizar, em função de híbrido e época de semeadura definidos. Os experimentos trouxeram um pouco desta dinâmica e tendências de comportamento.

5 CONCLUSÕES

As variáveis agronômicas altura de plantas, altura de inserção de espiga e a produtividade de grãos diminuíram com o avanço das épocas de semeadura.

O Híbrido MG593PWU mostrou-se o mais produtivo acompanhado pelo híbrido FS575PWU em todas as épocas de semeadura, sendo ainda nesta mesma ordem os de maior NUE e KUE. Apesar de mais produtivo, os teores e a exportação de N, S e Mg, para estes híbridos foram significativamente menores que os demais híbridos avaliados.

Houve aumento de acúmulo de N nos grãos com o avanço das épocas de semeadura, porém, a exportação de N entre as épocas decresceu em função do atraso da semeadura.

Para os macronutrientes P e Ca não foram observadas diferenças significativas entre os híbridos.

A concentração e exportação dos micronutrientes nos grãos apresentaram diferenças significativas entre híbridos, sendo o MG580PWU o de maiores médias. As mesmas variáveis demonstraram menores médias em função do atraso da semeadura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, B. R. S. 2018.** Produtividade de diferentes cultivares de milho na segunda safra. Trabalho de conclusão de curso - Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA. 25 p. Anápolis.
- ALTUNA, J. G. G. 2000.** Milho safrinha: cultivares, adubação e épocas de semeadura. 2000. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- BATISTA, V.V.; OLIGINI, K.F.; GIARETTA, R.; RABELO, P.R.; ADAMI, P.F.; LINK, L.** Densidade de plantas e doses de nitrogênio no cultivo de milho safrinha no Paraná. *Agrarian*, v.12, p.296-307, 2019.
- BENDER, R. R.; HAEGELE, J. W.; RUFFO, M. L.; BELOW, F. E. 2013.** Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. *Agronomy Journal*, v. 105, n. 1, p. 161-170, Madison.
- CANCELLIER, L. L.; AFFÉRI, F. S.; CARVALHO, E. V.; DOTTO, M. A.; LEÃO, F. F. 2011.** Eficiência no uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 1, p. 139-148, jan-mar, Fortaleza. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000100018>
- CANTARELLA, H. 1993.** Calagem e adubação do milho. In: BÜL, L.T.; CANTARELLA, H. (eds). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba : POTAFOS, p.147-198.
- CARVALHO, R.P.; PINHO, R.G.V.; DAVIDE, L.M.C. 2011.** Desempenho de cultivares de milho quanto à eficiência da utilização de nitrogênio. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.10, n.2, p. 108-120.
- CASAGRANGE, J. J. R.; FORNASIERI FILHO, D. 2002.** Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 37, n. 1, p. 33-40, Brasília.
- CASTRO, J. C.; SOARES DA SILVA, E.; MONTEIRO NETO, J. L. L.; CARMO, I. L. G. S.; NASCIMENTO, F. R.; MEDEIROS, R. D. 2015.** Doses de potássio na cultura do milho em sucessão ao cultivo de melancia no Cerrado de Roraima. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Anais eletrônico. 4 p. Natal. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1026778/1/626.pdf>> acesso em: 03/06/2022.
- CASTRO, L. R.; REIS, T. C.; FERNANDES JUNIOR, O.; ALMEIRA, B. R. S.; ALVES, D. S. 2016.** Doses e formas de aplicação de fósforo na cultura do milho. *Revista Agrarian*, v.9, n.31, p.47 - 54, Dourados.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. 1995.** Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. 2 ed. aum. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n. 71, p. 1-9, set. 1995. Arquivo do Agrônomo, Piracicaba, n. 2, set.
- COELHO, A. M. 2006.** *Nutrição e Adubação do Milho*. Sete Lagoas, MG: Embrapa, 2006. 10 p. (Circular técnica, 78).

CONAB, 2021. – Perspectivas para a Agropecuária. Brasília, v. 9 – Safra 2020/21, p. 1-85, agosto 2021.

CONAB, 2022. – Acompanhamento de safra brasileira de grãos, Brasília, v.9 – Safra 2021/22, n.7 - Sétimo levantamento, p. 1-93, abril 2022

COSTA, R. V.; SIMON, J.; SILVA, D. D.; COSTA, L. V.; ALMEIDA, R. E. M.; CAMPOS, L. J. M. 2017. Cultivares de milho afetadas pela época de semeadura na safrinha em Tocantins. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.16, n.3, p. 469-480

COSTA, R. V.; SILVA, D. D.; COTA, L. V.; CAMPOS, L. J. M.; ALMEIDA, R. E. M.; BERNARDES, F. P. 2019. Incidence of corn stunt disease in off-season corn hybrids in different sowing seasons. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.54, e00872, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00872>.

CRUZ, I. 2009. Estratégias de manejo do milho Bt em condições de safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10., 2009, rio Verde. Anais... Rio Verde: FESURV. p. 154-170.

CRUZ, J. C.; HENRIQUE DA SILVA, G.; PEREIRA FILHO, I. A.; GONTIJO NETO, M. M.; MAGALHÃES, P. C. 2010. CARACTERIZAÇÃO DO CULTIVO DE MILHO SAFRINHA DE ALTA PRODUTIVIDADE EM 2008 e 2009. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.9, n.2, p.177-188.

DUARTE, A. P.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. 1999. Cultivares de milho no Estado de São Paulo: resultados das avaliações regionais IAC/CATI/EMPRESAS - 1997/98. 97 p. (IAC. Documentos, 62).

DUARTE, A. P.; MARTINS, A. C. N.; BRUNINI, O.; CANTARELLA, H.; DEUBER, R.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; TSUNECIRO, A.; SAWAZAKI, E.; DENUCCI, S.; DUARTE, A.P. 2015. Milho safrinha se consagra e caracteriza um sistema peculiar de produção. Revista Visão agrícola, Piracicaba, p.78-82.

DUARTE, A. P.; KAPPES, C. 2017. Doses de nitrogênio em cobertura no milho safrinha, fontes e modos de aplicação de fósforo em sistema de sucessão com soja no Estado do Mato Grosso. XIV Congresso Nacional de Milho Safrinha. Anais. Cuiabá.

DUARTE, A. P.; ABREU, M. F.; FRANCISCO, E. A. B.; GITTI, D. C.; BARTH, H.; KAPPES, C. 2018. Concentração e exportação de nutrientes nos grãos de milho. Informações Agrônomicas Nº 163. IPNI, p.12-16, Piracicaba.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2010. Desenvolvimento de Metodologia para Avaliação de Mancha Branca do Milho. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n. 26, ISSN 1679-0154.

FANTIN, G. M.; RECO, P. C. 2000. Milho Safrinha; técnicas para o cultivo no Estado de São Paulo. Campinas: CATI. 16 p. (Documento Técnico, 113).

FARIA, M. V. 2014. Proteção e nutrição foliar na produção de matéria seca, acúmulo, extração e exportação de macro e micronutrientes em híbridos de milho. 96 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. DOI <https://doi.org/10.14393/ufu.te.2014.16>

FERNANDES, F. C. S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. C. 2005. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 04, n. 02, p. 195-204.

Ferreira DF (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia* 35: 1039–1042.

GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; ROSSI SILVA, R.; FONSECA, I. C. B. 2014. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.18, n.7, p.700–707, Campina Grande.

GONTIJO NETO, M. M.; MAY, A.; VANIN, A.; SILVA, A. F. da; SIMÃO, E. de P.; SANTOS, E. A. dos; QUEIROZ, L. R.; BARCELOS, V. G. F. 2013. Avaliação de cultivares e épocas de semeadura de milho safrinha na região de Rio Verde-GO. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 12., Dourados. Estabilidade e produtividade: anais. Brasília, DF: Embrapa; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste.

GOMES, L.S.; BRANDÃO, A.M.; BRITO, C.H.; MORAES, D.F.; LOPES, M.T.G. 2010. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical. *Pesq. agropec. bras.*, v.45, n.2, p.140-145.

GUTIÉRREZ, A. M.; PADILHA, F. A.; SILVA, C. G. M.; RESENDE, A. V.; MOREIRA, S. G.; SIMÃO, E. P. 2015. Teor nos grãos e exportação de micronutrientes pelo milho em dois níveis de investimento tecnológico. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. 4 pg. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130695/1/Teor-graos.pdf>. Acesso em: 15/06/2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2020. Levantamento Sistemático de Produção Agrícola 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?edicao=30250&t=resultados>. Acesso em: 05/03/2021.

IPA - Instituto Agrônomo de Pernambuco. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco. Recife: IPA, 2008. 64p.

JONES, S.; COSTA, R. V.; ALMEIDA, R. E. M.; LAGO, B. C.; FEEREIRA, L. L.; LOPES, E. R.; DINIZ FILHO, R. 2016. Época de plantio e cultivares de milho safrinha no Tocantins. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pesca e Aquicultura*. ISSN 2358-6273, novembro, 18p., Palmas.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, R. 2014. Guia de fertilidade do solo. Lavras: Ed. da UFLA, 502 p.

LOPES SOBRINHO, O.P.; SANTOS, L.N.S; SANTOS, G.O.; CUNHA, F.N.; SOARES, F.A.L.; TEIXEIRA, M.B. 2020. Balanço hídrico climatológico mensal e classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o município de Rio Verde, Goiás. *Revista Brasileira de Climatologia*. ISSN: 2237-8642. Ano 16, Vol 27, p. 19 – 33.

MACHADO, R. A. F. Linhagens de milho contrastantes para tolerância à seca e eficiência de utilização de nitrogênio. 2003. 90 f. Tese (Doutorado em Agricultura) - Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.

MALAVOLTA, E.A.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba, Potafos, 201p.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.

MARTINS, D. C.; SIMÃO, E. P.; FERREIRA, J. P. C.; GONTIJO NETO, M. M.; RESENDE, A. V.; BORGHI, E. GALVÃO, J. C. C. 2017. Teores foliares de macronutrientes em milho safrinha em função da época de semeadura e adubação em Rio Verde-GO. XIV Seminário Nacional de Milho Safrinha. P. 134 – 139. Anais. Cuiabá.

OLIGINI, K. F.; BATISTA, V. V.; ADAMI, P. F.; FERREIRA, M. L.; CAMANA, D.; SILVA, E. J. 2019. Efeito da Época de Semeadura sobre a viabilidade econômica do cultivo de milho safrinha. XI Encontro Internacional de Produção Científica. 4 pg. Anais. Disponível em: < <http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/4060>>. Acesso em: 04/06/2022.

OLIVEIRA, J. L. S. 1999. Efeito da nutrição na cultura do milho e os diagnósticos visuais do seu estado nutricional. UniAGES – Paripiranga, 2021. 70 f.: il.

PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G.; SANTOS, M.X.; LOPES, M.A.; ALVES, V.M.C.; BAHIA FILHO, A.F.C.; VASCONCELLOS, C.A.; MAGNAVACA, R.; PACHECO, C.A.P.; MEIRELLES, W.F.; GUIMARÃES, P.E.O.; SILVA, A.E.; NASPOLINI FILHO, W.; MORO, J.R.; VIANA, R.T.; PITTA, G.V.E.; FRANCA, G.E.; PURCINO, A.A.C.; SOUZA, I.R.P.; ARRIEL, I.E.; MACHADO, A.T.; CORREA, L.A.; OLIVEIRA, A.C.; PAIVA, E. 1999. Adaptação de milho a solos ácidos: Tolerância à toxidez de alumínio e eficiência no uso de nutrientes no programa de pesquisa da EMBRAPA - Milho e Sorgo. In: REUNION LATINOAMERICANA DEL MAIZ, 18., Sete Lagoas: Memórias. Sete Lagoas: EMBRAPA –Milho e Sorgo; p.179-199.

PELISSA, CRISTIAN NATAN. 2017. Épocas de semeadura e produção do milho segunda safra em Sinop-MT. TCC Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Cuiabá. 30 f.: il.

PLESSIS, J. P.; AGENBAG, G. A. 1994. Reaction of two wheat cultivars to nitrogen and sulphur fertilizer in the Swartland: I. Vegetative growth, nitrogen and sulphur uptake and concentration in the plant. South African Journal of Plant and Soil, v. 11, n. 4, p. 163-169. Pretoria.

PORTUGAL, J. R.; ARF, O.; PERES, A. R.; GITTI, D. de C.; GARCIA, N. F. S. Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação do *Azospirillum brasiliense* em milho no Cerrado. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 48, n. 4, p. 639-649, out./dez. 2017.

R Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: <https://www.R-project.org/>.

RICHETTI, A.; FERREIRA, L.E.A. da G.; GARCIA, R.A. Rentabilidade da sucessão soja/milho em Maracaju, MS, na safra 2017/2018. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2018. 11p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 246).

REPKE, R.A.; CRUZ, S.J.S; MARTINS, M.B.; SENNA, M.S.; FELIPE, J.S.; DUARTE, A.P.; BICUDO, S.J. 2012. Altura de planta, altura de inserção de espiga e número de plantas acamadas de cinco híbridos de milho. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E

SORGO. ANAIS... pg 1940 – 1943. Disponível em: http://www.abms.org.br/eventos_antecedentes/cnms2012/07241.pdf. Acesso em: 11/03/2021.

ROSA, P. A. L. 2017. Acúmulo de matéria seca, extração e exportação de nutrientes por híbridos de milho inoculados com *Azospirillum brasilense*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Sistemas de Produção. 98 f.: il. Ilha Solteira.

SANTOS, A. L. F. 2017. Eficiência fotossintética e produtiva de milho safrinha em função de épocas de semeadura e população de plantas. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados. 46 f.: il. Dourados.

SILVA, A.G.; FRANCISCHINI, R. 2013. Sistema de produção de milho safrinha em Goiás. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA. Disponível em: <https://www.cpao.embrapa.br/cds/milhosafarinha2013/palestras/2AlessandroGuerra.pdf>. Acesso em: 25/03/2021.

SILVA, C. G. M. 2016. Absorção e exportação de macronutrientes em milho transgênico sob dois níveis de investimento em adubação. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de São João del Rei. 56 p. Sete Lagoas.

SIMÃO, E. P. 2016. Características agrônômicas e nutrição do milho safrinha em função de épocas de semeadura e adubação. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de São João del-Rei, Sete Lagoas.

SIMÃO, E. P.; RESENDE, A. V.; GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; MARTINS, D. C.; VANIN, A. 2017. Demanda de nutrientes pelo milho safrinha em função da época de semeadura e adubação. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.16, n.3, p. 481-494, Sete Lagoas.

SIMÃO, E. P.; RESENDE, A. V.; GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; VANIN, A. 2018. Resposta do milho safrinha à adubação em duas épocas de semeadura. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.17, n.1, p. 76-90, Sete Lagoas.

SIMÃO, E. P.; RESENDE, A. V.; GONTIJO NETO, M. M.; FERREIRA DA SILVA, A.; GODINHO, V. P. C.; GALVÃO, J. C. C.; BORGHI, E.; OLIVEIRA, A. C.; GIEHL, J. 2020. Nitrogen fertilization in off-season corn crop in different Brazilian Cerrado environments. Pesquisa Agropecuária brasileira, Brasília, v.55, 2020

SHIOGA, P. S. 2009. Sistemas de produção do milho safrinha no Paraná. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 10. Anais... Rio Verde: FESURV, Rio Verde, 2009. p. 40-54

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENET, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. 2011. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263.

VIEIRA, P. V. D.; FREITAS, P. S. L.; SILVA, A. L. B. R.; SOUZA, A. C. S.; VORONIAK, J. M. 2021. Agronomic characteristics and grain Yield of sorghum and maize hybrids grown with different sowing times. Revista Caatinga, v. 34, n. 4, p. 780 – 790, outubro – dezembro, Mossoró.