



**LARA EDUARDA SILVA VIOL**

**USO DE BIOESTIMULANTES NA CULTURA DO TRIGO EM  
CONDIÇÕES TROPICAIS**

**LAVRAS – MG**

**2023**

**LARA EDUARDA SILVA VIOL**

**USO DE BIOESTIMULANTES NA CULTURA DO TRIGO EM CONDIÇÕES  
TROPICAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Adão Felipe dos Santos

Orientador

Prof. Dr. José Maria Villela Pádua

Coorientador

**LAVRAS – MG**

**2023**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Viol, Lara Eduarda Silva.

Uso de bioestimulantes na cultura do trigo em condições  
tropicais / Lara Eduarda Silva Viol. - 2023.

160 p. : il.

Orientador(a): Adão Felipe dos Santos.

Coorientador(a): José Maria Villela Pádua.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Bioestimulantes. 2. Produtividade. 3. Trigo. I. Santos, Adão  
Felipe dos. II. Pádua, José Maria Villela. III. Título.

**LARA EDUARDA SILVA VIOL**

**USO BIOESTIMULANTES NA CULTURA DO TRIGO EM CONDIÇÕES  
TROPICAIS**

**USING BIOSTIMULANTS TO GROW WHEAT IN TROPICAL CONDITIONS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 31 de agosto de 2023  
Dr. Vanoli Fronza Embrapa  
Prof. Dr. Vitor de Laia Nascimento UFLA

Documento assinado digitalmente



**ADAO FELIPE DOS SANTOS**

Data: 10/11/2023 14:12:38-0300

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

**Prof. Dr. Adão Felipe dos Santos**

**Orientador**

**Prof. Dr. José Maria Villela Pádua**

**Coorientador**

**LAVRAS – MG**

**2023**

*À Deus que me deu a vida*  
*Aos meu pais, Helder e Maria Helena que dão a vida por mim todos os dias*  
*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

À Deus por guiar meus caminhos e me permitir chegar até aqui. Obrigada Deus por me proporcionar a vivência de momentos tão importantes como esse na minha vida.

À Nossa Senhora Aparecida e à Santa Catarina de Alexandria por toda força e proteção na minha vida e nos meus estudos.

Aos meus pais, Helder e Maria Helena, pelo amor incondicional, por serem meus grandes incentivadores e por serem meu esteio diário e meu consolo nos momentos difíceis. Não tem sido fácil ficar longe de vocês, mas o apoio que me dão me dá força pra correr atrás dos meus sonhos. Obrigada pai e mãe, por tudo. Tudo que eu conquistei até hoje foi graças a vocês. E tudo que eu conquistar daqui pra frente será pensando no melhor pra vocês. Vocês são a minha vida e meu bem mais precioso!

Ao meu namorado Samuel, que tem acompanhado minha trajetória acadêmica desde o início e que muito tem colaborado e incentivado dia a dia para que eu não desista dos meus sonhos. Obrigada por ser tão companheiro e parceiro!

Aos meus avós Pedro (*in memoriam*), João e Maria, por serem meus grandes incentivadores, independente de onde e de qual condição estiverem. Obrigada por serem meus maiores exemplos de caráter, garra, determinação e trabalho duro.

A todos os meus amigos, principalmente aqueles que conheci em Lavras e que foram essenciais durante todo o meu período de mestrado. Em especial, às meninas (Janaína, Natália, Lara e Nathália) que conheci no primeiro dia de aula e que desde então tem tornado meus dias mais leves e felizes.

A todos que de alguma forma me ajudaram na execução do meu trabalho, amigos, discentes, docentes e em especial à todos os membros do grupo Pro-Trigo por todo auxílio e colaboração com os meus ensaios. E também aos meus amigos Bianca e Leonardo que foram meu braço direito na condução desse trabalho. Muito obrigada pela parceria diária. Certamente, sem vocês a realização desse trabalho não seria possível.

Ao professor Adão, pela orientação e auxílio na aprendizagem de novas ferramentas que agregaram bastante nos meus trabalhos acadêmicos.

Ao professor José Maria, pela orientação e por toda paciência e colaboração durante todos os processos de construção e execução desse trabalho. E também por me apresentar a

cultura do trigo e me mostrar que estou no caminho certo como profissional. Gratidão professor, por todos os ensinamentos adquiridos!

A todos os professores, profissionais e departamentos que me auxiliaram na execução desse trabalho. Em especial a professora Raquel, ao professor Vitor e aos departamentos de Agricultura (DAG) e de Biologia (DBI) e seus respectivos laboratórios de Análises de Sementes e laboratórios de Fisiologia Vegetal que me permitiram realizar as análises descritas no presente trabalho.

À banca examinadora pelo aceite e disponibilidade em contribuir e agregar com a minha dissertação.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de me formar em uma Instituição de tamanho prestígio e renome.

Ao Programa de Pós Graduação em Agronomia/Fitotecnia pela oportunidade de pertencer à um Programa de excelência acadêmica.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro durante o mestrado.

Muito obrigada!

## RESUMO GERAL

O cultivo de trigo no Brasil, ainda é pouco significativo apesar do país ser referência mundial na produção de grãos. E por isso, o país ainda é fortemente dependente de importações desse cereal para suprir sua demanda interna. Atualmente, há uma grande expectativa na expansão de cultivo de trigo para outras regiões, além da região Sul. No entanto, ainda há fatores que limitam essa expansão, como as condições climáticas e hídricas e também a incidência de doenças. Diante do exposto, tornam-se necessárias alternativas que possibilitem o cultivo de trigo nessas regiões de forma rentável e produtiva e uma das apostas para isso é o uso de bioestimulantes. Isso porque, esses produtos tem como benefícios o crescimento de plantas e a melhoria na absorção de água e nutrientes. Considerando tais fatos, objetivou-se avaliar o efeito de produtos bioestimulantes associados com diferentes épocas de aplicação, visando verificar a resposta produtiva da cultura. O intuito foi avaliar características agronômicas e de rendimento de grãos para averiguar a viabilidade do uso desses produtos no sistema de cultivo de trigo. Diante do presente trabalho, foi notado que não houveram diferenças significativas consideráveis para os fatores avaliados. Dessa forma, conclui-se que não há razões para implementar o uso de bioestimulantes na cultura do trigo em condições tropicais.

**Palavras-chave:** Biorreguladores. *Triticum aestivum*. Cerrado.



## GENERAL ABSTRACT

Wheat cultivation in Brazil is still insignificant, despite the country being a world reference in grain production. As a result, the country is still heavily dependent on imports of this cereal to meet its domestic demand. Currently, there are high hopes of expanding wheat cultivation to other regions, beyond the South. However, there are still factors that limit this expansion, such as climatic and water conditions and the incidence of diseases. In view of the above, alternatives are needed to make it possible to grow wheat in these regions in a profitable and productive way and one of the bets for this is the use of biostimulants. This is because these products benefit plant growth and improve the absorption of water and nutrients. Considering these facts, the aim was to evaluate the effect of biostimulant products associated with different times of application, with a view to verifying the crop's productive response. The aim was to evaluate the agronomic characteristics of the wheat and the grain yield in order to ascertain the viability of using these products in the wheat cultivation system. In this study, it was noted that there were no significant differences in the factors evaluated. Therefore, it can be concluded that there is no reason to implement the use of biostimulants on rural tropical conditions.

**Keywords:** Bioregulators. *Triticum aestivum*. Cerrado.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Localização dos Municípios em que os Ensaios foram realizados .....	38
Figura 2. Média para a característica altura de plantas (AP) dentro dos ensaios realizados nos anos de 2022 e 2023.....	52
Figura 3. Média para a característica número de perfilhos (NP) dentro dos ensaios realizados nos anos de 2022 e 2023.....	54
Figura 4. Média para a característica número de espigas (NE) dentro dos ensaios realizados nos anos de 2022 e 2023.....	57
Figura 5. Média para a característica número de espiguetas por espiga (NEE) dentro dos ensaios realizados nos anos de 2022 e 2023.....	60
Figura 6. Média para a característica número de grãos por espiga (NGE) dentro dos ensaios realizados nos anos de 2022 e 2023.....	63
Figura 7. Média para a característica peso de mil grãos (PMG) dentro dos ensaios realizados nos anos de 2022 e 2023.....	65
Figura 8. Análise dos Componentes Principais (PCA) das características produtivas comuns nos ensaios de campo realizados nas safras de 2022 e 2023.....	66
Figura 9. Média para a característica massa seca (MS) e massa verde (MV) das parcelas colhidas no ensaio E1 realizado no ano de 2022.....	68
Figura 10. Média para a característica peso do hectolitro (PH) dos ensaios realizados na fazenda 3W (Itutinga/MG) nos anos de 2022... e 2023. ....	70
Figura 11. Média para a característica produtividade (PROD), em kg/ha, dos ensaios realizados na fazenda 3W (Itutinga/MG) nos anos de 2022 e 2023. ....	72
Figura 12. Média para a característica teor de clorofila (CL) de folhas de trigo nos estágios de afilamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.....	74
Figura 13. Média para a característica índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) de folhas de trigo nos estágios de afilamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.....	76

Figura 14. Média para a assimilação líquida de CO <sub>2</sub> ( <i>A</i> ) de folhas de trigo nos estágios de afilhamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.....	78
Figura 15. Média para a transpiração ( <i>E</i> ) de folhas de trigo nos estágios de afilhamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.....	81
Figura 16. Média para a condutância estomática ( <i>gs</i> ) de plantas de trigo nos estágios de afilhamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.....	84
Figura 17. Média para o rendimento quântico do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ) de plantas de trigo nos estágios de afilhamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.....	86
Figura 18 Média para a variável <i>quenching</i> não fotoquímico (NPQ) de plantas de trigo nos estágios de afilhamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.....	88
Figura 19. Média para a variável <i>quenching</i> fotoquímico ( $q_p$ ) de plantas de trigo nos estágios de afilhamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.....	90
Figura 20. Média para a variável taxa de transporte de elétrons (ETR) de plantas de trigo nos estágios de afilhamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.....	93
Figura 21. Análise de componentes principais (PCA) dos parâmetros fisiológicos avaliados em casa de vegetação (E4), no ano de 2022.....	94
Figura 22. Média para as características primeira contagem (PC) e germinação (G) das sementes colhidas no ensaio E1 realizado no ano de 2022.....	96
Figura 23. Média para as características plântulas anormais (AN) e sementes mortas (MO), das sementes colhidas no ensaio E1 realizado no ano de 2022.....	100
Figura 24. Médias para as características comprimento de coleótilo + mesocótilo (CCM), comprimento de raiz primária (CRP), comprimento de raiz secundária (CRS) e comprimento total (CT) de plântulas germinadas a partir das sementes colhidas no ensaio E1 realizado no ano de 2022.....	103

Figura 25. Média para a característica razão raiz primária/coleóptilo + mesocótilo (RPCM) de plântulas germinadas a partir das sementes colhidas no ensaio E1 realizado no ano de 2022.....	105
Figura 26. Análise de componentes principais (PCA) das análises de sementes realizadas a partir das sementes colhidas do ensaio E1, realizado no município de Itutinga – MG em 2022.....	106

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Esquema dos tratamentos experimentais de campo dos ensaios conduzidos na safra de 2022.....	39
Tabela 2. Esquema dos tratamentos experimentais de campo realizados no município de Itutinga- MG na safra de 2023.....	42
Tabela 3. Esquema dos tratamentos experimentais do ensaio em casa de vegetação realizado em 2022.....	43

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	15
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
<b>2.1 PRODUÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL DE TRIGO</b> .....	17
<b>2.2 TRIGO</b> .....	19
<b>2.3 BIOESTIMULANTES</b> .....	21
<b>2.4 INFLUÊNCIA DE BIOESTIMULANTES NA FISIOLOGIA DE PLANTAS E SEMENTES</b> .....	24
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	28
<b>CAPÍTULO 2 OS BIOESTIMULANTES SÃO UMA ALTERNATIVA VIÁVEL DE MANEJO DA CULTURA DO TRIGO?</b> .....	32
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	35
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	36
<b>2.1 EXPERIMENTOS EM CAMPO</b> .....	36
<b>2.2 EXPERIMENTO EM CASA DE VEGETAÇÃO</b> .....	41
<b>2.3 ANÁLISES FISIOLÓGICAS</b> .....	43
<b>2.4 ANÁLISES DE SEMENTES</b> .....	45
<b>2.5 ANÁLISES DOS RESULTADOS</b> .....	47
<b>3. RESULTADOS</b> .....	48
<b>3.1 COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE</b> .....	48
<b>3.2 PARÂMETROS FISIOLÓGICOS</b> .....	72
<b>3.3 ANÁLISES DE SEMENTES</b> .....	94
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	106
<b>4.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS</b> .....	106
<b>4.2 ANÁLISES FISIOLÓGICAS</b> .....	112
<b>4.3 ANÁLISE DE SEMENTES</b> .....	117
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	120
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	121
<b>APÊNDICES</b> .....	128

**CAPÍTULO 1**  
**INTRODUÇÃO GERAL**

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar do Brasil ter uma grande influência na produção de grãos mundial, ele ainda é altamente dependente em importações no caso da cultura do trigo. Atualmente, cerca de 45% de todo o trigo consumido no país é importado e grande parte desse quantitativo é advindo de importações vindas da Argentina. Apesar desse cereal ser o segundo em produção e o primeiro em área plantada a nível mundial, nacionalmente, sua área plantada corresponde a apenas 3,12% de toda a área cultivada com culturas anuais (CONAB, 2023a; FAO, 2022a; IBGE, 2022; USDA, 2022).

No Brasil a produção de trigo se concentra na região Sul, sendo os Estados do Paraná e do Rio Grande do Sul, os maiores produtores a nível nacional. No entanto, no cenário atual, há uma grande expectativa por parte dos pesquisadores, para que o país conquiste a autossuficiência de trigo nos próximos anos e para que isso aconteça, é necessário que ocorra uma expansão produtiva para novas regiões de cultivo ou regiões menos tradicionais. Assim, tem sido observado nas últimas safras, inclusive na atual, uma expansão de cultivo considerável na região de Cerrado do Brasil Central (ALVES et al., 2022; CONAB, 2023b; IBGE, 2023).

Sabe-se que são muitas as limitações para o cultivo de trigo nessas regiões, a exemplo do déficit hídrico durante a época de cultivo de trigo, do excesso de calor e também da incidência de brusone (*Magnaporthe oryzae*) (CUNHA et al., 2016). Uma das razões para essa expansão é o desenvolvimento de novas cultivares adaptadas para essas regiões (SOUZA; VIEIRA FILHO, 2020)

Ademais, torna-se necessário o aprimoramento de novas técnicas que minimizem esses fatores que limitam o cultivo de trigo na região tropical. Nesse sentido, uma das ferramentas que podem ser utilizadas no cultivo de trigo são os bioestimulantes, por serem produtos capazes de trazer melhorias no desenvolvimentos das plantas em condições adversas de cultivo (CASTRO; CAMPOS; CARVALHO, 2019).

Dentre os benefícios dos bioestimulantes tem-se o crescimento da planta, assim como a divisão e diferenciação celular e também a absorção de água e nutrientes (CASTRO et al., 2008; SANTINI et al., 2015a). Para a cultura do trigo, no entanto, os resultados apontam respostas controversas relacionadas à efetividades desses produtos, o que demonstra a necessidade de novos estudos com bioestimulantes associados ao sistema de cultivo de trigo (GALINDO et al., 2019; IGNA; MARCHIORO, 2010).



Dessa forma, objetiva-se avaliar diferentes bioestimulantes comerciais e diferentes épocas de aplicação, com o intuito de analisar as variações de efetividade proporcionados por ambos no rendimento do trigo, de forma a orientar a utilização desses produtos em outros estudos e também em propriedades rurais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 PRODUÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL DE TRIGO

Os cereais mais produzidos mundialmente são milho, trigo e arroz, nessa ordem. E o que tem sido observado com o passar dos anos, é um aumento produtivo crescente de grãos. Do ano de 2018 para 2019, por exemplo, o aumento produtivo de cereais foi de cerca de 32 milhões de toneladas. Já no ano subseqüente, esse aumento foi de cerca de 57 milhões de toneladas (FAO, 2022b).

No Brasil esse crescimento também tem sido notado. Na safra 21/22, por exemplo, o crescimento produtivo foi de 4,7%, o que equivale a 17 milhões de toneladas de grãos. Já na safra ainda vigente 22/23, a estimativa é de um crescimento produtivo de cerca de 15,2%, que equivale a cerca de 41 milhões de toneladas de grãos sobre a safra 21/22. Nesse sentido, o que tem sido observado nos últimos anos é que esse crescimento produtivo tem sido decorrente do aumento dos cultivos de soja, milho e trigo (CONAB, 2022, 2023b).

Para a safra atual, o crescimento em área produtiva para soja foi de 5,6%, equivalente a 2,34 milhões de ha; para o milho foi de 1,8%, equivalente a 394,8 mil ha e para o trigo foi de 7%, o que equivale a 216,5 mil hectares. Nesse sentido, o que pode ser observado é que nesse último caso, o crescimento percentual foi superior aos demais (CONAB, 2023b).

O trigo, apesar de não ter apresentado um incremento produtivo mundial considerável nos últimos anos, tem se mostrado promissor em alguns países, como o Brasil. Nos anos de 2019 e 2020 houve uma redução produtiva mundial da cultura, o que não ocorreu com os outros cereais de maior importância já citados, que se mantiveram em ascensão. No entanto, segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), no Brasil nesse mesmo período, a produção da cultura se manteve em crescimento. Além disso, considerando a safra atual, tem sido observado que o quantitativo de produção vem sendo mantido (CONAB, 2023c; FAO, 2022b; USDA, 2022).

A produção de trigo vem apresentando crescimento considerável com o passar dos anos no Brasil. Tal expansão produtiva tem sido consequência de diversos fatores, a exemplo do esgotamento de estoques, elevado valor do produto, alta demanda interna e baixa oferta externa no mercado internacional. Diante desse cenário, os fatores já citados contribuirão para uma maior lucratividade dos produtores de trigo (USDA, 2022).

Atualmente, uma grande preocupação não só do Brasil, mas também de outros países, é o conflito ainda vigente da Rússia com a Ucrânia. Isso porque, segundo o USDA (2022), ambos os países estão entre os maiores produtores mundiais de trigo, assumindo a 4ª e 7ª posição no ranking mundial, respectivamente. Tratando-se de fornecimento mundial de trigo, Rússia e Ucrânia também assumem colocações consideráveis e, juntas, são responsáveis por cerca de 30% de todo o trigo mundialmente produzido. Considerando tais fatos, todo o abastecimento mundial fica comprometido, afetando diretamente os preços, o que exige que os países tomem novas medidas em busca do abastecimento nacional.

No caso do Brasil, por exemplo, mesmo com o aumento produtivo já citado, o país ainda é fortemente dependente da importação de trigo. Atualmente, o país é um dos maiores importadores da cultura, importando cerca de 45% da quantidade de trigo consumida. Cerca de 70% das importações de trigo do país são advindas da Argentina, por meio do Mercosul. No entanto, nos últimos anos, a expansão da produção tem trazido como consequências diretas, a redução das importações no país e o aumento da exportação (CONAB, 2023a; USDA, 2022).

No Brasil, o que pode ser visto com o passar do tempo é uma evolução do cenário produtivo e de forma consequente na redução das importações e aumento nas exportações de trigo. Na safra passada, por exemplo, a área cultivada com trigo foi de 2,9 milhões de hectares e a produção obtida foi de 9,03 milhões de toneladas de trigo. Além disso, foi importado cerca de 6,5 milhões de toneladas e exportado cerca de 2,5 milhões de toneladas de trigo. Para esse ano, a expectativa é que sejam plantados 3,3 milhões de hectares e produzidas 9,6 milhões de toneladas de trigo. Também se espera que o país importe 5,6 milhões de toneladas e exporte 2,6 milhões de toneladas. Atualmente, os estados que mais produzem trigo são Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais, nessa ordem (CONAB, 2022, 2023b; IBGE, 2023).

De acordo com esses dados pode ser observado que, em apenas um ano, o país reduziu sua necessidade de importação de trigo em cerca de 14%. Essa redução das importações que tem sido notadas a cada safra, justifica a crença de alguns pesquisadores que citam que o país poderá se tornar autossuficiente no cultivo de trigo, nos próximos dez anos, caso a expansão do cultivo e o aumento produtivo continuem (ALVES et al., 2022).

O que também tem sido notado é que o caminho para a autossuficiência de trigo no país se dará pela expansão do cultivo da cultura no Cerrado Brasileiro. Isso será possível por meio do uso de cultivares de trigo adaptadas à região tropical, desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e outras instituições de pesquisa (SOUZA; VIEIRA FILHO, 2020).

Essa expansão já está sendo uma realidade no país, pois a região Sudeste é a segunda maior produtora de trigo. Como os principais estados produtores da região Sudeste tem-se São Paulo e Minas Gerais, respectivamente. Considerando esses estados, o que pode ser observado é que, tratando-se de São Paulo, a principal mesorregião produtora é a de Itapetininga. Já em Minas Gerais, as mesorregiões que mais produzem trigo são Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Campo das Vertentes e Sul de Minas, nessa ordem (IBGE, 2023) e o que tem sido notado é que essas regiões de Minas Gerais vem apresentando uma expansão considerável no cultivo de trigo. (CONAB, 2023b).

## 2.2 TRIGO

O trigo é uma cultura da família Poaceae, gênero *Triticum* e a principal espécie cultivada é *Triticum aestivum* L. O trigo foi originado no Sudoeste da Ásia, na região do Crescente Fértil. Relatos históricos dão indícios de que a utilização dessa cultura iniciou-se há cerca de dez mil anos e que fez parte do progresso da civilização humana e também da etapa de transição entre a vida nômade e a criação dos primeiros povoados (CAIERÃO et al., 2016; SCHEEREN; CASTRO; CAIERÃO, 2015).

No Brasil, o trigo chegou por volta do século XVI e foi introduzido no país por Martin Afonso de Souza. Relatos demonstram que a introdução da cultura no país ocorreu no Estado de São Paulo, na capitania de São Vicente. Após isso, o trigo foi se expandindo para outras regiões como Rio de Janeiro, Bahia, e províncias do Sul (CAIERÃO et al., 2016; SCHEEREN; CASTRO; CAIERÃO, 2015).

O trigo é uma cultura de grande importância, principalmente tratando-se da alimentação humana. Isso por que, ele é matéria prima principal para a produção de muitos alimentos como pães, bolos, biscoitos, massas e cereais matinais. Também é importante na alimentação animal, pois além de poder ser utilizado como forragem e ser fornecido diretamente aos animais, também é utilizado na fabricação de rações. Além disso, o trigo ainda é utilizado na produção de produtos cosméticos e farmacêuticos, assim como na produção de álcool e cola (MORI, 2015; SCHEEREN; CASTRO; CAIERÃO, 2015).

Trata-se de uma gramínea autógama que apresenta o sistema radicular fasciculado, composto por raízes seminais, permanentes e adventícias. Sua estrutura de planta é composta por seis a nove folhas de disposição alternada. Cada folha é composta por aurícula, bainha,

lígula e lâmina e a última folha, denominada de folha bandeira, é considerada a principal para a produção da planta, por ser responsável por até 50% da translocação de fotoassimilados para o enchimento de grãos (CAIERÃO et al., 2016; DOMICIANO et al., 2010; SCHEEREN; CASTRO; CAIERÃO, 2015).

A estrutura da planta de trigo também é composta por colmo oco e cilíndrico, que possui de quatro a sete entrenós. O tipo de inflorescência existente na planta de trigo é a espiga, que é composta por espiguetas alternadas que abrigam as flores. Cada flor de trigo, é composta por lema e pálea, que são estruturas de proteção e também por gineceu e androceu, que são as estruturas reprodutivas. Cada flor de trigo dá origem a um grão (SCHEEREN; CASTRO; CAIERÃO, 2015).

A fenologia do trigo é dividida em dez estádios de desenvolvimento da cultura, que são germinação, crescimento da plântula, afilhamento, alongamento, emborrachamento, emergência da inflorescência, antese, desenvolvimento do grão leitoso, desenvolvimento do grão em massa e maturação. Cada um desses estádios pode ser subdividido em dez subfases, de acordo com a escala fenológica de Zadoks, Chang e Konzak (1974).

Ao pensar em fenologia do trigo, alguns fatores são essenciais, como a temperatura. Isso porque, a temperatura média ideal para o desenvolvimento de trigo é 20°C e, em extremos de temperatura, a planta pode sofrer algumas limitações em seu desenvolvimento. Na fase de crescimento da cultura, por exemplo, baixas temperaturas provocam morte de tecidos e, conseqüentemente, estrangulamento e necrose do colmo. Já na fase reprodutiva, temperaturas muito baixas afetam diretamente a fase de enchimento de grãos (SCHEEREN; CASTRO; CAIERÃO, 2015).

O trigo pode ser classificado como cultura de inverno, primavera ou facultativa, dependendo também da temperatura do local e do fotoperíodo no qual ele é submetido. Além disso, as plantas de trigo são diretamente influenciadas pelo ambiente de cultivo e também pelo genótipo utilizado. No geral, tanto a altura quanto o ciclo podem variar de acordo com esses fatores. A variação nesse último caso, é de 100 a 160 dias. Outro fator que também é influenciado pelos fatores citados é a qualidade do trigo para panificação, assim como a quantidade de proteína e o rendimento da farinha (MORI, 2015; SCHEEREN; CASTRO; CAIERÃO, 2015).

## 2.3 BIOESTIMULANTES

Tratando-se de bioestimulantes, diversas são as formas que se conceituam esse termo, de acordo com a literatura. Entende-se por bioestimulantes, os produtos, substâncias naturais ou, até microorganismos, capazes de proporcionar melhorias no desenvolvimento das plantas (CASTRO; CAMPOS; CARVALHO, 2019). Também pode ser compreendido como a combinação de biorreguladores entre si, ou com outras substâncias químicas, a exemplo de sais minerais, aminoácidos e vitaminas (CASTRO et al., 2017; MACEDO; CASTRO, 2016; SANTOS et al., 2017). Eles podem atuar na resposta à estresses abióticos, na melhoria da qualidade das produções e também na eficiência nutricional das plantas (CASTRO; CAMPOS; CARVALHO, 2019). Em síntese, podem ser definidos como substâncias que, quando aplicadas nas plantas atuam na tolerância a estresses abióticos e nos parâmetros de qualidade dos cultivos, além de atuarem também na melhoria da eficiência nutricional, independente da composição de nutrientes (DU JARDIN, 2015).

Diante desse cenário, não só relacionado à conceituação de bioestimulantes, mas também à regulamentação desses e de outros produtos orgânicos e biológicos, foi lançado em maio de 2020, o Programa Nacional de Bioinsumos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Esse programa, têm como principal intuito estimular à bioeconomia e a sustentabilidade, de forma a reduzir à dependência nacional de insumos importados. Ele leva em consideração não só a produção vegetal, mas também a animal. Alguns dos bioinsumos considerados nesse programa são, promotores de crescimento de plantas, inoculantes, extratos vegetais, defensivos oriundos de micro-organismos e produtos de nutrição animal e vegetal (BRASIL, 2020a).

De acordo com o Programa Nacional de Bioinsumos, conceitua-se bioestimulantes como:

Produto que contém substância natural com diferentes composições, concentrações e proporções, que pode ser aplicado diretamente nas plantas, nas sementes e no solo, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade de sementes, estimular o desenvolvimento radicular, favorecer o equilíbrio hormonal da planta e a germinação mais rápida e uniforme, interferir no desenvolvimento vegetal, estimular a divisão, a diferenciação e o alongamento celular, incluídos os processos e as tecnologias derivados do bioestimulante (BRASIL, 2020a).

Apesar do termo bioestimulante ter sido conceituado no Programa Nacional de Bioinsumos, é válido pautar que se tratando de Instrução Normativa (IN) esse termo ainda não aparece. Em 8 de julho de 2020, foi lançada a IN nº 61 que, segundo o seu Artigo 1º, tem por

intuito “estabelecer as regras definições, exigências, especificações, garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos e dos biofertilizantes, destinados à agricultura” (BRASIL, 2020b).

Nesse documento, o termo utilizado para caracterizar os bioestimulantes, são biofertilizantes, seguindo a seguinte conceituação:

Produto que contém princípio ativo ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando a sua produtividade, sem ter em conta o seu valor hormonal ou estimulante (BRASIL, 2020b).

Os biofertilizantes, de acordo com a IN citada anteriormente, são classificados como: biofertilizantes de aminoácidos, biofertilizantes de substâncias húmicas, biofertilizantes de extratos de algas ou algas processadas, biofertilizantes de extratos vegetais e biofertilizantes compostos ou outros biofertilizantes aprovados pela pesquisa brasileira oficial ou credenciada (BRASIL, 2020b).

A nível mundial tem-se, atualmente, o Conselho Europeu da Indústria de Bioestimulantes (*European Biostimulant Industry Council* - EBIC), que conceitua os bioestimulantes como:

Substâncias e/ou microrganismos que, quando aplicados às plantas ou à rizosfera, cumprem a função de estimular processos naturais para melhorar/beneficiar a absorção e/ou eficiência de nutrientes, a tolerância ao estresse abiótico e a qualidade das lavouras de forma independente de seu conteúdo de nutrientes (EBIC, 2023).

Na literatura, além de bioestimulantes, outros termos podem ser encontrados, como biorreguladores, reguladores e estimulantes (ECCO et al., 2019). No entanto, alguns pesquisadores subdividem os bioestimulantes, classificando-os por meio do organismo ou substância utilizados em sua formulação. Essa classificação também é um pouco diversa por parte dos estudiosos. Halpern et al. (2015), por exemplo, subdividem os bioestimulantes em quatro grupos, sendo eles: biorreguladores, microrganismos, substâncias húmicas e aminoácidos. Du Jardin (2015), no entanto, considera sete grupos: ácidos húmicos e fúlvicos, bactérias benéficas, fungos benéficos, compostos inorgânicos, extratos de algas marinhas e botânicos, hidrolisados de proteínas e outros compostos contendo nitrogênio (N) e quitosano e outros biopolímeros.

No geral, esses produtos são usados visando aumentar a produtividade das culturas e também permitir, perante condições adversas, uma maior competição das plantas. Isso porque, esses produtos são formados a partir da combinação de ingredientes que atuam no equilíbrio hormonal, tornando as plantas aptas a expressarem seu máximo potencial genético e produtivo

(ECCO et al., 2019). Esses produtos também podem favorecer uma maior absorção tanto de água quanto de nutrientes, apresentando efeito benéfico em situações como residual de herbicidas no solo e estresse hídrico, por exemplo (GALINDO et al., 2019).

Atualmente, existe uma grande quantidade de bioestimulantes utilizados no Brasil para a condição tropical e muitos trabalhos tem sido desenvolvidos avaliando os efeitos de bioestimulantes em cultivos anuais, a exemplo de milho, feijão, soja e arroz (ECCO et al., 2019; MACEDO; CASTRO, 2016; RÉGIS; THOMAZ; SANTOS, 2017). Esses produtos podem ser aplicados no solo e nas plantas, sendo a aplicação nesse último caso em folhas, frutos e sementes. Eles podem atuar em processos tanto morfológicos, quanto fisiológicos das plantas, a exemplo da germinação e do crescimento vegetativo das mesmas (ÁVILA et al., 2008; CASTRO; MELOTTO, 1989; DOURADO-NETO et al., 2014).

Considerando esses bioestimulantes, tem-se que o extrato de algas marinhas, por afetarem o sistema enzimático e não enzimático das plantas, proporciona resposta a estresses e aumento da tolerância delas a condições adversas e não ideais de cultivo. A espécie de alga de maior utilização na produção de bioestimulantes é *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis. Além da tolerância a estresses abióticos, esse tipo de bioestimulante tem se mostrado efetivo também no desenvolvimento e no aumento produtivo de culturas (CASTRO; CAMPOS; CARVALHO, 2019). Outras melhorias possibilitadas pelo uso de extratos de algas nas plantas são, o aumento do número de flores e o aumento da tolerância das plantas em resposta a influência negativa de fatores abióticos como salinidade, temperatura e seca. Assim, considerando essas atuações, esses compostos podem promover ainda o aumento do rendimento das culturas (BATTACHARYYA et al., 2015; CASTRO; CAMPOS; CARVALHO, 2019; MELO; MARTINS, 2023).

Assim como os extratos de algas, os ácidos húmicos e fúlvicos são capazes de proporcionar melhor desenvolvimento das plantas, devido a sua capacidade natural de decompor a matéria orgânica. Também tem a capacidade de estimular modificações fisiológicas nas culturas, por interferir em processos tanto morfológicos como fisiológicos das plantas. Além disso, podem atuar na produção de precursores de hormônios e na modificação do transporte iônico. Também podem permitir o aumento da absorção de íons e atuar em enzimas metabólicas capazes de atingir o metabolismo secundário das plantas. Nesse último processo, é possível que a planta consiga enfrentar condições ambientais adversas, pois esse processo atua diretamente na sua defesa (CASTRO et al., 2017; CASTRO; CAMPOS; CARVALHO, 2019).



Como já citado, outro tipo de bioestimulante utilizado são os aminoácidos. Para esse tipo de bioestimulante, ainda existem apenas hipóteses dos benefícios desses compostos nas plantas, tornando necessários estudos que comprovem a efetividade ou ineficiência desses produtos. Algumas hipóteses de benefícios desses compostos são a resistência a estresses hídricos e térmicos e também ao ataque de patógenos, por exemplo. Outras hipóteses indicam atuação na síntese de proteínas, no efeito complexante em nutrientes e na atuação como composto intermediário de hormônios vegetais endógenos (CASTRO; CAMPOS; CARVALHO, 2019).

Considerando tais fatos, ainda é válido considerar que a forma de aplicação também pode influenciar na resposta da planta. No caso de biorreguladores, por exemplo, que são bioestimulantes à base de hormônios, a aplicação antecipada, ou seja, em sementes ou no estágio inicial de desenvolvimento das plantas, promove maior crescimento radicular. Como consequência, pode permitir uma maior produção de grãos devido à maior resiliência e também resistência das plantas à estresses bióticos e abióticos que possam surgir ao longo do ciclo da cultura (DOURADO-NETO et al., 2014). Nesse contexto, apesar de terem poucos trabalhos avaliando o uso de bioestimulantes no tratamento de sementes de trigo, estudos recentes vem considerando essa linha de pesquisa em culturas anuais (CAVALCANTE et al., 2022; MELLO; SANTOS, 2021; MELO et al., 2021).

## **2.4 INFLUÊNCIA DE BIOESTIMULANTES NA FISIOLOGIA DE PLANTAS E SEMENTES**

Os bioestimulantes atuam em processos metabólicos e fisiológicos das plantas como, fotossíntese, respiração, absorção de nutrientes e síntese de proteínas. De forma consequente, eles têm a capacidade de favorecer o incremento produtivo em cultivos agrícolas (CRAIGIE, 2011; DU JARDIN, 2015). Eles também tem a capacidade de promover alterações morfológicas nas plantas, de forma a estimular ou inibir o desenvolvimento das mesmas e de forma consequente modificar processos fisiológicos e controlar a atividade meristemática (WEAVER, 1972). Também favorecem a expressão do potencial genético de culturas, por meio de alterações em processos vitais e estruturais das plantas. Dessa forma, permitindo o equilíbrio hormonal e propiciando melhor desempenho do sistema radicular (CASTRO; VIEIRA, 2001; KOLLING et al., 2016; SILVA et al., 2008).

Dessa forma, sabe-se que os bioestimulantes podem proporcionar benefícios no desempenho das sementes e das plântulas emergidas e ainda nos estádios mais avançados de culturas. No geral, plantas que apresentam maior vigor refletem em estandes uniformes e potencializam a capacidade produtiva dos cultivos agrícolas (RODRIGUES et al., 2015).

No caso das respostas apresentadas pelas plantas, é sabido que elas são reflexos da composição dos bioestimulantes. Isso porque, eles podem proporcionar alterações estruturais e fisiológicas que podem proporcionar maior potencial produtivo das plantas (ERTANI et al., 2013; GONZAGA; ANDRADE; CABRAL FILHO, 2023).

Nesse sentido, diversos trabalhos que avaliaram o uso de bioestimulantes em diferentes culturas e condições também obtiveram diferentes respostas quanto ao desenvolvimento de plantas e às alterações nos processos fisiológicos. No trabalho de Cavalcante et al. (2020), por exemplo, avaliando-se diferentes bioestimulantes na cultura da soja, foi demonstrado que esses produtos promoveram incrementos nos processos fisiológicos e produtivos das plantas e proporcionaram maior resiliência das mesmas na condição de déficit hídrico. De forma semelhante, Cavalcante et al. (2021), também verificaram que os bioestimulantes influenciaram em respostas produtivas e fisiológicas na cultura do sorgo, além de demonstrarem que diferentes dosagens proporcionaram incrementos no NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e no teor de clorofila das plantas.

Dabadia et al. (2015), trabalhando com feijão, observaram redução do índice de clorofila para algumas cultivares utilizadas e aumento da atividade da redutase do nitrato quando a aplicação de bioestimulantes foi realizada no estágio vegetativo. No entanto, não foram verificadas diferenças para as características produtivas avaliadas em nenhuma das situações. No trabalho de Galindo et al. (2019), resultados semelhantes foram obtidos para a cultura do trigo. Isso porque, apesar de ter sido observado maior teor de clorofila e de alguns nutrientes ao comparar as plantas tratadas com bioestimulantes e a testemunha, não foram observados incrementos produtivos.

No caso de sementes, esses produtos são aplicados objetivando apresentar o efeito fitotônico, que possibilita benefícios no desenvolvimento de plantas. Esse efeito é proporcionado por meio da aplicação de ingredientes ativos como micronutrientes, substâncias húmicas e hormônios (SCHOENINGER; BISCHOFF, 2014; WORMA et al., 2019). Os reguladores de crescimento, atuam no metabolismo das proteínas e na síntese de enzimas envolvidas na germinação de sementes (MCDONALD; KHAN, 1983). Durante o processo germinativo são produzidas auxinas que, nesse processo, tem atuação na permeabilidade de

membranas e estão relacionadas com o crescimento de plântulas (CASTRO; GONÇALVES; DEMÉTRIO, 1985; CASTRO; VIEIRA, 2001; ROSS, 1992).

Atualmente, diversos trabalhos tem sido realizados com o intuito de observar o efeito desses produtos na qualidade fisiológica de sementes de diferentes culturas. No trabalho de Worma et al. (2019), ao avaliar o uso de adubação biológica e de bioestimulantes na qualidade fisiológica de sementes de milho, não foram observados incrementos na germinação e no vigor das sementes. Carvalho et al. (2020), no entanto, encontraram respostas distintas para os diferentes bioestimulantes avaliados, sendo que alguns favoreceram o potencial fisiológico de sementes de sorgo e outros apresentaram respostas negativas.

Ramos et al., (2015) verificaram que o tratamento de sementes com bioestimulantes proporcionou um incremento no comprimento e uma redução no percentual e na velocidade de germinação e também na velocidade de emergência de plântulas de feijão. Frezato et al. (2021), ao avaliar a ação de bioestimulantes no tratamento de sementes de soja, verificaram que esses produtos não favoreceram a emergência de plântulas e o desenvolvimento da parte aérea, mas, se mostraram favoráveis para o crescimento radicular.

Rodrigues et al. (2015) verificaram incremento apenas no comprimento da parte aérea de plantas de arroz com a aplicação de doses crescentes de bioestimulante. Para as demais características avaliadas, como germinação, velocidade e porcentagem de emergência, comprimento de raiz e massa seca, não foram encontradas diferenças significativas. Já Gehling et al. (2014) observaram melhor desempenho fisiológico das sementes de trigo tratadas com bioestimulantes.

Além de avaliar o potencial fisiológico de sementes tratadas com bioestimulantes, trabalhos têm sido desenvolvidos com o intuito de avaliar características agrônômicas de plantas originadas de sementes tratadas com esses produtos. Cavalcante et al. (2022), por exemplo, observaram que sementes de algodão foram responsivas à aplicação desses produtos, sendo observadas respostas positivas para as características altura de plantas e matéria seca da parte aérea.

Gonzaga, Andrade e Cabral Filho (2023), trabalhando com milho, no entanto, observaram melhores respostas para a testemunha do que para as sementes tratadas com bioestimulantes. De forma semelhante, Pereira e Simonetti (2021), também não verificaram efeitos positivos para as características fisiológicas avaliadas em plantas de milho originadas de sementes tratadas com bioestimulantes. Já Oliveira et al. (2020), ao tratar sementes de trigo

com esses produtos, obtiveram respostas positivas quanto ao rendimento, peso e qualidade fisiológica de sementes de trigo.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, E. et al. Trigo, o difícil mas essencial pão nosso de cada dia: da dependência externa à autossuficiência. **Revista de Política Agrícola**, p. 154–158, 2022.
- ÁVILA, M. R. et al. Bioregulator application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 6, p. 604–612, 2008.
- BATTACHARYYA, D. et al. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 39–48, 2015.
- BRASIL. **Bioinsumos - Conceitos**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/o-programa/conceitos>>. Acesso em: 14 out. 2022a.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 61 de 08 de julho de 2020**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-61-de-8-7-2020-organicos-e-biofertilizantes-dou-15-7-20.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2022b.
- CAIERÃO, E. et al. Origem, evolução e melhoramento genético. In: MORI, C. DE et al. (Eds.). **Trigo: o produtor pergunta e a Embrapa Responde**. 1. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2016. p. 15–30.
- CARVALHO, V. DE et al. Bioestimulantes comerciais na germinação de sementes de sorgo granífero. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 6, n. 3, p. 224–231, 2020.
- CASTRO, G. S. A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1311–1318, 2008.
- CASTRO, P. R. C.; GONÇALVES, M. B.; DEMÉTRIO, C. G. B. Efeitos de reguladores vegetais na germinação de sementes. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 42, n. 2, p. 449–467, 1985.
- CASTRO, P. R. C.; MELOTTO, E. Bioestimulantes e hormônios aplicados via foliar. In: BOARETO, A. E.; ROSOLEM, C. A. (Eds.). **Adubação Foliar**. Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 191–235.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001.
- CASTRO, P. R. DE C. E et al. **Manual de estimulantes vegetais**. 1. ed. [s.l.] Ceres, 2017.
- CASTRO, P. R. DE C. E; CAMPOS, G. R.; CARVALHO, M. E. A. **Biorreguladores e bioestimulantes agrícolas**. Piracicaba - SP: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2019.
- CAVALCANTE, W. S. DA S. et al. Efficiency of bioestimulants in the management of water deficit in soybean culture. **Irriga**, v. 25, n. 4, p. 754–763, 2020.
- CAVALCANTE, W. S. DA S. et al. Comportamento de diferentes doses de bioestimulantes na cultura do sorgo. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 11, p. 45–54, 2021.
- CAVALCANTE, W. S. DA S. et al. Uso de bioestimulantes no tratamento de sementes de algodão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e31211528396, 8 abr. 2022.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. 2022. Disponível em:

<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/>>. Acesso em: 19 nov. 2022.

CONAB. **Análise Mensal Trigo**. 2023. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo/item/download/47761\\_ec57c4c1d4af9d6716a6bda99025407brcado/historico-mensal-de-trigo/item/download/47761\\_ec57c4c1d4af9d6716a6bd](https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo/item/download/47761_ec57c4c1d4af9d6716a6bda99025407brcado/historico-mensal-de-trigo/item/download/47761_ec57c4c1d4af9d6716a6bd)>. Acesso em: 19 ago. 2023a.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/>>. Acesso em: 9 abr. 2023b.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. 2023. Disponível em: <[https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/49593\\_596c818070b5dc225a4d1750a9747c79](https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/49593_596c818070b5dc225a4d1750a9747c79)>. Acesso em: 30 set. 2023c.

CRAIGIE, J. S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, v. 23, n. 3, p. 371–393, 2011.

CUNHA, G. R. DA et al. Bioclimatologia e zoneamento agrícola. In: MORI, C. DE et al. (Eds.). **Trigo: o produtor pergunta e a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília - DF: EMBRAPA, 2016. p. 31–57.

DABADIA, A. C. A. et al. Uso de bioestimulante na assimilação do nitrato e nos caracteres agronômicos do feijoeiro. **Cultura Agrônômica**, v. 24, n. 4, p. 321–332, 2015.

DOMICIANO, G. P. et al. Silício no progresso da mancha marrom na folha bandeira do trigo. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, n. 3, p. 186–189, 2010.

DOURADO-NETO, D. et al. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3 SUPPL. 1, p. 371–379, 2014.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 3–14, 2015.

EBIC. **European Biostimulant Industry Council Ebic**. Disponível em: <<https://biostimulants.eu/>>. Acesso em: 19 ago. 2023.

ECCO, M. et al. Uso de diferentes tratamentos de bioestimulante vegetal na cultura da soja. **Revista Científica Rural**, v. 21, p. 269–286, 2019.

ERTANI, A. et al. Use of meat hydrolyzate derived from tanning residues as plant biostimulant for hydroponically grown maize. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 176, n. 2, p. 287–295, 2013.

FAO. **FAOSTAT**. 2022. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 9 abr. 2022a.

FAO. **FAOSTAT**. 2022. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 9 abr. 2022b.

FREZATO, P. et al. Ação de bioestimulantes e nutrientes via tratamento de sementes na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Glycine Max L*. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 18674–18679, 2021.

GALINDO, F. S. et al. Extrato de algas como bioestimulante na nutrição e produtividade do trigo irrigado na região de Cerrado. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 1, p. 130–140, 2019.

- GEHLING, V. M. et al. Desempenho fisiológico de sementes de trigo tratadas com extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (L.). **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 743, 2014.
- GONZAGA, B. A.; ANDRADE, C. L. L. DE; CABRAL FILHO, F. R. Tratamento de sementes de milho com bioestimulante. **Brazilian Journal of Science**, v. 2, n. 3, p. 46–53, 2023.
- HALPERN, M. et al. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. **Advances in Agronomy**, v. 130, p. 141–174, 2015.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 21 jun. 2022.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. 2023. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 26 maio. 2023.
- IGNA, R. D.; MARCHIORO, V. S. Manejo de *Ascophyllum nodosum* na cultura do trigo. **Revista Cultivando Saber**, v. 3, p. 64–71, 2010.
- KOLLING, D. F. et al. Tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas. **Ciência Rural**, v. 46, n. 2, p. 248–253, 2016.
- MACEDO, W. R.; CASTRO, P. R. DE C. E. Biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores na agricultura tropical. In: **Avanços Tecnológicos Aplicados à Pesquisa na Produção Vegetal**. 1. ed. Viçosa - MG: UFV, 2016. p. 530.
- MCDONALD, M. B.; KHAN, A. A. Acid scarification and protein synthesis during seed germination. **Agronomy Journal**, v. 75, n. 1, p. 111–114, 1983.
- MELLO, W. M.; SANTOS, J. O. DOS S. O. Vigor de sementes de milho tratadas com bioestimulantes. **Visão Acadêmica**, v. 22, n. 1, p. 4–19, 2021.
- MELO, L. C. DE; MARTINS, K. V. Influência de extrato de algas ( *Ascophyllum / Kappaphycus* ) em soja. **Revista Perquirere**, v. 20, n. 2, p. 61–77, 2023.
- MELO, G. B. et al. Tratamento de sementes com doses do bioestimulante à base de algas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 1418–1431, 2021.
- MORI, C. DE. Aspectos econômicos da produção e utilização. In: BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. (Eds.). **Trigo do Plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa - MG: UFV, 2015. p. 11–34.
- OLIVEIRA, S. DE et al. Uso de biorregulador e seus reflexos na produção e na qualidade de sementes de trigo. **Scientia Plena**, v. 16, n. 1, p. 1–11, 2020.
- PEREIRA, V. L. D.; SIMONETTI, A. P. M. M. Uso de bioestimulantes associado ao tratamento de semente de milho (*Zea mays* L.). **Revista Cultivando o Saber**, v. 14, p. 186–192, 2021.
- RAMOS, A. R. et al. Bioestimulante no condicionamento fisiológico e tratamento de sementes de feijão. **Revista Biociências**, v. 21, n. 1, p. 76–88, 2015.
- RÉGIS, L.; THOMAZ, E. S.; SANTOS, D. O. S. Estresse salino e biorregulador vegetal em feijão caupi. **Irriga**, v. 22, n. 2, p. 314–329, 2017.
- RODRIGUES, L. A. et al. Avaliação fisiológica de sementes de arroz submetidas a doses de bioestimulante. **Nucleus**, v. 12, n. 1, p. 207–214, 2015.
- ROSS, C. W. **Hormones and growth regulators: auxins and gibberellins**. 4. ed. Belmont: Wadsworth: Plant physiology, 1992.

- SANTINI, J. M. K. et al. Viabilidade técnico-econômica do uso de bioestimulantes em semente de soja. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 1, p. 57–62, 2015.
- SANTOS, J. P. et al. Efeito de bioestimulante no desenvolvimento do feijoeiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações**, v. 15, n. 1, p. 815–824, 2017.
- SCHEEREN, P. L.; CASTRO, R. L. DE; CAIERÃO, E. Botânica, morfologia e descrição fenotípica. In: BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. (Eds.). **Trigo do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa - MG: UFV, 2015. p. 35–54.
- SCHOENINGER, V.; BISCHOFF, T. Z. Tratamento de Sementes. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 3, p. 63–73, 2014.
- SILVA, T. T. DE A. et al. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 840–846, 2008.
- SOUZA, R. G. DE; VIEIRA FILHO, J. E. R. Produção de trigo no Brasil: indicadores regionais e políticas públicas. **IPEA**, p. 1–41, 2020.
- USDA. **Grain and Feed Update**. 2021. Disponível em: <[https://usdabrazil.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Grain-and-Feed-Update\\_Brasilia\\_Brazil\\_01-28-2021.pdf](https://usdabrazil.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Grain-and-Feed-Update_Brasilia_Brazil_01-28-2021.pdf)>. Acesso em: 9 abr. 2022.
- WEAVER, R. J. **Plant growth substances in agriculture**. 1. ed. San Francisco - CA: Freeman, W. H., 1972.
- WORMA, M. et al. Qualidade fisiológica de sementes de milho produzidas com adubação biológica e bioestimulante em diferentes preparos de solo. **Revista Engenharia na Agricultura - Reveng**, v. 27, n. 3, p. 187–194, 2019.
- ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. Data sheet highlights close coupled pumps. **World Pumps**, v. 14, n. 388, p. 415–421, 1974.



**CAPÍTULO 2**  
**OS BIOESTIMULANTES SÃO UMA ALTERNATIVA VIÁVEL DE MANEJO DA**  
**CULTURA DO TRIGO?**

## **OS BIOESTIMULANTES SÃO UMA ALTERNATIVA VIÁVEL DE MANEJO DA CULTURA DO TRIGO?**

### **RESUMO**

O trigo é uma cultura de grande importância, por ser um dos grãos mais produzidos a nível mundial. No Brasil, a cultura vem apresentando um aumento produtivo considerável ao longo dos anos. No entanto, o cenário predominante ainda é de importação deste produto. Diante disso, é essencial o uso de tecnologias, como os bioestimulantes, que promovam o aumento da produtividade da cultura. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes bioestimulantes no desenvolvimento e na produtividade do trigo. Os experimentos de campo foram conduzidos em delineamento em blocos casualizados, em sistema fatorial 4x4 (safra 2022) e 4x5 (safra 2023), e em delineamento inteiramente casualizado (4x5) em casa de vegetação, ambos com tratamento adicional e com três repetições para cada tratamento. Os tratamentos foram quatro bioestimulantes em quatro (safra 2022) ou cinco (safra 2023 e casa de vegetação) épocas de aplicação diferentes. Foram avaliados número de perfilhos, matéria verde e matéria seca da parte aérea, altura da planta, número de espigas por metro, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga, peso do hectolitro (PH), massa de 1000 grãos (PMS) e o rendimento de grãos. Também foram realizadas análises fisiológicas e nas plantas e realizados testes de germinação e vigor das sementes colhidas em campo. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Não houve diferença significativa para a maioria das variáveis avaliadas, principalmente se considerado o fator produto. Além disso, também não foram observados incrementos em produtividade proporcionados pela aplicação dos produtos. O fator época se mostrou bastante significativo para o ensaio realizado em casa de vegetação e para as análises fisiológicas realizadas. No entanto, também não resultou em incrementos produtivos. Dessa forma, conclui-se que o emprego de bioestimulantes não é uma alternativa de manejo viável para a cultura do trigo.

**Palavras-chave:** Produção. Grãos. Reguladores Vegetais.

## **ARE BIOSTIMULANTS A VIABLE ALTERNATIVE FOR WHEAT CROP MANAGEMENT?**

### **ABSTRACT**

Wheat is a very important crop, as it is one of the world's most widely produced grains. In Brazil, the crop has seen a considerable increase in production over the years. However, the predominant scenario is still one of importing this product. In view of this, it is essential to use technologies, such as biostimulants, to increase the crop's productivity. The aim of this study was to evaluate the effect of different biostimulants on the development and productivity of wheat. The field experiments were conducted in a randomized block design in a 4x4 (2022 harvest) and 4x5 (2023 harvest) factorial system, and in a completely randomized design (4x5) in the greenhouse, both with an additional treatment and with three replications for each treatment. The treatments were four biostimulants at four (2022 harvest) or five (2023 harvest and greenhouse) different application times. The number of tillers, green matter and dry matter of the aerial part, plant height, number of ears per meter, number of spikelets per ear, number of grains per ear, hectolitre weight (HW), 1000-grain mass (GGM) and grain yield were evaluated. Physiological and plant analyses were also carried out, as well as germination and vigor tests on the seeds harvested in the field. The results were submitted to analysis of variance (ANOVA) and the Scott-Knott test of means at 5% probability. There were no significant differences for most of the variables evaluated, especially when the product factor was taken into account. In addition, there were no increases in productivity provided by the application of the products. The time factor proved to be very significant for the trial carried out in the greenhouse and for the physiological analyses carried out. However, it also did not result in any yield increases. It can therefore be concluded that the use of biostimulants is not a viable management alternative for the wheat crop.

**Keywords:** Production. Grains. Plant regulators.

## 1. INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum spp.*) é o segundo cereal mais produzido no mundo, sendo primeira posição do milho (*Zea mays*) (FAO, 2022). No Brasil, apesar do incremento de produção nos últimos anos, ainda há necessidade de importação (FAO, 2022; USDA, 2022). Segundo o IBGE (2022), a área plantada de trigo corresponde a apenas 3,12% de toda a área plantada com culturas anuais no país.

Um dos fatores que podem propiciar esse quantitativo pouco significativo de produção é o clima tropical, por causar problemas que afetam diretamente a produção da cultura. Na região Sul, por exemplo, o excesso de umidade provoca maior incidência de doenças como ferrugem da folha (*Puccinia triticina*), giberela (*Giberela zeae*) e manchas foliares (*Bipolaris sorokiniana*, *Drechslera spp.* e *Stagonospora nodorum*). Além disso, a presença de vendavais nessa região também provoca outros danos às plantas, como o acamamento. Já nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, em condições de sequeiro, ocorre o déficit hídrico e a esterilidade da espiga, devido às temperaturas elevadas. Também ocorre uma grande infestação de brusone na cultura do trigo nessas regiões devido ao clima (CUNHA et al., 2016).

Nesse contexto, surge a necessidade de buscar alternativas que visem minimizar esses efeitos danosos provocados pelo clima na cultura do trigo. Atualmente, uma das tecnologias que vem sendo consideradas nos cultivos agrícolas são os bioestimulantes, por serem substâncias capazes de melhorar a resposta das plantas à estresses abióticos e a condições adversas (CASTRO; CAMPOS; CARVALHO, 2019; CAVALCANTE et al., 2020).

Os bioestimulantes são produtos constituídos por reguladores vegetais e outras substâncias como nutrientes, hormônios e vitaminas. São conhecidos por promoverem mudanças nos processos vitais e também estruturais das plantas e por auxiliarem no desenvolvimento das mesmas (ARAÚJO et al., 2021; CASTRO; VIEIRA, 2001; CAVALCANTE et al., 2020; KOVALSKI et al., 2020; SILVA et al., 2023).

Apesar dos benefícios já citados, poucos trabalhos tem sido desenvolvidos em relação ao emprego desses produtos em condições tropicais (CASTRO et al., 2017). Além disso, tratando-se de bioestimulantes na cultura do trigo, ainda existem controvérsias relacionadas a sua efetividade. Isso porque, apesar de alguns trabalhos apresentarem resultados satisfatórios quanto a aplicação desses produtos para o rendimento da cultura (IGNA; MARCHIORO,

2010), outros não indicam influência positiva dos mesmos (GALINDO et al., 2019; TÍMBOLA et al., 2020).

Diante do exposto, torna-se necessário o aprofundamento dos estudos relacionados ao emprego de bioestimulantes na cultura do trigo, como forma de avaliar a real efetividade ou ineficiência desses produtos. Dessa forma, objetiva-se avaliar diferentes bioestimulantes comerciais e diferentes épocas de aplicação, com o intuito de analisar as variações de efetividades proporcionados por ambos no rendimento da cultura do trigo.

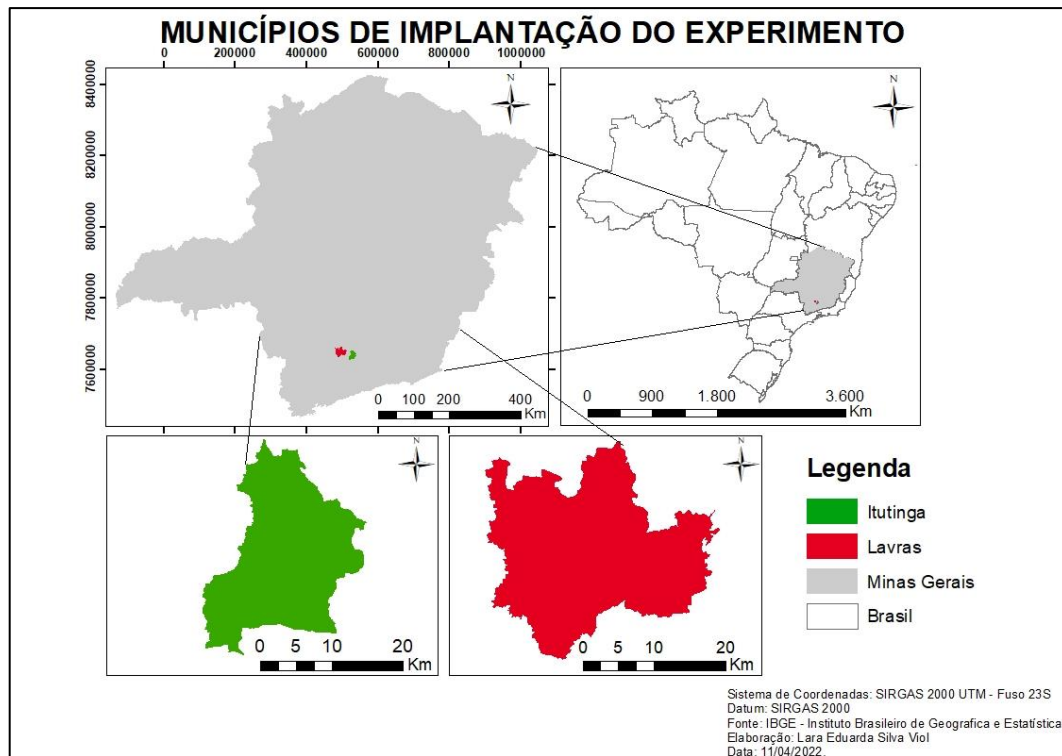
## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 EXPERIMENTOS EM CAMPO**

#### **2.1.1 SAFRA 2022**

O experimento foi conduzido em três fazendas produtoras de grãos na região Sul de Minas Gerais e Campo das Vertentes no estado de Minas Gerais. Uma das fazendas (Fazenda 3W) (E1) trata-se de propriedade particular localizada no município de Itutinga - MG situado a 21°24'39" Sul e 44° 39' 53" Oeste, a uma altitude de 1.072 m. As outras duas propriedades são situadas no município Lavras, a cerca de 900 m de altitude. Uma delas (E2) é pertencente à Universidade Federal de Lavras (Fazenda Muquém) e situa-se na Latitude 21° 12' 5" Sul e 44° 58' 47" Oeste. A segunda (E3) trata-se de uma propriedade particular, da Armazém Souza & Figueiredo (Fazenda ASF), situada na latitude 21° 12' 21" Sul e 44° 58' 08" Oeste (GOOGLE EARTH, 2022). A localização dos municípios está apresentada na Figura 1.

Figura 1. Mapa de Localização dos Municípios em que os Ensaio foram realizados.



Fonte: Da autora (2022).

Os experimentos foram conduzidos em delineamento de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 4x4 com tratamento adicional (PIMENTEL-GOMES, 2009). Os tratamentos foram compostos por quatro diferentes Bioestimulantes, sendo eles Stimulate<sup>®</sup> (Stoller), Stimutrop<sup>®</sup> (Biotrop), Megafol<sup>®</sup> (Valagro) e Fertileader Gold BMo<sup>®</sup> (Timac Agro) e quatro diferentes épocas de aplicação na cultura do trigo sendo elas em pós semeadura (AS) com uma aplicação; afilhamento e alongação (AF+EL) com duas aplicações, uma em afilhamento e outra em alongação; em alongação (EL) com uma aplicação e nas três épocas (AS+AF+EL) com três aplicações, uma em pós semeadura, uma em afilhamento e outra em alongação (Tabela 1).

Para cada tratamento foram utilizadas três repetições e cada parcela experimental foi composta por 5 linhas de 3 m de comprimento, totalizando 15 m<sup>2</sup>. O controle (SA = sem aplicação) foi contabilizado como tratamento adicional, totalizando um quantitativo de 51 parcelas experimentais e uma área experimental de 765 m<sup>2</sup> para cada local. O trabalho foi conduzido por um ano agrícola e as semeaduras foram realizadas no mês de abril de 2022, nos dias 18/04 (E1), 12/04 (E2) e 20/04 (E3). Durante a experimentação, foram realizados todos os manejos e seguidas todas as recomendações técnicas descritas para cultura do trigo (JORIS et al., 2022).

Tabela 1. Esquema dos tratamentos experimentais de campo dos ensaios conduzidos na safra de 2022.

<b>Tratamento</b>	<b>Produto</b>	<b>Época de Aplicação</b>	<b>Empresa</b>
T1	Stimulate	AS	Stoller
T2	Stimulate	AF + EL	Stoller
T3	Stimulate	EL	Stoller
T4	Stimulate	AS + AF + EL	Stoller
T5	Stimutrop	AS	Biotrop
T6	Stimutrop	AF + EL	Biotrop
T7	Stimutrop	EL	Biotrop
T8	Stimutrop	AS + AS + EL	Biotrop
T9	Megafol	AS	Valagro
T10	Megafol	AF + EL	Valagro
T11	Megafol	EL	Valagro
T12	Megafol	AS + AF + EL	Valagro
T13	Fertileader Gold MBo	AS	Timac
T14	Fertileader Gold MBo	AF + EL	Timac
T15	Fertileader Gold MBo	E	Timac
T16	Fertileader Gold MBo	AS + AF + EL	Timac
T17*	Controle	SA	Controle

Nota: AS = após semeadura; AF = afileamento; EL = alongação

T17\* = SA = sem aplicação (tratamento adicional - controle)

Fonte: Da autora (2022).

As aplicações foliares foram realizadas utilizando um pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>. O pulverizador apresenta barra com 3 m de comprimento com seis bicos espaçados a 50 cm, que apresenta sistema antigotejo e engate rápido. Também é composto por um cilindro de capacidade de 2kg de CO<sub>2</sub>, apoio costal, regulador de pressão, manômetro de 0 a 100 psi (7 bar) e um pescador com válvula de segurança de 60 psi (4 bar) e engate rápido.

De acordo com o fabricante Stoller, a composição dos Stimulate<sup>®</sup> é de 0,09g/L de cinetina, 0,05 g/L de ácido giberélico e 0,05g/L de ácido 4-indol-3-ilbutírico. Para o Stimutrop<sup>®</sup>, fabricado pela Biotrop, a composição descrita é de 0,22g/L de cálcio solúvel em água, 4,40g/L de enxofre solúvel em água, 5,50 g/L de molibdênio solúvel em água, 2,20 g/L de potássio solúvel em água e 8,80g/L de zinco solúvel em água. Tratando-se do Megafol<sup>®</sup>, produzido pela Valagro, a composição descrita é de 36,6 g/L de nitrogênio solúvel em água (N), 97,6 g/L de óxido de potássio solúvel em água e 109,8 g/L de carbono orgânico total, além de uréia, acetato de potássio e vinhoto de beterraba. Considerando o Fertileader<sup>®</sup> Gold BMo, a composição descrita pela Timac Agro é 5,7 % de boro, e 0,35% de molibdênio. As doses aplicadas foram

de 500 mL/há para os produtos Stimulate e Stimutrop e de 3L/há para os produtos Megafol e Fertileader, seguindo recomendação para culturas anuais dos respectivos fabricantes para aplicação foliar, sendo elas 250-500 mL/ha para o Stimulate<sup>®</sup>, 300-500 mL/ ha para o Stimutrop<sup>®</sup>, 2-3 L/ ha para o Megafol<sup>®</sup> e 3 a 6 L/ha para o Fertileader Gold BMo<sup>®</sup> (ADAPAR, 2022; TIMAC AGRO, 2022; AGROCULTIVO, 2022; BIOTROP, 2022).

Tratando-se das características agrônômicas, foram avaliados número de perfilhos (NP), altura da planta (AP), número de espigas por metro (NE), número de espiguetas por espiga (NEE), número de grãos por espiga (NGE) e peso de 1000 grãos (PMG) para todos os locais. Também foram avaliados, peso do hectolitro (PH), massa verde (MV), massa seca (MS) e estimativa de produtividade em kg.ha<sup>-1</sup> (PROD) no experimento E1 (GALINDO et al., 2019; MUMBACH et al., 2017; SANTOS; OLIVEIRA; LIMA, 2013). As avaliações foram realizadas da seguinte forma:

Altura de plantas (AP): realizada à campo, por meio da determinação da distância do nível do solo ao ápice da espiga, sem considerar as aristas, após a antese das plantas de cada parcela (ZADOKS; CHANG; KONZAK, 1974).

Número de Perfilhos (NP): realizada por meio da contagem em um metro linear de cada parcela do número de plantas que perfilharam. Para essa contagem foram considerados apenas os perfilhos viáveis.

- Número de espigas por metro (NE): realizada por meio a contagem em um metro linear.

- Número de espiguetas por espiga (NEE): realizada por meio da contagem em cinco espigas aleatórias e realizada a média por parcela.

- Número de Grãos por Espiga (NGE): realizada por meio da coleta de cinco espigas de forma aleatória dentro da parcela. A partir disso, foi realizada a debulha e a contagem dos grãos.

- Peso de mil grãos (PMG): realizada considerando o peso em gramas de 300 sementes em cada parcela e feita a média aritmética para 100 grãos, sendo posteriormente feita a multiplicação pelo fator 10.

- Massa verde (MV): realizada por meio da pesagem do material verde, considerando três plantas de cada parcela experimental.

- Massa Seca (MS): realizada por meio da secagem do material verde, em estufa de circulação de ar, 50°C até peso constante.



- Peso do Hectolitro em  $\text{kg.hL}^{-1}$  (PH): obtido por meio da determinação da massa de grãos em 250 mL por meio de balança específica (Gehaka).

- Produtividade em  $\text{kg/ha}$  (PROD): determinada por meio da coleta de 3 fileiras centrais de cada parcela com 1m de comprimento, de forma a eliminar as bordas e contabilizar a área média de 3  $\text{m}^2$ . Nesse procedimento foi realizada a correção do rendimento para 13% de umidade (GALINDO et al., 2015; MUMBACH et al., 2017).

### **2.1.2 SAFRA 2023**

No ano de 2023, o experimento foi reconduzido somente em uma propriedade produtora de grãos (E5), no município de Itutinga - MG, na mesma fazenda em que foi conduzido o ensaio E1 na safra 2022 (Fazenda 3W), situada a  $21^{\circ}24'39''$  Sul e  $44^{\circ} 39' 53''$  Oeste, a uma altitude de 1072 m (GOOGLE EARTH, 2022). No entanto, na presente safra, foram realizadas algumas alterações decorrentes das condições de manejo da própria propriedade. A primeira delas é referente a cultivar utilizada, pois diferente dos demais ensaios, nessa safra a cultivar utilizada foi a TBIO-Aton. Outro ponto importante de ser pautado é que apesar do experimento ter sido conduzido na mesma propriedade do ano anterior, ele foi conduzido em outra gleba.

Além das alterações já citadas, na presente safra também foi acrescida a época de aplicação “AF”. Dessa forma, o experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial  $4 \times 5$  com tratamento adicional (PIMENTEL-GOMES, 2009). Os tratamentos foram compostos por quatro diferentes bioestimulantes, sendo eles Stimulate<sup>®</sup> (Stoller), Stimutrop<sup>®</sup> (Biotrop), Megafol<sup>®</sup> (Valagro) e Fertileader Gold BMO<sup>®</sup> (Timac Agro) e cinco diferentes épocas de aplicação na cultura do trigo, sendo elas em pós semeadura (AS), afilhamento (AF), afilhamento e alongação (AF+EL), alongação (EL) e nas três épocas (AS+AF+EL) (Tabela 2).

Seguindo os métodos utilizados na safra 2022, foram utilizadas 3 repetições e cada parcela experimental foi composta por 5 linhas de 3 m, totalizando 15  $\text{m}^2$ . O controle (SA) foi contabilizado como tratamento adicional, totalizando um quantitativo de 63 parcelas experimentais e uma área experimental de 945 $\text{m}^2$ . Esse ensaio foi conduzido na safra de 2023, sendo a semeadura realizada no dia 30 de março e seguidos todos os manejos e avaliações descritos anteriormente. Nesse ensaio foram avaliados AP, NP, NE, NEE, NGE, PMG, PH e PROD.

Tabela 2. Esquema dos tratamentos experimentais de campo realizados no município de Itutinga- MG na safra de 2023.

<b>Tratamento</b>	<b>Produto</b>	<b>Época de Aplicação</b>	<b>Empresa</b>
T1	Stimulate	AS	Stoller
T2	Stimulate	AF	Stoller
T3	Stimulate	AF+EL	Stoller
T4	Stimulate	EL	Stoller
T5	Stimulate	AS+AF+EL	Stoller
T6	Stimutrop	AS	Biotrop
T7	Stimutrop	AF	Biotrop
T8	Stimutrop	A+E	Biotrop
T9	Stimutrop	EL	Biotrop
T10	Stimutrop	AS+AF+EL	Biotrop
T11	Megafol	AS	Valagro
T12	Megafol	AF	Valagro
T13	Megafol	AF+EL	Valagro
T14	Megafol	EL	Valagro
T15	Megafol	AS+AF+EL	Valagro
T16	Fertileader	AS	Timac
T17	Fertileader	AF	Timac
T18	Fertileader	AF+EL	Timac
T19	Fertileader	EL	Timac
T20	Fertileader	AS+AF+EL	Timac
T21*	Controle	SA	Controle

Nota: AS = após semeadura; AF = Afilhamento; EL = Elongação

T21\* = SA = sem aplicação (tratamento adicional - controle)

Fonte: Da autora (2023).

## 2.2 EXPERIMENTO EM CASA DE VEGETAÇÃO

Na condução de casa de vegetação (E4), foram consideradas 3 repetições para cada tratamento. Cada parcela foi semeada em vasos de 12 litros, considerando a proporção de 2:1:1 de terra, areia e substrato. Em cada vaso foi realizada a adubação com o formulado 8-28-16 com a dosagem de 8 g de adubo por vaso. A semeadura foi feita no dia 12 de julho de 2022, sendo semeadas 20 sementes por vaso. Na fase de afilhamento foi realizado o desbaste, deixando 6 plantas por parcela. Ao longo do ciclo da cultura, também foi realizada aplicação de 8g de ureia por vaso nas fases de pós semeadura e afilhamento da planta.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x5 com tratamento adicional (PIMENTEL-GOMES, 2009). Os tratamentos foram compostos por quatro diferentes Bioestimulantes, sendo eles Stimulate<sup>®</sup> (Stoller), Stimutrop<sup>®</sup> (Biotrop), Megafol<sup>®</sup> (Valagro) e Fertileader Gold MBo<sup>®</sup> (Timac Agro). Também foram consideradas cinco diferentes épocas de aplicação na cultura do trigo, sendo elas em pós semeadura (AS), afilhamento (AF), afilhamento e alongação (AF+EL), alongação (EL) e nas três épocas (AS+AF+EL). O controle (SA) também foi considerado como tratamento adicional (Tabela 3). As aplicações nos vasos foram feitas de forma individualizada, sendo aplicados 8 mL em cada parcela experimental. As aplicações foram feitas utilizando um borrifador de 30 mL.

Tabela 3. Esquema dos tratamentos experimentais do ensaio em casa de vegetação realizado em 2022.

<b>Tratamento</b>	<b>Produto</b>	<b>Época de Aplicação</b>	<b>Empresa</b>
T1	Stimulate	AS	Stoller
T2	Stimulate	AF	Stoller
T3	Stimulate	AF + EL	Stoller
T4	Stimulate	EL	Stoller
T5	Stimulate	AS + AF + EL	Stoller
T6	Stimutrop	AS	Biotrop
T7	Stimutrop	AF	Biotrop
T8	Stimutrop	AF + EL	Biotrop
T9	Stimutrop	E	Biotrop
T10	Stimutrop	AS + AF + EL	Biotrop
T11	Megafol	AS	Valagro
T12	Megafol	AF	Valagro
T13	Megafol	AF + EL	Valagro
T14	Megafol	E	Valagro
T15	Megafol	AS + AF + EL	Valagro
T16	Fertileader Gold MBo	AS	Timac
T17	Fertileader Gold MBo	AF	Timac
T18	Fertileader Gold MBo	AF + EL	Timac
T19	Fertileader Gold MBo	EL	Timac
T20	Fertileader Gold MBo	AS + AF + EL	Timac
T21*	Controle	SA	Controle

Nota: AS = após semeadura; AF = Afilhamento; EL = Alongação

T21\* = SA = sem aplicação (tratamento adicional - controle)

Fonte: Da autora (2022).

Nesse experimento foram avaliados AP, NP, NE, NEE, NGE e PMG da seguinte forma:

Altura de Planta (AP): feita por meio da medida da distância do nível do solo ao ápice da espiga, sem considerar a região das aristas, após a antese das plantas de cada parcela (ZADOKS; CHANG; KONZAK, 1974) em três plantas de cada vaso.

Número de Perfilhos (NP): realizado por meio da contagem de plantas que perfilharam em cada vaso. Nessa avaliação foram consideradas três plantas por vaso e considerados apenas os perfilhos viáveis.

Número de Espigas (NE): foi realizada a contagem do número de espigas em três plantas por parcela experimental.

Número de Espiguetas por Espiga (NEE): realizada a contagem em cinco espigas aleatórias de em cada vaso.

Número de Grãos por Espiga (NGE): realizada por meio da coleta de cinco espigas de forma aleatória dentro de cada vaso. A partir disso, foi realizada a debulha e a contagem dos grãos.

Peso de mil grãos (PMG): realizada considerando o peso em gramas de 300 sementes em cada parcela e feita a média aritmética para 100 grãos, sendo posteriormente feita a multiplicação pelo fator 10.

### **2.3 ANÁLISES FISIOLÓGICAS**

Além dos parâmetros de produtividade, foram avaliados também parâmetros fotossintéticos das plantas de trigo, em busca de evidenciar alguma correlação dos bioestimulantes aplicados com esses parâmetros e também com a fase fenológica envolvida. Para isso, foram avaliados o teor de clorofila das folhas, o índice de vegetação, as trocas gasosas e a fluorescência das plantas. Em todas as avaliações, foram consideradas uma aferição na fase de afilhamento e uma aferição na fase de alongação, ambas com um intervalo médio de 12 dias após a aplicação dos produtos.

A determinação do teor de clorofila foi realizada de forma indireta e não destrutiva por meio do medidor portátil de clorofila – SPAD (Soil Plant Analysis Development), modelo SPAD-502 (Minolta®) que quantifica comprimentos de onda de 650 a 940 nm do espectro visível (NOGUEIRA et al., 2018; SHIBAEVA; MAMAEV; SHERUDILO, 2020; WENNECK et al., 2021). Este aparelho indica valores de clorofila proporcionais a partir da avaliação do teor de nitrogênio nas plantas (ALMEIDA et al., 2020). Em cada vaso foi realizada a leitura na

folha bandeira de cinco plantas e calculada a média aritmética, de forma a ser obtido um valor para cada parcela.

Para determinação do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI - Normalized Difference Vegetation Index) das plantas de trigo, foi utilizado o sensor ativo GreenSeeker Handheld Crop Sensor (Trimble®). Esse dispositivo apresenta uma frequência de leitura de 1 a 2 s e atua emitindo uma luz eletromagnética que apresenta comprimento de onda na banda do vermelho (660 nm) e do infravermelho próximo – NIR (770 nm), obtendo os valores de reflectância de cada banda. A partir desses valores, ele calcula automaticamente o NDVI das plantas (AMARAL et al., 2015; SOUZA et al., 2020; VIAN et al., 2018).

O cálculo do NDVI foi proposto por Rouse et al. (1973) e está descrito abaixo na equação 1:

*Equação 1:*

$$NDVI = \frac{\text{infravermelho próximo} - \text{vermelho}}{\text{Infravermelho próximo} + \text{vermelho}}$$

Para as avaliações de NDVI foram considerados o padrão de distância de 1 m, sendo as leituras realizadas com o equipamento posicionado paralelamente ao vaso. As avaliações foram realizadas no período da tarde, compreendido entre 13 e 17h. Em cada vaso foram realizadas três leituras e calculada a média aritmética, de forma a ser obtido um único valor para cada parcela.

Tratando-se das análises de trocas gasosas, foi utilizado um analisador de gases no infravermelho (IRGA - Infrared Gas Analyser), modelo LI-6400XT (LI-COR Biosciences Inc., Nebraska, USA) para medir a taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> ( $A$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ,  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). Para essa análise, foram consideradas duas coletas, sendo uma delas no estágio vegetativo do trigo e a outra no estágio reprodutivo. Foram feitas sempre no período da manhã (8 às 12 h), considerando para a análise folhas totalmente expandidas.

Para a determinação da fluorescência da clorofila a, foi utilizado um fluorômetro portátil modulado MINI-PAM (Walz Inc., Effeltrich, Germany). Após o período de 30 minutos de adaptação das folhas ao escuro, foram obtidos os parâmetros de fluorescência inicial e máxima,  $F_0$  e  $F_m$ , respectivamente. A partir deles foram calculados os valores de fluorescência variável

( $F_v = F_m - F_0$ ) e o rendimento quântico potencial ( $F_v/F_m$ ) do fotossistema II (PSII) (ABADÍA; MORALES; ABADÍA, 1999). Para obtenção dos parâmetros da fluorescência em estado estacionário antes do pulso de saturação ( $F$ ) e a fluorescência máxima em condições de claro ( $F_m'$ ), as mesmas folhas foram expostas à radiação incidente e oito pulsos crescentes de luz foram aplicados. A partir disso, foram obtidos o *quenching* fotoquímico ( $q_p$ ) (KOOTEN; SNEL, 1990), *quenching* não fotoquímico (NPQ) (BILGER; BJÖRKMAN, 1990) e a taxa de transporte de elétrons (ETR) (STRONG; BANNISTER; BURRITT, 2000), de acordo com as seguintes equações:

*Equação 2:*

$$q_p = (F_m' - F) / (F_m' - F_0)$$

*Equação 3:*

$$NPQ = (F_m - F_m') / F_m'$$

*Equação 4:*

$$ETR = Yield * PAR * 0,84 * 0,5$$

## 2.4 ANÁLISES DE SEMENTES

Além das experimentações em campo e casa de vegetação, também foram realizadas análises para avaliação da qualidade das sementes colhidas. As análises foram feitas no Laboratório Central de Pesquisa em Sementes (LCPS), localizado no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras.

Para as análises, foram utilizadas as sementes colhidas no ensaio E1, localizado em Itutinga - MG. Nessas análises, foi considerado o mesmo delineamento estatístico do ensaio E1, em esquema fatorial 4x4 com tratamento adicional (PIMENTEL-GOMES, 2009). Os tratamentos foram compostos por quatro diferentes Bioestimulantes, sendo eles Stimulate<sup>®</sup> (Stoller), Stimutrop<sup>®</sup> (Biotrop), Megafol<sup>®</sup> (Valagro) e Fertileader Gold BMo<sup>®</sup> (Timac Agro) e quatro diferentes épocas de aplicação na cultura do trigo, sendo elas em pós semeadura (AS), afilamento e alongação (AF+EL), alongação (EL) e nas três épocas (AS+AF+EL), sendo considerada três repetições para cada tratamento e as seguintes avaliações fisiológicas foram feitas:

- Teste de germinação: realizado de acordo com a metodologia descrita nas Regras para Análises de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009). Nesse teste, foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes, semeadas em rolos de papel *germitest* e umedecidas com água destilada. O volume de água destilada (ml) utilizado foi 2,5 vezes o peso do papel *germitest*. Após a montagem do teste, os rolos foram mantidos em germinadores previamente esterilizados e configurados com temperatura de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 6h de luz e 18h de escuro. O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais (G), anormais (AN), sementes mortas (MO) e sementes duras no oitavo dia após o início do teste (BRASIL, 2009).

- Primeira contagem de germinação (PC): realizada juntamente com o teste de germinação, com avaliação aos quatro dias após a instalação do mesmo. O resultado foi expresso em porcentagem de plântulas normais.

- Como já citado, todos os resultados foram expressos em porcentagem e após a determinação do percentual de germinação (G), foi avaliado o nível de tolerância, de forma a verificar se as variações dos resultados obtidos nas recomendações estavam de acordo com o permitido (BRASIL, 2009).

A análise de imagem foi utilizada para mensurar as características das plântulas. Para sua realização, foi feito o teste de germinação utilizando como substrato o papel *germitest* na forma de rolo umedecido com água equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco. Posteriormente os rolos foram acondicionados em germinador regulado a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 6h de luz e 18h de escuro por quatro dias, quando foi realizada a captura das imagens.

O equipamento utilizado foi o GroundEye<sup>®</sup>, versão S120. As plântulas foram inseridas na bandeja do módulo de captação para a obtenção de imagens de alta resolução. Na configuração da análise para a calibração da cor de fundo foi escolhido o modelo CIE L\*a\*b HSV, calibração de brilho de 0 a 100,00, matiz; -25,73 a 34,27 e saturação; -54,10 a -29,07. O fundo de preenchimento não selecionado, tamanho mínimo de descarte do objeto de 0,008 cm<sup>2</sup> e dilatação de -0,006 cm. Depois da calibração da cor do fundo, foram extraídos valores médios das características das plântulas em centímetros. As características consideradas foram, comprimento da raiz primária (CRP), comprimento de raízes secundárias (CRS), comprimento da parte aérea (coleóptilo+mesocótilo) (CCM), comprimento total de plântula (CT) e a relação raiz primária/ parte aérea (RPCM).

## 2.5 ANÁLISES DOS RESULTADOS

Os resultados foram avaliados por experimento de maneira individual, seguindo-se a análise de variância (ANOVA). Foi utilizado o modelo linear de análise de esquemas fatoriais com tratamentos adicionais, descrito por YASSIN (2001), apresentado na equação 5. Em seguida, foi aplicado o teste de agrupamento de Scott-Knott para as características que apresentaram diferença significativa. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software R*<sup>®</sup> versão 4.2.1.

*Equação 5:*

$$\gamma_{ijl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + r_l + \gamma_{ij} + \varepsilon_{ijl}$$

Em que:

$\gamma_{ijl}$  = valor do nível i do fator bioestimulante combinado com o nível j do fator época de aplicação na repetição l.

$\mu$  = constante associada a todas as observações

$\alpha_i$  = efeito do i-ésimo nível do fator bioestimulante

$\beta_j$  = efeito do j-ésimo nível do fator época de aplicação

$r_l$  = efeito da repetição l

$\gamma_{ij}$  = efeito da interação do i-ésimo nível do fator bioestimulante com o j-ésimo nível do fator época de aplicação

$\varepsilon_{ijl}$  = erro experimental associado à observação  $\gamma_{ijl}$ , que é considerada uma variável aleatória idêntica e independentemente distribuída com média zero e variância constante.

Após a obtenção dos resultados, foi realizada a transformação dos dados para as algumas características. Tratando-se das características produtivas, foram consideradas NP (E1, E2, E3, E4, E5) e NE (E2). As características fisiológicas consideradas foram A, E e gs, ambas no estágio fenológico de alongação. Para as análises de sementes, foi realizada a transformação apenas para AN. Em todos os casos, foi efetuada a transformação de raiz quadrada de x+1 (BANZATTO; KRONKA, 2006).



Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R<sup>®</sup> (R CORE TEAM, 2023) e o pacote `tratamentos.ad` (AZEVEDO, 2022). Os gráficos foram criados por meio do software JMP<sup>®</sup> (JMP<sup>®</sup>, 2023).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE

Em Itutinga/MG, no ensaio E1, a precisão experimental aferida pelo coeficiente de variação (CV em %) variou de 3,82 para a característica PH até 28,26 para a característica NP, sendo considerados valores baixos e altos, respectivamente (PIMENTEL-GOMES, 2009) (APÊNDICE A). Considerando as diferentes características avaliadas pela análise de variância, pode-se perceber que as variáveis que apresentaram diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) foram: AP, NEE e NGE, sendo a primeira variável para a interação entre os fatores produto e época e as demais somente para o fator época. As demais variáveis avaliadas nesse experimento, que foram NP, NE, PMG, MV, MS, PH e PROD não apresentaram significância para os fatores avaliados.

No município de Lavras, na fazenda Muquém (Ensaio E2), foram avaliados, AP, NP, NE, NEE, NGE e PMG. Nesse contexto, só houve diferença significativa para a variável AP para o fator época de aplicação. Nesse ensaio, o CV (%) variou de 7,45 para a característica AP e 21,71 para a característica NP (APÊNDICE B).

Na propriedade ASF (Ensaio E3), foram avaliadas as mesmas variáveis da fazenda Muquém (Ensaio E2), sendo observado que houve diferença significativa somente para a variável NGE, para o fator época. Nessa localidade, o CV para as características avaliadas variou de 6,55 a 20,94 para AP e NP, respectivamente (APÊNDICE C).

Em casa de vegetação (Ensaio E4), foram avaliadas as mesmas variáveis dos ensaios E2 e E3. Dessa forma, ao serem considerados os resultados obtidos nesse experimento, foi observado que houve diferença significativa para as variáveis AP, NE, NEE, NGE e PMG. Nesse contexto, foi observado que somente a variável PMG apresentou diferença para o fator produto, enquanto as demais apresentaram diferença para o fator época. As variáveis NE e NGE, também apresentaram diferenças para a interação entre os fatores avaliados. Nesse

experimento, o CV (%) variou de 9,49 para a variável NEE e 20,62 para a variável NP (APÊNDICE D).

No ensaio realizado em Itutinga/MG na presente safra (E5), foram avaliados AP, NP, NE, NEE, NGE, PMG, PROD e PH. Nesse sentido, de acordo com a análise de variância, foi observada diferença significativa para as variáveis NEE, PMG e PROD, sendo a primeira para o fator produto e as demais para o fator época. Nesse ensaio, o CV (%) variou de 3,06 para PH a 18,95 para NE, como apresentado no Apêndice E.

Tratando-se de altura de plantas (AP), foram encontrados os valores médios de 79,31 cm (Testemunha 77,67 cm) na fazenda 3W localizada em Itutinga (E1) (APÊNDICES A e I), 61,21 cm (Testemunha 60,17 cm) na fazenda Muquém (E2) (APÊNDICES B e J), 57,88 cm (Testemunha 53,33 cm) na propriedade ASF situada em Lavras (E3) (APÊNDICES C e K), 45,23 cm (Testemunha 47,60 cm) em casa de vegetação (E4) (APÊNDICES D e L) e 82,15 cm (Testemunha 84,22 cm) na fazenda 3W localizada em Itutinga (E5) (APÊNDICES E e M) (Figura 2).

Considerando os resultados obtidos pela análise de variância (ANOVA) e também pelo teste de médias de Scott Knott, para a altura de plantas, observou-se que não houveram diferenças significativas para o fator produto em nenhum dos ensaios realizados. No entanto, tratando-se do fator época, foram encontradas diferenças significativas para os ensaios E2 e E4. Os resultados referentes a AP em ambos os ensaios E2 e E4 estão apresentados nos Apêndices B, D, J e L.

Nesse sentido, para o ensaio E2, as épocas de aplicação AF+EL e EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”. Já as demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE J). Para o ensaio E4, as épocas de aplicação que apresentaram maiores médias para essa característica foram AF e AS+AF+EL, sendo classificadas como grupamento “a”. As épocas AS e EL nesse caso, apresentaram médias intermediárias, sendo classificadas como grupamento “b” e a época de aplicação AF+EL apresentou média inferior às demais, sendo classificada como grupamento “c” (APÊNDICE L).

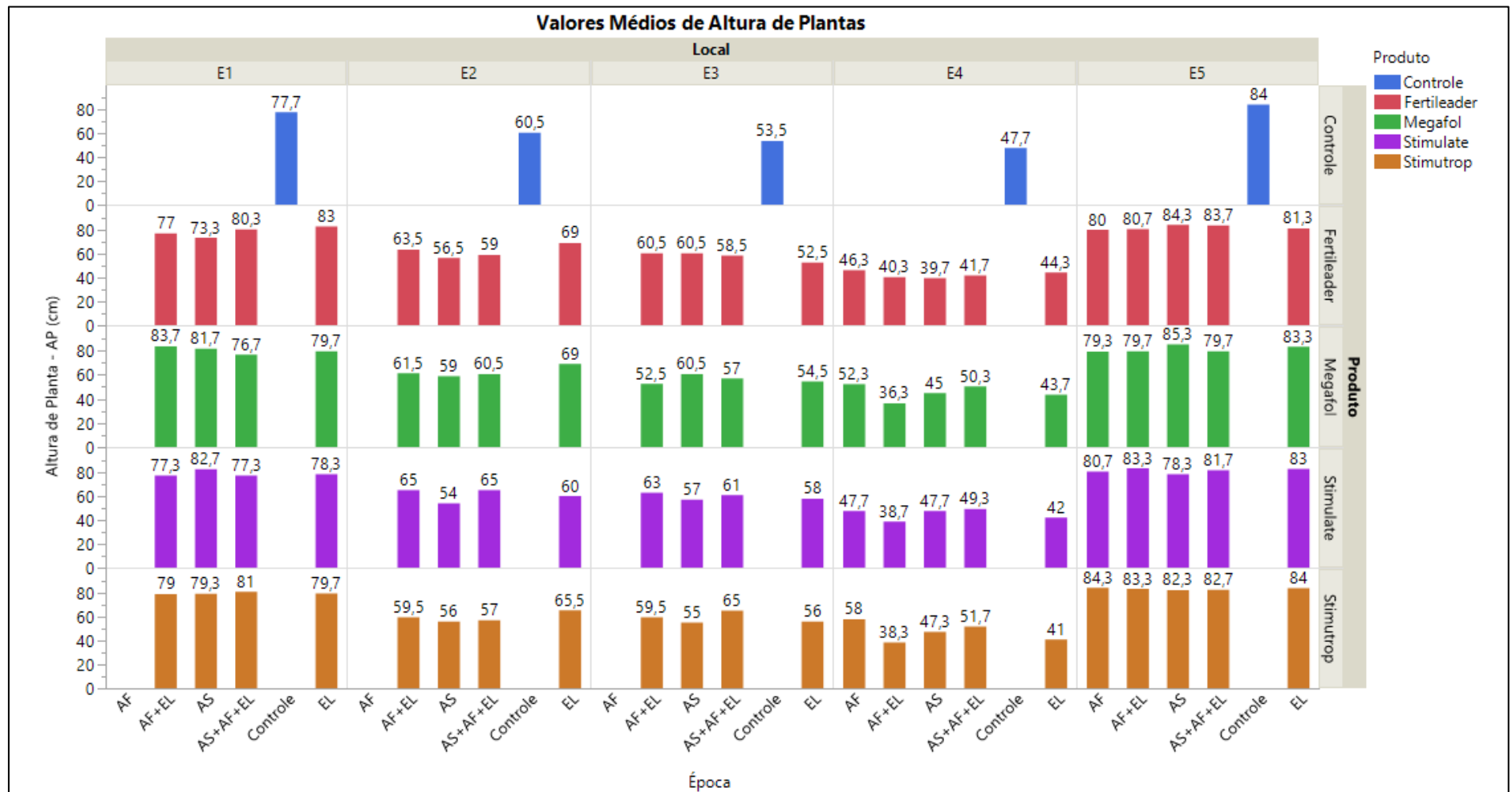
Além das diferenças encontradas pelos fatores, também puderam ser notadas de acordo com o teste de médias utilizado, diferenças significativas nos desdobramentos dos fatores avaliados. Assim, para o ensaio E1, foi observado que tratando-se do desdobramento do fator produto, dentro do fator época (AS), o produto Fertileader apresentou menor média, sendo classificado como grupamento “b”, enquanto os demais produtos foram classificados como

grupamento “a”. Já para a época AF+EL deste mesmo ensaio, o produto Megafol apresentou média superior aos demais, sendo classificado como grupamento “a”. Os demais produtos foram classificados como grupamento “b” nessa época (APÊNDICE Q).

Para o desdobramento do fator época dentro do fator produto, no entanto, foram consideradas diferenças significativas apenas para o Fertileader. Nesse caso, as épocas EL e AS+AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a” e as demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE R).

Ainda considerando o desdobramento do fator época dentro do fator produto, também foram encontradas diferenças significativas para o ensaio E4. Nesse caso, para os produtos Megafol e Stimutrop, as épocas de aplicação AF e AS+AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE X).

Figura 2. Média para a característica altura de plantas (AP) dentro dos ensaios realizados nos anos de 2022 e 2023.



Em que: AS = após semeadura; AF = afilamento; AF+EL = afilamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após semeadura, afilamento e alongação.

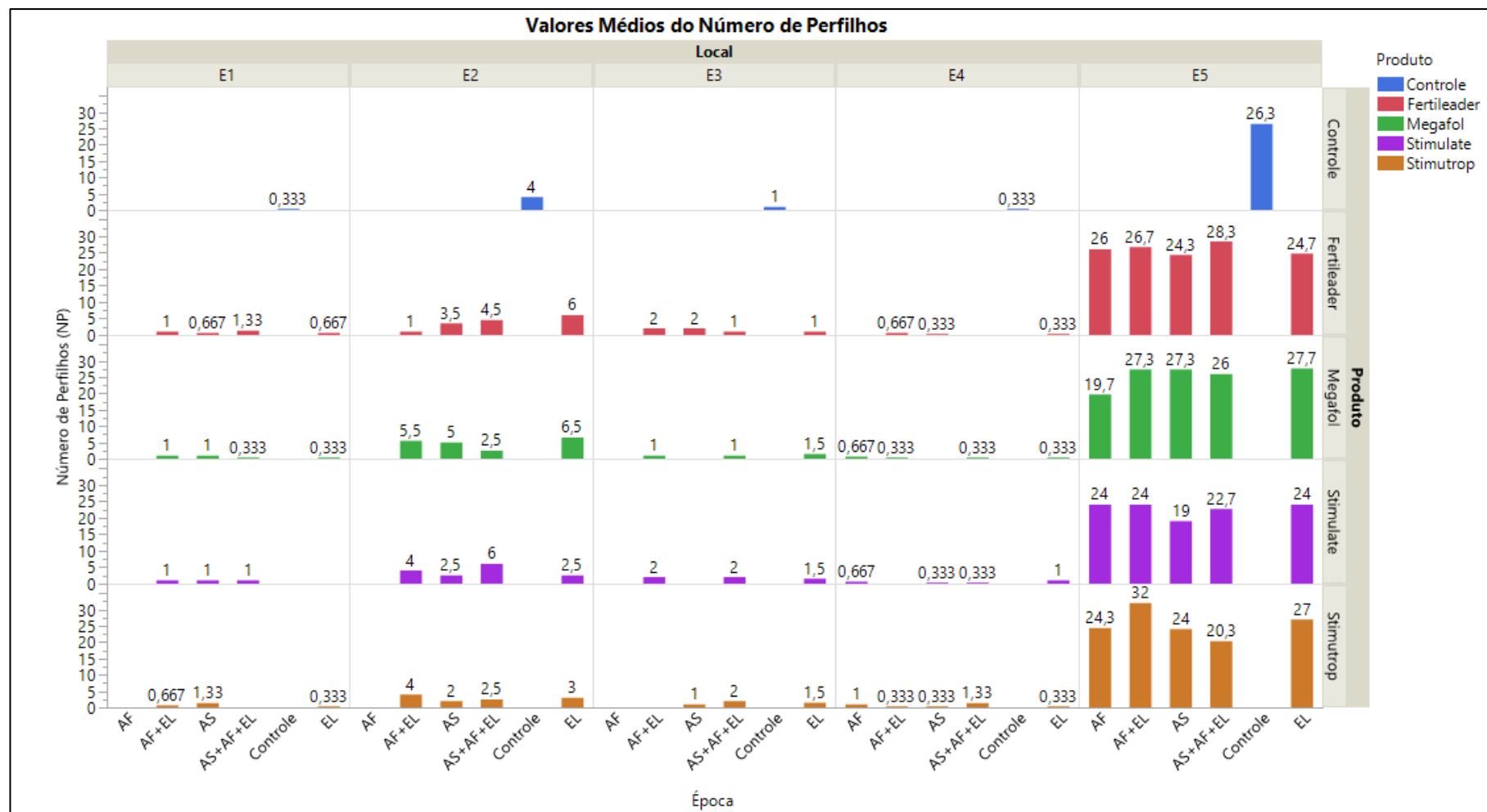
Fonte: Da autora (2023).

Para a variável número de perfilhos (NP), foram encontrados os valores médios de 0,71 perfilhos (Testemunha: 0,33 perfilhos) na fazenda 3W (E1) (APÊNDICES A e I), 3,82 perfilhos (Testemunha 4 perfilhos) na fazenda Muquém (E2) (APÊNDICES B e J), 1,21 perfilhos (Testemunha 1 perfilho) na fazenda ASF (E3) (APÊNDICES C e K), 0,43 perfilhos (Testemunha 0,33 perfilhos) casa de vegetação (E4) (APÊNDICES D e L) e 25,03 perfilhos (Testemunha 26,33 perfilhos) na fazenda 3W (E5) (APÊNDICES E e M) (Figura 3).

Para essa variável, foi observado que não houveram diferenças significativas para os fatores avaliados em todos os ensaios, apesar das diferenças de médias apresentadas em cada localidade, como mencionado acima (APÊNDICES A, B, C, D e E).

Tratando-se dos desdobramentos dos fatores, foram encontradas diferenças significativas somente para o ensaio E4. Nesse caso, houve diferença significativa para o desdobramento do fator produto dentro do fator época, apenas. Dessa forma, foi observado que para a época AS+AF+EL, o produto Stimutrop apresentou maior média de perfilhamento do que os demais produtos, sendo classificado como grupamento “a” e todos os outros como grupamento “b” (APÊNDICE W).

Figura 3. Média para a característica número de perfis (NP) dentro dos ensaios realizados nos anos de 2022 e 2023.



Em que: AS = após sementeira; AF = afileamento; AF+EL = afileamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após sementeira, afileamento e alongação.

Fonte: Da autora (2023).

Tratando-se do número de espigas (NE), o valor médio obtido no E1 foi de 40,86 espigas (Testemunha: 45,33 espigas) (APÊNDICES A e I), no E2 foi de 53,91 espigas (Testemunha: 51,00 espigas) (APÊNDICES B e J), no E3 foi de 37,71 espigas (Testemunha: 44 espigas) (APÊNDICES C e K), no E4 foi de 10,16 espigas (Testemunha 9,33 espigas) (APÊNDICES D e L) e no E5 113,86 espigas (Testemunha 110,67 espigas) (APÊNDICES E e M) (Figura 4).

Para essa variável não foram encontradas diferenças significativas para o fator produto nos ensaios. Já para o fator época, houveram diferenças significativas nos ensaios E3 e E4, de acordo com o teste de médias de Scott-Knott. No ensaio E3, foi observado que a época “AF+EL” apresentou menor média do que as demais épocas, sendo classificada como grupamento “b” (APÊNDICE K). Já no ensaio E4, as épocas que apresentaram menores médias foram AS, AF e AF+EL, sendo classificadas como grupamento “b”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “a” (APÊNDICE L).

Tratando-se dos desdobramentos dos fatores foram encontradas diferenças significativas nos ensaios E3 e E4, somente. No ensaio E3, tratando-se do desdobramento do fator produto dentro do fator época, foi notado que para a época AS, os produtos Megafol e Fertileader apresentaram médias superiores aos demais, sendo classificados como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b” (APÊNDICE U).

Já para o desdobramento do fator época dentro do fator produto, foram observadas diferenças significativas para os produtos Stimulate e Megafol. No caso do Stimulate, a época EL apresentou média superior às demais, sendo classificada como grupamento “a” e as demais épocas como grupamento “b”. Já para o produto Megafol, as épocas AS e AS+AF+EL obtiveram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE V).

No ensaio E4, também foram encontradas diferenças significativas tanto para o desdobramento do fator produto dentro do fator época, quanto para o desdobramento do fator época dentro do fator produto. Para o primeiro caso, considerando a época AF, o produto Stimutrop apresentou maior média, sendo classificado como grupamento “a”. Já os produtos Fertileader e Megafol, apresentaram médias inferiores às demais, sendo classificados como grupamento “c”. O produto Stimulate, por sua vez, apresentou valor intermediário, sendo classificado como grupamento “b” (APÊNDICE W).

Para a época EL, os produtos Megafol e Fertileader apresentaram médias superiores, sendo classificados como grupamento “a”. Os demais produtos foram classificados como

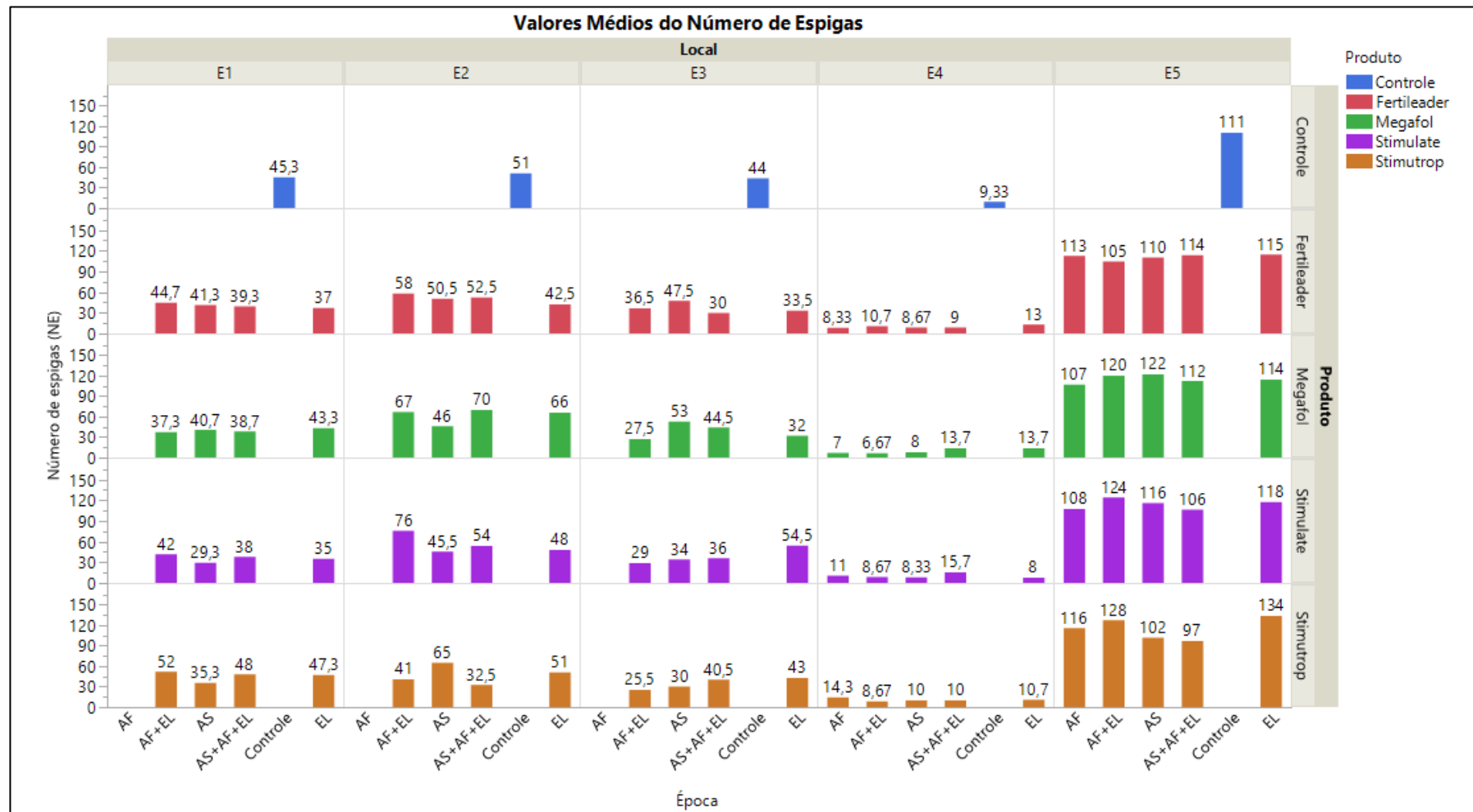
grupamento “b”. Já para a época AS+AF+EL, os produtos Stimulate e Megafol apresentaram maiores médias, sendo classificados como grupamento “a”. Os demais produtos foram classificados como grupamento “b” (APÊNDICE W).

Tratando-se do segundo caso de desdobramento, ou seja, do fator época dentro do fator produto, o que pode ser observado é que para o produto Stimulate, a época AS+AF+EL apresentou média superior às demais, sendo classificada como grupamento “a”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Para o produto Stimutrop, no entanto, a época que apresentou maior média foi AF, sendo classificada como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE X).

Para o produto Megafol, as épocas EL e AS+AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Por fim, no caso do produto Fertileader, as épocas que apresentaram maiores médias foram “EL” e AF+EL, sendo estas classificadas como grupamento “a”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE X).



Figura 4. Média para a característica número de espigas (NE) dentro dos ensaios realizados nos anos de 2022 e 2023.



Em que: AS = após semeadura; AF = afilhamento; AF+EL = afilhamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após semeadura, afilhamento e alongação.  
Fonte: Da autora (2023).

Para a variável número de espiguetas por espiga (NEE), foi encontrado o valor médio de 13,91 espiguetas/espiga (Testemunha 13,33 espiguetas/espiga) para o ensaio E1 (APÊNDICES A e I), 12,84 espiguetas/espiga (Testemunha 12,50 espiguetas/espiga) para o ensaio E2 (APÊNDICES B e J), 12,79 espiguetas/espiga (Testemunha 13,60 espiguetas/espiga) para o ensaio E3 (APÊNDICES C e K), 12,62 espiguetas/espiga (Testemunha 13,53 espiguetas/espiga) para o ensaio E4 (APÊNDICES D e L) e 12,45 espiguetas/espiga (Testemunha 12,87 espiguetas/espiga) para o ensaio E5 (APÊNDICES E e M) (figura 5).

Para essa variável foi encontrada diferença significativa para o fator produto, apenas para o ensaio E5, de acordo com a ANOVA (APÊNDICE E). Diferença essa que não foi considerada pelo teste de médias de Scott-Knott (APÊNDICE M). Já considerando o fator época de aplicação, foram encontradas diferenças significativas para os ensaios E1 e E4, de acordo com o ANOVA (APÊNDICES A e D). No entanto, para o teste de médias do ensaio E1, essa diferença não foi considerada (APÊNDICE I). Já em E4, foi observado que a época de aplicação AF apresentou média superior às demais épocas, sendo classificada, portanto, como grupamento “a”. As demais épocas, por sua vez, foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE L).

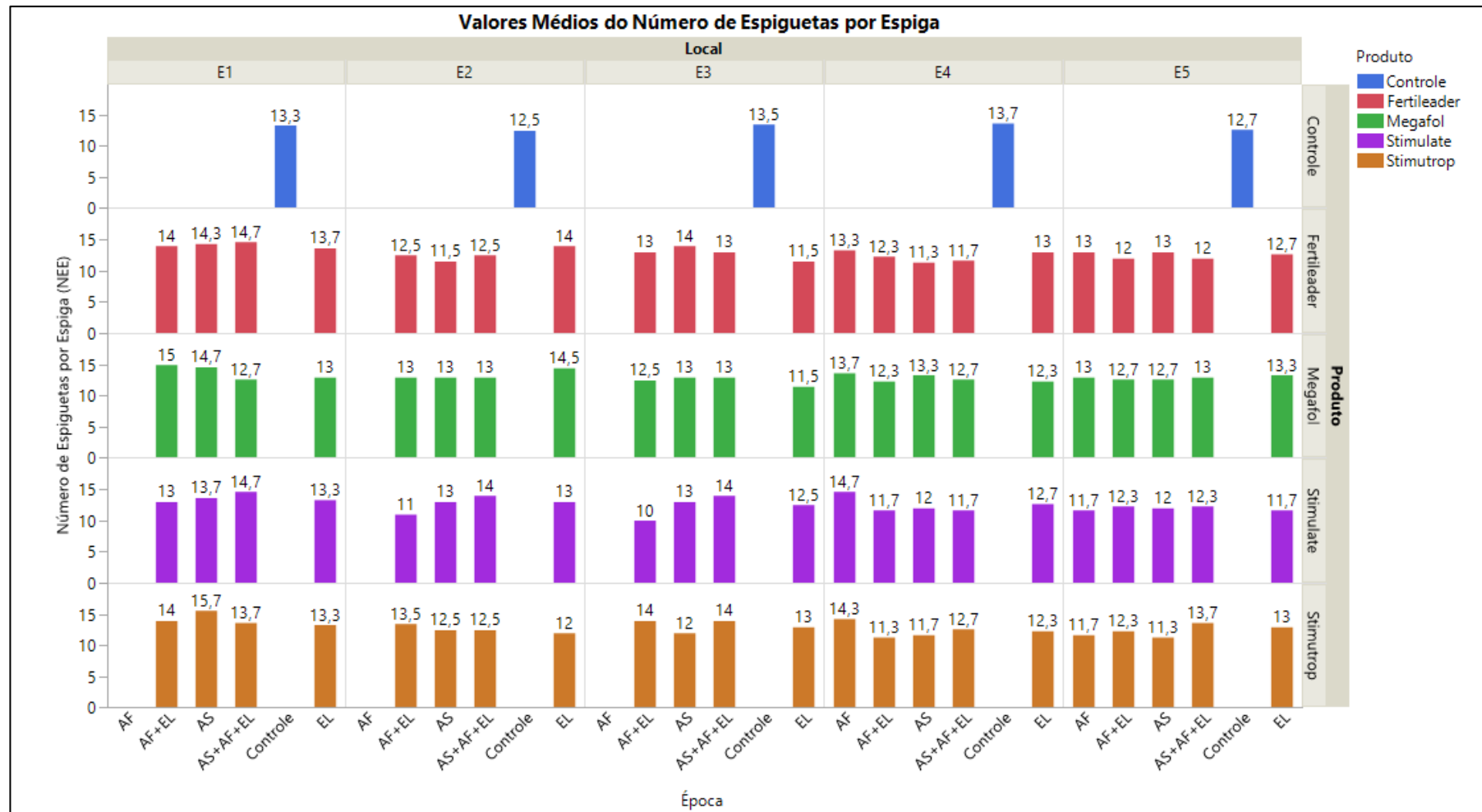
Tratando-se dos desdobramentos dos fatores, foi observado que para o ensaio E1, houveram diferenças significativas apenas para o desdobramento do fator época dentro do fator produto. Nesse caso, para o produto Megafol, as épocas AS e AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Já para o produto Stimutrop, apenas a época AS diferiu das demais, apresentando média superior e sendo classificada como grupamento “a”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE R).

No ensaio E4, de forma semelhante ao E1, apenas foram observadas diferenças significativas para o desdobramento do fator época dentro do fator produto. Nesse caso, ao considerar os produtos Stimulate e Stimutrop, foi observado que a época AF apresentou média superior às demais, sendo classificada como grupamento “a” e as demais como grupamento “b” em ambos os casos (APÊNDICE X).

Já no ensaio E5, foram encontradas diferenças significativas tanto para o desdobramento do fator produto dentro do fator época, quanto do desdobramento inverso. No primeiro caso, foi observado que para as épocas AS e AF, os produtos Fertileader e Megafol apresentaram médias superiores aos demais, sendo classificados como grupamento “a” e os demais produtos

como grupamento “b” em ambos os casos (APÊNDICE Y). Já no segundo caso, foi observado que para o produto Stimutrop, as épocas EL, AF+EL e AS+AF+EL, apresentaram valores médios superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE Z).

Figura 5. Média para a característica número de espiguetas por espiga (NEE) dentro dos ensaios realizados nos anos de 2022 e 2023.



Em que: AS = após semeadura; AF = afilamento; AF+EL = afilamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após semeadura, afilamento e alongação.

Fonte: Da autora (2023).

Tratando-se da variável número de grãos por espiga (NGE), foi observado o valor médio de 37,56 grãos/espiga (Testemunha 33,33 grãos/espiga) no ensaio E1 (APÊNDICES A e I), 31,06 grãos/espiga (Testemunha 29,50 grãos/espiga) no ensaio E2 (APÊNDICES B e J), 35,24 grãos/espiga (Testemunha 39,80 grãos/espiga) no ensaio E3 (APÊNDICES C e K), 11,89 grãos/espiga (Testemunha 16,67 grãos/espiga) no ensaio E4 (APÊNDICES D e L) e 32,78 grãos/espiga (Testemunha 32,87 grãos/espiga) na fazenda E5 (APÊNDICES E e M) (figura 6).

Para essa variável, assim como para as demais já apresentadas, não foram encontradas diferenças significativas para o fator produto. Tratando-se do fator época de aplicação, foram encontradas diferenças significativas para os ensaios E1, E3 e E4 de acordo com a ANOVA (APÊNDICES A, C e D). Tratando-se do ensaio E1, foi observado que as épocas AS e AS+AF+EL apresentaram médias superiores às demais época, sendo classificadas como grupamento “a”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE I).

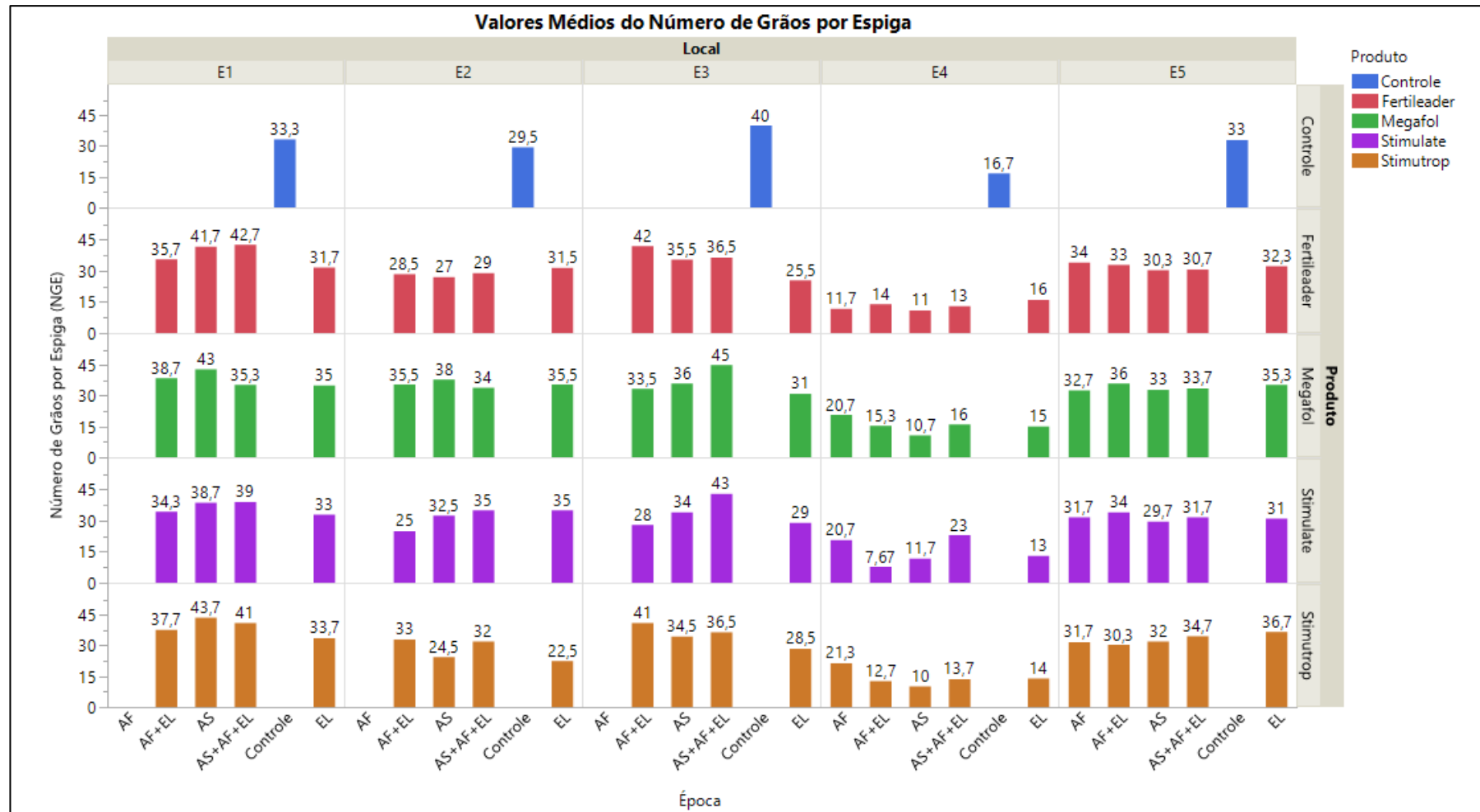
Já para o ensaio E3, apenas a época EL diferiu das demais, apresentando menor média, sendo classificada como grupamento “b” (APÊNDICE K). No ensaio E4, por sua vez, foi observado que as épocas AF e AS+AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”. Já as épocas AF+EL e AS, apresentaram as menores médias, sendo classificadas como grupamento “c”. A época EL apresentou valor médio intermediário, sendo, portanto, classificada como grupamento “b” (APÊNDICE L).

Tratando-se dos desdobramentos dos fatores, foram encontradas diferenças significativas apenas para o ensaio E4. Dessa forma, para o desdobramento do fator produto dentro do fator época, foi observado que na época AF, apenas o produto Fertileader diferiu dos demais, apresentando menor média e portanto, sendo classificado como grupamento “b”. Para a época AS+AF+EL, foi notado que apenas o produto Stimulate diferiu dos demais, apresentando média superior, sendo, portanto, classificado como grupamento “a”. Já para a época AF+EL, de forma semelhante à descrita anteriormente, somente o produto Stimulate diferiu dos demais produtos. No entanto, nesse caso, ele obteve média inferior às demais e portanto, foi classificado como grupamento “b” (APÊNDICE W).

Tratando-se do desdobramento do fator época dentro do fator produto, foi observado que para o produto Stimulate, as épocas AF e AS+AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Já para os produtos Stimutrop e Megafol, apenas a época AF diferiu das

demais, sendo classificada como grupamento “a”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b” em ambos os casos (APÊNDICE X).

Figura 6. Média para a característica número de grãos por espiga (NGE) dentro dos ensaios realizados nos anos de 2022 e 2023.



Em que: AS = após semeadura; AF = afilamento; AF+EL = afilamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após semeadura, afilamento e alongação.

Fonte: Da autora (2023).

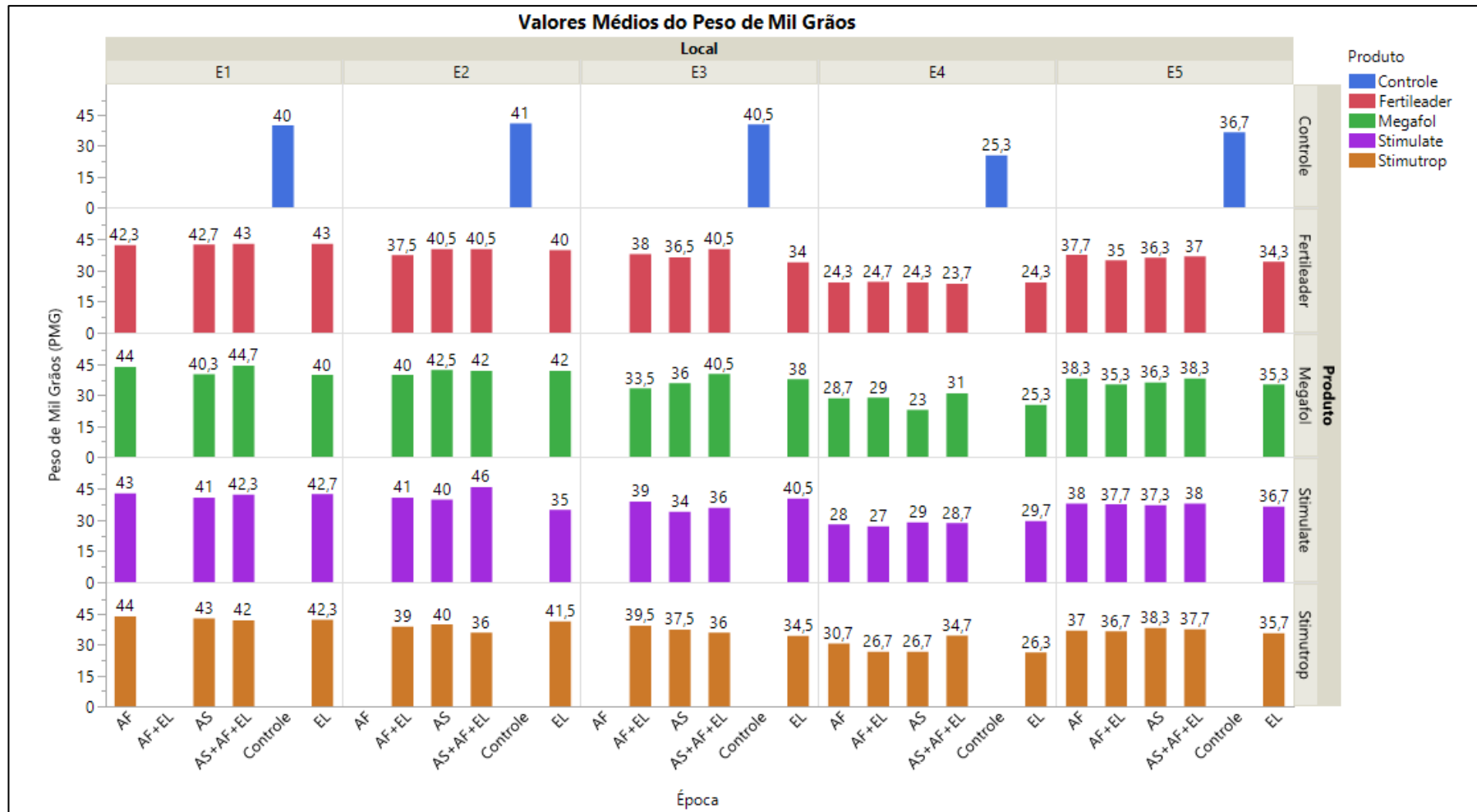
Tratando-se do peso de mil grãos (PMG), foi observado o valor médio de 42,37 g (Testemunha: 40,1 g) para a fazenda 3W (E1) (APÊNDICES A e I); 40,26 g (Testemunha: 41 g) para a fazenda Muquém (E2) (APÊNDICES B e J), 37,30 g (Testemunha; 40,50 g) para a fazenda ASF (E3) (APÊNDICES C e K), 27,15 g (Testemunha: 25,33 g) no ensaio E4 (APÊNDICES D e L) e 36,85 g (Testemunha:36,88 g) para o ensaio E5 (APÊNDICES E e M), como demonstrado na figura 7.

Para essa variável, foram encontradas diferenças significativas para os fatores nos ensaios E4 e E5, sendo o primeiro para o fator produto (APÊNDICE D) e o segundo para época (APÊNDICE E), de acordo com a ANOVA. No ensaio E4 foi observado que o produto Fertileader diferiu dos demais, apresentando menor média e sendo classificado como grupamento “b”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “a” (APÊNDICE L). Já no ensaio E5, foi observado que, as épocas AS, AF e AS+AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as outras foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE M).

Para os desdobramentos dos fatores, foram encontradas diferenças significativas apenas no ensaio E1, para o desdobramento do fator época dentro de produto. Nesse caso, foi observado que para o produto Megafol, as épocas AF+EL e AS+AF+EL foram classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE R).



Figura 7. Média para a característica peso de mil grãos (PMG) dentro dos ensaios realizados nos anos de 2022 e 2023.

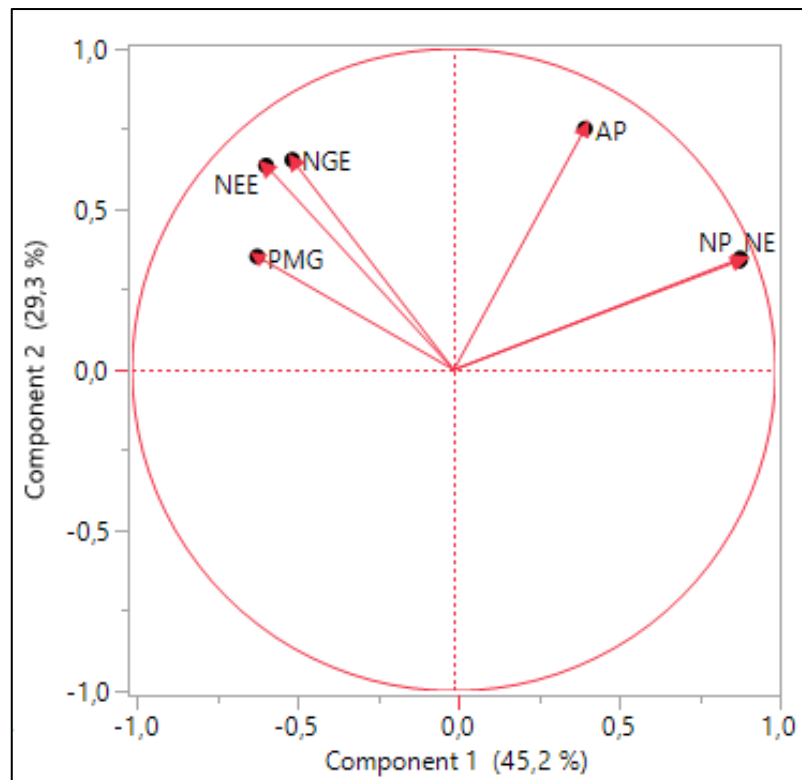


Em que: AS = após semeadura; AF = afilamento; AF+EL = afilamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após semeadura, afilamento e alongação.

Fonte: Da autora (2023).

Os resultados produtivos apresentados acima (AP, NP, NE, NEE, NGE e PMG) para os ensaios de campo (E1, E2, E3 e E5) foram submetidos à análise de componentes principais (PCA), de forma a avaliar a relação entre as características. Dessa forma, o que pode ser observado na figura 8, é que os componentes principais 1 (CP1) e 2 (CP2) acumulam juntos 74,5% da explicação de proporção da variância total. Também é possível observar-se que a característica PMG está menos relacionada com as demais e teve menor representatividade na explicação das análises, devido ao menor comprimento do seu vetor. Da mesma forma que, as demais características explicam bem os resultados, visto que os comprimentos dos seus respectivos vetores são representativos. Também pode ser observado que os componentes NP e NE estão altamente correlacionados, assim como os componentes NGE, NEE e PMG, devido à localização no quadrante e a proximidade entre seus vetores. Também pode ser observado que as características NP e NE explicam bem os resultados, devido à sua proximidade com o eixo X, da mesma forma que a característica AP apresenta menor representatividade devido à sua distância com os eixos.

Figura 8. Análise dos Componentes Principais (PCA) das características produtivas comuns nos ensaios de campo realizados nas safras de 2022 e 2023.



Em que: AP= Altura de planta; MV= massa verde; MS= massa seca; NP= Número de perfilhos; NE= número de espigas; NEE= número de espiguetas/espigas; NGE= número de grãos por espiga; PMG= peso de mil grãos; PROD = produtividade; PH= peso do hectolitro.

Fonte: Da autora (2023).

De forma complementar, foram avaliadas algumas outras características nos ensaios E1 (safra 2022) e E5 (safra 2023). Em E1, foram avaliados massa verde (MV), massa seca (MS), peso do hectolitro (PH) e produtividade de grãos (PROD). Já no ensaio E5, foram avaliados peso hectolitro (PH) e produtividade de grãos (PROD).

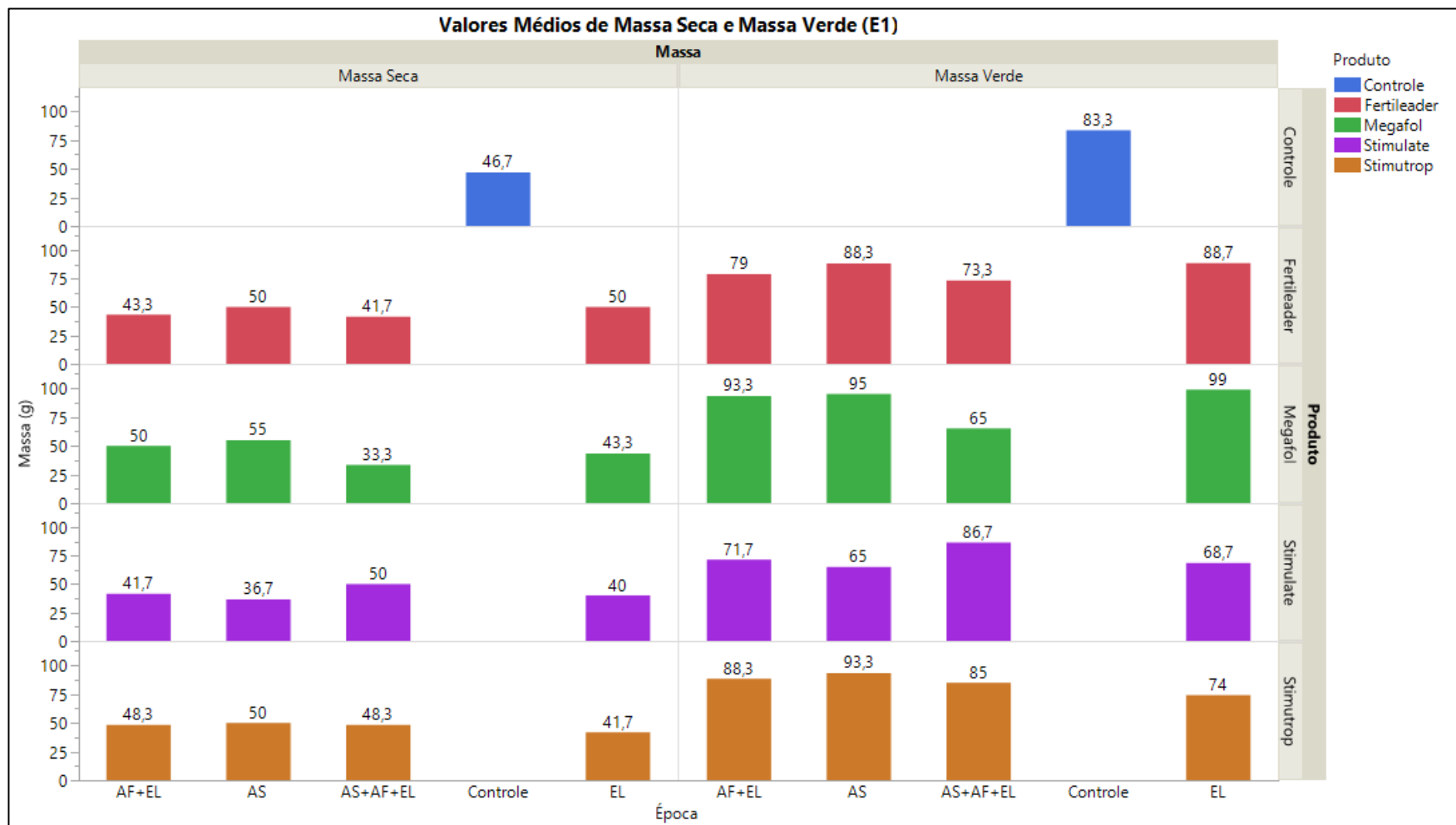
Tratando-se da característica MV avaliada em E1, foi obtido o valor médio de 82,22g (Testemunha: 83,33g) (APÊNDICES A e I) e não foram encontradas diferenças significativas para os fatores avaliados (APÊNDICE A). Os valores médios estão apresentados na figura 8. Para essa variável, a única diferença significativa observada foi referente aos desdobramentos dos fatores. Nesse sentido, ao considerar o desdobramento do fator produto, dentro do fator época, observou-se que para a época AS, o produto Stimulate diferiu dos demais, apresentando média inferior. Dessa forma, foi classificado como grupamento “b”, enquanto todos os outros produtos foram classificados como grupamento “a” (APÊNDICE Q).

No caso do desdobramento do fator época, dentro do fator produto, foi notado que para o produto Megafol, a época AS+AF+EL diferiu das demais, apresentando menor média. E portanto, foi classificada como grupamento “b”, enquanto as outras foram classificadas como grupamento “a” (APÊNDICE R).

Os valores médios obtidos para a variável MS, também avaliada em E1, foram de 45,29g (Testemunha: 46,67g) (APÊNDICES A e I) e os resultados foram semelhantes aos obtidos por MV. Isso porque, não foram encontradas diferenças significativas para os fatores avaliados (APÊNDICE A). Os valores médios dessa variável, para cada tratamento, estão demonstrados na figura 9.

No caso dos desdobramentos dos fatores, foi observada interação apenas no desdobramento do fator época, dentro do fator produto como ocorreu em MV. Nesse caso, para o produto Megafol, as épocas AS e AF+EL diferiram das demais, apresentando maiores médias, sendo classificadas como grupamento “a” e as demais como grupamento “b” (APÊNDICE R).

Figura 9. Média para a característica massa seca (MS) e massa verde (MV) das parcelas colhidas no ensaio E1 realizado no ano de 2022.

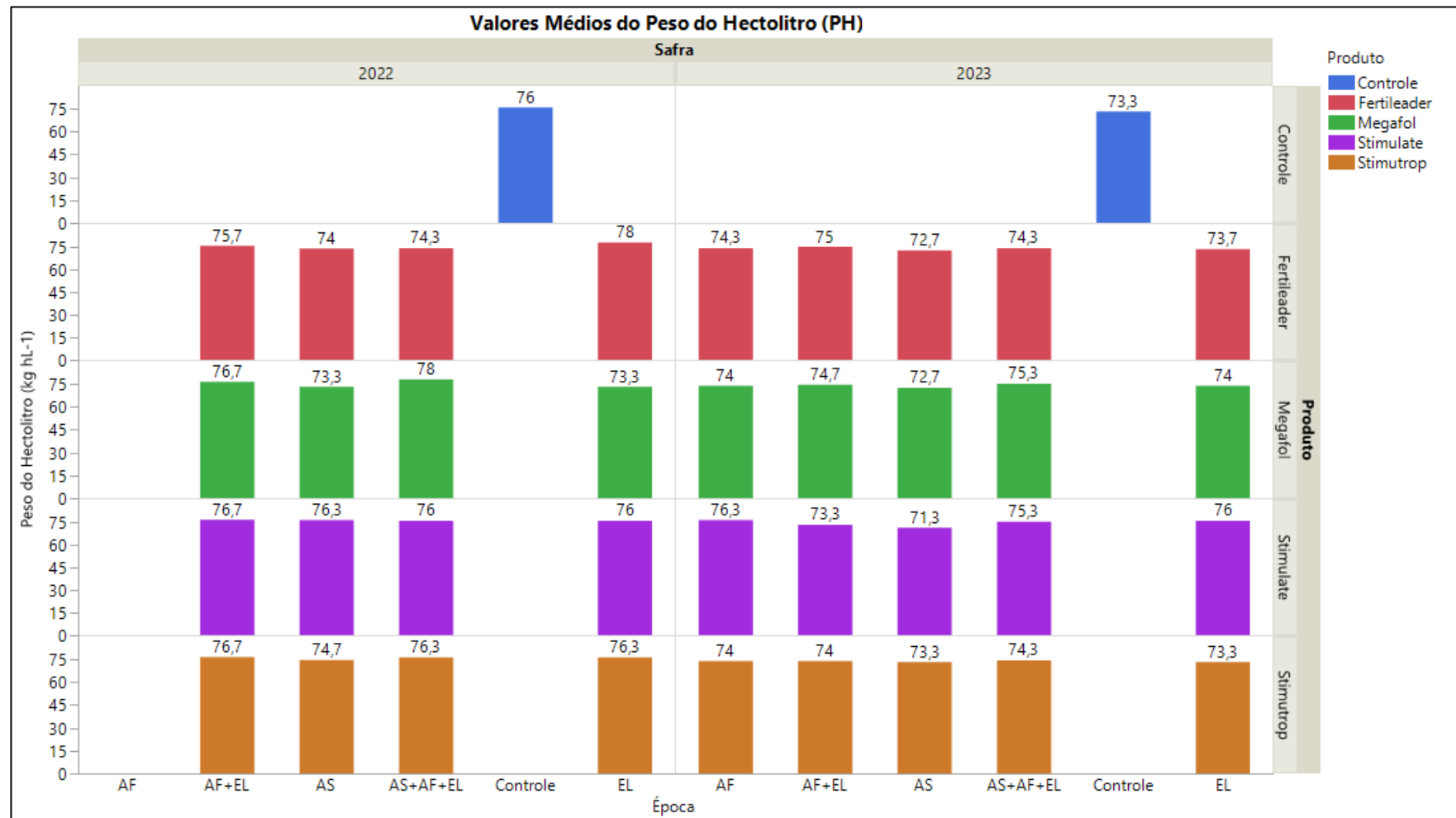


Em que: AS = após sementeira; AF = afileamento; AF+EL = afileamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após sementeira, afileamento e alongação.

Fonte: Da autora (2023).

Tratando-se do peso do hectolitro (PH), foram encontrados os valores médios de 75,70 kg hL<sup>-1</sup> (Testemunha 75,67 kg hL<sup>-1</sup>) para o ensaio E1 (APÊNDICES A e I) e de 74,00 kg hL<sup>-1</sup> (Testemunha: 73,27 kg hL<sup>-1</sup>) para o ensaio E5 (APÊNDICES E e M). Em ambos os ensaios não foram observadas diferenças significativas para os fatores avaliados (APÊNDICES A e E). No ensaio E1 também não foram encontradas diferenças significativas para os desdobramentos dos fatores (APÊNDICES Q e R). Já no ensaio E5, foi encontrada diferença significativa apenas para o desdobramento do fator época, dentro do fator produto (APÊNDICES Y e Z). Nesse caso, foi observado que para o produto Stimulate, as épocas AF, EL e AS+AF+EL apresentaram maiores médias, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE Z). Os valores médios dessa variável em ambos os ensaios estão apresentados na figura 10.

Figura 10. Média para a característica peso do hectolitro (PH) dos ensaios realizados na fazenda 3W (Itutinga/MG) nos anos de 2022 e 2023.



Em que: AS = após semeadura; AF = afilhamento; AF+EL = afilhamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após semeadura, afilhamento e alongação.

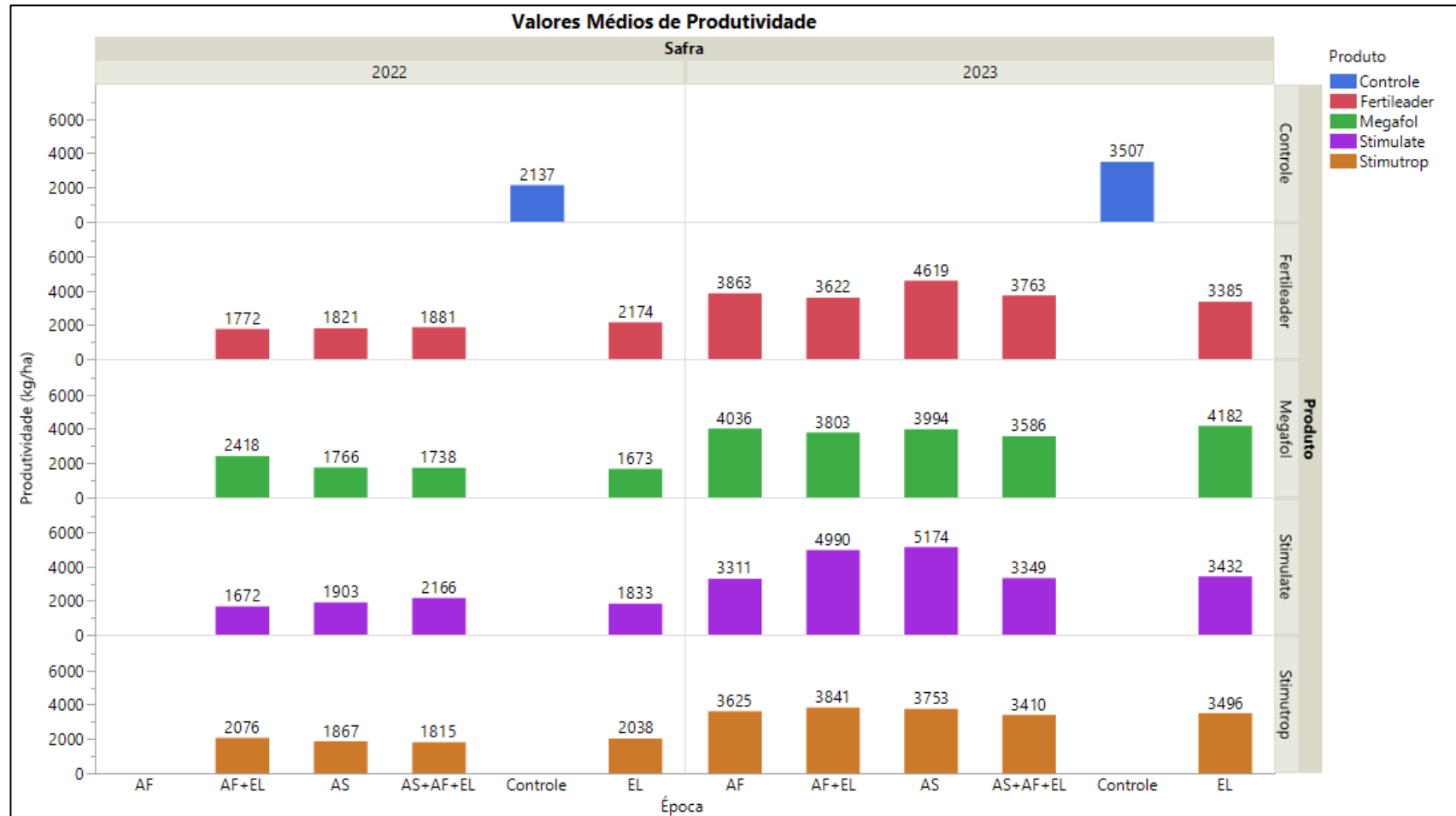
Fonte: Da autora (2023).

Tratando-se de produtividade (PROD) foram obtidos os valores médios de 1926,55 kg/ha (Testemunha: 2137,58kg/ha) no ensaio E1 (APÊNDICES A e I) e de 3844,77kg/ha (Testemunha: 3506,58 kg/ha) no ensaio E5 (APÊNDICES E e M). Não foram encontradas diferenças significativas para os fatores avaliados em E1 (APÊNDICE A). Já em E5 foi observada diferença significativa para o fator época (APÊNDICE E). Nesse caso, foi observado que as épocas AS e AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE M). Os valores médios dessa variável para ambos os ensaios estão apresentados na figura 11.

Tratando-se dos desdobramentos dos fatores foram encontradas diferenças significativas para ambos os ensaios. Em E1, no desdobramento do fator produto dentro do fator época, foi observado que, para a época AF+EL, os produtos Megafol e Stimutrop apresentaram médias superiores aos outros produtos, sendo classificados como grupamento “a”. Os demais produtos foram classificados como grupamento “b” (APÊNDICE Q). Já para o desdobramento do fator época, dentro do fator produto, foi observado que para o Megafol, a época AF+EL diferiu das demais, apresentando maior média produtiva e consequentemente sendo classificada como grupamento “a”. As outras épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE R).

No ensaio E5, para o desdobramento do fator produto dentro do fator época foi observado que, para a época AS, os produtos Fertileader e Stimulate apresentaram maiores médias, sendo classificados como grupamento “a”, enquanto os demais foram classificados como grupamento “b”. Já para a época AF+EL, apenas o produto Stimulate diferiu dos demais, sendo classificado como grupamento “a”. Os demais produtos foram classificados como grupamento “b” (APÊNDICE Y). Já no desdobramento do fator época dentro do fator produto, foi observado que, para o produto Stimulate, as épocas AS e AF+EL apresentaram maiores médias, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE Z).

Figura 11. Média para a característica produtividade (PROD), em kg/ha, dos ensaios realizados na fazenda 3W (Itutinga/MG) nos anos de 2022 e 2023.



Em que: AS = após semeadura; AF = afilhamento; AF+EL = afilhamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após semeadura, afilhamento e alongação.

Fonte: Da autora (2023).



### 3.2 PARÂMETROS FISIOLÓGICOS

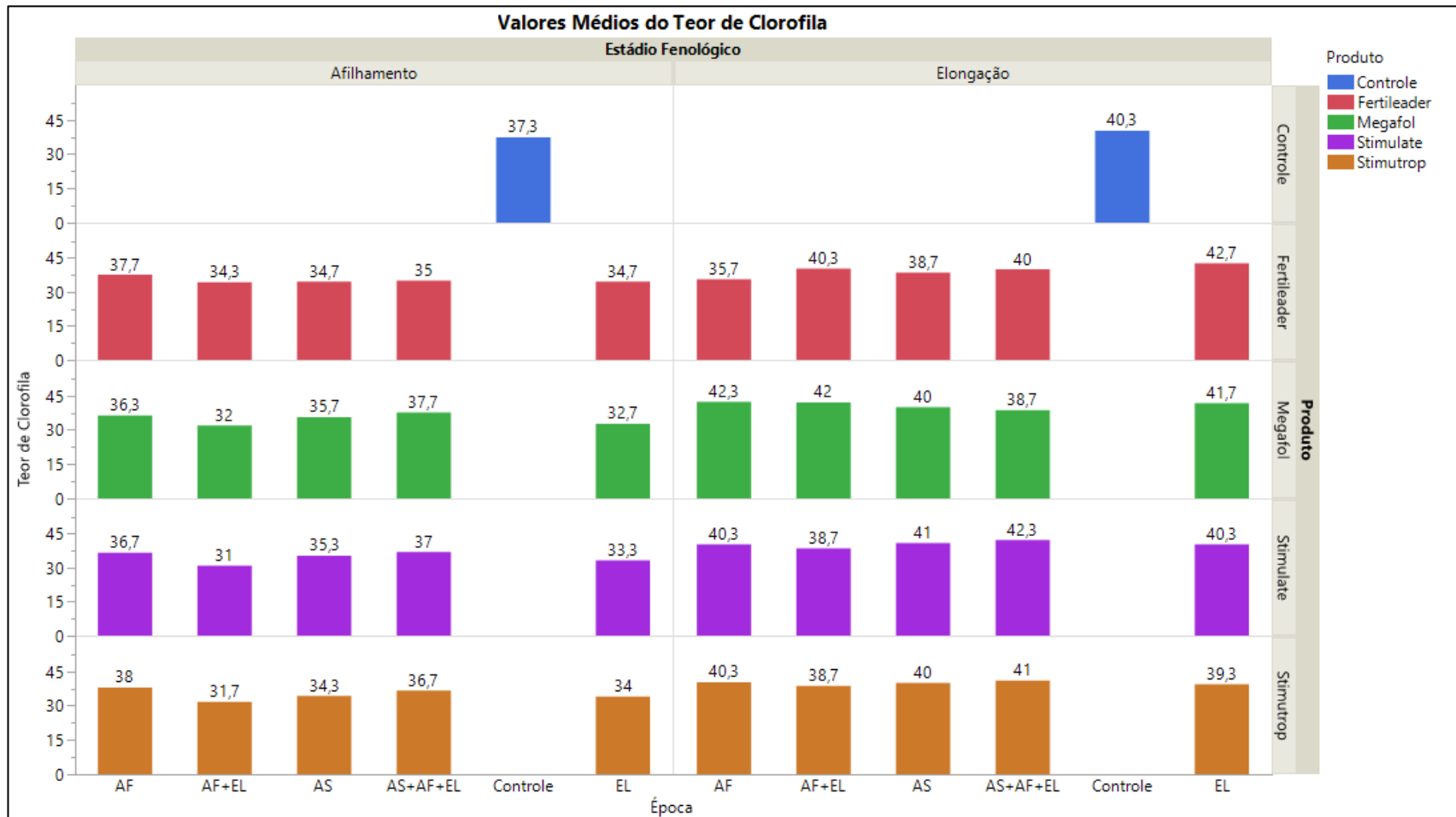
Como já foi pontuado, as análises fisiológicas no geral, foram realizadas nas fases de afilhamento e alongação. Em afilhamento, o CV (%) variou de 1,58 para a característica  $F_v/F_m$  a 19,46 para a característica NDVI. Já em alongação, variou de 1,63 para a característica  $F_v/F_m$  até 19,40 para a característica ETR (APÊNDICES F e G).

No caso do teor de clorofila (CL), foram obtidos os valores médios 35,04 (Testemunha: 37,39) em afilhamento (APÊNDICES F e N) e 40,21 (Testemunha 40,41) em alongação (APÊNDICES G e O). Para essa característica, o fator produto não foi significativo para ambas as fases. No entanto, o fator época apresentou diferença significativa na avaliação de afilhamento (APÊNDICES N). Nesta, as épocas de aplicação que apresentaram melhores médias foram AF e AS+AF+EL, sendo classificadas como grupamento “a”. Já a época de aplicação que proporcionou menor média para o teor de clorofila foi AF+EL, sendo classificada como grupamento “d”. As épocas AS e EL obtiveram valores medianos, sendo classificadas como grupamento “b” e “c”, respectivamente (APÊNDICE N). Os valores médios dessa variável estão apresentados na figura 12.

Tratando-se dos desdobramentos para o teor de clorofila em afilhamento, somente foram encontradas diferenças significativas para o desdobramento do fator época, dentro do fator produto. Nesse sentido, o único produto em que as épocas de aplicação não diferiram estatisticamente foi o Fertileader. Para os produtos Megafol e Stimulate, as épocas que apresentaram maiores médias foram AS, AF e AS+AF+EL, sendo ambas classificadas como grupamento “a”. As demais épocas, por sua vez, foram classificadas como grupamento “b”. Para o produto Stimutrop, os resultados foram similares, porém a época AS, diferentemente dos produtos anteriores, foi classificada como grupamento “b”, juntamente com as épocas EL e AF+EL (APÊNDICE AB).

Para a fase de alongação, não houve diferença estatística para os fatores considerados. Os valores médios estão apresentados na figura 11. Para essa análise, a única diferença significativa encontrada foi para o desdobramento do fator produto, dentro do fator época. Nesse caso, para a época de aplicação AF, o produto Fertileader apresentou menor média para o teor de clorofila em relação aos demais produtos e, por isso, foi classificado como grupamento “b”. Os demais produtos, por sua vez, foram considerados estatisticamente semelhantes, sendo classificados como grupamento “a” (APÊNDICE AC).

Figura 12. Média para a característica teor de clorofila (CL) de folhas de trigo nos estágios de afilamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.



Em que: AS = após sementeira; AF = afilamento; AF+EL = afilamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após sementeira, afilamento e alongação.

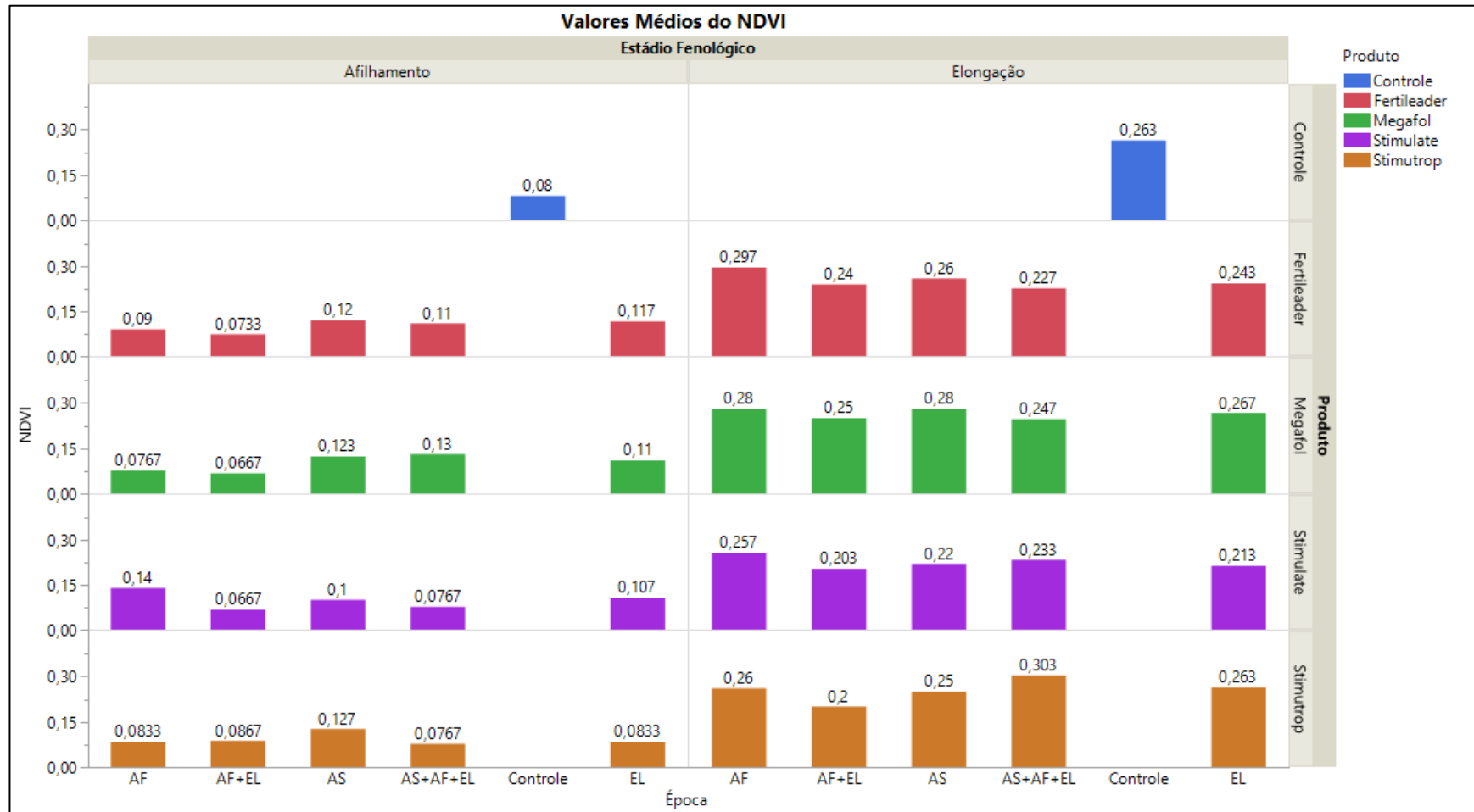
Fonte: Da autora (2023).

Tratando-se do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI), foram obtidos os valores médios de 0,10 (Testemunha: 0,08) em afilhamento (APÊNDICES F e N) e 0,25 (Testemunha: 0,27) em alongação (APÊNDICES G e O). Para essa característica não foram encontradas diferenças significativas para o fator produto avaliado em ambas as fases analisadas (APÊNDICES N e O). Já para o fator época, foram encontradas diferenças significativas apenas para a fase de afilhamento. Nessa fase, a época de aplicação AS apresentou média superior às demais, sendo classificada como grupamento “a”. Já a época AF+EL apresentou média inferior às demais, sendo classificada como grupamento “c”. As demais épocas de aplicação foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE N). Os valores médios dessa variável estão apresentados na figura 13.

Tratando-se dos desdobramentos dos fatores, não foram encontradas diferenças significativas em alongação (APÊNDICES AC e AD). Em afilhamento, para o desdobramento do fator produto dentro do fator época, foram observadas diferenças significativas para as épocas AF e AS+AF+EL. No primeiro caso, apenas o produto Stimulate diferiu dos demais, sendo classificado como grupamento “a”. Os demais produtos foram classificados como grupamento “b”. Já para a época AS+AF+EL, os produtos Megafol e Fertileader apresentaram médias superiores aos demais, sendo classificados como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b” (APÊNDICE AA).

Para o desdobramento do fator época dentro do fator produto, também foram encontradas diferenças significativas para todos os produtos. Para os produtos Fertileader e Megafol as épocas AS, EL e AS+AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Já para o produto Stimulate, a época de aplicação que apresentou maior média foi AF, sendo classificada como grupamento “a”. As épocas AF+EL e AS+AF+EL apresentaram menores médias, sendo classificadas como grupamento “c”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Para o produto Stimutrop, apenas a época AS diferiu das demais, sendo classificada como grupamento “a”, enquanto as demais foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE AB).

Figura 13. Média para a característica índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) de folhas de trigo nos estágios de afilamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.



Em que: AS = após semeadura; AF = afilamento; AF+EL = afilamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após semeadura, afilamento e alongação.

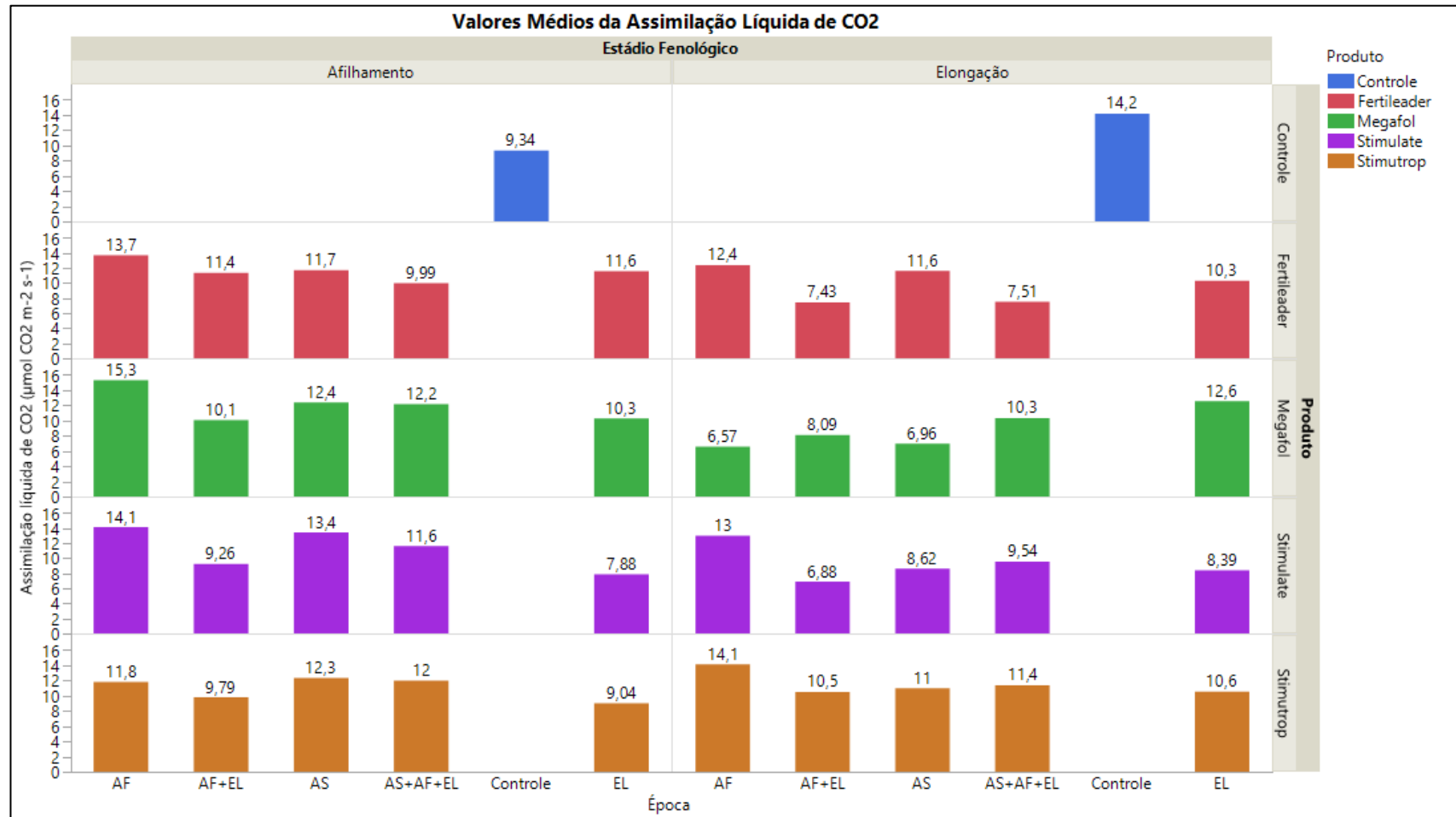
Fonte: Da autora (2023).

Para a variável assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A), obtida por meio do equipamento IRGA, foram obtidos os valores médios de 11,39 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Testemunha 9,34 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) em afilhamento (APÊNDICES F e N) e 10,09 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Testemunha 14,18 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) em alongação (APÊNDICES G e O). Também não foram encontradas diferenças significativas para o fator produto, em ambos os estádios fenológicos avaliados. Já para o fator época, foram encontradas diferenças significativas apenas em afilhamento (APÊNDICES N e O). Nesse sentido, a época de aplicação que apresentou maior média foi AF, sendo classificada como grupamento “a”. As épocas AF+EL e EL apresentaram menores médias e foram classificadas como grupamento “d”. As épocas AS e AS+AF+EL apresentaram médias intermediárias, sendo classificadas como grupamento “b” e “c”, respectivamente (APÊNDICE N). Os valores médios dessa variável estão apresentados na figura 14.

Tratando-se dos desdobramentos dos fatores, foram encontradas diferenças significativas para ambos os estádios fenológicos. Em afilhamento, para o desdobramento do fator produto dentro do fator época, foi observado que para a época “EL”, os produtos Fertileader e Megafol apresentaram maiores médias, sendo classificados como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b” (APÊNDICE AA). Já para o desdobramento do fator época dentro do fator produto foi observado que, para os produtos Stimulate e Stimutrop, as épocas AS, AF e AS+AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”. As demais épocas por sua vez, foram classificadas como grupamento “b”. Já para o produto Megafol, apenas a época AF diferiu das demais, apresentando média superior e sendo, portanto, classificada como grupamento “a”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE AB).

Em alongação, foi encontrada diferença significativa apenas para o desdobramento do fator produto dentro do fator época. Nesse sentido, na época AF, o produto Megafol diferiu dos demais apresentando menor média e sendo classificado como grupamento “b”. Já os demais produtos apresentaram médias superiores e foram considerados estatisticamente iguais e classificados como grupamento “a” (APÊNDICE AC).

Figura 14. Média para a assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A) de folhas de trigo nos estágios de afilamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.



Em que: AS = após semeadura; AF = afilamento; AF+EL = afilamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após semeadura, afilamento e alongação.

Fonte: Da autora (2023).

Para a variável transpiração ( $E$ ), foram obtidos os valores médios de  $2,63 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Testemunha:  $2,38 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em afilhamento (APÊNDICES F e N) e  $0,85 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Testemunha:  $0,60 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em alongação (APÊNDICES G e O). Para  $E$  também não foram encontradas diferenças significativas para o fator produto em ambos os estádios fenológicos avaliados, apesar de terem sido encontradas para o fator época (APÊNDICES N e O). Em afilhamento, as épocas que apresentaram maiores médias foram AS e AF, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE N). Já em alongação, a época que apresentou maior média foi AS, sendo classificada como grupamento “a”. A época AS+AF+EL apresentou menor média, e, por isso, foi classificada como grupamento “c”. As demais épocas apresentaram médias intermediárias, sendo classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE O). Os valores médios dessa variável são apresentados na figura 15.

Foram encontradas diferenças significativas nos desdobramentos dos fatores para os resultados de ambos os estádios fenológicos. Nesse sentido, em afilhamento, ao considerar o desdobramento do fator produto dentro do fator época, foi observado que, para a época AS, os produtos Fertileader e Stimulate apresentaram maiores médias, sendo classificados como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b”. Já para a época EL, os produtos Megafol e Fertileader apresentaram maiores médias, sendo classificados como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b” (APÊNDICE AA).

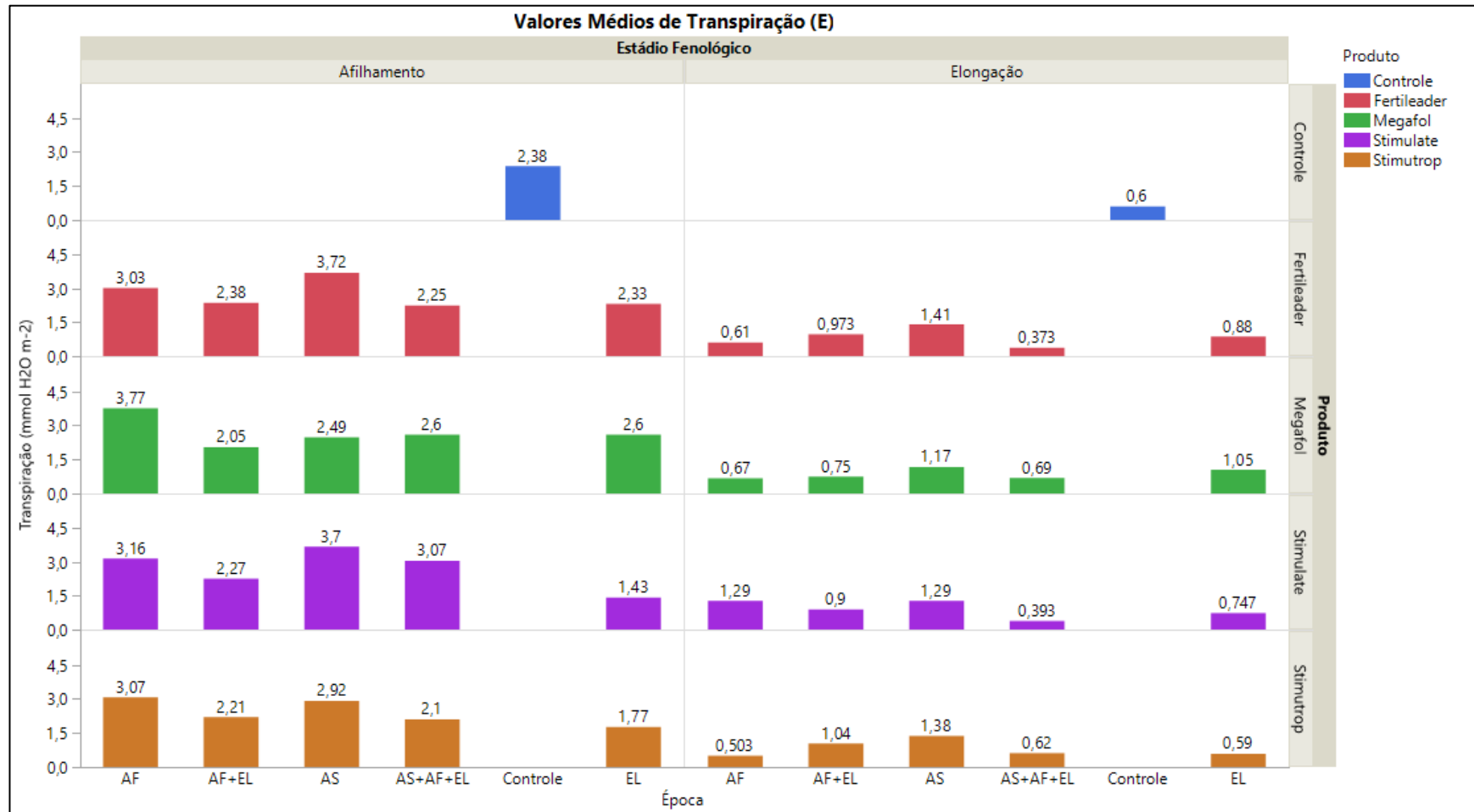
Já para o desdobramento do fator época dentro do fator produto, foi observado que, para o produto Stimulate, as épocas AS, AF e AS+AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”. Já as épocas AF+EL e EL apresentaram médias inferiores, sendo classificadas como grupamento “b” e “c”, respectivamente. Para o produto Megafol, apenas a época AF diferiu das demais, apresentando média superior. Por isso, foi classificada como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Já para os produtos Stimutrop e Fertileader, foi observado que as épocas AS e AF apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE AB).

Em alongação, foi observado para o desdobramento do fator produto, dentro do fator época, que o produto Stimulate diferiu dos demais, sendo classificado como grupamento “a” para a época AF. Os demais produtos foram classificados como grupamento “b” (APÊNDICE AC). Já para o desdobramento do fator época dentro do fator produto, foi observado que, para

o produto Stimulate, as épocas AS e AF apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais foram classificadas como grupamento “b”. Para o produto Stimutrop, as épocas que apresentaram maiores médias foram AS e AF+EL, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Para o produto Fertileader, a época que apresentou maior média foi AS, ficando no grupamento “a”. Já as épocas que apresentaram menores médias foram AF e AS+AF+EL, sendo classificadas como grupamento “c”. As demais épocas apresentaram médias intermediárias, sendo classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE AD).



Figura 15. Média para a transpiração ( $E$ ) de folhas de trigo nos estágios de afilamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.



Em que: AS = após semeadura; AF = afilamento; AF+EL = afilamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após semeadura, afilamento e alongação.

Fonte: Da autora (2023).

Tratando-se de condutância estomática ( $gs$ ), foram obtidos os valores médios de  $0,28 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Testemunha:  $0,24 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em afilhamento (APÊNDICES F e N) e  $0,04 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Testemunha:  $0,03 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em alongação (APÊNDICES G e O). Para essa variável também não foram observadas diferenças significativas para o fator produto em ambos os estádios fenológicos avaliados, apenas para o fator época (APÊNDICES N e O). Nesse contexto, na avaliação em afilhamento, a época que apresentou maior média foi AF, sendo classificada como grupamento “a”. Em sequência, a época AS foi classificada como grupamento “b”, as épocas AF+EL e AS+AF+EL foram classificadas como grupamento “c” e a época “EL” foi classificada como grupamento “d” (apêndice N). Já em alongação, apenas a época AS diferiu das demais, sendo classificada como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE O). Os valores médios dessa variável estão apresentados na figura 16.

Para os desdobramentos dos fatores, foram encontradas diferenças significativas em ambos os estádios fenológicos avaliados. Nesse contexto, e considerando o desdobramento do fator produto dentro do fator época, em afilhamento, foi observado que para a época AS, apenas o produto Megafol diferiu dos demais, sendo classificado como grupamento “b”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “a”. Já para a época AF, os produtos que apresentaram maiores médias foram Megafol e Fertileader, sendo classificados como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b”. Já para a época EL, apenas o produto Megafol diferiu dos demais, apresentando média superior e sendo classificado como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b”. Já na época AF+EL, apenas o produto Fertileader diferiu dos demais, sendo classificado como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b”. Na época AS+AF+EL, apenas o produto Stimulate diferiu dos demais, sendo classificado como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b” (APÊNDICE AA).

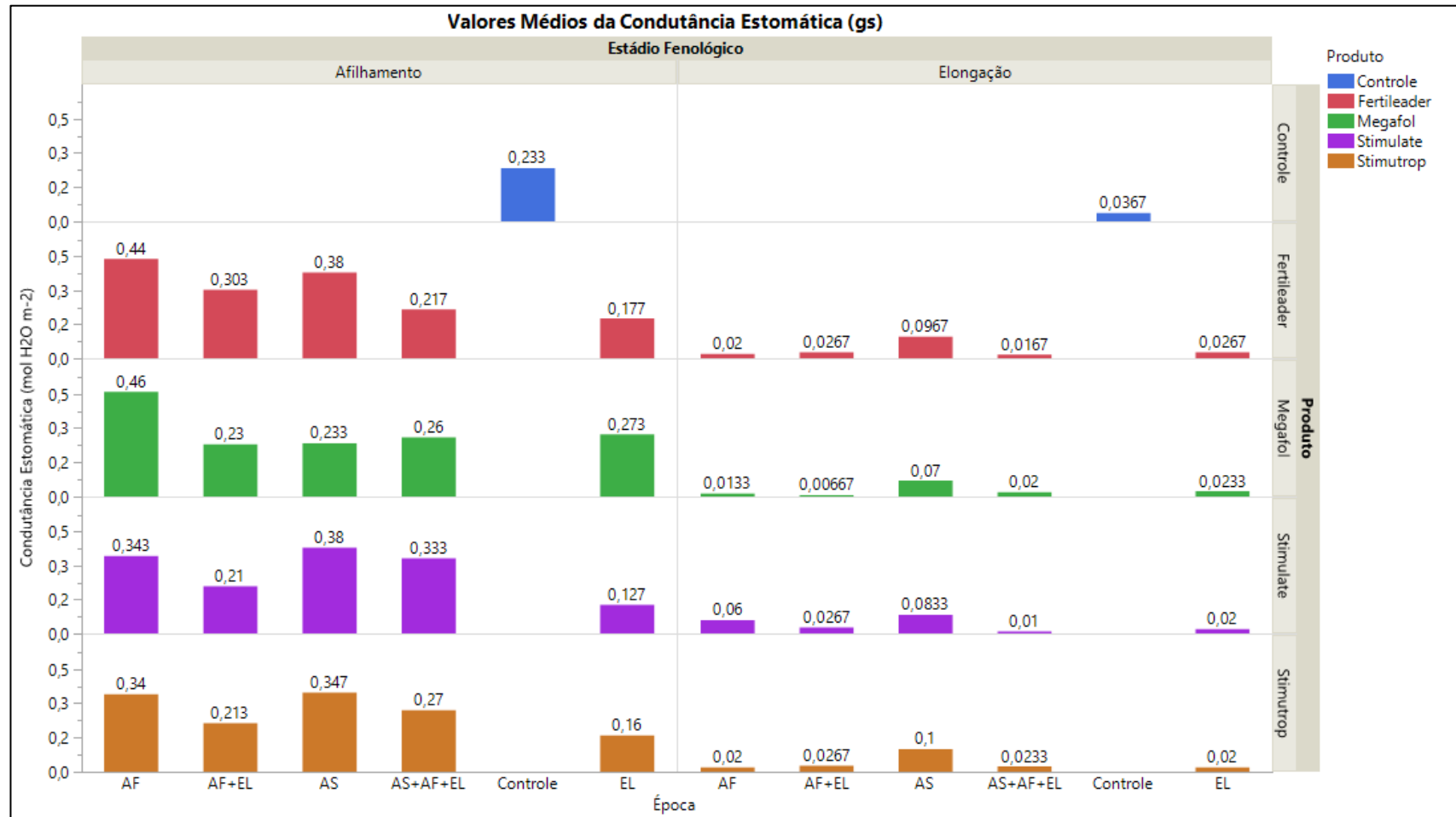
Tratando-se do desdobramento do fator época dentro do fator produto, em afilhamento, foi observado que, para o produto Stimulate, as épocas AS, AF e AS+AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”. A época AF+EL apresentou média intermediária, sendo classificada como grupamento “b”, enquanto a época EL apresentou menor média, sendo classificada como grupamento “c”. Para o produto Stimutrop, as épocas que apresentaram maiores médias foram AS e AF, sendo classificadas como grupamento “a”. As épocas AF+EL e AS+AF+EL apresentaram médias intermediárias,

sendo classificadas como grupamento “b”, enquanto a época EL apresentou menor média, sendo classificada como grupamento “c” (APÊNDICE AB).

Para o produto Megafol, apenas a época AF diferiu das demais, sendo classificada como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Já para o produto Fertileader, as épocas que apresentaram maiores médias foram AS e AF, sendo classificadas como grupamento “a”. A época AF+EL apresentou média intermediária, sendo classificada como grupamento “b” e as épocas EL e AS+AF+EL apresentaram médias inferiores às demais, sendo classificadas como grupamento “c” (APÊNDICE AB).

Em alongação não foram encontradas diferenças significativas para o desdobramento do fator produto dentro do fator época (APÊNDICE AC). No desdobramento do fator época dentro do fator produto, no entanto, foi observado que, para os produtos Fertileader e Stimutrop, a época AS diferiu das demais, sendo classificada como grupamento “a”, enquanto as demais épocas de aplicação foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE AD).

Figura 16. Média para a condutância estomática ( $gs$ ) de plantas de trigo nos estágios de afilamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.



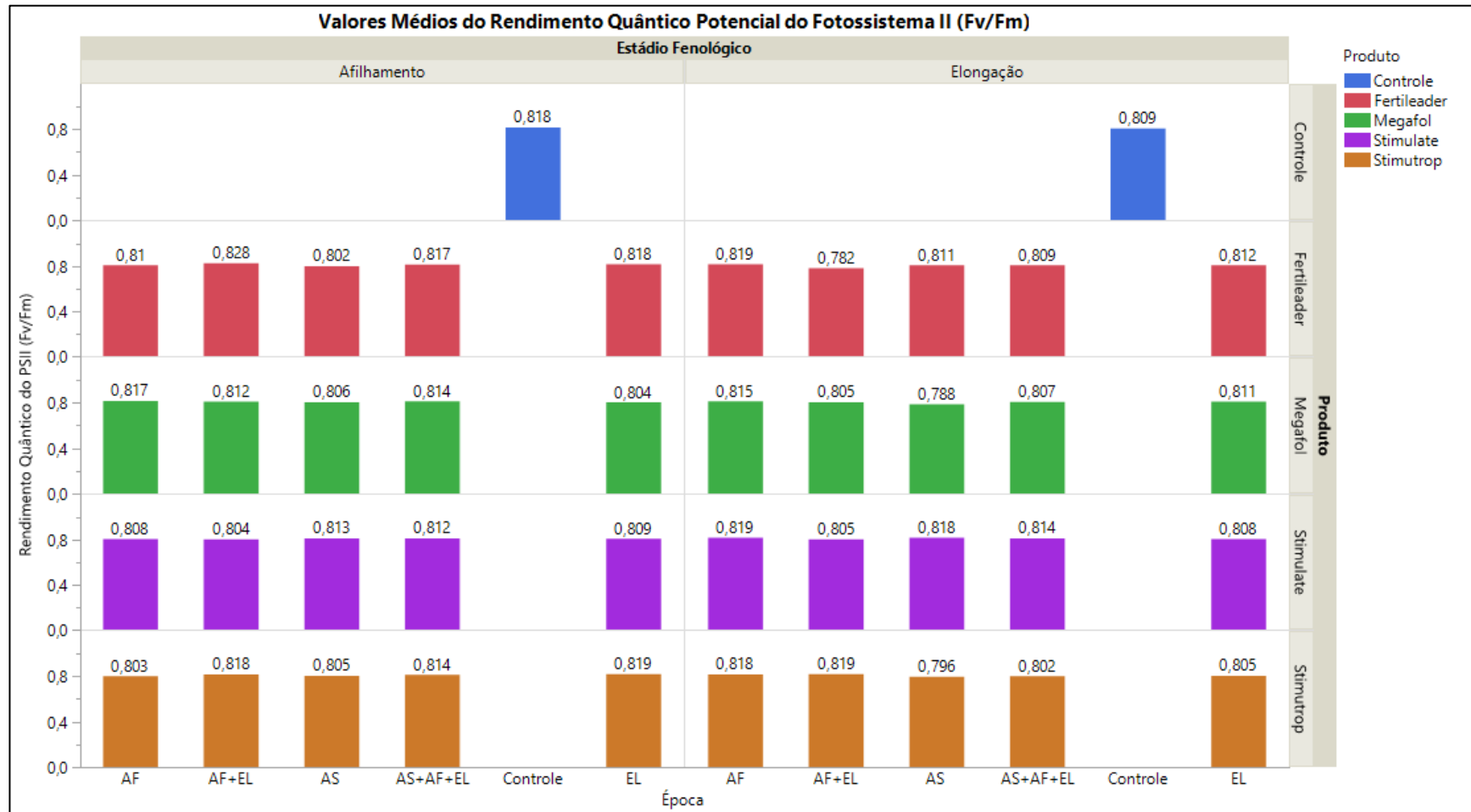
Em que: AS = após semeadura; AF = afilamento; AF+EL = afilamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após semeadura, afilamento e alongação.

Fonte: Da autora (2023).

Tratando-se da variável rendimento quântico potencial do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ) foram obtidos os valores médios de 0,81 (Testemunha:0,82) em afilhamento (APÊNDICES F e N) e 0,81 (Testemunha:0,81) em alongação (APÊNDICES G e O). Para  $F_v/F_m$  também não foram encontradas diferenças significativas para ambos os fatores, tanto em afilhamento como em alongação, de acordo com o teste de médias de Scott Knott (APÊNDICES N e O). Os valores médios dessa variável estão apresentados na figura 17. Em afilhamento, os desdobramentos dos fatores também não foram significativos (APÊNDICES AA e AB).

Já para alongação, foram observadas algumas diferenças significativas. Tratando-se do desdobramento do fator produto, dentro do fator época, foi observado que para a época AS, os produtos Stimulate e Fertileader apresentaram médias superiores aos demais, sendo, portanto, classificados como grupamento “a”. Os demais produtos foram classificados como grupamento “b”. Já para a época de aplicação AF+EL, apenas o produto Fertileader diferiu dos demais, sendo classificado como grupamento “b”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “a” (APÊNDICE AC). Já para o desdobramento do fator época de aplicação, dentro do fator produto, foi notado que para o produto Fertileader, a época AF+EL diferiu das demais, apresentando menor média e sendo classificada como grupamento “b”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “a” (APÊNDICE AD).

Figura 17. Média para o rendimento quântico do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ) de plantas de trigo nos estágios de afilhamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.



Em que: AS = após sementeira; AF = afilhamento; AF+EL = afilhamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após sementeira, afilhamento e alongação.

Fonte: Da autora (2023).

Para a variável *quenching* não fotoquímico (NPQ), foram obtidos os valores médios de 1,10 (Testemunha: 0,94) em afilhamento (APÊNDICES F e N) e 1,15 (Testemunha: 1,06) em alongação (APÊNDICES G e O). Em NPQ não foram encontradas diferenças significativas para o fator produto, apenas para o fator época, em ambos os estádios fenológicos avaliados (APÊNDICES N e O). Em afilhamento, a época EL apresentou média superior, diferindo das demais e sendo classificada como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE N). Já em alongação as épocas AS e AS+AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Os valores médios dessa variável estão apresentados na figura 18.

Em afilhamento, foi observado para o desdobramento do fator produto, dentro do fator época, que para a época EL, o produto Megafol apresentou maior média, diferindo dos demais produtos e sendo classificado como grupamento “a”, enquanto os demais foram classificados como grupamento “b” (APÊNDICE AA). Nesse cenário, o desdobramento inverso também foi significativo, ou seja, para o desdobramento do fator época dentro do fator produto, para o produto Megafol, a época de aplicação que apresentou média superior às demais, sendo classificada como grupamento “a”, foi a EL (APÊNDICE AB).

Em alongação, tratando-se do desdobramento do fator produto dentro do fator época, foi observada diferença significativa apenas na época AF+EL, em que os produtos Stimulate e Stimutrop apresentaram médias superiores às demais, sendo classificados como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b” (APÊNDICE AC). Já para o desdobramento do fator época dentro do fator produto, somente foi encontrada diferença significativa para o fator Fertileader. Nesse sentido, apenas a época AF+EL diferiu das demais, apresentando média inferior e sendo, portanto, classificada como grupamento “b”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “a” (APÊNDICE AD).

Figura 18. Média para a variável *quenching* não fotoquímico (NPQ) de plantas de trigo nos estágios de afilamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.



Em que: AS = após semeadura; AF = afilamento; AF+EL = afilamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após semeadura, afilamento e alongação.

Fonte: Da autora (2023).



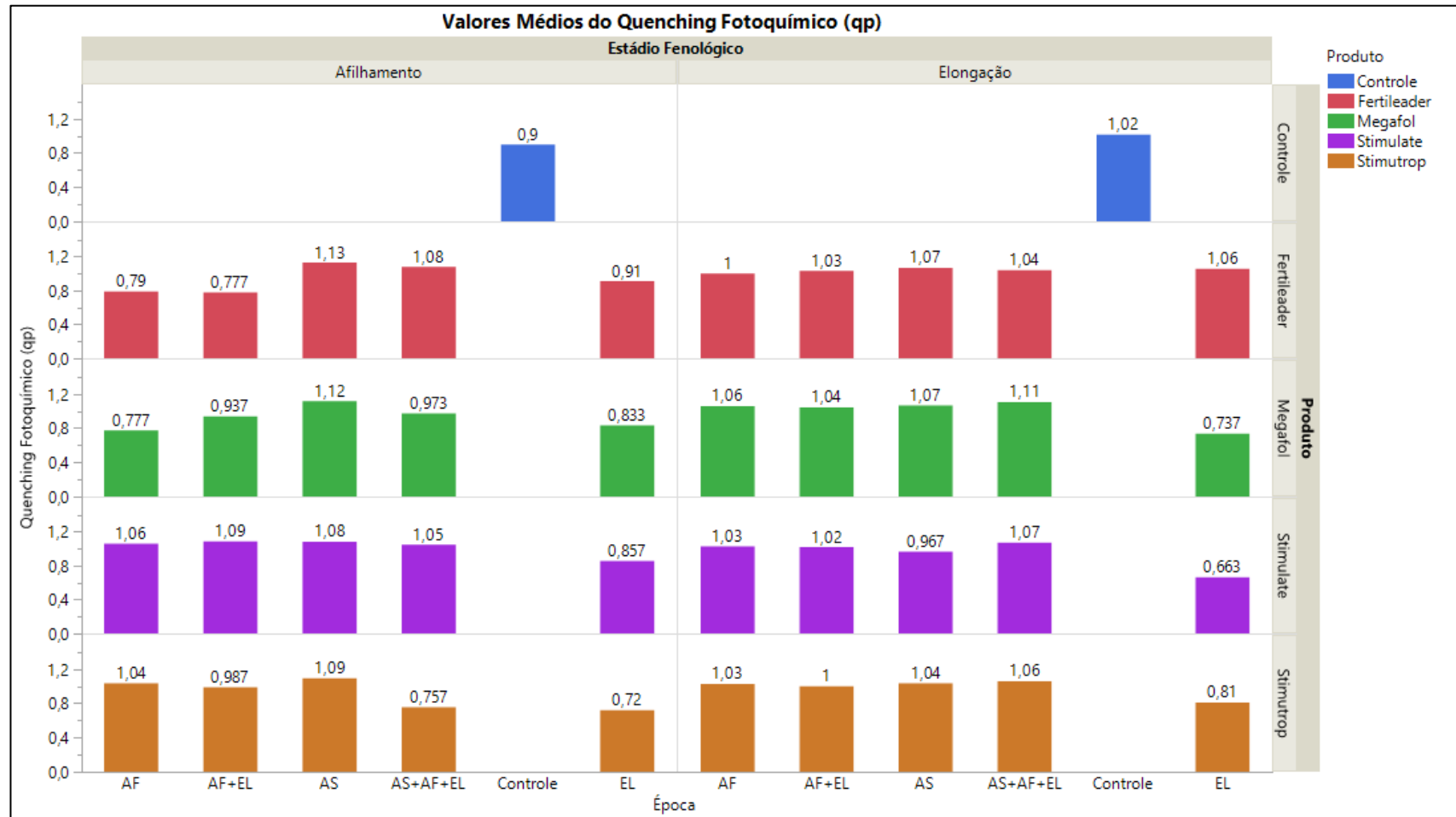
Para a variável *quenching* fotoquímico ( $q_p$ ) foram obtidos os valores médios de 0,95 (Testemunha:0,90) em afilhamento (APÊNDICES F e N) e 1,00 (Testemunha: 1,01) em alongação (APÊNDICES G e O). Para essa variável também não foram encontradas diferenças significativas para o fator produto, apenas para o fator época de aplicação, em ambos os estádios fenológicos avaliados (APÊNDICES N e O). Em afilhamento, foi observado que apenas a época AS diferiu das demais, sendo classificada como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE N). Já em alongação, foi observado que apenas a época EL diferiu das demais, apresentando menor média e sendo classificada como grupamento “b”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “a” (APÊNDICE O). Os valores médios obtidos para essa variável estão apresentados na figura 19.

Tratando-se dos desdobramentos dos fatores foram observadas diferenças significativas para ambos os estádios fenológicos. Nesse sentido, para a fase de afilhamento e considerando o desdobramento do fator produto dentro do fator época, foi observado que, para a época AF, os produtos que apresentaram maiores médias foram Stimulate e Stimutrop, sendo classificados como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b”. Já para a época AS+AF+EL, apenas o produto Stimutrop diferiu dos demais, apresentando menor média e sendo classificado como grupamento “b”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “a” (APÊNDICE AA).

Para o desdobramento do fator época dentro do fator produto, foi observado que, para o produto Stimutrop, as épocas que apresentaram maiores médias foram AS, AF e AF+EL, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Já para o produto Fertileader, as épocas que apresentaram maiores médias foram AS e AS+AF+EL, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE AB).

Já em alongação, nos desdobramentos do fator produto dentro do fator época, foi observado que, para a época EL, o produto Fertileader diferiu dos demais, apresentando maior média e sendo classificado como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b” (APÊNDICE AC). Já para o desdobramento do fator época dentro do fator produto, foi observado que, para os produtos Megafol, Stimulate e Stimutrop, a época EL diferiu das demais, apresentando menor média e sendo classificada como grupamento “b” (APÊNDICE AD).

Figura 19. Média para a variável *quenching* fotoquímico ( $q_p$ ) de plantas de trigo nos estágios de afilhamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.



Em que: AS = após sementeira; AF = afilhamento; AF+EL = afilhamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após sementeira, afilhamento e alongação.

Fonte: Da autora (2023).

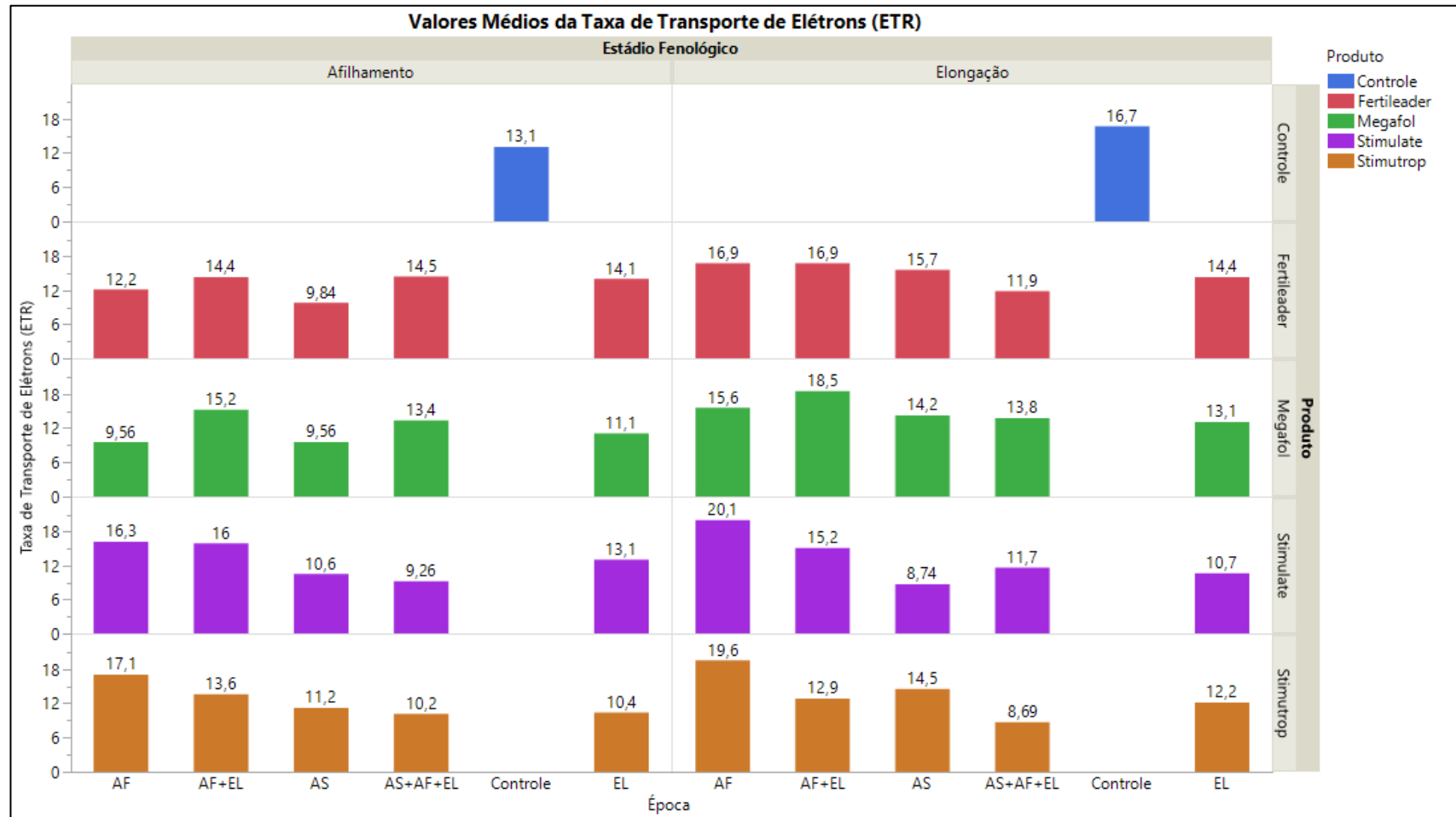
Para a variável taxa de transporte de elétrons (ETR) foram obtidos os valores médios de 12,60 (Testemunha: 13,06) em afilhamento (APÊNDICES F e N) e 14,37 (Testemunha: 16,67) em alongação (APÊNDICES G e O). Nessa variável também foram encontradas diferenças significativas apenas para o fator época, em ambos os estádios fenológicos avaliados (APÊNDICES N e O). Nesse sentido, em afilhamento, foi observado que as épocas que apresentaram maiores médias foram AF e AF+EL. As épocas EL e AS+AF+EL apresentaram médias intermediárias, sendo classificadas como grupamento “b”, enquanto a época AS apresentou menor média, sendo classificada como grupamento “c” (APÊNDICE N). Em alongação, de forma semelhante, as épocas AF e AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”. As demais épocas apresentaram médias inferiores, sendo classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE O). Os valores médios dessa variável estão apresentados na figura 20.

Tratando-se dos desdobramentos dos fatores, foram encontradas diferenças significativas em ambos os estádios fenológicos. Em afilhamento, no desdobramento do fator produto dentro do fator época, foi observado que, para a época AF, os produtos que apresentaram maiores médias foram Stimulate e Stimutrop, sendo classificados como grupamento “a” e os demais produtos como grupamento “b”. Já na época AS+AF+EL, de forma inversa, os produtos Stimulate e Stimutrop apresentaram menores médias e foram classificados como grupamento “b”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “a” (APÊNDICE AA).

No desdobramento do fator época dentro do fator produto, no entanto, foi observado que, para o produto Stimulate, as épocas AF, EL e AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Já para o produto Stimutrop, a época AF apresentou média superior às demais, sendo classificada como grupamento “a”. A época AF+EL apresentou média intermediária, sendo classificada como grupamento “b” e as demais épocas apresentaram médias inferiores, sendo classificadas como grupamento “c”. Para o produto Megafol, as épocas AF+EL e AS+AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Para o produto Fertileader, as épocas EL, AF+EL e AS+AF+EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE AB).

Em alongação, nos desdobramentos do fator produto dentro do fator época, foi observado que para a época AS, o produto Stimulate diferiu dos demais, sendo classificado como grupamento “b”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “a” (APÊNDICE AC). Já para o desdobramento do fator época dentro do produto, foi observado que, para o produto Stimutrop, a época AF diferiu das demais, apresentando maior média e sendo classificada como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Já para o produto Stimulate, de forma semelhante, a época AF também apresentou média superior, sendo classificada como grupamento “a”. No entanto, nesse caso, a época AF+EL apresentou média intermediária, sendo classificada como grupamento “b” e as demais épocas apresentaram médias inferiores, sendo classificadas como grupamento “c” (APÊNDICE AD).

Figura 20. Média para a variável taxa de transporte de elétrons (ETR) de plantas de trigo nos estágios de afilamento e alongação cultivadas em casa de vegetação (E4), do ensaio realizado no ano de 2022.

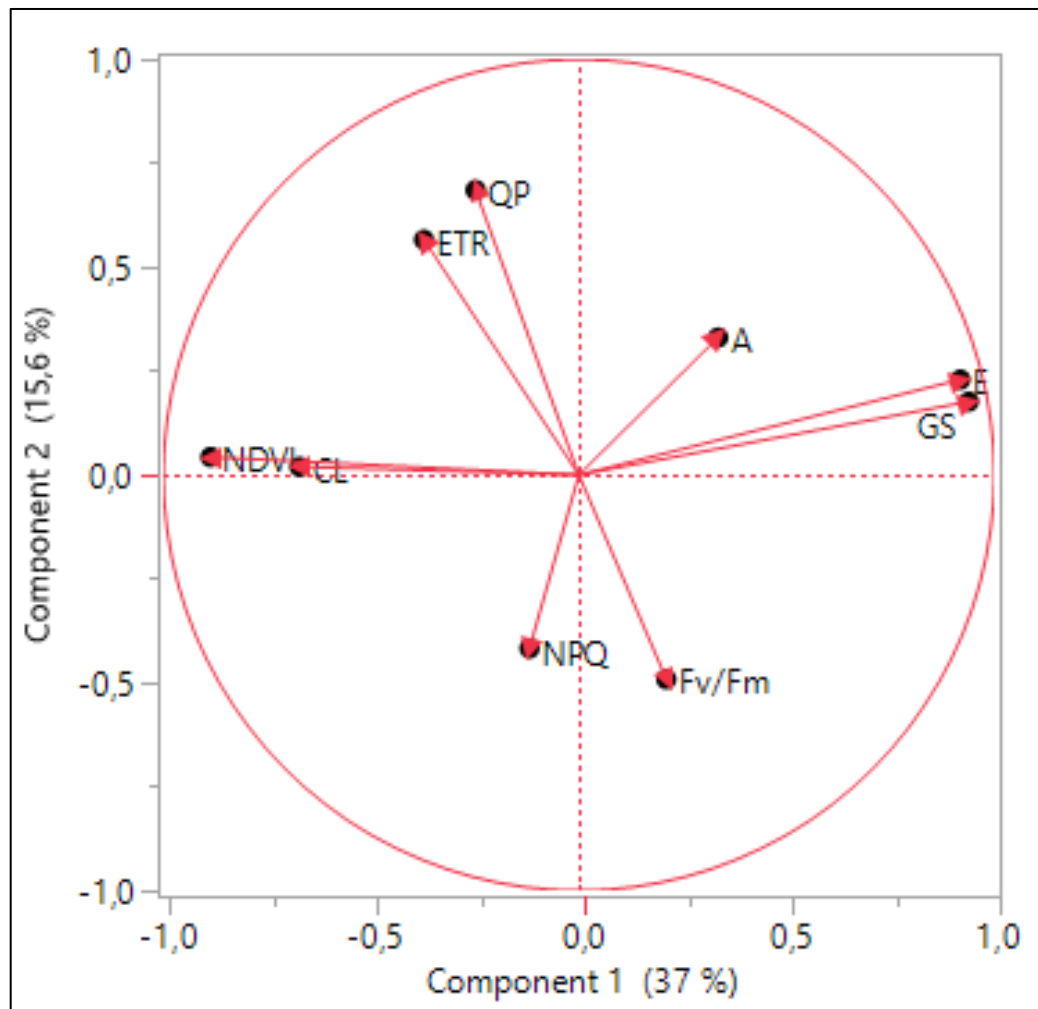


Em que: AS = após sementeira; AF = afilamento; AF+EL = afilamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após sementeira, afilamento e alongação.

Fonte: Da autora (2023).

Para as análises fisiológicas também foi realizada a análise de componentes principais (PCA), para compreender a relação entre os resultados. Dessa forma, o que pode ser observado na figura 21, é que os componentes principais 1 (CP1) e 2 (CP2) acumulam juntos 52,6% da explicação de proporção da variância total. Também é possível compreender que as características  $E$  e  $g_s$  estão altamente relacionadas, assim como as características ETR e  $q_p$ , e NDVI e clorofila. Também pode ser observado que as características que apresentam menor representatividade na explicação dessa análise são  $A$ , NPQ e  $F_v/F_m$  devido ao menor comprimento dos vetores e, por consequência, essas características são as que possuem menor relação com as demais características descritas.

Figura 21. Análise de componentes principais (PCA) dos parâmetros fisiológicos avaliados em casa de vegetação (E4), no ano de 2022.



Legenda: CL = Teor de Clorofila; NDVI = índice de vegetação da diferença normalizada; A = assimilação líquida de  $CO_2$ ; E = Transpiração; GS = Condutância estomática;  $F_v/F_m$  = Rendimento Quântico do Fotossistema II; NPQ = Dissipação não-fotoquímica;  $q_p$  = Quenching Fotoquímico; ETR = Taxa de transporte de elétrons.

Fonte: Da autora (2023).

### 3.3 ANÁLISES DE SEMENTES

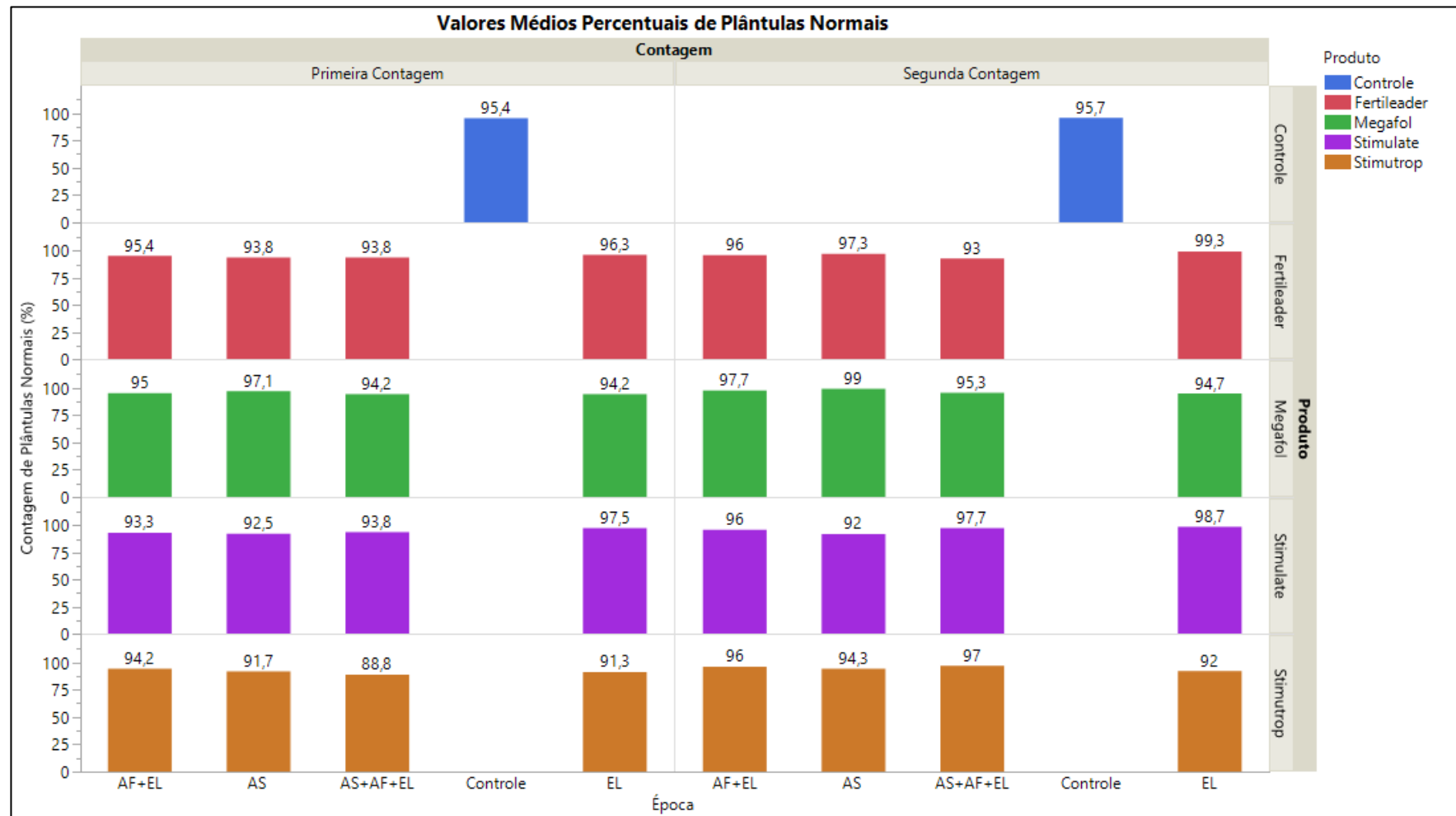
As análises de sementes apresentaram resultados com CV (%) que variou de 2,88 para a variável PC a 20,44 para a variável MO (APÊNDICE H). Na avaliação de primeira contagem (PC), que é uma das avaliações de vigor, foi obtido o valor médio percentual de 94% (Testemunha: 95,42%), sendo que foram observadas diferenças significativas apenas para o fator produto (APÊNDICES H e P). Nesse caso, foi observado que o produto Stimutrop diferiu dos demais, apresentando menor média e sendo classificado como grupamento “b”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “a” (APÊNDICE P). Os valores médios dessa variável, apresentados em percentual, podem ser observados na figura 22.

Para os desdobramentos dos fatores só foram observadas diferenças significativas para o desdobramento do fator produto, dentro do fator época (APÊNDICE AE e AF). Nesse caso, foi observado que, para a época AS+AF+EL o produto Stimutrop diferiu dos demais, apresentando média inferior e sendo classificado como grupamento “b”. Os demais produtos foram classificados como grupamento “a” (APÊNDICE AE).

O teste de germinação (G), representado pela segunda contagem de plântulas normais, apresentou valor médio percentual de 95,98% (Testemunha:95,67%) e não demonstrou diferença significativa para os produtos e épocas avaliados (APÊNDICES H e P). Os valores médios apresentados em percentual podem ser observados na figura 22. No entanto, para os desdobramentos dos fatores, foram encontradas diferenças significativas, como demonstrado nos Apêndices AE e AF.

Tratando-se dos desdobramentos do fator produto dentro do fator época, foi observado que, para a época AS, os produtos que apresentaram maiores médias foram Megafol e Fertileader, sendo ambos classificados como grupamento “a”. Os demais produtos foram classificados como grupamento “b”. Já para a época EL, os produtos que apresentaram maiores médias foram Fertileader e Stimulate, sendo classificados como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b” (APÊNDICE AE). Já para o desdobramento do fator época, dentro do fator produto, foi observada diferença significativa apenas para o Stimulate, sendo que nesse caso, apenas a época AS diferiu das demais, sendo classificada como grupamento “b”, enquanto as demais foram classificadas como grupamento “a” (APÊNDICE AF).

Figura 22. Média para as características primeira contagem (PC) e germinação (G) das sementes colhidas no ensaio E1 realizado no ano de 2022.



Em que: AS = após semeadura; AF = afilhamento; AF+EL = afilhamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após semeadura, afilhamento e alongação.

Fonte: Da autora (2023).



Para a variável plântulas anormais (AN) foi obtido o valor médio percentual de 2,61% (Testemunha:4,38%), sendo observadas diferenças significativas somente para o fator produto (APÊNDICES H e P). Nesse caso, foi observado que, de forma inversa à observada para PC, o produto Stimutrop apresentou maior média que os demais produtos, sendo classificado como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b” (APÊNDICE P). Os valores médios dessa variável, apresentados em percentual, estão descritos na figura 23.

Nesse parâmetro também foram encontradas diferenças significativas para os desdobramentos dos fatores. Para o desdobramento do fator produto dentro do fator época, foi observado que, para a época AS, os produtos Stimulate e Stimutrop apresentaram médias superiores aos demais, sendo classificados como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b”. Para a época AF+EL foi observado que os produtos Fertileader e Stimulate apresentaram médias superiores aos demais, sendo classificados como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificadas como grupamento “b”. Para a época EL o produto que apresentou maior média foi o Stimutrop, sendo classificado como grupamento “a”. Os produtos Megafol e Fertileader apresentaram médias inferiores, sendo classificados como grupamento “b” e o produto Stimulate apresentou a menor média entre eles, sendo classificado como grupamento “c” (APÊNDICE AE).

Para o desdobramento do fator época, dentro do fator produto, foi observado que, para o produto Stimulate, a época EL apresentou menor média, diferindo das demais e sendo classificada como grupamento “b”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “a”. Já para o produto Stimutrop as épocas AS e EL apresentaram médias superiores às demais, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais foram classificadas como grupamento “b”. Para o produto Fertileader a época AF+EL diferiu das demais, apresentando média superior e sendo classificada como grupamento “a”, enquanto as demais foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE AF).

Para a variável sementes mortas (MO), foi obtido o valor médio percentual de 2,65% (Testemunha: 3,13%), sendo encontradas diferenças significativas tanto para o fator produto, quanto para o fator época (APÊNDICES H e P). Para o fator produto, foi observado que o Stimutrop apresentou maior média que os demais, sendo classificado como grupamento “a”. Os produtos Fertileader e Stimulate apresentaram médias intermediárias e foram classificados como grupamento “b” e o Megafol apresentou a menor média entre eles, sendo classificado como grupamento “c”. Para o fator época, foi observado que, a época AS+AF+EL apresentou

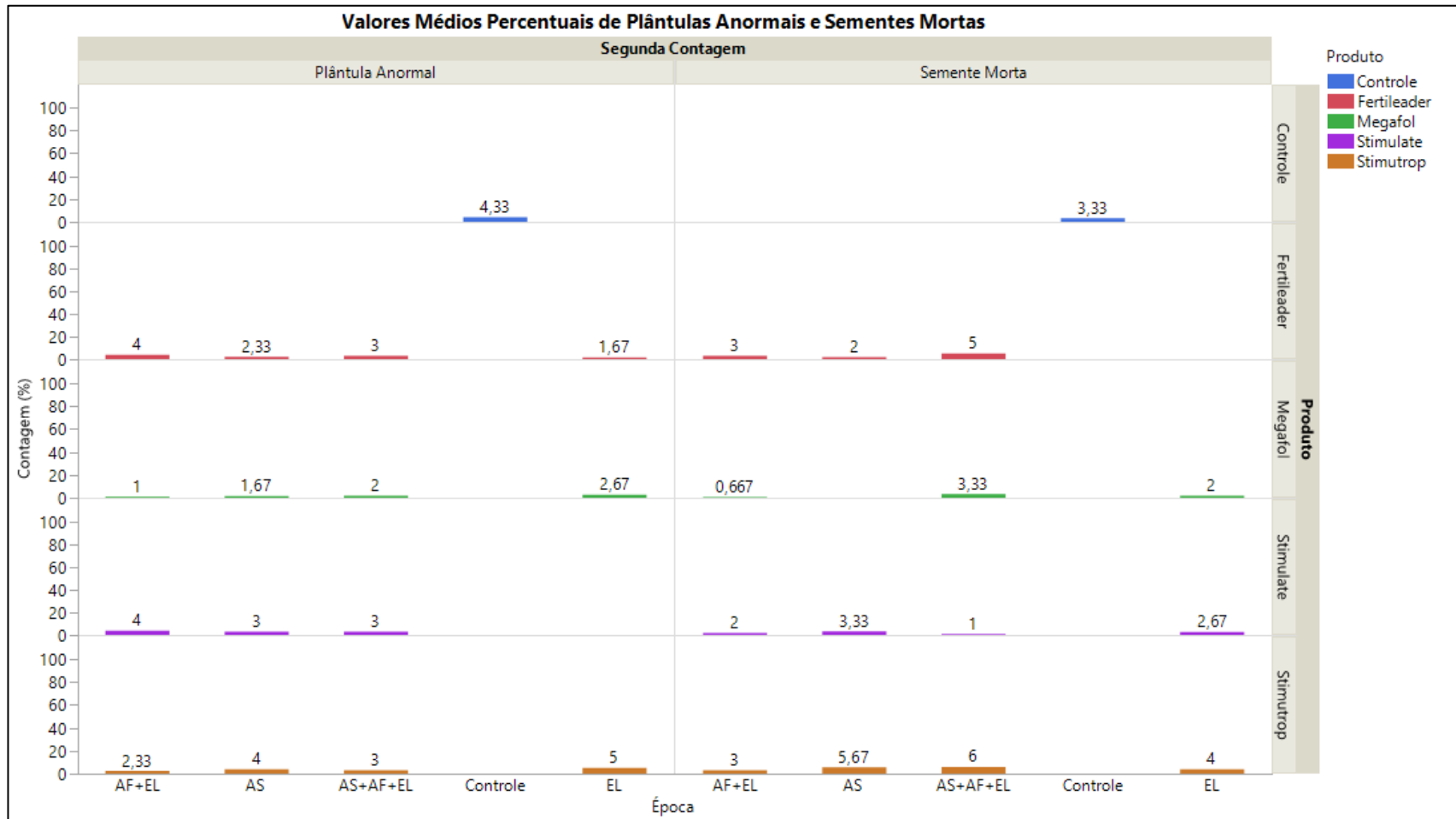
média superior às demais, sendo classificada como grupamento “a”. A época AS apresentou média intermediária e foi classificada como grupamento “b” e as épocas EL e AF+EL apresentaram as menores médias, sendo classificadas como grupamento “c”. As médias dessa variável, apresentadas em percentual, estão descritas na figura 23.

Para os desdobramentos dos fatores também foram encontradas diferenças significativas. Nesse caso, para o desdobramento do fator produto dentro do fator época, foi observado que, para a época AS, o produto Stimutrop apresentou maior média, sendo classificada como grupamento “a”. Os produtos Stimulate, Fertileader e Megafol apresentaram médias decrescentes, sendo classificados como grupamento “b”, “c” e “d”, respectivamente. Para a época AF+EL, foi observado que apenas o produto Megafol diferiu dos demais, apresentando menor média e sendo classificado como grupamento “b”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “a”. Para a época EL, foi observado que o produto Stimutrop apresentou maior média, sendo classificado como grupamento “a”. Os produtos Stimulate e Megafol apresentaram médias intermediárias, sendo classificados como grupamento “b” e o produto Fertileader apresentou menor média, sendo classificado como grupamento “c”. Para a época AS+AF+EL, foi observado que os produtos Stimutrop, Fertileader, Megafol e Stimulate apresentaram médias decrescentes, sendo classificados como grupamentos “a”, “b”, “c” e “d”, respectivamente (APÊNDICE AE).

Para o desdobramento do fator época dentro do fator produto, foi observado que, para o produto Stimulate, as épocas AS e EL apresentaram maiores médias, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Para o produto Stimutrop, as épocas AS e AS+AF+EL apresentaram maiores médias, sendo classificadas como grupamento “a”. As épocas EL e AF+EL apresentaram médias inferiores em ordem decrescente e foram classificadas como grupamentos “b” e “c”, nessa ordem. Para o produto Megafol, a época que apresentou maior média foi AS+AF+EL. A época EL apresentou média intermédia, sendo classificada como grupamento “b” e as demais épocas apresentaram médias inferiores, sendo classificadas como grupamento “c”. Para o produto Fertileader, a época que apresentou maior média foi AS+AF+EL, sendo classificada como grupamento “a”. A época que apresentou menor média foi EL, sendo classificada como grupamento “c”. As demais épocas apresentaram médias intermediárias e foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE AF).

Para a variável sementes duras, foi encontrado o valor zero para todos os tratamentos e por isso, os resultados dessa variável não foram descritos e nem apresentados nos gráficos e nos apêndices.

Figura 23. Média para as características plântulas anormais (AN) e sementes mortas (MO), das sementes colhidas no ensaio E1 realizado no ano de 2022.



Em que: AS = após sementeira; AF = afileamento; AF+EL = afileamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após sementeira, afileamento alongação.

Fonte: Da autora (2023).

Para a variável comprimento de coleótilo + mesocótilo (CCM), foi obtido o valor médio de 2,49 cm (Testemunha: 2,90 cm), sendo encontradas diferenças significativas apenas para o fator época (APÊNDICES H e P). Nesse caso, a época que apresentou maior média foi AS+AF+EL, sendo classificada como grupamento “a” e época que apresentou menor média foi AF+EL, sendo classificada como grupamento “c”. As demais épocas apresentaram médias intermediárias, sendo classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE P). Os valores médios dessa variável estão apresentados na figura 24.

Não foram encontradas diferenças significativas para os desdobramentos do fator produto dentro do fator época (APÊNDICE AE). Para o desdobramento do fator época dentro do fator produto, foi observado que, para os produtos Stimulate e Fertileader, a época AS+AF+EL diferiu das demais, sendo classificada como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Para o produto Megafol, a época AS+AF+EL também apresentou médias superior às demais, sendo classificada como grupamento “a”. A época AF+EL apresentou menor média, sendo classificada como grupamento “c” e as demais épocas apresentaram médias intermediárias, sendo classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE AF).

Para a variável comprimento de raiz primária (CRP), foi obtido o valor médio de 4,79 cm (Testemunha: 5,17 cm) e não foram encontradas diferenças significativas para o fator produto. No entanto, o fator época foi significativo, sendo que as épocas AS+AF+EL e EL apresentaram médias superiores às demais e foram classificadas como grupamento “a”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICES H e P). Os valores médios dessa variável estão apresentados na figura 24.

Tratando-se dos desdobramentos dos fatores, também foram encontradas significâncias. Para o fator produto dentro do fator época, foi verificado que o produto Stimulate apresentou melhores médias comparado aos demais produtos para a época AS+AF+EL e, portanto, foi classificado como grupamento “a”. Os demais produtos foram classificados como grupamento “b” para essa mesma época (APÊNDICE AE). Tratando-se do desdobramento inverso, do fator época dentro do fator produto foram encontradas significâncias semelhantes. Isso porque, para o produto Stimulate, a época AS+AF+EL apresentou média superior às demais épocas, sendo, portanto, classificada como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE AF).

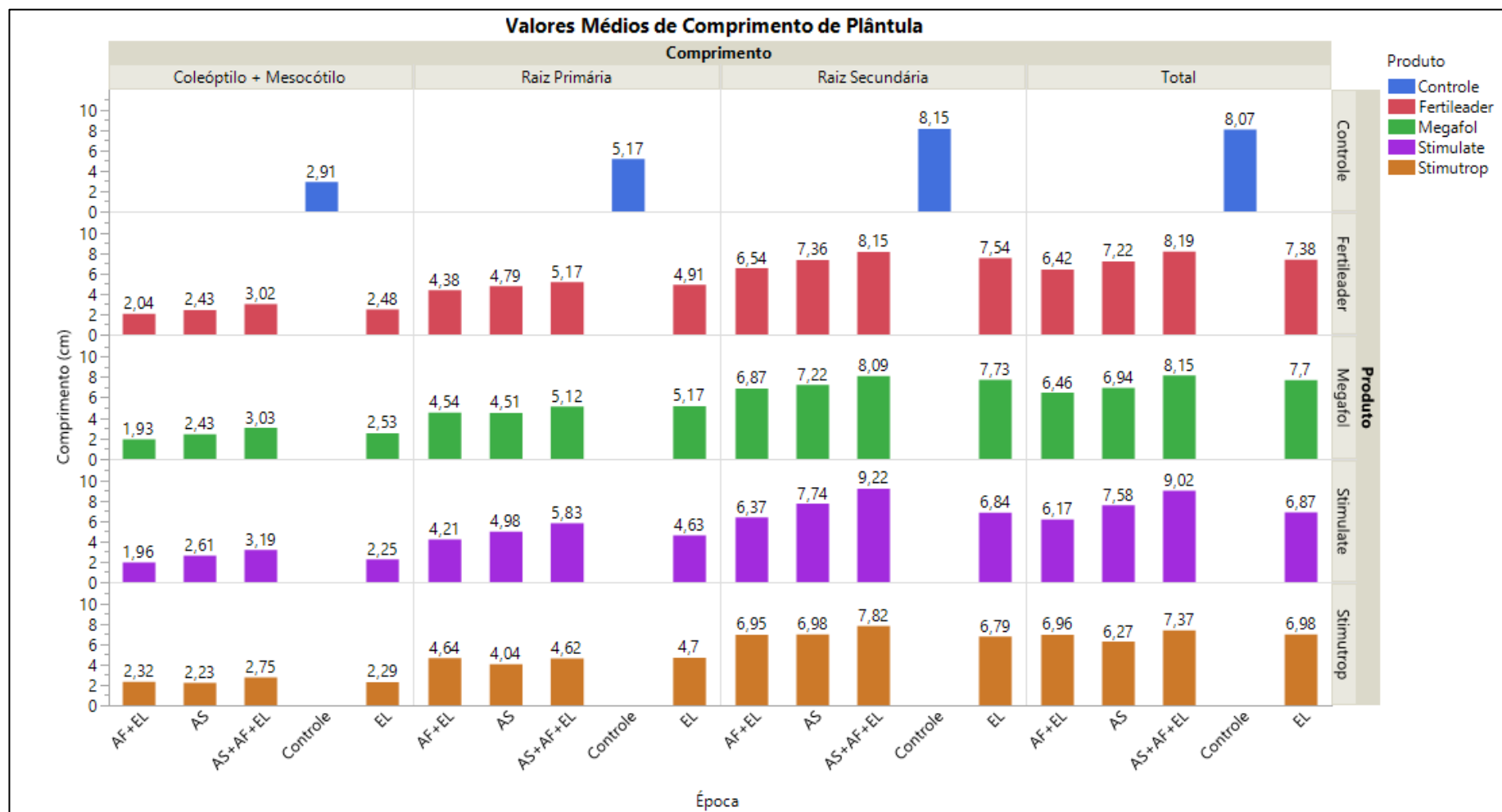
Para a variável comprimento de raízes secundárias (CRS) foi obtido o valor médio de 7,43 cm (Testemunha: 8,15 cm) e encontrados resultados semelhantes à variável CRP. Isso porque, para essa variável também não foram encontradas diferenças significativas para o fator produto, apenas para o fator época (APÊNDICES H e P). Nesse sentido, o que foi observado é que a época AS+AF+EL apresentou melhor média comparada às demais e, por isso, foi classificada como grupamento “a”. As demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE P). Os valores médios dessa variável estão apresentados na figura 24.

Tratando-se dos desdobramentos dos fatores, somente foi encontrada diferença significativa para o desdobramento do fator época dentro do fator produto (APÊNDICES AE e AF). Nesse caso, para o produto Stimulate, a época AS+AF+EL apresentou média superior às demais, sendo classificada como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE AF).

Para a variável comprimento total de plântula (CT), foi obtido o valor médio de 7,28 cm (Testemunha: 8,07 cm) e encontradas diferenças significativas somente para o fator época (APÊNDICES H e P). Nesse caso, a época que apresentou maior média foi AS+AF+EL, sendo classificada como grupamento “a”. As épocas AS e EL foram consideradas estatisticamente iguais, sendo classificadas como grupamento “b”. Já a época AF+EL foi classificada como grupamento “c”, por ter apresentado menor média para essa variável. Os valores médios dessa variável estão apresentados na figura 24.

Tratando-se dos desdobramentos dos fatores, só foram encontradas diferenças significativas do desdobramento do fator época dentro do fator produto (APÊNDICES AE e AF). Nesse sentido, para o produto Megafol, as épocas AS+AF+EL e EL apresentaram maiores médias, sendo classificadas como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b”. Já para o produto Stimulate, a época AS+AF+EL apresentou maior média, sendo classificada como grupamento “a”, enquanto as demais épocas foram classificadas como grupamento “b” (APÊNDICE AF).

Figura 24. Médias para as características comprimento de coleótilo + mesocótilo (CCM), comprimento de raiz primária (CRP), comprimento de raiz secundária (CRS) e comprimento total (CT) de plântulas germinadas a partir das sementes colhidas no ensaio E1 realizado no ano de 2022.



Em que: AS = após semeadura; AF = afilamento; AF+EL = afilamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após semeadura, afilamento e alongação.

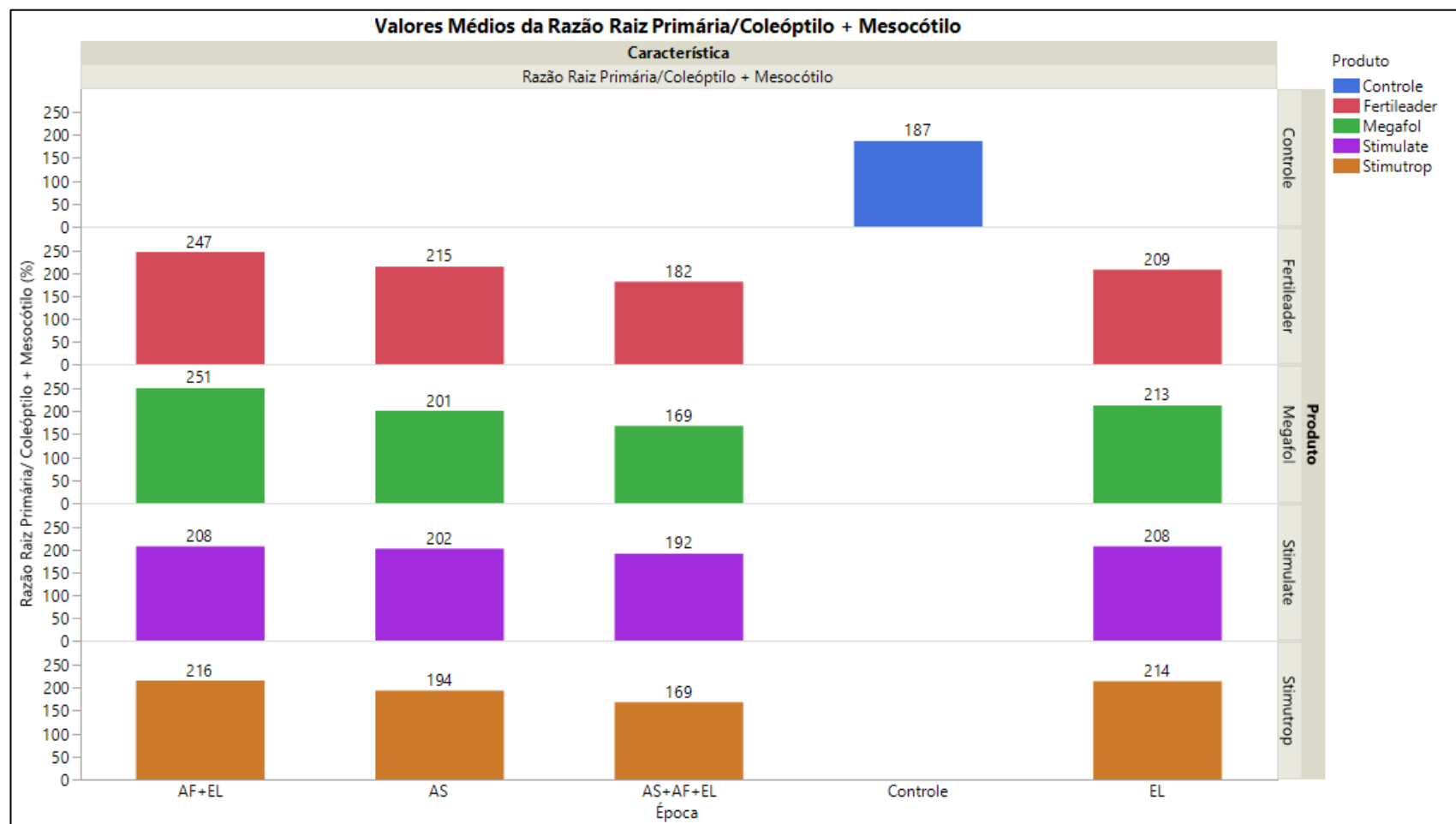
Fonte: Da autora (2023).

Para a variável razão raiz primária sobre o coleóptilo + mesocótilo (RPCM) foi obtido o valor percentual de 204,43% (Testemunha: 187,09%). Nessa variável observou-se que não houveram diferenças significativas para o fator produto, somente para o fator época (APÊNDICES H e P). Nesse caso, foi observado que a época que apresentou maior média foi AF+EL, sendo classificada como grupamento “a” e a época que apresentou menor média foi AS+AF+EL, sendo classificada como grupamento “c”. As demais épocas apresentaram médias intermediárias, sendo classificadas como grupamento “b”. Os valores médios dessa variável, estão apresentados na figura 25.

Para o desdobramento do fator produto dentro do fator época, foi observado que, para a época AF+EL, os produtos que apresentaram maiores médias foram Megafol e Fertileader, sendo classificados como grupamento “a”, enquanto os demais produtos foram classificados como grupamento “b” (APÊNDICE AE). Já para o desdobramento do fator época dentro do fator produto, foi observado que, para o produto Stimutrop, a época AS+AF+EL diferiu das demais, apresentando menor média e sendo classificada como grupamento “b”. As outras épocas foram classificadas como grupamento “a”. Para o produto Fertileader, a época AF+EL diferiu das demais, sendo classificada como grupamento “a”, enquanto as outras foram classificadas como grupamento “b”. Já para o produto Megafol, a época AF+EL apresentou maior média em relação as demais, sendo classificada como grupamento “a”. As épocas AS e EL apresentaram médias intermediárias, sendo classificadas como grupamento “b” e a época AS+AF+EL apresentou menor média, sendo classificada como grupamento “c” (APÊNDICE AF).



Figura 25. Média para a característica razão raiz primária/coleóptilo + mesocótilo (RPCM) de plântulas germinadas a partir das sementes colhidas no ensaio E1 realizado no ano de 2022.

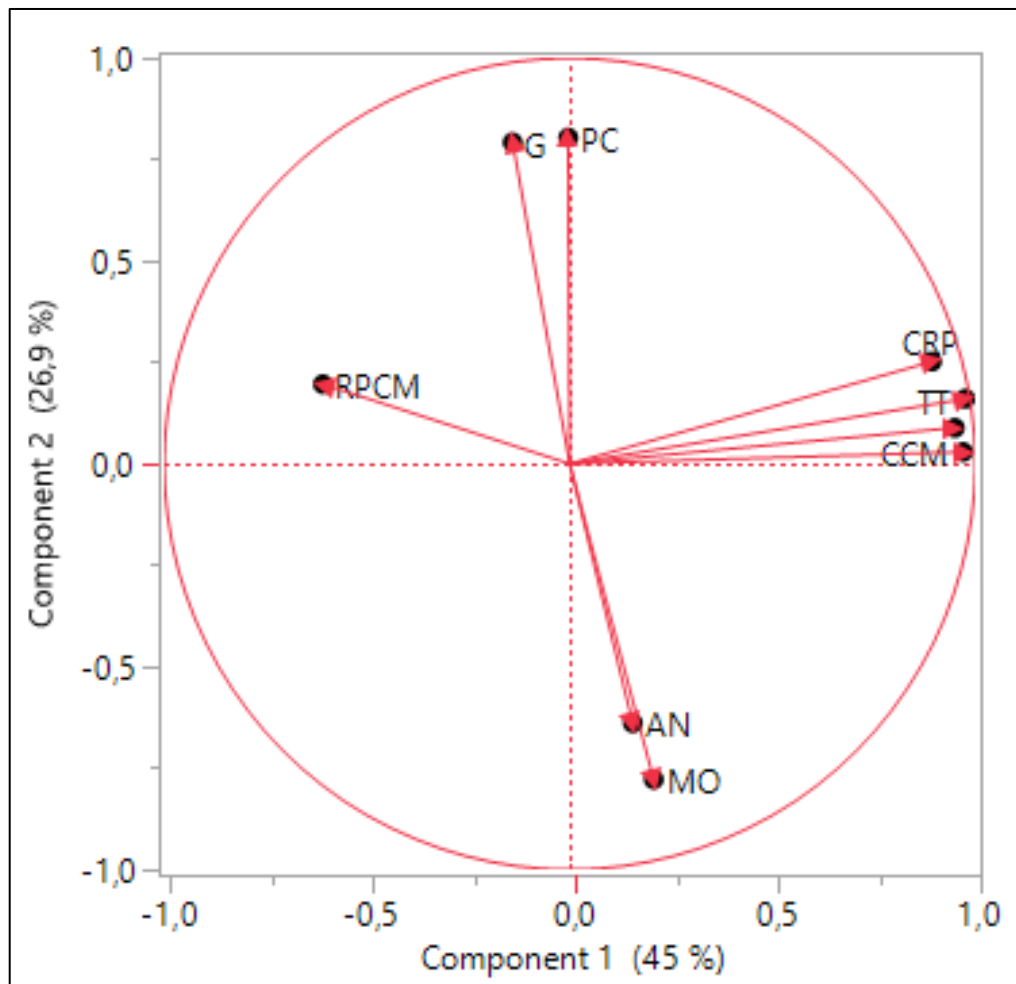


Em que: AS = após semeadura; AF = afilhamento; AF+EL = afilhamento e alongação; EL = alongação; AS+AF+EL = após semeadura, afilhamento e alongação.

Fonte: Da autora (2023).

Para as análises de sementes, se considerada a análise de componentes principais (PCA), pode ser observado que os componentes principais 1 (CP1) e 2 (CP2) acumularam juntos 71,9% da explicação de proporção da variância total (figura 26). Também pode ser observada uma forte relação entre as variáveis CCM, CRP, CRS e CT, assim como das variáveis G e PC e também AN e MO. Também é observado que a característica RPCM é a que possui menor representatividade na explicação das análises, devido ao comprimento de seu vetor e também é a variável que possui menor relação com as demais características. Também se observa que as características G e PC e AN e MO, por estarem em eixos opostos, estão relacionadas negativamente.

Figura 26. Análise de componentes principais (PCA) das análises de sementes realizadas a partir das sementes colhidas do ensaio E1, realizado no município de Itutinga – MG em 2022.



Legenda: PC = Primeira Contagem; GER = Germinação; AN = Contagem de plântulas anormais; MO = Contagem de sementes mortas; CCM = Comprimento do coleóptilo + mesocótilo; CRP = Comprimento raiz primária; RPCM = Razão raiz primária/ coleóptilo + mesocótilo; CRS = Comprimento raiz secundária; CT = Comprimento Total.

Fonte: Da autora (2023).

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS

Apesar do seu constante crescimento, principalmente se consideradas as últimas safras, o cultivo de trigo na região tropical ainda é considerado recente. Dessa forma, o que tem sido observado a campo, é a necessidade de ajustar o manejo da cultura com as condições locais e com o objetivo do produtor rural em inserir o trigo no seu sistema produtivo. Aliado a isso, é sabido que o uso de bioestimulantes, também considerado recente, ainda apresenta resultados controversos com relação a sua efetividade. Tratando-se do trigo, mais especificamente, existem poucos trabalhos na literatura envolvendo essa temática, o que limita ainda mais inserção desse tipo de manejo na cultura. Por isso, o presente trabalho trouxe como motivação, responder algumas questões relacionadas a esses produtos, dentre elas a eficiência produtiva e o “*time*” correto de aplicação.

Considerando os resultados apresentados pelas análises de variância realizadas nos experimentos de campo em 2022 e 2023, o que pode ser observado é que a maioria dos valores de CV (%) foram de magnitude baixa a média, podendo os experimentos serem considerados de boa precisão experimental (PIMENTEL-GOMES, 2009). Os maiores valores do CV (%) são para a variável NP em todas as situações. Isso é devido a essa avaliação apresentar limitações, primeiro por ser uma contagem direta, em que as plantas apresentam variações devido a fatores ambientais e também por ser realizada de forma visual. Dessa forma, de forma consequente apresenta variações de percepção dos avaliadores no momento da sua análise. Valores de CV (%) semelhantes aos obtidos pelo presente trabalho, também foram encontrados em outros estudos que consideraram o número de perfilhos como variável de avaliação (FIOREZE et al., 2020; MENDES et al., 2011; MUMBACH et al., 2017).

Para a maioria das características avaliadas não houve diferença significativa entre as fontes de variação Produtos, Épocas e a interação entre as mesmas, conforme já mencionado nos resultados acima. Esse resultado em parte poderia ser explicado pelas condições ambientais presentes na região, principalmente a precipitação. Neste sentido, historicamente as chuvas são concentradas entre novembro e março, e a semeadura do trigo acontece entre o fim do mês de março e o início de abril, o que faz com que a cultura, praticamente, receba as chuvas somente no momento inicial de desenvolvimento. Isso explica a escolha pelas épocas de aplicação dos produtos neste trabalho, para aproveitar o momento de condições ambientais mais favoráveis e

refletir no melhor estabelecimento da cultura. Porém, mesmo com um ano de boa quantidade de pluviometria, como foi o ano de 2023, com uma média de mais de 100mm de forma bem distribuída ao longo do ciclo, não foi possível observar diferenças significativas entre as características avaliadas, ou seja, nem em condições de maior estresse, a exemplo da falta de chuva, nem em condições melhores (maior pluviometria) foram obtidos resultados significativos para o contraste entre a Testemunha (sem aplicação) e os Tratamentos.

Outro fator que precisa ser levado em consideração é a diferença observada entre os locais nos quais foram realizados os ensaios. Com esse trabalho, ficou bastante visível a diferença de resposta das características avaliadas nos diferentes locais. Um exemplo claro dessa diferença é com a variável altura de plantas (AP). Para essa variável, foram observados os valores médios de 79,31 cm no ensaio E1, 61,21 cm no ensaio E2, 57,88 cm no ensaio E3, 45,23 cm no ensaio E4 e 82,15 cm no ensaio E5. Nesse sentido, a influência do ambiente fica bem clara, ao avaliar os ensaios E1 e E5, que apresentaram médias de altura bastante similares. Isso se dá, pois apesar de ter sido utilizados diferentes genótipos nesses ensaios e os mesmos terem sido conduzidos em diferentes glebas, ambos foram realizados na mesma propriedade e submetidos aos mesmos manejos. Além disso, de acordo com os desenvolvedores das duas cultivares, ambas são consideradas de estatura média, o que também justifica as respostas similares de ambas para essa variável (ALBRECHT, 2021; ALBRECHT et al., 2006; BIOTRIGO GENÉTICA, 2023).

Para a cultivar utilizada na safra 2022 (BRS 264) os valores médios de altura de planta comumente obtidos na região em questão são de 60 a 80cm, diferentemente de altura obtida em ensaios irrigados, de até 90 cm (ALBRECHT, 2021). É sabido que dentro do melhoramento de trigo muito tem sido realizado no sentido de estatura de planta, principalmente. Fato tal que pode ser elucidado pela inserção de genes de nanismo pelo pesquisador Norman Borlaug na década de 70, o que lhe conferiu o prêmio nobel da paz em 1970 (HENRIQUES, 2009).

A menor estatura é importante no sentido de permitir um maior uso de insumos, como fertilizantes, sem que haja a probabilidade de acamamento das plantas. Portanto, uma das respostas da planta ao se utilizar os bioestimulantes poderia ser refletida em sua estatura. Nesse sentido, esses produtos apresentam vantagens, pois, como demonstrado no presente trabalho, esses produtos não propiciaram crescimento significativo nos ensaios realizados, o que também foi observado por outros trabalhos realizados com trigo (GALINDO et al., 2019; PORTELLA et al., 2016) e também com outras culturas como o milho (KRAFT et al., 2018) e a soja (BERTOLIN et al., 2010).

Tais resultados possivelmente ocorreram, pois apesar dos bioestimulantes possibilitarem o crescimento das plantas, como já foi citado (CASTRO et al., 2008; SANTINI et al., 2015b), esse crescimento é também dependente de outros fatores como a espécie de planta e também a composição dos produtos utilizados. Por isso, em algumas situações, esses produtos podem não favorecer esse desenvolvimento das culturas (FERREIRA et al., 2007).

Para a característica número de perfilhos (NP), foi observada uma variação expressiva entre os experimentos conduzidos na safra 2022 e 2023. Essa diferença pode ser explicada pelas condições ambientais, ou seja, maior quantidade de chuva e melhor distribuição da mesma, associada a diferença entre as cultivares utilizadas na safra 2022 (BRS 264) e 2023 (TBIO Aton). Ou seja, a BRS 264 quando comparada a cultivar TBIO Aton, tende a apresentar menores valores de perfilhamento (PÁDUA et al., 2022). De forma atrelada a esse fato, sabe-se que a TBIO Aton é uma cultivar que apresenta de médio a alto perfilhamento (BIOTRIGO GENÉTICA, 2023). Dentro de cada experimento, não foram observadas diferenças significativas para as fontes de variação avaliadas. Esse resultado é similar ao encontrado por Mendes et al. (2016), que ao avaliar a aplicação de bioestimulantes em diferentes estádios fenológicos na cultura do trigo, também não observaram influência significativa dos produtos no seu perfilhamento.

Tal resultado demonstra que outros fatores podem ter influenciado no perfilhamento das plantas, que é demonstrado por diversos estudos realizados com a cultura do trigo. Pinheiro et al. (2021), por exemplo, demonstraram que a cultivar utilizada e a densidade de semeadura são fatores que influenciam no número de perfilhos. Já Bonfim-Silva; Anicésio e Silva (2013) e Pietro-Souza et al. (2013), demonstraram que o nível de compactação e as doses de nitrogênio também são fatores com influência nessa variável, respectivamente.

Santos et al. (2012), por sua vez, demonstraram que o número de perfilhos foi consideravelmente influenciado pelas condições de déficit hídrico. Tratando-se do trigo, a temperatura é um fator importante em alguns estádios fenológicos, a exemplo do perfilhamento e também do enchimento de grãos. Dessa forma, mesmo considerando a cultivar utilizada (BRS 264), que é recomendada para as condições do Cerrado, esse fator também pode ter influenciado nos resultados obtidos.

Como já apresentado nos resultados, também não foram encontradas diferenças significativas para a característica número de espigas ao considerar o fator produto. Na literatura, o que tem sido observado em relação ao emprego de bioestimulantes na cultura do

trigo, são resultados controversos. Isso porque, no trabalho de Igna e Marchioro (2010), por exemplo, foram observados ganhos significativos no número de espigas, com a aplicação de bioestimulantes. Já no trabalho de Galindo et al. (2019), ao utilizar o mesmo produto, estes não encontraram diferença significativa para essa variável.

Para essa variável, o que ficou bastante perceptível mais uma vez, foi a diferença do NE dos ensaios realizados na safra 2022 e do experimento realizado na safra 2023. Tal variação pode ser explicada pela diferença de cultivares e também por um maior índice de precipitação ocorrente na presente safra. Este resultado fica bastante claro se comparados os resultados médios do número de espigas dos ensaios E1 e E5. Isso porque, no primeiro caso, o valor médio obtido entre os tratamentos foi de 40,86 espigas e no segundo de 113,86 espigas.

A partir desses fatos, o que pode ser observado é que as plantas de trigo são bastante influenciadas por outros fatores, a exemplo dos fatores climáticos, principalmente tratando-se dos componentes de rendimento da cultura. Segundo Caierão et al. (2016), os 30 dias concentrados entre a pré-floração, caracterizada pelo aparecimento das anteras, e os 10 dias pós-floração são considerados críticos para a cultura do trigo. Isso porque, as condições climáticas como temperatura e radiação solar são determinantes para o número de perfilhos viáveis, ou seja, que produzirão espigas e também para o número de primórdios florais que sobreviverão nas espiguetas e que darão origem aos grãos.

Essas considerações são interessantes, pois vão inteiramente de acordo com os resultados obtidos na Análise de Componentes Principais (PCA) realizada para os componentes produtivos de campo. Isso porque, como demonstrado nessa análise (figura 8), as variáveis NP e NE são altamente relacionadas e como foi citado anteriormente, condições climáticas são determinantes para o número de perfilhos viáveis e de forma consequente para o número de espigas. De forma semelhante, essas condições também influenciam no número de primórdios florais (CAIERÃO et al., 2016). Essa consideração é importante, pois como foi visto pela PCA, foi encontrada uma forte relação entre as variáveis NEE e NGE, demonstrando que para os ensaios em questão o índice de abortamento floral foi bem reduzido.

Considerando esses fatos que demonstram que alguns fatores influenciam diretamente nos componentes de produção na cultura do trigo, tem-se o trabalho de Santos et al. (2012). Neste estudo foi notado que apesar do déficit hídrico não ter afetado o número de espigas por perfilhos viáveis, houve redução significativa do número de grãos produzidos por planta. Nesse

sentido, o autor cita que é possível que tenha sido obtido esse resultado devido à época em que houve a imposição do déficit hídrico, que foi no início do florescimento.

A avaliação do número de espiguetas por espiga (NEE) tende a ser uma base para entender melhor os componentes de produção de duas maneiras, primeiro pela sua formação, dada aos estádios que correspondem a resposta dos tratamentos utilizados no trabalho, bem como no reflexo em duas variáveis que serão comentadas a seguir: número de grãos por espiga e peso de mil grãos. O tipo de inflorescência existente na cultura do trigo é a espiga, caracterizada por ser composta, dística e por ser constituída de espiguetas alternadas e opostas na ráquis. Cada espiguetas é formada por duas a nove flores dispostas de forma alternada (SCHEEREN; CASTRO; CAIERÃO, 2015). O que mais chama atenção nos resultados obtidos é que o NEE não variou muito entre os diferentes experimentos conduzidos em campo e casa de vegetação. Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Tímbola et al. (2020) e por Galindo et al. (2019).

Para a característica número de grãos por espiga pode-se perceber que os valores dos experimentos conduzidos em campo também foram semelhantes. Porém, no caso do experimento conduzido em casa de vegetação, os valores foram menores. Já para a característica PMG, o valor médio encontrado assemelha-se com os obtidos para a mesma cultivar na região do Brasil Central no cultivo irrigado. No trabalho de Alvarenga, Sobrinho e Santos (2009) foi observado o valor médio de PMG de 42,88 g para a cultivar BRS 264 no cultivo irrigado. Trabalhos realizados com bioestimulantes em condição de Cerrado também apresentaram valores semelhantes. No trabalho de Galindo et al. (2019), por exemplo, ao se avaliar o uso de bioestimulantes no rendimento da cultura do trigo irrigado, encontrou-se o valor de PMG de 39,9g. Em ambas as características, o que chama atenção é a diferença de médias entre os experimentos conduzidos no campo e o conduzido em casa de vegetação.

Este fato se deve à falta de luminosidade que a casa de vegetação utilizada apresenta, pois o plástico utilizado na cobertura e fechamento lateral dessa estrutura é leitoso impedindo parte da passagem da radiação solar. Com isso houve uma redução de aproximadamente 50% na luminosidade comparada a parte exterior da mesma (dados obtidos pelo equipamento interno). Além disso, houve uma alta pressão de oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) no ensaio, doença de difícil manejo e rápida dispersão, o que pode ter prejudicado o desenvolvimento das plantas. Assim como para as alturas de plantas, o número de perfilhos, número de grãos por espiga e o PMG tiveram valores de média menores em condição controlada

(E4), pelo mesmo fato elucidado acima. Já para o número de espiguetas por espigas os valores foram semelhantes nas diferentes condições.

Os valores médios obtidos de PH obtidos de 75,7 kg ha<sup>-1</sup> e 74,00 kg ha<sup>-1</sup> para as safras 2022 e 2023, respectivamente, estão abaixo dos valores médios obtidos na região. Inclusive, este valor de PH classificaria o trigo como Tipo 2 de acordo com a Instrução Normativa 38/2010 (BRASIL, 2010). Já tratando-se de produtividade os valores obtidos na safra 2022 (1926 kg ha<sup>-1</sup>) também estão abaixo da média regional, e os da safra de 2023 (3844,77 kg ha<sup>-1</sup>), apesar de bem competitivos, não são consequentes dos tratamentos aplicados nos ensaios. Isso porque, o tratamento controle apresentou médias semelhantes aos tratamentos em que os bioestimulantes foram aplicados. Além disso, para as variáveis PH e PROD também não foram encontradas diferenças significativas para nenhum dos fatores avaliados. Esse resultado, vai de acordo com os resultados obtidos por outros trabalhos que avaliaram o efeito de bioestimulantes na cultura do trigo, a exemplo do trabalho desenvolvido por Galindo et al. (2019) e por Portella et al. (2016).

Como já foi bastante pontuado, o fator produto não apresentou diferenças significativas para as variáveis avaliadas. Esse resultado, apesar de corroborar com outros já citados no presente trabalho, foi contrário à hipótese de que como os produtos apresentam diferentes composições, seria compreensível que algum deles apresentasse melhor resposta do que os outros em determinada época de aplicação. Um exemplo claro para isso, seria o Stimulate apresentar melhor resposta na aplicação em alongação, visto que ele é composto por auxina. No entanto, não foi o que ocorreu.

Tratando-se do fator época, foram encontradas algumas diferenças significativas entre as épocas de aplicação, principalmente se considerados os resultados obtidos em condição controlada. O grande fato, é que apesar dessas diferenças, não foi possível responder a hipótese de que a aplicação de bioestimulantes no momento correto, poderia propiciar aumentos produtivos na cultura do trigo. Primeiramente, porque houveram diferenças entre os locais, ou seja, nem todos os ensaios apresentaram diferença significativa para esse fator.

Em segundo lugar, também foi notória a existência de discrepâncias entre as características avaliadas, quanto às épocas de aplicação mais eficientes. Isso significa que, não houve uma época de aplicação que apresentasse média superior em todas, ou em pelo menos, na maioria das características produtivas avaliadas.



Em terceiro ponto, o que também foi notado é que, apesar de estatisticamente algumas variáveis terem apresentado diferenças significativas para o fator época, as diferenças médias foram baixas, principalmente quando comparadas com a testemunha. Inclusive, em algumas situações, a média da testemunha foi superior às médias das épocas de aplicação.

Também foi observado no decorrer do presente trabalho, que apesar de terem existido diferenças significativas nos desdobramentos dos fatores, ou seja, na interação entre o fator produto e o fator época para as características produtivas avaliadas, essas diferenças não foram uniformes em todos os ensaios. Dessa forma, não foi possível distinguir com clareza, uma combinação de produto e época de aplicação que possibilitasse ganhos produtivos para a cultura do trigo.

Além disso, outro ponto importante de ser discutido é a relação de custos atrelada a esses produtos. Atualmente, o custo produtivo de trigo em Minas Gerais é em média de R\$ 4134,95 por hectare. Nesse sentido, se considerada a produtividade média obtida no presente trabalho de 1.926,55 kg/ha (32 sacas) para a safra 2022 e de 3844,77 kg/ha (64 sacas) para a safra 2023 e um valor comercial de R\$110,00 por saca, o produtor teria déficit de aproximadamente R\$615,00/ha para o primeiro caso e um retorno de R\$2.912,38 para o segundo caso. Nesse momento, é importante frisar que, apesar da existência de retorno financeiro na safra 2023, este ainda é bastante baixo, se comparado a outras culturas de importância econômica, como o milho. Além disso, os custos por hectare dos produtos utilizados variam de R\$80,00 a R\$360,00. Esses valores representam um incremento que varia de 2% a 9% no custo de produção do trigo. Diante de tais fatos, e considerando que não houveram produtos e épocas que se destacaram e possibilitaram incrementos produtivos no presente trabalho, a recomendação de implementação desses produtos nos sistemas de produção regionais torna-se inviável economicamente.

## **4.2 ANÁLISES FISIOLÓGICAS**

No geral, os bioestimulantes são conhecidos por possibilitarem alterações metabólicas em plantas, a exemplo da fotossíntese, respiração, absorção de nutrientes e síntese de proteínas. Por isso, sabe-se que esses produtos podem propiciar aumentos produtivos em culturas, resultantes do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das mesmas (CRAIGIE, 2011; DU JARDIN, 2015).

Os resultados fisiológicos obtidos no presente trabalho, demonstram que não houveram diferenças significativas para as características avaliadas, ao considerar o fator produto. Esses resultados vão de acordo com os resultados produtivos obtidos em campo e também em casa de vegetação. Isso porque, ao se obterem incrementos produtivos, espera-se que existam alterações fisiológicas ou metabólicas nas plantas que justifiquem esses incrementos e, como já foi pontuado, isso não ocorreu. Tal resultado, provoca um questionamento relacionado a eficiência desses produtos na cultura do trigo submetido ao sistema de sequeiro em condições tropicais. Isso também permite questionar se as respostas fisiológicas tivessem se mostrado significativas, como apresentado na bula dos produtos, se elas de fato, possibilitariam incrementos produtivos na cultura do trigo.

Nesse trabalho, como não foram encontradas diferenças significativas nos caracteres produtivos, era esperado que os processos fisiológicos das plantas não fossem alterados. Uma explicação para esse fato, pode ser referente a algumas variáveis. De acordo com Ertani et al. (2013), as respostas fisiológicas das plantas relacionam-se aos compostos presentes nesses produtos, a exemplo de hormônios, proteínas, aminoácidos e fenóis. Outros autores, no entanto, citam que as respostas das plantas também são influenciadas por outros fatores como, o modo de ação, a forma de aplicação e a dosagem dos produtos, além da espécie, genótipo e estágio fenológico da cultura (BATISTA FILHO et al., 2013; BINSFELD et al., 2014; DOURADO-NETO et al., 2014; SANTINI et al., 2015a).

De acordo com a literatura, ainda é citado que esses produtos apresentam melhores respostas em condições de déficit hídrico. Isso pode ser explicado pelo aumento da quantidade de clorofila e da capacidade de regeneração radicular (RUSSO; BERLYN, 1991, 1992). Esse fato é demonstrado por trabalhos realizados com outras culturas como a soja (*Glycine max*) e o eucalipto (*Eucalyptus urophylla*). Em ambos os casos, foi observado que bioestimulantes aumentam a resiliência das plantas em condições de estresse hídrico (CAVALCANTE et al., 2020; SANTOS et al., 2019).

Dessa forma, uma das possíveis explicações para esses resultados, seria às condições de cultivo regionais. No entanto, outros trabalhos como os de Galindo et al., (2019) e Portella et al. (2016), que executaram trabalhos em diferentes condições de campo também não obtiveram resultados significativos para o uso de bioestimulantes na cultura do trigo. Além disso, também é importante pontuar que a condição hídrica da safra 2022, foi bem mais delicada se comparada à de 2023, em que o índice pluviométrico foi maior.

Apesar das dosagens aplicadas nos ensaios terem seguido às recomendações dos respectivos fabricantes, outra possível explicação para o resultado não significativo dos produtos, seria relacionada a elas. Isso porque, as dosagens dos bioestimulantes utilizados podem não ter sido eficientes ao ponto de propiciar a absorção adequada dos nutrientes e promover alterações fisiológicas e produtivas nas plantas. No entanto, para afirmar essa consideração, novos trabalhos precisariam ser realizados para verificar diferentes dosagens e ajustá-las para uma possível aplicabilidade na cultura do trigo.

Não é possível afirmar com assertividade o motivo que propiciou essa ausência de diferença produtiva e também fisiológica entre os tratamentos. O que se pode presumir com os resultados é que a cultura do trigo, realmente, pode não ser responsiva à utilização desses produtos, visto que outros trabalhos obtiveram resultados semelhantes com essa cultura (GALINDO et al., 2019; PORTELLA et al., 2016).

Mesmo não existindo diferença significativa considerável entre os tratamentos para os caracteres fisiológicos, é importante citar a evidente diferença existente entre as avaliações realizadas em afilhamento e em alongação. Essas diferenças também eram esperadas, pois cada estágio fenológico da planta possui funções distintas e, como consequência, é compreensível que seu aparato fotossintético também apresente diferenças.

Nesse sentido, dentre os parâmetros fisiológicos considerados, os que apresentaram diferenças evidentes entre as médias encontradas nesses estádios fenológicos foram NDVI, transpiração ( $E$ ) e condutância estomática ( $g_s$ ), como demonstrado nas figuras 13, 15 e 16, respectivamente.

O NDVI é o índice de vegetação utilizado para identificar a biomassa vegetal, demonstrando sua variabilidade. Dessa forma, com a ampliação da cobertura vegetal, os valores desse índice aumentam (RAMME; LAMPARELLI; ROCHA, 2010; VIAN et al., 2018; WERNER et al., 2018). Esse índice é utilizado para demonstrar variações fenológicas de cultivos agrícolas, assim como para demonstrar alterações fisiológicas foliares e a fase de senescência das plantas (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012; WERNER et al., 2018).

No presente trabalho, essa variação de acordo com o estágio fenológico das plantas é bastante evidente. No estágio de afilhamento, em que a biomassa vegetal das plantas é menor o valor médio do NDVI também é mais baixo. Já em alongação, em que a cobertura vegetal é mais alta, esse índice é maior. Esses resultados corroboram com os obtidos por Fonseca,

Caresani e Varella (2010), que ao avaliar os perfis temporais de índices de vegetação em cereais de estação fria, demonstraram que o trigo apresenta valores baixos de NDVI nas fases iniciais, com um aumento linear associado ao crescimento vegetativo.

Tratando-se de transpiração ( $E$ ) e condutância estomática ( $g_s$ ), foi observado um comportamento semelhante de ambos nos estádios fenológicos, além de que, ambos apresentaram valores maiores no estágio de afilhamento do que no estágio de alongação. Esse comportamento similar de ambas as características é compreensível, pois é sabido que existe uma correlação entre elas. A transpiração refere-se ao processo da perda de água pela planta para a atmosfera, na forma de vapor. Já a condutância, refere-se ao processo de abertura dos estômatos, permitindo as trocas gasosas realizadas pelas folhas (KERBAUY, 2019; TAIZ et al., 2017). Os resultados apresentados pela PCA no presente trabalho reafirmam essa constatação, pois como observado pela figura 21, há uma forte relação entre essas variáveis. Dessa forma, é possível presumir que na fase de afilhamento, ocorreu maiores trocas gasosas e de forma consequente, maior perda de água e também maior abertura estomática.

Os valores de clorofila e de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  também apresentam comportamento similar e apresentam pequenas variações de uma fase fenológica para outra. Esses resultados também tornam-se interessantes, pois demonstram que apesar dos produtos não terem provocados incrementos nos índices de clorofila e de fotossíntese, eles possivelmente também não provocaram prejuízos às plantas, que limitassem à realização da fotossíntese. Dessa forma, o que observa-se com esses resultados é que o índice fotossintético não apresenta grandes variações nas fases fenológicas avaliadas, sendo que esse comportamento semelhante entre os dois parâmetros avaliados é compreensível, pois é sabido que a clorofila é um indicativo de fotossíntese nas plantas (LIU et al., 2018).

Um dos indicadores de estresses causados nas plantas é o parâmetro  $F_v/F_m$ , que apresenta a máxima eficiência quântica do fotossistema II (PSII). Isso acontece porque em condições estressantes ocorre redução na eficiência quântica potencial do PSII e, conseqüentemente, uma redução na relação  $F_v/F_m$  (CRUZ et al., 2014; KRAUSE; WEIS, 1991; NETTO et al., 2005). No presente trabalho, foi observado um valor médio de 0,81 para os tratamentos em ambas as fases fenológicas avaliadas. Essa média, também é observada para o tratamento adicional (controle), o que demonstra que os produtos não provocaram estresses consideráveis para as plantas. No geral, a razão  $F_v/F_m$  ideal é representada por valores entre 0,75 e 0,85, que indicam que a planta está com seu aparelho fotossintético intacto. Em contrapartida, valores baixos dessa razão indicam danos fotoinibitórios nos centros de reação

do PSII (BJÖRKMAN; DEMMIG, 1987; BOLHAR-NORDENKAMPF et al., 1989; SILVA et al., 2006).

Essa relação também é observada para os valores de NPQ,  $q_p$  e ETR, visto que os valores obtidos para esses parâmetros em ambos os estádios fenológicos são similares entre todos os tratamentos, inclusive entre o tratamento controle (figuras 17, 18 e 19). O  $q_p$  refere-se à proporção de centros de reação do PSII abertos. Já o NPQ indica o nível de fluorescência máxima ( $F_m$ ), ou seja, o processo em que a dissipação térmica é mínima e a eficiência fotoquímica é máxima (MAXWELL; JOHNSON, 2000; SILVA et al., 2006). Dessa forma, conclui-se que os produtos não prejudicaram a taxa de transporte de elétrons e não provocaram maior dissipação de energia, o que resultaria em menor eficiência fotoquímica das plantas.

É sabido que a fluorescência da clorofila *a* tem sido utilizada para fornecer parâmetros associados à fotossíntese que permitem verificar o processo fotoquímico das plantas, que ocorre na membrana dos tilacóides, nos cloroplastos, bem como para avaliar parâmetros relacionados com a absorção e transferência de energia luminosa na cadeia de transporte de elétrons. Dessa forma, essa técnica permite avaliar a interação delas com condições de estresses abióticos (KRAUSE; WEIS, 1991; PELOSO et al., 2017; ROLFE; SCHOLLES, 2010; ROUSSEAU et al., 2013).

Por isso, os resultados obtidos por meio das avaliações da fluorescência da clorofila *a* ( $F_v/F_m$ ,  $q_p$ , NQP e ETR) são interessantes e corroboram com os resultados fotossintéticos obtidos no presente trabalho. Isso porque, como citado nessa discussão, não foram notadas interferências negativas dos produtos nessas variáveis, mostrando que o aparato fotoquímico das plantas não foi prejudicado. De forma complementar, foi observado realmente, que a fotossíntese não foi alterada, visto que o índice fotossintético se manteve entre todos os tratamentos avaliados, inclusive no tratamento controle e também em ambos os estádios fenológicos avaliados.

De acordo com a análise de PCA (figura 21), os componentes principais (CP1) e (CP2) acumularam apenas 56,2% da explicação da variância total. Esse quantitativo é considerado baixo, pois para essa análise, pelo menos 70% da variância total devem ser explicados por esses componentes (RENCHER, 1934). Dessa forma, percebe-se os componentes não explicaram totalmente as relações existentes por meio das variáveis. Apesar disso, ainda é possível observar relações importantes que justificam e embasam parte da presente discussão. Uma delas é a relação entre as variáveis *E* e *gs*, já mencionada anteriormente. Outra relação observada é entre

o NDVI e a CL, que também são compreensíveis, visto que, um maior índice de biomassa vegetal apresenta um maior teor de clorofila e, por consequência, um maior índice de NDVI. Por fim, outra relação também apresentada pela PCA, é relacionada com os componentes ETR e  $q_p$ , que também são compreensíveis, visto que, como não foram encontradas interferências no aparato fotoquímico e perdas por dissipação pelo aparato fotossintético, é entendido que os demais aparatos continuem funcionando ativamente nas plantas.

Tratando-se do fator época de aplicação, puderam ser observadas diferenças significativas para diversas variáveis fisiológicas avaliadas. De fato, essas diferenças também eram esperadas, visto que os resultados obtidos em casa de vegetação (E4) também foram significativos para esse fator, como demonstrado no Apêndice X. Esse resultado torna-se interessante, por alguns motivos. Primeiramente, se comparados os estádios fenológicos em que os parâmetros fisiológicos foram avaliados, percebe-se claramente que as diferenças significativas para o fator época são observadas em sua grande maioria na fase de afilhamento (APÊNDICES F e N).

Além disso, ao se avaliar os resultados dos testes de média de Scott-Knott para esses parâmetros, que apresentaram significância para o fator época, observa-se que as maiores médias se dão principalmente para a época de aplicação “AF”. Esse resultado corrobora com alguns resultados produtivos obtidos em casa de vegetação, como AP, NEE e NGE, que mostram que as maiores médias obtidas para essas variáveis são para essa época de aplicação (apêndice D).

Uma possível explicação para esse fato, é que diferente de outras espécies, na cultura do trigo, o final do estágio vegetativo, de produção de perfilhos e o início do estágio reprodutivo, inicia-se bastante cedo, se considerado seu ciclo. De acordo com a classificação ontogenética, essa transição se dá pelo estágio de duplo anel e ocorre, de fato, quando a planta apresenta de duas a quatro folhas visíveis. A partir dessa fase, são diferenciadas as espiguetas e seu número potencial por espiga e, em seguida, é iniciada a fase de alongação do colmo (RODRIGUES; HAAS; COSTENARO, 2011).

### **4.3 ANÁLISE DE SEMENTES**

O presente trabalho propôs avaliar o efeito das aplicações dos bioestimulantes realizadas em campo, na qualidade das sementes produzidas. Esse aspecto é importante de ser pontuado,

visto que se fosse comprovada a melhoria na qualidade da semente, proporcionada por esses produtos, possivelmente seria criado um novo nicho de mercado. Isso porque, tratando-se de trigo, sabe-se que grande parte das sementes utilizadas por produtores são salvas de safras anteriores. No Brasil, ainda é uma realidade, a disputa do mercado sementeiro com as sementes próprias (ARAUJO et al., 2019; TAVARES et al., 2016). Essa prática é permitida e assegurada por meio da Lei nacional n° 10.711 de 5 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003) e, tratando-se de trigo, essa prática é ainda mais comum, visto que se trata de uma planta autógama (CAIERÃO et al., 2016).

Como demonstrado pela análise de componentes principais (PCA), apresentada na figura 26, existe uma forte relação entre as características CH, CRP, CRS e CT demonstrada pela proximidade de seus vetores. Também pode ser observado que essas variáveis apresentam grande representatividade na explicação dos dados, devido à proximidade do eixo e ao tamanho de seus vetores. Outra observação apresentada nessa análise é a relação entre as variáveis PC e G. Essa relação é bastante compreensível, pois, de fato, ambas as características consideram o percentual de plântulas normais. De forma contrária, também é possível observar a relação entre as variáveis AN e MO, que desconsideram as plântulas normais em sua contagem. Como demonstrado na análise, portanto, existe uma forte relação negativa entre as variáveis G e PC com as variáveis AN e MO.

No entanto, ao serem considerados os resultados médios obtidos, observou-se que não foram encontradas diferenças significativas para germinação e para os testes de vigor como CH, CRP, CRS, RPH e CT. Também foi observado que os percentuais de germinação e de vigor (PC) foram bastante positivos em todos os tratamentos, inclusive no tratamento controle, sendo todos superiores a 90%, o que demonstra boa qualidade fisiológica das sementes em todos os casos.

De certa forma, esses resultados são compreensíveis, pois não foram observadas intercorrências que pudessem de alguma forma prejudicar o potencial fisiológico das sementes produzidas. Isso porque, alguns fatores como genótipo, condições climáticas no período de desenvolvimento das sementes, nutrição das plantas, manejo da lavoura e a época da colheita, assim como os procedimentos de pós-colheita, como a secagem, o beneficiamento e o armazenamento afetam o potencial fisiológico das mesmas (MARCOS FILHO, 2005, 2006). Além disso, no presente trabalho foram seguidas todas as recomendações para a cultura do trigo (JORIS et al., 2022).

Os micronutrientes são importantes por atuarem como catalizadores de diversas enzimas e, normalmente, são inseridos na composição de produtos reguladores com o intuito de reduzir problemas nos processos de germinação, desenvolvimento e produção de sementes, relacionados com a sua deficiência (LOPES, 1989). Nesse trabalho, alguns dos bioestimulantes utilizados apresentam micronutrientes em sua composição, como o Stimutrop (Zn e Mo) e o Fertileader (B e Mo). Se considerados esses produtos, pode ser observado que o produto Stimutrop apresentou menor média na primeira contagem (PC), que é uma avaliação de vigor e maiores médias de plântulas anormais e sementes mortas.

No trabalho realizado por Tavares et al. (2015), que avaliaram diferentes dosagens de zinco na qualidade fisiológica de sementes de cevada tratadas e produzidas, observou-se que a aplicação desse micronutriente não alterou a qualidade fisiológica das sementes. Já no trabalho realizado por Funguetto et al. (2010), que avaliaram o recobrimento de sementes de arroz com zinco, observou-se que, apesar desse tratamento não ter influenciado a germinação, ele apresentou incremento no crescimento de plântulas.

No trabalho realizado por Ohse et al. (2012), que avaliaram a aplicação de zinco em tratamento de sementes de trigo, demonstrou-se que esse micronutriente não apresentou efeito na germinação das sementes, mas proporcionou ganhos em vigor nas cultivares de trigo avaliadas. Por outro lado, tratando-se do vigor, apesar do resultado de PC ter indicado menor média para o produto Stimutrop, as demais características de vigor avaliadas, como CRP, CRS, RPCM e CT, não apresentaram diferenças, permitindo presumir que esse bioestimulante não possibilita respostas negativas para as sementes do trigo.

No trabalho realizado por Bazzo et al. (2018), não se encontrou diferenças significativas para o potencial fisiológico de sementes de trigo submetidas a diferentes formas de aplicação de molibdênio associado a adubação nitrogenada de cobertura. Já no trabalho de Geiss e Primieri (2022), que avaliaram o efeito de bioestimulantes no tratamento de sementes de trigo quanto ao seu desenvolvimento inicial, observou-se que o produto que apresentou melhor resposta no desenvolvimento de raiz e parte aérea continha Mo e Zn em sua composição, além de outros nutrientes.



#### 4. CONCLUSÕES

Para os diferentes experimentos realizados em campo não foram encontradas diferenças significativas para a maioria das variáveis avaliadas, especialmente para o fator produto.

Para os experimentos realizados em casa de vegetação para o fator época de aplicação, quase todas as características foram significativas. Já para o fator produto, somente a variável PMG apresentou diferença significativa.

O fator época foi significativo para grande parte das variáveis fisiológicas avaliadas.

A aplicação de bioestimulantes não prejudica o potencial fisiológico das sementes produzidas.

Apesar do fator época ter sido significativo, houveram discrepâncias entre as características e os locais avaliados, não sendo possível recomendar uma época ideal para a aplicação desses produtos. Portanto, novos estudos precisam ser realizados para se obter respostas mais precisas.

Considerando os resultados obtidos nesses experimentos, para o trigo tropical de sequeiro, o retorno obtido no uso de bioestimulantes precisa ser melhor investigado, para se chegar a recomendações que tragam benefícios aos produtores.

## REFERÊNCIAS

- ABADÍA, J.; MORALES, F.; ABADÍA, A. Photosystem II efficiency in low chlorophyll, iron-deficient leaves. **Plant and Soil**, v. 215, n. 2, p. 183–192, 1999.
- ADAPAR. **Stimulate**. Disponível em: <[https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-10/stimulate0520.pdf](https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/stimulate0520.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2022.
- AGROCULTIVO. **Megafol**. Disponível em: <[https://www.agrocultivo.com.br/manuais/documents-4239109F04P1F9\\_MEGAFOL\\_BR\\_1L.pdf](https://www.agrocultivo.com.br/manuais/documents-4239109F04P1F9_MEGAFOL_BR_1L.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2022.
- ALBRECHT, J. C. et al. Trigo BRS 264: cultivar precoce com alto rendimento de grãos indicada para o Cerrado do Brasil Central. In: **Embrapa Cerrados**. Planaltina, DF: (Documentos - Embrapa Cerrados, 174), 2006. p. 21.
- ALBRECHT, J. C. **Cultivar Trigo BRS 264: precocidade, qualidade industrial e altos rendimentos para o cerrado do Brasil Central**. 2021. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1133610/1/Cultivar-trigo-BRS-264-Circular-tecnica-49.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2022.
- ALMEIDA, P. DE et al. Índice spad em algodoeiro herbáceo em função da aplicação de sulfato de níquel. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 99833–99838, 2020.
- ALVARENGA, C. B. DE; SOBRINHO, J. S.; SANTOS, E. M. DOS. Comportamento de Cultivares de Trigo em diferentes densidades de semeadura sob irrigação indicadas para a região do Brasil central. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 5, p. 98–107, 2009.
- AMARAL, L. R. et al. Comparison of crop canopy reflectance sensors used to identify sugarcane biomass and nitrogen status. **Precision Agriculture**, v. 16, n. 1, p. 15–28, 2015.
- ARAÚJO, G. M. et al. Qualidade de sementes salvas de trigo na região das Missões – RS. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 1/2, p. 94–104, 2019.
- ARAÚJO, L. L. M. et al. Ação De Bioestimulantes Em Cultivares Comerciais De Soja Na Região Norte Do Vale Araguaia - Mt. **Ciências agrárias: diálogos em pesquisa, tecnologia e transformação, Volume 3**, v. 4, n. 1, p. 3–21, 2021.
- AZEVEDO, A. **Tratamentos.ad: Pacote Para Análise De Experimentos Com Testemunhas Adicionais**. R package version 0.2.4, , 2022. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=Tratamentos.ad>>
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. DO N. **Experimentação Agrícola**. 4. ed. Jaboticabal - SP: FUNEP, 2006.
- BATISTA FILHO, C. G. et al. Efeito do Stimulate® nas características agrônômicas da soja. **Acta Iguazu**, v. 2, n. 2316–4093, p. 76–86, 2013.
- BAZZO, J. H. B. et al. Molybdenum application associated with nitrogen fertilization on yield and physiological potential of wheat seeds. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 1, p. 67–76, 2018.
- BERTOLIN, D. C. et al. Increase of the productivity of the soybean crop with the application of biostimulants. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 339–347, 2010.

BILGER, W.; BJÖRKMAN, O. Role of the xanthophyll cycle in photoprotection elucidated by measurements of light-induced absorbance changes, fluorescence and photosynthesis in leaves of *Hedera canariensis*. **Photosynthesis Research**, v. 25, n. 3, p. 173–185, 1990.

BINSFELD, J. A. et al. USO de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 1, p. 88–94, 2014.

BIOTRIGO GENÉTICA. **TBIO Aton Cerrado**. Disponível em: <<https://biotrigo.com.br/cultivares/tbio-aton/>>. Acesso em: 27 jul. 2023.

BIOTROP. **Stimutrop**. Disponível em: <<https://biotrop.com.br/produto/bioativadores/stimutrop/>>. Acesso em: 30 mar. 2022.

BJÖRKMAN, O.; DEMMIG, B. Photon yield of O<sub>2</sub> evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77K among vascular plants of diverse origins. **Planta**, v. 70:, n. 4, p. 489-504., 1987.

BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R. et al. Chlorophyll Fluorescence as a Probe of the Photosynthetic Competence of Leaves in the Field: A Review of Current Instrumentation. **Functional Ecology**, v. 3, n. 4, p. 497, 1989.

BONFIM-SILVA, E. M.; ANICÉSIO, E. C. A.; SILVA, T. J. A. DA. Características morfológicas de cultivares de trigo submetidas à compactação do solo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 559, 2013.

BRASIL. **Lei Nº10711 de 5 de agosto de 2003. Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2003. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/110.711.htm#:~:text=Ficam proibidos a produção%20o,Parágrafo único.](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.711.htm#:~:text=Ficam%20proibidos%20o,Parágrafo%20único.)>. Acesso em: 15 jun. 2023

BRASIL. **Regras para Análise de Sementes. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**, 2009. Disponível em: <[https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946\\_regras\\_analise\\_\\_sementes.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf)>. Acesso em: 7 set. 2022

BRASIL. **Instrução Normativa nº 38 de 30 de novembro de 2010. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**, 2010. Disponível em: <<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=358389789>>. Acesso em: 15 jun. 2023

CAIERÃO, E. et al. Origem, evolução e melhoramento genético. In: MORI, C. DE et al. (Eds.). **Trigo: o produtor pergunta e a Embrapa Responde**. 1. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2016. p. 15–30.

CASTRO, G. S. A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1311–1318, 2008.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001.

CASTRO, P. R. DE C. E et al. **Manual de estimulantes vegetais**. 1. ed. [s.l.] Ceres, 2017.

CASTRO, P. R. DE C. E; CAMPOS, G. R.; CARVALHO, M. E. A. **Biorreguladores e bioestimulantes agrícolas**. Piracicaba - SP: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2019.

CAVALCANTE, W. S. DA S. et al. Efficiency of bioestimulants in the management of water deficit in soybean culture. **Irriga**, v. 25, n. 4, p. 754–763, 2020.

- CRAIGIE, J. S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, v. 23, n. 3, p. 371–393, 2011.
- CRUZ, L. I. B. et al. Eficiência quântica do fotossistema II de mudas de abacaxizeiro “imperial” em resposta a associação com Piriformospora indica e herbicidas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 794–804, dez. 2014.
- CUNHA, G. R. DA et al. Bioclimatologia e zoneamento agrícola. In: MORI, C. DE et al. (Eds.). **Trigo: o produtor pergunta e a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília - DF: EMBRAPA, 2016. p. 31–57.
- DOURADO-NETO, D. et al. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3 SUPPL. 1, p. 371–379, 2014.
- DU JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 3–14, 2015.
- ERTANI, A. et al. Use of meat hydrolyzate derived from tanning residues as plant biostimulant for hydroponically grown maize. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 176, n. 2, p. 287–295, 2013.
- FAO. **FAOSTAT**. 2022. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 9 abr. 2022.
- FERREIRA, L. A. et al. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 80–89, 2007.
- FIGUEIREDO, S. L. et al. Agronomic performance of wheat cultivars for off-season in the Santa Catarina Plateau, Brazil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 19, n. 2, p. 188–196, 2020.
- FONSECA, E. L. DA; CARESANI, J. R. F.; VARELLA, A. C. Caracterização espectral multitemporal dos cereais de estação fria em imagens de satélite com média resolução espacial. **Ciência Rural**, v. 40, n. 10, p. 2053–2059, 2010.
- FUNGUETTO, C. I. et al. Desempenho de sementes de arroz irrigado recobertas com zinco. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 117–123, 2010.
- GALINDO, F. S. et al. Épocas de inoculação com *Azospirillum brasilense* via foliar afetando a produtividade da cultura do trigo irrigado. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 2, p. 43–48, 2015.
- GALINDO, F. S. et al. Extrato de algas como bioestimulante na nutrição e produtividade do trigo irrigado na região de Cerrado. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 1, p. 130–140, 2019.
- GEISS, A. M.; PRIMIERI, C. Bioestimulantes no tratamento de sementes e seus efeitos na emergência e desenvolvimento inicial do trigo. **Revista Cultivando o Saber**, p. 145–156, 2022.
- GOOGLE EARTH, G. **Google Earth**. Disponível em: <<https://earth.google.com/web/>>. Acesso em: 29 mar. 2022.
- HENRIQUES, F. S. A revolução verde e a biologia molecular. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 245–254, 2009.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 21 jun. 2022.
- IGNA, R. D.; MARCHIORO, V. S. Manejo de *Ascophyllum nodosum* na cultura do trigo.

**Revista Cultivando Saber**, v. 3, p. 64–71, 2010.

JMP®. **Version JMP PRO 14**. Cary, NCSAS Institute Inc., , 2023. Disponível em: <[https://www.jmp.com/pt\\_br/software.html](https://www.jmp.com/pt_br/software.html)>

JORIS, H. A. W. et al. Informações técnicas para trigo e triticale safra 2022. In: 1. ed. Castro, PR: Fundação ABC e Biotrigo Genética, 2022. p. 274.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Rio de Janeiro: Koogan, Guanabara, 2019.

KOOTEN, O. VAN; SNEL, J. F. H. The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. **Photosynthesis Research**, v. 25, n. 1, p. 147–150, 1990.

KOVALSKI, A. R. et al. Avaliação do Desempenho Agrônomico de Diferentes Cultivares de Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) Com Uso de Bioestimulantes e Herbicida Hormonal. **PesquisAgro**, v. 3, n. 1, p. 4–23, 2020.

KRAFT, E. et al. Adubação biológica e com bioestimulante no desenvolvimento do milho. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. October 2019, p. 10, 2018.

KRAUSE, G. H.; WEIS, E. Chlorophyll Fluorescence and Photosynthesis: The Basics. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 42, n. 1, p. 313–349, jun. 1991.

LIU, Y. et al. Improving biomass and starch accumulation of bioenergy crop duckweed (*Landoltia punctata*) by abscisic acid application. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1–9, 2018.

LOPES, A. S. **Manual de Fertilidade do Solo**. Tradução: Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: ANDA/Fotap, 1989.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 12. ed. Piracicaba: FEALQ, 2005. v. 3

MARCOS FILHO, J. Potencial fisiológico determina qualidade de sementes. **Revista Visão agrícola**, v. 1, n. 5, p. 38–41, 2006.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G. N. Chlorophyll fluorescence—a practical guide Kate. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, n. 345, p. 659–668, 2000.

MENDES, M. C. et al. Avaliação da eficiência agrônômica de *Azospirillum brasilense* na cultura do trigo e os efeitos na qualidade de farinha. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 4, n. 3, p. 95–110, 2011.

MENDES, M. C. et al. Biorregulador aplicado em diferentes estádios fenológicos na cultura do trigo. **Revista Agro@Mambiente on-Line**, v. 9, n. 4, p. 476, 2016.

MUMBACH, G. L. et al. Response of inoculation with *Azospirillum brasilense* in wheat and corn of second crop. **Scientia Agraria**, v. 18, n. 2, p. 97–103, 2017.

NETTO, A. T. et al. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, v. 104, n. 2, p. 199–209, 2005.

NOGUEIRA, B. B. et al. Índice SPAD em Plantas de Tomateiro Cultivado em Fibra de Coco e Submetido a Pulsos de Fertirrigação. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 12, n. 3, p. 1–6, 2018.

OHSE, S. et al. Vigor e viabilidade de sementes de trigo tratadas com zinco. **Biotemas**, v. 25, n. 4, p. 49–58, 2012.

- PÁDUA, J. M. V. et al. Cultivo do trigo tropical–safra 2022: aprendizados e recomendações para a região Sul de Minas Gerais e Campo das Vertentes. **EPAMIG**, n. 365, p. 1–6, 2022.
- PELOSO, A. DE F. et al. Photosynthetic limitations in leaves of Arabic coffee promoted by the water deficit. **Coffee Science**, v. 12, n. 3, p. 389–399, 2017.
- PIETRO-SOUZA, W. et al. Desenvolvimento inicial de trigo sob doses de nitrogênio em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 6, p. 575–580, 2013.
- PIMENTEL-GOMES, F. Experimentos Fatoriais com Tratamentos Fatoriais. In: **Curso de Estatística Experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. p. 329–331.
- PINHEIRO, M. G. et al. Cultivar, sowing density, or time of emission: What influences mortality and performance of wheat tillers the most? **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 20, n. 1, p. 19–31, 2021.
- PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2012.
- PORTELLA, G. L. et al. Época de aplicação de bioestimulante na cultura do trigo. **Revista Cultivando o Saber**, v. 9, n. 2, p. 85–97, 2016.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria R Foundation for Statistical Computing, , 2023. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>
- RAMME, F. L. P.; LAMPARELLI, R. A. C.; ROCHA, J. V. Perfis Temporais NDVI, na Canasoca, de Maturação Tardia. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 3, p. 480–494, 2010.
- RENCHER, A. C. Methods of Multivariate Analysis. **The Statistician**, v. 45, n. 4, p. 727, 1934.
- RODRIGUES, O.; HAAS, J. C.; COSTENARO, E. R. Manejo de trigo para alta produtividade II: caracterização ontogenética. **Revista Plantio Direto**, p. 10–13, 2011.
- ROLFE, S. A.; SCHOLLES, J. D. Chlorophyll fluorescence imaging of plant-pathogen interactions. **Protoplasma**, v. 247, n. 3, p. 163–175, 2010.
- ROUSE, J. W. et al. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: NASA (Ed.). **Earth Resources Technology Satellite Symposium**. Washington: NASA, 1973. p. 309–317.
- ROUSSEAU, C. et al. High throughput quantitative phenotyping of plant resistance using chlorophyll fluorescence image analysis. **Plant Methods**, v. 9, n. 1, p. 1–13, 2013.
- RUSSO, R. O.; BERLYN, G. P. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 1, n. 2, p. 19–42, 1991.
- RUSSO, R. O.; BERLYN, G. P. Vitamin-Humic-Algal Root Biostimulant Increases Yield of Green Bean. **HortScience**, v. 27, n. 7, p. 847, 1992.
- SANTINI, J. M. K. et al. Viabilidade técnico-econômica do uso de bioestimulantes em semente de soja Technical-economic viability of the use of biostimulants in soybean seeds. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 1, p. 57–62, 2015a.
- SANTINI, J. M. K. et al. Viabilidade técnico-econômica do uso de bioestimulantes em semente de soja. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, n. 1, p. 57–62, 2015b.

- SANTOS, D. DOS et al. Cultivares de trigo submetidas a déficit hídrico no início do florescimento, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 8, p. 836–842, 2012.
- SANTOS, P. R. R. DOS; OLIVEIRA, P. S. R. DE; LIMA, D. T. F. DE. Produção de massa verde e massa seca em linhagens de trigo com aptidão para duplo propósito. **Acta Iguazu**, v. 2, n. 2, p. 14–20, 2013.
- SANTOS, R. K. A. et al. Physiological responses of eucalyptus urophylla young plants treated with biostimulant under water deficit. **Ciencia Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1072–1081, 2019.
- SCHEEREN, P. L.; CASTRO, R. L. DE; CAIERÃO, E. Botânica, morfologia e descrição fenotípica. In: BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. (Eds.). **Trigo do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa - MG: UFV, 2015. p. 35–54.
- SHIBAEVA, T. G.; MAMAEV, A. V.; SHERUDILO, E. G. Evaluation of a SPAD-502 Plus Chlorophyll Meter to Estimate Chlorophyll Content in Leaves with Interveinal Chlorosis. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 67, n. 4, p. 690–696, 2020.
- SILVA, J. H. B. DA et al. Uso de bioestimulantes na cultura do milho (*Zea mays* L.): uma revisão. **Scientific Electronic Archives**, v. 16, n. 5, 2023.
- SILVA, M. M. P. DA et al. Eficiência fotoquímica de gramíneas forrageiras tropicais submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 67–74, 2006.
- SOUZA, J. B. C. et al. Qualidade da aquisição do NDVI na cultura do amendoim utilizando sensores terrestres. **South American Sciences**, v. 1, n. e2083, p. 1–13, 2020.
- STRONG, G. L.; BANNISTER, P.; BURRITT, D. Are mistletoes shade plants? CO<sub>2</sub> assimilation and chlorophyll fluorescence of temperate mistletoes and their hosts. **Annals of Botany**, v. 85, n. 4, p. 511–519, 2000.
- TAIZ, L. et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- TAVARES, L. C. et al. Barley seed treatment with zinc: Seed physiological quality and yield. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 585–594, 2015.
- TAVARES, L. C. et al. Estratégias de marketing na área de sementes. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83, n. 0, p. 1–9, 2016.
- TIMAC AGRO. **Fertleader Gold BMo**. Disponível em: <<https://www.timacagro.com.br/tecnologia/fertileader/>>. Acesso em: 30 mar. 2022.
- TÍMBOLA, F. et al. Uso de extrato de algas em aplicações foliares no trigo. **Revista Cultivando o Saber**, v. 13, p. 117–123, 2020.
- USDA. **Grain and Feed Update**. 2021. Disponível em: <[https://usdabrazil.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Grain-and-Fed-Update\\_Brasilia\\_Brazil\\_01-28-2021.pdf](https://usdabrazil.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Grain-and-Fed-Update_Brasilia_Brazil_01-28-2021.pdf)>. Acesso em: 9 abr. 2022.
- VIAN, A. L. et al. Limites Críticos de NDVI para Estimativa do Potencial Produtivo do Milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 1, p. 91–100, 2018.
- WENNECK, G. S. et al. SPAD index and leaf pigments in cauliflower in different water conditions and silicon fertilization. **Revista Engenharia na Agricultura - Reveng**, v. 29, p. 204–210, 2021.

WERNER, F. et al. Dinâmica Da Cobertura Do Solo Por Plantas E Ndvi De Cultivares De Soja Em Diferentes Arranjos Espaciais De Plantas. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n. 2, p. 183–190, 2018.

YASSIN, N. **Análise de experimentos fatoriais de dois fatores com tratamentos adicionais**. Lavras - MG: Universidade Federal de Lavras (UFLA), 2001.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. Data sheet highlights close coupled pumps. **World Pumps**, v. 14, n. 388, p. 415–421, 1974.



## APÊNDICES

APÊNDICE A – Análise de variância para as características avaliadas na Fazenda 3W em Itutinga-MG (E1), no ano de 2022.

FV	GL	QM									
		AP	MV	MS	NP	NE	NEE	NGE	PMG	PROD	PH
Produto	3	9,39	512,24	57,64	0,03	185,72	0,63	17,38	1,08	7609,02	1,87
Época	3	3,20	133,41	53,47	0,13	108,78	3,42*	165,361*	6,08	44138,80	7,39
Produto x Época	9	32,46*	411,67	134,95	0,06	61,28	1,29	14,86	5,77	197551,65	8,16
Tratamento vs Testemunha	1	8,65	3,98	6,00	0,05	63,71	1,04	56,96	16,21	141952,15	3,14E-03
Bloco	2	2,04	41,92	50,95	0,20	70,08	0,19	66,24	8,77	50040,68	10,97
Erro	32	10,91	227,40	78,59	0,13	64,66	0,93	46,09	6,54	115197,73	8,37
Total	50	13,83	260,13	83,41	0,11	74,16	1,10	46,92	6,33	117231,39	7,82
CV (%)		4,16	18,34	19,57	28,26	19,68	6,95	18,07	6,04	17,62	3,82
Média		79,31	82,22	45,29	0,71	40,86	13,91	37,56	42,37	1926,55	75,70

Em que: FV = Fonte de variação; GL = Grau de Liberdade; QM = Quadrado médio; CV = Coeficiente de variação; AP = Altura de planta; MV = massa verde; MS = massa seca; NP = Número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas/espigas; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos; PROD = produtividade; PH = peso do hectolitro. \*: Significativo no teste F à 5% de probabilidade; \*\*: Significativo no teste F à 1% de probabilidade.

APÊNDICE B – Análise de variância para as características avaliadas na Fazenda Muquém em Lavras - MG (E2), no ano de 2022.

FV	GL	QM					
		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG
Produto	3	14,37	0,24	1,62	0,97	96,61	9,61
Época	3	123,31**	0,10	0,66	1,36	7,11	5,78
Produto x Época	9	22,68	0,39	1,52	1,59	35,28	17,42
Tratamento vs Testemunha	1	2,34	0,02	0,08	0,24	5,16	1,15
Bloco	1	105,09*	0,65	0,64	0,32	0,45	24,01
Erro	16	20,81	0,22	1,23	1,41	27,72	19,03
Total	33	32,04	0,26	1,24	1,35	32,66	16,14
CV (%)		7,45	21,71	15,15	9,26	16,95	10,83
Média		61,21	3,82	53,91	12,84	31,06	40,26

Em que: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação; AP = altura de planta; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas/espigas; NGE = número de grãos por espiga; PMS = peso de mil grãos; \*: Significativo no teste F à 5% de probabilidade; \*\*: Significativo no teste F à 1% de probabilidade.

APÊNDICE C – Análise de variância para as características avaliadas na Fazenda ASF em Lavras-MG (E3), no ano de 2022.

FV	GL	QM					
		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG
Produto	3	17,77	0,08	31,04	1,90	9,78	0,30
Época	3	37,37	0,14	228,38	3,09	194,98**	8,12
Produto x Época	9	22,35	0,15	181,85	2,25	40,35	17,50
Tratamento vs Testemunha	1	43,97	0,01	84,18	1,38	44,28	21,76
Bloco	1	6,00	0,01	2,18	1,81	0,18	2,73
Erro	16	14,35	0,09	61,99	1,61	36,91	15,74
Total	33	19,58	0,11	105,85	1,95	48,86	13,91
CV (%)		6,55	20,94	20,88	9,93	17,24	10,63
Média		57,88	1,21	37,71	12,79	35,24	37,30

Em que: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação; AP = altura de planta; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas/espigas; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos; \*: Significativo no teste F à 5% de probabilidade; \*\*: Significativo no teste F à 1% de probabilidade.

APÊNDICE D – Análise de variância para as características avaliadas em casa de vegetação em Lavras – MG (E4), no ano de 2022.

FV	GL	QM					
		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG
Produto	3	57,31	0,07	2,67	1,14	17,22	70,42*
Época	4	284,11**	0,04	27,86**	8,73*	114,36**	25,08
Produto x Época	12	36,96	0,06	22,01**	1,20	37,43**	15,89
Tratamento x Testemunha	1	17,71	3,50E-03	2,15	2,63	12,80	10,44
Erro	42	34,74	0,06	3,83	1,43	8,41	20,09
Total	62	52,08	0,06	8,81	1,86	21,36	21,88
CV (%)		13,03	20,62	19,25	9,49	19,80	16,51
Média		45,23	0,43	10,16	12,62	11,89	27,15

Em que: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação; AP = altura de planta; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas/espigas; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos; \*: Significativo no teste F à 5% de probabilidade; \*\*: Significativo no teste F à 1% de probabilidade.

APÊNDICE E – Análise de variância para as características avaliadas na Fazenda 3W em Itutinga-MG (E5), no ano de 2023.

FV	GL	QM							
		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG	PROD	PH
Produto	3	10,70	0,37	55,79	2,088*	17,83	4,93	476869,13	0,73
Época	4	6,02	0,35	364,52	0,31	10,09	11,26*	1520086,58*	10,40
Produto x Época	12	13,55	0,27	240,35	1,08	9,65	1,36	686051,20	3,55
Tratamento vs Testemunha	1	13,48	0,08	32,06	0,54	0,02	0,01	360282,41	1,71
Bloco	2	3,47	3,13E-03	20,73	0,85	0,57	0,11	347206,25	6,34
Erro	40	18,32	0,44	465,31	0,70	9,39	3,59	401374,49	5,14
Total	62	15,68	0,38	374,12	0,82	9,46	3,55	529891,01	4,94
CV (%)		5,21	13,16	18,95	6,72	9,35	5,15	16,48	3,06
Média		82,15	25,03	113,86	12,45	32,78	36,85	3844,77	74,00

Em que: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação; AP = altura de planta; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas/espigas; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos; PROD = produtividade; PH = peso do hectolitro. \*: Significativo no teste F à 5% de probabilidade; \*\*: Significativo no teste F à 1% de probabilidade.

APÊNDICE F – Análise de variância para as características fisiológicas avaliadas na fase de afilhamento em casa de vegetação em Lavras – MG (E4), no ano de 2022.

FV	GL	QM								
		CL	NDVI	A	E	gs	F <sub>v</sub> /F <sub>m</sub>	NPQ	q <sub>p</sub>	ETR
Produto	3	1,00	4,00E-04	3,19	0,36	3,66E-03	1,00E-04	0,04	0,04	5,25
Época	4	47,47**	3,01E-03**	33,48**	3,79**	0,08**	1,60E-04	0,15**	0,12**	36,84**
Produto x Época	12	3,61	1,37 E-03**	4,41*	0,64**	0,01**	1,40E-04	0,05	0,04	16,12**
Tratamento x Testemunha	1	17,35*	9,50E-04	13,26*	0,20	6,46E-03	9,00E-05	0,08	0,01	0,68
Erro	42	3,35	3,60E-04	2,13	0,23	1,85E-03	1,70E-04	0,03	0,02	4,07
Total	62	6,36	7,37E-04	4,82	0,55	9,04E-03	1,55E-04	0,04	0,03	8,52
CV (%)		5,22	19,46	12,81	18,30	15,24	1,58	16,74	15,38	16,01
Média		35,04	0,10	11,39	2,63	0,28	0,81	1,10	0,95	12,60

Em que: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação; CL = teor de clorofila; NDVI = índice de vegetação da diferença normalizada; A = assimilação líquida de CO<sub>2</sub>; E = transpiração; gs = condutância estomática; F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> = rendimento quântico do fotossistema II; NPQ = dissipação não-fotoquímica; q<sub>p</sub> = *quenching* fotoquímico; ETR = taxa de transporte de elétrons; \*: Significativo no teste F à 5% de probabilidade; \*\*: Significativo no teste F à 1% de probabilidade.

APÊNDICE G – Análise de variância para as características fisiológicas avaliadas na fase de alongação em casa de vegetação em Lavras – MG (E4), no ano de 2022.

FV	GL	QM								
		CL	NDVI	A	E	GS	Fv/Fm	NPQ	q <sub>p</sub>	ETR
Produto	3	6,95	4,25E-03	0,40	3,51E-03	1,10E-04	1,70E-04	0,01	0,02	14,28
Época	4	3,61	4,17E-03	0,36	0,13**	2,25E-03**	4,5E-04*	0,13	0,12	84,20**
Produto x Época	12	10,89	1,45E-03	0,33	0,02*	1,00E-04	3,00E-04	0,04	0,02	16,57*
Tratamento x Testemunha	1	0,13	7,20E-04	1,15*	0,03	0,00E+00	0,00E+00	0,03	1,00E-03	16,79
Erro	42	7,50	1,77E-03	0,23	0,01	3,40E-04	1,70E-04	0,03	0,01	7,77
Total	62	7,76	1,96E-03	0,28	0,02	3,99E-04	2,13E-04	0,04	0,02	14,86
CV (%)		6,81	16,79	14,68	7,18	1,81	1,63	16,19	7,76	19,40
Média		40,21	0,25	10,09	0,85	0,04	0,81	1,15	1,00	14,37

Em que: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação; CL = teor de clorofila; NDVI = índice de vegetação da diferença normalizada; A = assimilação líquida de CO<sub>2</sub>; E = transpiração; gs = condutância estomática; F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> = rendimento quântico do fotossistema II; NPQ = dissipação não-fotoquímica; q<sub>p</sub> = *quenching* fotoquímico; ETR = taxa de transporte de elétrons; \*: Significativo no teste F à 5% de probabilidade; \*\*: Significativo no teste F à 1% de probabilidade.

APÊNDICE H – Análise de variância para as características avaliadas em sementes colhidas na fazenda 3W em Itutinga-MG (E1), no ano de 2022.

FV	GL	QM								
		PC	G	AN	MO	CCM	CRP	RPCM	CRS	CT
Produto	3	33,38**	7,94	0,35**	21,56**	0,03	0,40	524,24	0,38	0,63
Época	3	11,33	1,50	0,06	10,23**	1,82**	1,30**	5696,71**	5,58**	5,97**
Produto x Época	9	9,51	24,04*	0,42**	6,39**	0,10	0,37	512,05	0,66	0,80
Tratamento vs Testemunha	1	6,44	0,31	0,67**	0,73	0,54*	0,46	958,50	1,65	2,00*
Bloco	2	5,95	0,02	0,23*	3,00E-03	0,15	0,54	30,17	1,69	1,26
Erro	32	7,31	8,12	0,06	0,29	0,09	0,18	372,17	0,69	0,47
Total	50	9,44	10,10	0,16	3,26	0,21	0,32	723,99	1,02	0,93
CV (%)		2,88	2,97	13,00	20,44	12,21	8,91	9,44	11,15	9,39
Média		94,00	95,98	2,61	2,65	2,49	4,79	204,43	7,43	7,28

Em que: FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio; PC = primeira contagem; G = germinação; AN = contagem de plântulas anormais; MO = contagem de sementes mortas; CCM = comprimento coleótilo + mesocótilo; CRP = comprimento raiz primária; RPCM = razão raiz primária/coleótilo + mesocótilo; CRS = comprimento raiz secundária; CT = comprimento total. \*: Significativo no teste F à 5% de probabilidade; \*\*: Significativo no teste F à 1% de probabilidade.



APÊNDICE I – Tabela de médias dos fatores produto e época de aplicação e teste de Scott-Knott, para as características avaliadas no ensaio realizado na fazenda 3W em Itutinga – MG (E1) em 2022.

		Característica									
Fator		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG	MV	MS	PH	PROD
Produto	Fertileader	78,42 a	0,92 a	40,58 a	14,05 a	37,95 a	42,8 a	82,33 a	46,25 a	75,42 a	1911,75 a
	Megafol	80,42 a	0,67 a	40,00 a	13,88 a	38,00 a	42,2 a	88,08 a	45,42 a	75,32 a	1898,93 a
	Stimulate	79,00 a	0,75 a	36,08 a	13,65 a	36,22 a	42,3 a	73,00 a	42,08 a	76,13 a	1893,42 a
	Stimutrop	79,83 a	0,58 a	45,67 a	14,18 a	39,13 a	42,8 a	85,17 a	47,08 a	75,94 a	1949,33 a
Época de Aplicação	AS	79,36 a	1,00 a	36,67 a	14,58 a	41,87 a	41,8 a	85,42 a	47,92 a	74,54 a	1839,08 a
	EL	80,11 a	0,33 a	40,67 a	13,28 a	33,28 b	42,1 a	82,58 a	43,75 a	75,93 a	1929,72 a
	AF+EL	79,33 a	0,92 a	44,00 a	14,02 a	36,62 b	43,3 a	83,08 a	45,83 a	76,27 a	1984,58 a
	AS+AF+EL	78,86 a	0,67 a	41,00 a	13,88 a	39,53 a	42,9 a	77,50 a	43,33 a	76,07 a	1900,04 a
Tratamento adicional	Controle	77,67	0,33	45,33	13,33	33,33	40,1	83,33	46,67 a	75,67	2137,58

Em que: AS = após semeadura; EL = alongação; AF+EL = afilhamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilhamento + alongação; SA = sem aplicação; AP = altura de planta; MV = massa verde; MS = massa seca; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas/espigas; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos; PROD = produtividade; PH = peso do hectolitro.

APÊNDICE J – Tabela de médias dos fatores produto e época de aplicação e teste de Scott-Knott, para as características avaliadas no ensaio realizado na Fazenda Muquém em Lavras – MG (E2) em 2022.

		Característica					
Fator		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG
Produto	Fertileader	62,13 a	3,75 a	50,88 a	12,63 a	29,00 a	39,6 a
	Megafol	62,38 a	4,88 a	62,25 a	13,35 a	35,75 a	41,6 a
	Stimulate	61,21 a	3,75 a	55,88 a	12,85 a	31,88 a	40,5 a
	Stimutrop	59,42 a	2,88 a	47,38 a	12,60 a	28,00 a	39,1 a
Época de Aplicação	AS	56,42 b	3,25 a	51,75 a	12,55 a	30,50 a	40,8 a
	EL	65,79 a	4,50 a	51,88 a	13,38 a	31,13 a	39,6 a
	AF+EL	62,50 a	3,63 a	60,50 a	12,50 a	30,50 a	39,4 a
	AS+AF+EL	60,42 b	3,88 a	52,25 a	13,00 a	32,50 a	41,1 a
Tratamento adicional	Controle	60,17	4,00	51,00	12,50	29,50	41,0

Em que: AS = após semeadura; EL = alongação; AF+EL = afilhamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilhamento + alongação; SA = sem aplicação; AP = altura de planta; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas/espigas; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos.

APÊNDICE K – Tabela de médias dos fatores produto e época de aplicação e teste de Scott-Knott, para as características avaliadas no ensaio realizado na Fazenda ASF em Lavras – MG (E3) em 2022.

Fator		Característica					
		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG
Produto	Fertileader	57,83 a	1,50 a	36,88 a	13,00 a	34,75 a	37,25 a
	Megafol	56,25 a	0,88 a	39,25 a	12,40 a	36,28 a	37,00 a
	Stimulate	59,71 a	1,38 a	38,38 a	12,28 a	33,60 a	37,28 a
	Stimutrop	58,88 a	1,13 a	34,75 a	13,30 a	35,18 a	36,88 a
Época de Aplicação	AS	58,17 a	0,75 a	41,13 a	12,93 a	34,98 a	35,90 a
	EL	55,25 a	1,38 a	40,75 a	12,10 a	28,40 b	36,75 a
	AF+EL	58,83 a	1,25 a	29,63 b	12,43 a	36,10 a	37,50 a
	AS+AF+EL	60,42 a	1,50 a	37,75 a	13,53 a	40,33 a	38,25 a
Tratamento adicional	Controle	53,33	1,00	44,00	13,60	39,80	40,50

Em que: AS = após semeadura; EL = alongação; AF+EL = afilhamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilhamento + alongação; SA = sem aplicação; AP = altura de planta; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas/espigas; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos.

APÊNDICE L – Tabela de médias dos fatores produto e época de aplicação e teste de Scott-Knott, para as características avaliadas no ensaio realizado em casa de vegetação em Lavras - MG (E4) em 2022.

		Característica					
Fator		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG
Produto	Fertileader	42,54 a	0,27 a	09,93 a	12,37 a	13,13 a	24,16 b
	Megafol	45,58 a	0,33 a	09,80 a	12,98 a	15,53 a	27,35 a
	Stimulate	45,06 a	0,47 a	10,33 a	12,52 a	15,20 a	28,51 a
	Stimutrop	47,26 a	0,67 a	10,73 a	12,43 a	14,33 a	28,97 a
Época de Aplicação	AS	45,02 b	0,25 a	08,75 b	12,12 b	10,83 c	25,86 a
	AF	51,07 a	0,58 a	10,17 b	14,05 a	18,58 a	27,88 a
	EL	42,70 b	0,50 a	11,33 a	12,52 b	14,50 b	26,32 a
	AF+EL	38,51 c	0,33 a	08,67 b	11,95 b	12,42 c	26,72 a
	AS+AF+EL	48,24 a	0,50 a	12,08 a	12,23 b	16,42 a	29,46 a
Tratamento adicional	Controle	47,60	0,33	9,33	13,53	16,67	25,33

Em que: AS = após semeadura; EL = alongação; AF+EL = afilhamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilhamento + alongação; SA = sem aplicação; AP = altura de planta; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas/espigas; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos.

APÊNDICE M – Tabela de médias dos fatores produto e época de aplicação e teste de Scott-Knott, para as características avaliadas no ensaio realizado na Fazenda 3W em Itutinga – MG (E5) em 2023.

		Característica							
Fator		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG	PH	PROD
Produto	Fertileader	82,11 a	26,00 a	111,20 a	12,57 a	32,19 a	36,13 a	73,97 a	3850,54 a
	Megafol	81,40 a	25,60 a	115,27 a	12,85 a	34,11 a	36,73 a	74,07 a	3920,12 a
	Stimulate	81,47 a	22,73 a	114,33 a	11,97 a	31,64 a	37,51 a	74,33 a	4051,00 a
	Stimutrop	83,22 a	25,53 a	115,27 a	12,33 a	33,17 a	37,00 a	73,80 a	3625,06 a
Época de Aplicação	AS	82,56 a	23,67 a	112,67 a	12,22 a	31,40 a	37,17 a	72,45 a	4384,78 a
	AF	81,11 a	23,50 a	110,75 a	12,38 a	32,53 a	37,64 a	74,44 a	3708,49 b
	EL	82,92 a	25,83 a	120,17 a	12,57 a	33,82 a	35,56 b	74,16 a	3623,77 b
	AF+EL	81,72 a	27,50 a	119,17 a	12,38 a	33,35 a	36,11 b	74,27 a	4064,27 a
	AS+AF+EL	81,94 a	24,33 a	107,33 a	12,62 a	32,78 a	37,75 a	74,88 a	3527,10 b
Tratamento adicional	Controle	84,22	26,33	110,67	12,87	32,87	36,88	73,27	3506,58

Em que: AS = após semeadura; EL = alongação; AF+EL = afilhamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilhamento + alongação; SA = sem aplicação; AP = altura de planta; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas/espigas; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos; PROD = produtividade; PH = peso do hectolitro.

APÊNDICE N – Tabela de médias dos fatores produto e época de aplicação e teste de Scott-Knott, para as características fisiológicas avaliadas no afileamento no ensaio realizado em casa de vegetação em Lavras – MG (E4) em 2022.

		Característica								
Fator		CL	NDVI	A	E	gs	F <sub>v</sub> /F <sub>m</sub>	NQP	q <sub>p</sub>	ETR
Produto	Fertileader	35,30 a	0,10 a	11,67 a	2,74 a	0,30 a	0,82 a	1,13 a	0,94 a	13,00 a
	Megafol	34,83 a	0,10 a	12,05 a	2,70 a	0,29 a	0,81 a	1,16 a	0,93 a	11,77 a
	Stimulate	34,71 a	0,10 a	11,25 a	2,73 a	0,28 a	0,81 a	1,08 a	1,03 a	13,03 a
	Stimutrop	34,85 a	0,09 a	11,00 a	2,42 a	0,27 a	0,81 a	1,05 a	0,92 a	12,49 a
Época de Aplicação	AS	35,07 b	0,12 a	12,46 b	3,21 a	0,33 b	0,81 a	1,07 b	1,11 a	10,30 c
	AF	37,00 a	0,10 b	13,75 a	3,26 a	0,40 a	0,81 a	1,06 b	0,91 b	13,78 a
	EL	33,77 c	0,10 b	09,70 d	2,03 b	0,18 d	0,81 a	1,29 a	0,83 b	12,17 b
	AF + EL	32,20 d	0,07 c	10,12 d	2,23 b	0,24 c	0,82 a	1,14 b	0,95 b	14,79 a
	AS + AF + EL	36,58 a	0,10 b	11,44 c	2,51 b	0,27 c	0,81 a	0,99 b	0,96 b	11,82 b
Tratamento adicional	Controle	37,39	0,08	9,34	2,38	0,24	0,82	0,94	0,90	13,06

Em que: CL = teor de clorofila; NDVI = índice de vegetação da diferença normalizada; A = assimilação líquida de CO<sub>2</sub>; E = transpiração; gs = condutância estomática; F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> = rendimento quântico do fotossistema II; NQP = dissipação não-fotoquímica; q<sub>p</sub> = *quenching* Fotoquímico; ETR = taxa de transporte de elétrons.

APÊNDICE O – Tabela de médias dos fatores produto e época de aplicação e teste de Scott-Knott, para as características fisiológicas avaliadas na alongação no ensaio realizado em casa de vegetação em Lavras – MG (E4) em 2022.

		Característica								
Fator		CL	NDVI	A	E	gs	F <sub>v</sub> /F <sub>m</sub>	NQP	q <sub>p</sub>	ETR
Produto	Fertileader	39,39 a	0,25 a	09,85 a	0,85 a	0,04 a	0,81 a	1,13 a	1,04 a	15,13 a
	Megafol	40,95 a	0,26 a	08,90 a	0,87 a	0,03 a	0,81 a	1,15 a	1,00 a	15,04 a
	Stimulate	40,53 a	0,23 a	09,29 a	0,92 a	0,04 a	0,81 a	1,17 a	0,95 a	13,26 a
	Stimutrop	39,94 a	0,26 a	11,51 a	0,83 a	0,04 a	0,81 a	1,18 a	0,99 a	13,56 a
Época de Aplicação	AS	39,77 a	0,25 a	09,54 a	1,31 a	0,09 a	0,80 a	1,25 a	1,03 a	13,29 b
	AF	39,74 a	0,27 a	11,52 a	0,77 b	0,03 b	0,82 a	1,12 b	1,03 a	18,03 a
	EL	40,95 a	0,25 a	10,45 a	0,82 b	0,02 b	0,81 a	1,15 b	0,82 b	12,58 b
	AF + EL	39,93 a	0,22 a	08,23 a	0,91 b	0,02 b	0,80 a	1,01 b	1,02 a	15,85 a
	AS + AF + EL	40,62 a	0,25 a	09,69 a	0,52 c	0,02 b	0,81 a	1,25 a	1,07 a	11,50 b
Tratamento adicional	Controle	40,41	0,27	14,18	0,60	0,03	0,81	1,06	1,01	16,67

Em que: CL = teor de clorofila; NDVI = índice de vegetação da diferença normalizada; A = assimilação líquida de CO<sub>2</sub>; E = transpiração; gs = condutância estomática; F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> = rendimento quântico do fotossistema II; NPQ = dissipação não-fotoquímica; q<sub>p</sub> = *quenching* fotoquímico; ETR = taxa de transporte de elétrons.

APÊNDICE P – Tabela de médias dos fatores produto e época de aplicação e teste de Scott-Knott, para as características avaliadas em sementes colhidas na fazenda 3W em Itutinga-MG (E1), no ano de 2022.

		Característica								
Fator		PC	G	AN	MO	CCM	CRP	RPCM	CRS	CT
Produto	Fertileader	94,79 a	96,42 a	2,50 b	2,34 b	2,49 a	4,81 a	213,17 a	7,40 a	7,30 a
	Megafol	95,10 a	96,67 a	1,82 b	1,41 c	2,48 a	4,84 a	208,36 a	7,48 a	7,31 a
	Stimulate	94,27 a	96,08 a	2,34 b	2,19 b	2,50 a	4,91 a	202,38 a	7,54 a	7,41 a
	Stimutrop	91,46 b	94,83 a	3,33 a	4,53 a	2,40 a	4,50 a	198,13 a	7,13 a	6,89 a
Época de Aplicação	AS	93,75 a	95,67 a	2,66 a	2,66 b	2,42 b	4,58 b	203,12 b	7,32 b	7,00 b
	EL	94,79 a	96,17 a	2,29 a	2,03 c	2,39 b	4,85 a	210,84 b	7,23 b	7,24 b
	AF + EL	94,48 a	96,42 a	2,71 a	1,88 c	2,06 c	4,44 b	230,36 a	6,68 b	6,50 c
	AS + AF + EL	92,60 a	95,75 a	2,34 a	3,91 a	3,00 a	5,19 a	177,72 c	8,32 a	8,18 a
Tratamento adicional	Controle	95,42	95,67	4,38	3,13	2,90	5,17	187,09	8,15	8,07

Em que: PC = primeira contagem; G = germinação; AN = contagem de plântulas anormais; MO = contagem de sementes mortas; CH = comprimento coleótilo + mesocótilo; CRP = comprimento raiz primária; RPH = razão raiz primária/hipocótilo; CRS = comprimento raiz secundária; CT = comprimento total.



APÊNDICE Q – Tabela de desdobramentos dos níveis de A (produto) dentro do fator B (época) do ensaio realizado na fazenda 3W em Itutinga – MG (E1), em 2022.

Fator Época	Fator Produto	Médias									
		AP	MV	MS	NP	NE	NEE	NGE	PMG	PROD	PH
AS	Fertileader	73,44 b	88,33 a	50,00 a	0,67 a	41,33 a	14,40 a	41,53 a	42,89 a	1820,59 a	73,87 a
	Megafofol	81,78 a	95,00 a	55,00 a	1,00 a	40,67 a	14,67 a	43,07 a	40,22 a	1765,78 a	73,37 a
	Stimulate	82,89 a	65,00 b	36,67 a	1,00 a	29,33 a	13,73 a	38,87 a	40,89 a	1902,84 a	76,33 a
	Stimutrop	79,33 a	93,33 a	50,00 a	1,33 a	35,33 a	15,53 a	44,00 a	43,11 a	1867,11 a	74,60 a
EL	Fertileader	82,89 a	88,67 a	50,00 a	0,67 a	37,00 a	13,40 a	31,73 a	43,22 a	2173,67 a	78,07 a
	Megafofol	79,44 a	99,00 a	43,33 a	0,33 a	43,33 a	13,27 a	34,60 a	40,00 a	1673,63 a	73,23 a
	Stimulate	78,22 a	68,67 a	40,00 a	0,00 a	35,00 a	13,20 a	32,80 a	42,78 a	1832,97 a	76,17 a
	Stimutrop	79,89 a	74,00 a	41,67 a	0,33 a	47,33 a	13,27 a	34,00 a	42,22 a	2038,61 a	76,23 a
AF+EL	Fertileader	77,11 b	79,00 a	43,33 a	1,00 a	44,67 a	13,73 a	35,53 a	42,22 a	1772,32 b	75,70 a
	Megafofol	83,78 a	93,33 a	50,00 a	1,00 a	37,33 a	14,73 a	38,80 a	44,11 a	2418,01 a	76,50 a
	Stimulate	77,33 b	71,67 a	41,67 a	1,00 a	42,00 a	13,40 a	34,53 a	43,00 a	1671,95 b	76,37 a
	Stimutrop	79,11 b	88,33 a	48,33 a	0,67 a	52,00 a	14,20 a	37,60 a	43,89 a	2076,03 a	76,50 a
AS+AF+EL	Fertileader	80,22 a	73,33 a	41,67 a	1,33 a	39,33 a	14,67 a	43,00 a	42,78 a	1880,40 a	74,03 a
	Megafofol	76,67 a	65,00 a	33,33 a	0,33 a	38,67 a	12,87 a	35,53 a	44,44 a	1738,30 a	78,17 a
	Stimulate	77,56 a	86,67 a	50,00 a	1,00 a	38,00 a	14,27 a	38,67 a	42,56 a	2165,91 a	75,63 a
	Stimutrop	81,00 a	85,00 a	48,33 a	0,00 a	48,00 a	13,73 a	40,93 a	41,78 a	1815,57 a	76,43 a
Controle	SA	77,67	83,33	46,67	0,33	45,33	13,33	33,33	40,11	2137,58	75,67

Em que: AS = após semeadura; EL = alongação; AF+EL = afilamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilamento + alongação; SA = sem aplicação; AP = altura de planta; MV = massa verde; MS = massa seca; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas/espigas; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos; PROD = produtividade; PH = peso do hectolitro.

APÊNDICE R – Tabela de desdobramentos dos níveis de B (época) dentro do fator A (produto) do ensaio realizado na fazenda 3W em Itutinga – MG (E1), em 2022.

Fator Produto	Fator Época	Médias									
		AP	MV	MS	NP	NE	NEE	NGE	PMG	PROD	PH
Fertileader	AS	73,44 b	88,33 a	50,00 a	0,67 a	41,33 a	14,40 a	41,53 a	42,89 a	1820,59 a	73,87 a
	EL	82,89 a	88,67 a	50,00 a	0,67 a	37,00 a	13,40 a	31,73 a	43,22 a	2173,67 a	78,07 a
	AF+EL	77,11 b	79,00 a	43,33 a	1,00 a	44,67 a	13,73 a	35,53 a	42,22 a	1772,32 a	75,70 a
	AS+AF+EL	80,22 a	73,33 a	41,67 a	1,33 a	39,33 a	14,67 a	43,00 a	42,78 a	1880,40 a	74,03 a
Megafol	AS	81,78 a	95,00 a	55,00 a	1,00 a	40,67 a	14,67 a	43,07 a	40,22 b	1765,78 b	73,37 a
	EL	79,44 a	99,00 a	43,33 b	0,33 a	43,33 a	13,27 b	34,60 a	40,00 b	1673,63 b	73,23 a
	AF+EL	83,78 a	93,33 a	50,00 a	1,00 a	37,33 a	14,73 a	38,80 a	44,11 a	2418,01 a	76,50 a
	AS+AF+EL	76,67 a	65,00 b	33,33 b	0,33 a	38,67 a	12,87 b	35,53 a	44,44 a	1738,30 b	78,17 a
Stimulate	AS	82,89 a	65,00 a	36,67 a	1,00 a	29,33 a	13,73 a	38,87 a	40,89 a	1902,84 a	76,33 a
	EL	78,22 a	68,67 a	40,00 a	0,00 a	35,00 a	13,20 a	32,80 a	42,78 a	1832,97 a	76,17 a
	AF+EL	77,33 a	71,67 a	41,67 a	1,00 a	42,00 a	13,40 a	34,53 a	43,00 a	1671,95 a	76,37 a
	AS+AF+EL	77,56 a	86,67 a	50,00 a	1,00 a	38,00 a	14,27 a	38,67 a	42,56 a	2165,91 a	75,63 a
Stimutrop	AS	79,33 a	93,33 a	50,00 a	1,33 a	35,33 a	15,53 a	44,00 a	43,11 a	1867,11 a	74,60 a
	EL	79,89 a	74,00 a	41,67 a	0,33 a	47,33 a	13,27 b	34,00 a	42,22 a	2038,61 a	76,23 a
	AF+EL	79,11 a	88,33 a	48,33 a	0,67 a	52,00 a	14,20 b	37,60 a	43,89 a	2076,03 a	76,50 a
	AS+AF+EL	81,00 a	85,00 a	48,33 a	0,00 a	48,00 a	13,73 b	40,93 a	41,78 a	1815,57 a	76,43 a
Controle	SA	77,67	88,33	46,67	0,33	45,33	13,33	33,33	40,11	2137,58	75,67

Em que: AS = após semeadura; EL = alongação; AF+EL = afilamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilamento + alongação; SA = sem aplicação; AP = altura de planta; MV = massa verde; MS = massa seca; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas/espigas; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos; PROD = produtividade; PH = peso do hectolitro.

APÊNDICE S – Tabela de desdobramentos dos níveis de A (produto) dentro do fator B (época) do ensaio realizado na fazenda Muquém em Lavras – MG (E2), em 2022.

Fator Época	Fator Produto	Médias					
		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG
AS	Fertileader	56,50 a	3,50 a	50,50 a	11,40 a	27,00 a	40,50 a
	Megafol	59,00 a	5,00 a	46,00 a	13,10 a	38,00 a	42,50 a
	Stimulate	54,17 a	2,50 a	45,50 a	13,20 a	32,50 a	40,00 a
	Stimutrop	56,00 a	2,00 a	65,00 a	12,50 a	24,50 a	40,00 a
EL	Fertileader	68,83 a	6,00 a	42,50 a	14,10 a	31,50 a	40,00 a
	Megafol	69,00 a	6,50 a	66,00 a	14,10 a	35,50 a	42,00 a
	Stimulate	60,00 a	2,50 a	48,00 a	13,20 a	35,00 a	35,00 a
	Stimutrop	65,33 a	3,00 a	51,00 a	12,10 a	22,50 a	41,50 a
AF+EL	Fertileader	63,83 a	1,00 a	58,00 a	12,30 a	28,50 a	37,50 a
	Megafol	61,33 a	5,50 a	67,00 a	13,20 a	35,50 a	40,00 a
	Stimulate	65,33 a	4,00 a	76,00 a	11,20 a	25,00 a	41,00 a
	Stimutrop	59,50 a	4,00 a	41,00 a	13,30 a	33,00 a	39,00 a
AS+AF+EL	Fertileader	59,33 a	4,50 a	52,50 a	12,70 a	29,00 a	40,50 a
	Megafol	60,17 a	2,50 a	70,00 a	13,00 a	34,00 a	42,00 a
	Stimulate	65,33 a	6,00 a	54,00 a	13,80 a	35,00 a	46,00 a
	Stimutrop	56,83 a	2,50 a	32,50 a	12,50 a	32,00 a	36,00 a
Controle	SA	60,17	4,00	51,00	12,50	29,50	41,00

Em que: AS = após semeadura; EL = alongação; AF+EL = afilamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilamento + alongação; SA = sem aplicação; AP = altura de plantas; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas por espiga; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos.

APÊNDICE T – Tabela de desdobramentos dos níveis de B (época) dentro do fator A (produto) do ensaio realizado na fazenda Muquém em Lavras -MG (E2), em 2022.

Fator Produto	Fator Época	Médias					
		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG
Fertileader	AS	56,50 a	3,50 a	50,50 a	11,40 a	27,00 a	40,50 a
	EL	68,83 a	6,00 a	42,50 a	14,10 a	31,50 a	40,00 a
	AF+EL	63,83 a	1,00 a	58,00 a	12,30 a	28,50 a	37,50 a
	AS+AF+EL	59,33 a	4,50 a	52,50 a	12,70 a	29,00 a	40,50 a
Megafol	AS	59,00 a	5,00 a	46,00 a	13,10 a	38,00 a	42,50 a
	EL	69,00 a	6,50 a	66,00 a	14,10 a	35,50 a	42,00 a
	AF+EL	61,33 a	5,50 a	67,00 a	13,20 a	35,50 a	40,00 a
	AS+AF+EL	60,17 a	2,50 a	70,00 a	13,00 a	34,00 a	42,00 a
Stimulate	AS	54,17 a	2,50 a	45,50 a	13,20 a	32,50 a	40,00 a
	EL	60,00 a	2,50 a	48,00 a	13,20 a	35,00 a	35,00 a
	AF+EL	65,33 a	4,00 a	76,00 a	11,20 a	25,00 a	41,00 a
	AS+AF+EL	65,33 a	6,00 a	54,00 a	13,80 a	35,00 a	46,00 a
Stimutrop	AS	56,00 a	2,00 a	65,00 a	12,50 a	24,50 a	40,00 a
	EL	65,33 a	3,00 a	51,00 a	12,10 a	22,50 a	41,50 a
	AF+EL	59,50 a	4,00 a	41,00 a	13,30 a	33,00 a	39,00 a
	AS+AF+EL	56,83 a	2,50 a	32,50 a	12,50 a	32,00 a	36,00 a
Controle	SA	60,17	4,00	51,00	12,50	29,50	41,00

Em que: AS = após semeadura; EL = alongação; AF+EL = afilamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilamento + alongação; SA = sem aplicação; AP = altura de plantas; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas por espiga; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos.

APÊNDICE U – Tabela de desdobramentos dos níveis de A (produto) dentro do fator B (época) do ensaio realizado na fazenda ASF em Lavras – MG (E3), em 2022.

Fator Época	Fator Produto	Médias					
		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG
AS	Fertileader	60,33 a	2,00 a	47,50 a	14,30 a	35,10 a	36,50 a
	Megafol	60,33 a	0,00 a	53,00 a	12,90 a	36,30 a	36,00 a
	Stimulate	57,00 a	0,00 a	34,00 b	12,60 a	34,20 a	33,60 a
	Stimutrop	55,00 a	1,00 a	30,00 b	11,90 a	34,30 a	37,50 a
EL	Fertileader	52,33 a	1,00 a	33,50 a	11,80 a	25,30 a	34,00 a
	Megafol	54,67 a	1,50 a	32,00 a	11,10 a	30,90 a	38,00 a
	Stimulate	58,17 a	1,50 a	54,50 a	12,30 a	29,00 a	40,50 a
	Stimutrop	55,83 a	1,50 a	43,00 a	13,20 a	28,40 a	34,50 a
AF+EL	Fertileader	60,17 a	2,00 a	36,50 a	13,00 a	41,70 a	38,00 a
	Megafol	52,83 a	1,00 a	27,50 a	12,50 a	33,30 a	33,50 a
	Stimulate	62,67 a	2,00 a	29,00 a	10,40 a	28,20 a	39,00 a
	Stimutrop	59,67 a	0,00 a	25,50 a	13,80 a	41,20 a	39,50 a
AS+AF+EL	Fertileader	58,50 a	1,00 a	30,00 a	12,90 a	36,90 a	40,50 a
	Megafol	57,17 a	1,00 a	44,50 a	13,10 a	44,60 a	40,50 a
	Stimulate	61,00 a	2,00 a	36,00 a	13,80 a	43,00 a	36,00 a
	Stimutrop	65,00 a	2,00 a	40,50 a	14,30 a	36,80 a	36,00 a
Controle	SA	53,33	1,00	44,00	13,60	39,80	40,50

Em que: AS = após semeadura; EL = alongação; AF+EL = afilamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilamento + alongação; SA = sem aplicação; AP = altura de plantas; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas por espiga; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos.

APÊNDICE V – Tabela de desdobramentos dos níveis de B (época) dentro do fator A (produto) do ensaio realizado na fazenda ASF em Lavras - MG (E3), em 2022.

Fator Produto	Fator Época	Médias					
		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG
Fertileader	AS	60,33 a	2,00 a	47,50 a	14,30 a	35,10 a	36,50 a
	EL	52,33 a	1,00 a	33,50 a	11,80 a	25,30 a	34,00 a
	AF + EL	60,17 a	2,00 a	36,50 a	13,00 a	41,70 a	38,00 a
	AS + AF + EL	58,50 a	1,00 a	30,00 a	12,90 a	36,90 a	40,50 a
Megafol	AS	60,33 a	0,00 a	53,00 a	12,90 a	36,30 a	36,00 a
	EL	54,67 a	1,50 a	32,00 b	11,10 a	30,90 a	38,00 a
	AF + EL	52,83 a	1,00 a	27,50 b	12,50 a	33,30 a	33,50 a
	AS + AF + EL	57,17 a	1,00 a	44,50 a	13,10 a	44,60 a	40,50 a
Stimulate	AS	57,00 a	0,00 a	34,00 b	12,60 a	34,20 a	33,60 a
	EL	58,17 a	1,50 a	54,50 a	12,30 a	29,00 a	40,50 a
	AF + EL	62,67 a	2,00 a	29,00 b	10,40 a	28,20 a	39,00 a
	AS + AF + EL	61,00 a	2,00 a	36,00 b	13,80 a	43,00 a	36,00 a
Stimutrop	AS	55,00 a	1,00 a	30,00 a	11,90 a	34,30 a	37,50 a
	EL	55,83 a	1,50 a	43,00 a	13,20 a	28,40 a	34,50 a
	AF + EL	59,67 a	0,00 a	25,50 a	13,80 a	41,20 a	39,50 a
	AS + AF + EL	65,00 a	2,00 a	40,50 a	14,30 a	36,80 a	36,00 a
Controle	SA	53,33	1,00	44,00	13,60	39,80	40,50

Em que: AS = após sementeira; EL = alongação; AF+EL = afileamento + alongação; AS+AF+EL = após sementeira + afileamento + alongação; SA = sem aplicação; AP = altura de plantas; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas por espiga; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos.

APÊNDICE W – Tabela de desdobramentos dos níveis de A (produto) dentro do fator B (época) do ensaio realizado em casa de vegetação (E4), em 2022.

Fator Época	Fator Produto	Médias					
		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG
AS	Fertileader	39,76 a	0,33 a	08,67 a	11,53 a	11,00 a	24,20 a
	Megafol	45,22 a	0,00 a	08,00 a	13,40 a	10,67 a	23,10 a
	Stimulate	47,89 a	0,33 a	08,33 a	12,07 a	11,67 a	29,30 a
	Stimutrop	47,22 a	0,33 a	10,00 a	11,47 a	10,00 a	26,83 a
AF	Fertileader	46,29 a	0,00 a	08,33 c	13,53 a	11,67 b	24,30 a
	Megafol	52,33 a	0,67 a	07,00 c	13,75 a	20,67 a	28,53 a
	Stimulate	47,56 a	0,67 a	11,00 b	14,40 a	20,67 a	28,00 a
	Stimutrop	58,11 a	1,00 a	14,33 a	14,53 a	21,33 a	30,67 a
EL	Fertileader	44,48 a	0,33 a	13,00 a	13,13 a	16,00 a	24,33 a
	Megafol	43,67 a	0,33 a	13,67 a	12,20 a	15,00 a	25,20 a
	Stimulate	41,78 a	1,00 a	08,00 b	12,47 a	13,00 a	29,67 a
	Stimutrop	40,89 a	0,33 a	10,67 b	12,27 a	14,00 a	26,07 a
AF+EL	Fertileader	40,53 a	0,67 a	10,67 a	12,07 a	14,00 a	24,43 a
	Megafol	36,46 a	0,33 a	06,67 a	12,73 a	15,33 a	28,90 a
	Stimulate	38,76 a	0,00 a	08,67 a	11,80 a	07,67 b	26,77 a
	Stimutrop	38,30 a	0,33 a	08,67 a	11,20 a	12,67 a	26,77 a
AS+AF+EL	Fertileader	41,63 a	0,00 b	09,00 b	11,60 a	13,00 b	23,53 a
	Megafol	50,22 a	0,33 b	13,67 a	12,80 a	16,00 b	31,00 a
	Stimulate	49,33 a	0,33 b	15,67 a	11,87 a	23,00 a	28,80 a
	Stimutrop	51,78 a	1,33 a	10,00 b	12,67 a	13,67 b	34,50 a
Controle	SA	47,6	0,33	9,33	13,53	16,67	25,33

Em que: AS = após semeadura; AF = afilhamento; EL = alongação; AF+EL = afilhamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilhamento + alongação; SA = sem aplicação; AP = altura de plantas; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas por espiga; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos.

APÊNDICE X – Tabela de desdobramentos dos níveis de B (época) dentro do fator A (produto) do ensaio realizado em casa de vegetação (E4), em 2022.

Fator Produto	Fator Época	Médias					
		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG
Fertileader	AS	39,76 a	0,33 a	08,67 b	11,53 a	11,00 a	24,20 a
	AF	46,29 a	0,00 a	08,33 b	13,53 a	11,67 a	24,30 a
	EL	44,48 a	0,33 a	13,00 a	13,13 a	16,00 a	24,33 a
	AF+EL	40,53 a	0,67 a	10,67 a	12,07 a	14,00 a	24,43 a
	AS+AF+EL	41,63 a	0,00 a	09,00 b	11,60 a	13,00 a	23,53 a
Megafol	AS	45,22 b	0,00 a	08,00 b	13,40 a	10,67 b	23,10 a
	AF	52,33 a	0,67 a	07,00 b	13,75 a	20,67 a	28,53 a
	EL	43,67 b	0,33 a	13,67 a	12,20 a	15,00 b	25,20 a
	AF+EL	36,46 b	0,33 a	06,67 b	12,73 a	15,33 b	28,90 a
	AS+AF+EL	50,22 a	0,33 a	13,67 a	12,80 a	16,00 b	31,00 a
Stimulate	AS	47,89 a	0,33 a	08,33 b	12,07 b	11,67 b	29,30 a
	AF	47,56 a	0,67 a	11,00 b	14,40 a	20,67 a	28,00 a
	EL	41,78 a	1,00 a	08,00 b	12,47 b	13,00 b	29,67 a
	AF+EL	38,76 a	0,00 a	08,67 b	11,80 b	07,67 b	26,77 a
	AS+AF+EL	49,33 a	0,33 a	15,67 a	11,87 b	23,00 a	28,80 a
Stimutrop	AS	47,22 b	0,33 a	10,00 b	11,47 b	10,00 b	26,83 a
	AF	58,11 a	1,00 a	14,33 a	14,53 a	21,33 a	30,67 a
	EL	40,89 b	0,33 a	10,67 b	12,27 b	14,00 b	26,07 a
	AF+EL	38,30 b	0,33 a	08,67 b	11,20 b	12,67 b	26,77 a
	AS+AF+EL	51,78 a	1,33 a	10,00 b	12,67 b	13,67 b	34,50 a
Controle	SA	47,6	0,33	9,33	13,53	16,67	25,33

Em que: AS = após semeadura; AF = afilhamento; EL = alongação; AF+EL = afilhamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilhamento + alongação; SA = sem aplicação; NP = número de perfilhos; AP = altura de plantas; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas por espiga; NGE = número de grãos por espiga; PMS = peso de mil sementes.



APÊNDICE Y – Tabela de desdobramentos dos níveis de A (produto) dentro do fator B (época) do ensaio realizado na Fazenda 3W (E5), em 2023.

Fator Época	Fator Produto	Médias							
		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG	PH	PROD
AS	Fertileader	84,33 a	24,33 a	110,33 a	13,07 a	30,60 a	36,56 a	72,77 a	4618,89 a
	Megafofol	85,11 a	27,33 a	122,33 a	12,67 a	32,93 a	36,44 a	72,53 a	3993,44 b
	Stimulate	78,56 a	19,00 a	116,00 a	11,87 b	29,73 a	37,44 a	71,03 a	5173,82 a
	Stimutrop	82,22 a	24,00 a	102,00 a	11,27 b	32,33 a	38,22 a	73,47 a	3752,99 b
AF	Fertileader	80,11 a	26,00 a	112,67 a	13,13 a	33,87 a	37,33 a	74,20 a	3862,39 a
	Megafofol	79,44 a	19,67 a	107,00 a	12,93 a	32,73 a	38,22 a	73,77 a	4035,86 a
	Stimulate	80,67 a	24,00 a	107,67 a	11,67 b	31,53 a	38,11 a	76,07 a	3310,77 a
	Stimutrop	84,22 a	24,33 a	115,67 a	11,80 b	32,00 a	36,89 a	73,73 a	3624,93 a
EL	Fertileader	81,44 a	24,67 a	114,67 a	12,53 a	32,53 a	34,33 a	73,53 a	3385,61 a
	Megafofol	83,44 a	27,67 a	114,33 a	13,33 a	35,07 a	35,56 a	73,87 a	4181,66 a
	Stimulate	82,89 a	24,00 a	117,67 a	11,80 a	31,07 a	36,56 a	76,07 a	3431,80 a
	Stimutrop	83,89 a	27,00 a	134,00 a	12,60 a	36,60 a	35,78 a	73,17 a	3495,98 a
AF+EL	Fertileader	80,67 a	26,67 a	104,67 a	12,07 a	33,13 a	35,11 a	75,10 a	3622,41 b
	Megafofol	79,44 a	27,33 a	120,33 a	12,60 a	36,07 a	35,22 a	74,63 a	3803,36 b
	Stimulate	83,44 a	24,00 a	124,00 a	12,40 a	34,07 a	37,56 a	73,23 a	4989,72 a
	Stimutrop	83,33 a	32,00 a	127,67 a	12,47 a	30,13 a	36,56 a	74,10 a	3481,57 b
AS+AF+EL	Fertileader	84,00 a	28,33 a	113,67 a	12,07 a	30,80 a	37,33 a	74,23 a	3763,42 a
	Megafofol	79,56 a	26,00 a	112,33 a	12,73 a	33,73 a	38,22 a	75,53 a	3586,28 a
	Stimulate	81,78 a	22,67 a	106,33 a	12,13 a	31,80 a	37,89 a	75,23 a	3348,91 a
	Stimutrop	82,44 a	20,33 a	97,00 a	13,53 a	34,80 a	37,56 a	74,53 a	3409,80 a
Controle	SA	84,22	26,33	110,67	12,87	32,87	36,89	73,27	3506,58

Em que: AS = após semeadura; EL = alongação; AF+EL = afilhamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilhamento + alongação; SA = sem aplicação; AP = altura de planta; MV = massa verde; MS = massa seca; NP = número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas/espigas; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos; PROD = produtividade; PH = peso do hectolitro.

APÊNDICE Z – Tabela de desdobramentos dos níveis de B (época) dentro do fator A (produto) do ensaio realizado na Fazenda 3W (E5), em 2023.

Fator Produto	Fator Época	Médias							
		AP	NP	NE	NEE	NGE	PMG	PH	PROD
Fertileader	AS	84,33 a	24,33 a	110,33 a	13,07 a	30,60 a	36,56 a	72,77 a	4618,89 a
	AF	80,11 a	26,00 a	112,67 a	13,13 a	33,87 a	37,33 a	74,20 a	3862,39 a
	EL	81,44 a	24,67 a	114,67 a	12,53 a	32,53 a	34,33 a	73,53 a	3385,61 a
	AF+EL	80,67 a	26,67 a	104,67 a	12,07 a	33,13 a	35,11 a	75,10 a	3622,41 a
	AS+AF+EL	84,00 a	28,33 a	113,67 a	12,07 a	30,80 a	37,33 a	74,23 a	3763,42 a
Megafol	AS	85,11 a	27,33 a	122,33 a	12,67 a	32,93 a	36,44 a	72,53 a	3993,44 a
	AF	79,44 a	19,67 a	107,00 a	12,93 a	32,73 a	38,22 a	73,77 a	4035,86 a
	EL	83,44 a	27,67 a	114,33 a	13,33 a	35,07 a	35,56 a	73,87 a	4181,66 a
	AF+EL	79,44 a	27,33 a	120,33 a	12,60 a	36,07 a	35,22 a	74,63 a	3803,36 a
	AS+AF+EL	79,56 a	26,00 a	112,33 a	12,73 a	33,73 a	38,22 a	75,53 a	3586,28 a
Stimulate	AS	78,56 a	19,00 a	116,00 a	11,87 a	29,73 a	37,44 a	71,03 b	5173,82 a
	AF	80,67 a	24,00 a	107,67 a	11,67 a	31,53 a	38,11 a	76,07 a	3310,77 b
	EL	82,89 a	24,00 a	117,67 a	11,80 a	31,07 a	36,56 a	76,07 a	3431,80 b
	AF+EL	83,44 a	24,00 a	124,00 a	12,40 a	34,07 a	37,56 a	73,23 b	4989,72 a
	AS+AF+EL	81,78 a	22,67 a	106,33 a	12,13 a	31,80 a	37,89 a	75,23 a	3348,91 b
Stimutrop	AS	82,22 a	24,00 a	102,00 a	11,27 b	32,33 a	38,22 a	73,47 a	3752,99 a
	AF	84,22 a	24,33 a	115,67 a	11,80 b	32,00 a	36,89 a	73,73 a	3624,93 a
	EL	83,89 a	27,00 a	134,00 a	12,60 a	36,60 a	35,78 a	73,17 a	3495,98 a
	AF+EL	83,33 a	32,00 a	127,67 a	12,47 a	30,13 a	36,56 a	74,10 a	3841,57 a
	AS+AF+EL	82,44 a	20,33 a	97,00 a	13,53 a	34,80 a	37,56 a	74,53 a	3409,80 a
Controle	SA	84,22	26,33	110,67	12,87	32,87	36,89	73,27	3506,58

Em que: AS = após sementeira; EL = alongação; AF+EL = afileamento + alongação; AS+AF+EL = após sementeira + afileamento + alongação; SA = Sem aplicação; AP = altura de planta; MV = massa verde; MS = massa seca; NP = Número de perfilhos; NE = número de espigas; NEE = número de espiguetas/espigas; NGE = número de grãos por espiga; PMG = peso de mil grãos; PROD = produtividade; PH = peso do hectolitro.

APÊNDICE AA – Tabela de desdobramentos dos níveis de A (produto) dentro do fator B (época) para os parâmetros fisiológicos avaliados na fase de afilhamento no ensaio realizado em casa de vegetação em Lavras – MG (E4), em 2022.

Fator Época	Fator Produto	Médias								
		CL	NDVI	A	E	gs	F <sub>v</sub> /F <sub>m</sub>	NPQ	q <sub>p</sub>	ETR
AS	Fertileader	34,74 a	0,12 a	11,69 a	3,72 a	0,38 a	0,80 a	1,09 a	1,13 a	09,84 a
	Megafofol	35,69 a	0,12 a	12,40 a	2,49 b	0,23 b	0,81 a	1,09 a	1,12 a	09,56 a
	Stimulate	35,57 a	0,10 a	13,41 a	3,70 a	0,38 a	0,81 a	1,05 a	1,08 a	10,57 a
	Stimutrop	34,27 a	0,13 a	12,34 a	2,92 b	0,35 a	0,80 a	1,04 a	1,09 a	11,23 a
AF	Fertileader	37,61 a	0,09 b	13,71 a	3,03 a	0,44 a	0,81 a	1,10 a	0,79 b	12,23 b
	Megafofol	36,17 a	0,08 b	15,33 a	3,77 a	0,46 a	0,82 a	1,08 a	0,78 b	09,56 b
	Stimulate	36,57 a	0,14 a	14,12 a	3,16 a	0,34 b	0,81 a	1,05 a	1,06 a	16,28 a
	Stimutrop	37,64 a	0,08 b	11,83 a	3,08 a	0,34 b	0,80 a	1,01 a	1,04 a	17,06 a
EL	Fertileader	34,72 a	0,12 a	11,58 a	2,33 a	0,18 b	0,82 a	1,15 b	0,91 a	14,09 a
	Megafofol	32,63 a	0,11 a	10,28 a	2,60 a	0,27 a	0,80 a	1,62 a	0,83 a	11,12 a
	Stimulate	33,51 a	0,11 a	07,88 b	1,43 b	0,13 b	0,81 a	1,19 b	0,86 a	13,08 a
	Stimutrop	34,22 a	0,08 a	09,04 b	1,77 b	0,16 b	0,82 a	1,19 b	0,72 a	10,40 a
AF+EL	Fertileader	34,33 a	0,08 a	11,35 a	2,38 a	0,30 a	0,83 a	1,16 a	0,77 a	14,37 a
	Megafofol	32,02 a	0,07 a	10,06 a	2,05 a	0,23 b	0,81 a	1,02 a	0,94 a	15,23 a
	Stimulate	31,01 a	0,07 a	09,26 a	2,27 a	0,21 b	0,80 a	1,19 a	1,09 a	15,95 a
	Stimutrop	31,43 a	0,09 a	09,79 a	2,21 a	0,22 b	0,82 a	1,18 a	0,98 a	13,62 a
AS+AF+EL	Fertileader	35,11 a	0,11 a	09,99 a	2,25 a	0,22 b	0,82 a	1,15 a	1,08 a	14,50 a
	Megafofol	37,63 a	0,13 a	12,17 a	2,60 a	0,26 b	0,81 a	1,02 a	0,97 a	13,37 a
	Stimulate	36,91 a	0,08 b	11,61 a	3,07 a	0,33 a	0,81 a	0,93 a	1,05 a	09,26 b
	Stimutrop	36,67 a	0,08 b	12,00 a	2,10 a	0,27 b	0,81 a	0,85 a	0,76 b	10,15 b
Controle	SA	37,39	0,08	9,34	2,38	0,24	0,82	0,94	0,90	13,06

Em que: AS = após semeadura; AF = afilhamento; EL = alongação; AF+EL = afilhamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilhamento + alongação; SA = sem aplicação; CL = teor de clorofila; NDVI = índice de vegetação da diferença normalizada; A = assimilação líquida de CO<sub>2</sub>; E = transpiração; gs = condutância estomática; F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> = rendimento quântico do fotossistema II; NPQ = dissipação não-fotoquímica; q<sub>p</sub> = *quenching* fotoquímico; ETR = taxa de transporte de elétrons.

APÊNDICE AB – Tabela de desdobramentos dos níveis de B (época) dentro do fator A (produto) para os parâmetros fisiológicos avaliados na fase de afilhamento no ensaio realizado em casa de vegetação em Lavras – MG (E4), em 2022.

Fator Produto	Fator Época	Médias								
		CL	NDVI	A	E	gs	F <sub>v</sub> /F <sub>m</sub>	NPQ	q <sub>p</sub>	ETR
Fertileader	AS	34,74 a	0,12 a	11,69 a	3,72 a	0,38 a	0,80 a	1,09 a	1,13 a	09,84 b
	AF	37,61 a	0,09 b	13,71 a	3,03 a	0,44 a	0,81 a	1,10 a	0,79 b	12,23 b
	EL	34,72 a	0,12 a	11,58 a	2,33 b	0,18 c	0,82 a	1,15 a	0,91 b	14,09 a
	AF+EL	34,33 a	0,08 b	11,35 a	2,38 b	0,30 b	0,83 a	1,16 a	0,77 b	14,37 a
	AS+AF+EL	35,11 a	0,11 a	09,99 a	2,25 b	0,22 c	0,82 a	1,15 a	1,08 a	14,50 a
Megafol	AS	35,69 a	0,12 a	12,40 b	2,49 b	0,23 b	0,81 a	1,09 b	1,12 a	09,56 b
	AF	36,17 a	0,08 b	15,33 a	3,77 a	0,46 a	0,82 a	1,08 b	0,78 a	09,56 b
	EL	32,63 b	0,11 a	10,28 b	2,60 b	0,27 b	0,80 a	1,62 a	0,83 a	11,12 b
	AF+EL	32,02 b	0,07 b	10,06 b	2,05 b	0,23 b	0,81 a	1,02 b	0,94 a	15,23 a
	AS+AF+EL	37,63 a	0,13 a	12,17 b	2,60 b	0,26 b	0,81 a	1,02 b	0,97 a	13,37 a
Stimulate	AS	35,57 a	0,10 b	13,41 a	3,70 a	0,38 a	0,81 a	1,05 a	1,08 a	10,57 b
	AF	36,57 a	0,14 a	14,12 a	3,16 a	0,34 a	0,81 a	1,05 a	1,06 a	16,28 a
	EL	33,51 b	0,11 b	07,88 b	1,43 c	0,13 c	0,81 a	1,19 a	0,86 a	13,08 a
	AF+EL	31,01 b	0,07 c	09,26 b	2,27 b	0,21 b	0,80 a	1,19 a	1,09 a	15,95 a
	AS+AF+EL	36,91 a	0,08 c	11,61 a	3,07 a	0,33 a	0,81 a	0,93 a	1,05 a	09,26 b
Stimutrop	AS	34,27 b	0,13 a	12,34 a	2,92 a	0,35 a	0,80 a	1,04 a	1,09 a	11,23 c
	AF	37,64 a	0,08 b	11,83 a	3,08 a	0,34 a	0,80 a	1,01 a	1,04 a	17,06 a
	EL	34,22 b	0,08 b	09,04 b	1,77 b	0,16 c	0,82 a	1,19 a	0,72 b	10,40 c
	AF+EL	31,43 b	0,09 b	09,79 b	2,21 b	0,22 b	0,82 a	1,18 a	0,98 a	13,62 b
	AS+AF+EL	36,67 a	0,08 b	12,00 a	2,10 b	0,27 b	0,81 a	0,85 a	0,76 b	10,15 c
Controle	SA	37,39	0,08	9,34	2,38	0,24	0,82	0,94	0,90	13,06

Em que: AS = após semeadura; AF = afilhamento; EL = alongação; AF+EL = afilhamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilhamento + alongação; SA = sem aplicação; CL = teor de clorofila; NDVI = índice de vegetação da diferença normalizada; A = assimilação líquida de CO<sub>2</sub>; E = transpiração; gs = condutância estomática; F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> = rendimento quântico do fotossistema II; NPQ = dissipação não-fotoquímica; q<sub>p</sub> = *quenching* fotoquímico; ETR = taxa de transporte de elétrons.

APÊNDICE AC – Tabela de desdobramentos dos níveis de A (produto) dentro do fator B (época) para os parâmetros fisiológicos avaliados na fase de alongação no ensaio realizado em casa de vegetação em Lavras – MG (E4), em 2022.

Fator Época	Fator Produto	Médias								
		CL	NDVI	A	E	gs	F <sub>v</sub> /F <sub>m</sub>	NPQ	q <sub>p</sub>	ETR
AS	Fertileader	38,50 a	0,26 a	11,61 a	1,41 a	0,09 a	0,81 a	1,24 a	1,07 a	15,66 a
	Megafol	39,77 a	0,28 a	06,96 a	1,17 a	0,07 a	0,79 b	1,25 a	1,07 a	14,23 a
	Stimulate	40,71 a	0,22 a	08,62 a	1,29 a	0,06 a	0,82 a	1,33 a	0,97 a	08,74 b
	Stimutrop	40,11 a	0,25 a	10,98 a	1,38 a	0,10 a	0,80 b	1,20 a	1,04 a	14,53 a
AF	Fertileader	35,50 b	0,30 a	12,39 a	0,61 b	0,02 a	0,82 a	1,10 a	1,00 a	16,87 a
	Megafol	42,74 a	0,28 a	06,57 b	0,67 b	0,01 a	0,81 a	1,16 a	1,06 a	15,61 a
	Stimulate	40,37 a	0,26 a	13,01 a	1,29 a	0,01 a	0,82 a	1,12 a	1,03 a	20,07 a
	Stimutrop	40,35 a	0,26 a	14,12 a	0,50 b	0,02 a	0,82 a	1,10 a	1,02 a	19,56 a
EL	Fertileader	42,48 a	0,25 a	10,30 a	0,88 a	0,02 a	0,81 a	1,13 a	1,06 a	14,39 a
	Megafol	41,71 a	0,26 a	12,55 a	1,05 a	0,03 a	0,81 a	1,14 a	0,74 b	13,09 a
	Stimulate	40,30 a	0,22 a	08,39 a	0,75 a	0,01 a	0,81 a	1,07 a	0,66 b	10,69 a
	Stimutrop	39,30 a	0,26 a	10,56 a	0,59 a	0,02 a	0,81 a	1,24 a	0,81 b	12,18 a
AF+EL	Fertileader	40,44 a	0,24 a	07,43 a	0,97 a	0,03 a	0,78 b	0,75 b	1,03 a	16,85 a
	Megafol	41,75 a	0,25 a	08,09 a	0,75 a	0,01 a	0,80 a	0,96 b	1,04 a	18,51 a
	Stimulate	38,71 a	0,20 a	06,88 a	0,90 a	0,03 a	0,80 a	1,16 a	1,02 a	15,17 a
	Stimutrop	38,79 a	0,20 a	10,51 a	1,04 a	0,03 a	0,82 a	1,17 a	1,00 a	12,86 a
AS+AF+EL	Fertileader	40,04 a	0,23 a	07,51 a	0,37 a	0,01 a	0,81 a	1,41 a	1,04 a	11,89 a
	Megafol	38,77 a	0,25 a	10,34 a	0,69 a	0,02 a	0,81 a	1,24 a	1,10 a	13,78 a
	Stimulate	42,54 a	0,23 a	09,54 a	0,39 a	0,01 a	0,81 a	1,19 a	1,07 a	11,65 a
	Stimutrop	41,13 a	0,30 a	11,38 a	0,62 a	0,01 a	0,80 a	1,17 a	1,06 a	08,69 a
Controle	SA	40,41	0,27	14,18	0,60	0,03	0,81	1,06	1,01	16,67

Em que: AS = após semeadura; AF = afilhamento; EL = alongação; AF+EL = afilhamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilhamento + alongação; SA = sem aplicação; CL = teor de clorofila; NDVI = índice de vegetação da diferença normalizada; A = assimilação líquida de CO<sub>2</sub>; E = transpiração; gs = condutância estomática; F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> = rendimento quântico do fotossistema II; NPQ = dissipação não-fotoquímica; q<sub>p</sub> = *quenching* fotoquímico; ETR = taxa de transporte de elétrons.

APÊNDICE AD – Tabela de desdobramentos dos níveis de B (época) dentro do fator A (produto) para os parâmetros fisiológicos avaliados na fase de alongação no ensaio realizado em casa de vegetação em Lavras - MG (E4), em 2022.

Fator Produto	Fator Época	Médias								
		CL	NDVI	A	E	gs	F <sub>v</sub> /F <sub>m</sub>	NPQ	q <sub>p</sub>	ETR
Fertileader	AS	38,50 a	0,26 a	11,61 a	1,41 a	0,09 a	0,81 a	1,24 a	1,07 a	15,66 a
	AF	35,50 a	0,30 a	12,39 a	0,61 c	0,02 b	0,82 a	1,10 a	1,00 a	16,87 a
	EL	42,48 a	0,25 a	10,30 a	0,88 b	0,02 b	0,81 a	1,13 a	1,06 a	14,39 a
	AF+EL	40,44 a	0,24 a	07,43 a	0,97 b	0,03 b	0,78 b	0,75 b	1,03 a	16,85 a
	AS+AF+EL	40,04 a	0,23 a	07,51 a	0,37 c	0,01 b	0,81 a	1,41 a	1,04 a	11,89 a
Megafol	AS	39,77 a	0,28 a	06,96 a	1,17 a	0,07 a	0,79 a	1,25 a	1,07 a	14,23 a
	AF	42,74 a	0,28 a	06,57 a	0,67 a	0,01 a	0,81 a	1,16 a	1,06 a	15,61 a
	EL	41,71 a	0,26 a	12,55 a	1,05 a	0,03 a	0,81 a	1,14 a	0,74 b	13,09 a
	AF+EL	41,75 a	0,25 a	08,09 a	0,75 a	0,01 a	0,80 a	0,96 a	1,04 a	18,51 a
	AS+AF+EL	38,77 a	0,25 a	10,34 a	0,69 a	0,02 a	0,81 a	1,24 a	1,10 a	13,78 a
Stimulate	AS	40,71 a	0,22 a	08,62 a	1,29 a	0,06 a	0,82 a	1,33 a	0,97 a	08,74 c
	AF	40,37 a	0,26 a	13,01 a	1,29 a	0,02 a	0,82 a	1,12 a	1,03 a	20,07 a
	EL	40,30 a	0,22 a	08,39 a	0,75 b	0,01 a	0,81 a	1,07 a	0,66 b	10,69 c
	AF+EL	38,71 a	0,20 a	06,88 a	0,90 b	0,03 a	0,80 a	1,16 a	1,02 a	15,17 b
	AS+AF+EL	42,54 a	0,23 a	09,54 a	0,39 b	0,01 a	0,81 a	1,19 a	1,07 a	11,65 c
Stimutrop	AS	40,11 a	0,25 a	10,98 a	1,38 a	0,10 a	0,80 a	1,20 a	1,04 a	14,53 b
	AF	40,35 a	0,26 a	14,12 a	0,50 b	0,02 b	0,82 a	1,10 a	1,02 a	19,56 a
	EL	39,30 a	0,26 a	10,56 a	0,59 b	0,02 b	0,81 a	1,24 a	0,81 b	12,18 b
	AF+EL	38,79 a	0,20 a	10,51 a	1,04 a	0,03 b	0,82 a	1,17 a	1,00 a	12,86 b
	AS+AF+EL	41,13 a	0,30 a	11,38 a	0,62 b	0,01 b	0,80 a	1,17 a	1,06 a	08,69 b
Controle	SA	40,41	0,27	14,18	0,60	0,03	0,81	1,06	1,01	16,67

Em que: AS = após semeadura; AF = afilhamento; EL = alongação; AF+EL = afilhamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilhamento + alongação; SA = sem aplicação; CL = teor de clorofila; NDVI = índice de vegetação da diferença normalizada; A = assimilação líquida de CO<sub>2</sub>; E = transpiração; gs = condutância estomática; F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> = rendimento quântico do fotossistema II; NPQ = dissipação não-fotoquímica; q<sub>p</sub> = *quenching* fotoquímico; ETR = taxa de transporte de elétrons.

APÊNDICE AE – Tabela de desdobramentos dos níveis de A (produto) dentro do fator B (época) para as análises de sementes do ensaio realizado na fazenda 3W em Itutinga – MG (E1), em 2022.

Fator Época	Fator Produto	Médias								
		PC	G	AN	MO	CCM	CRP	RPCM	CRS	CT
AS	Fertileader	93,75 a	97,33 a	2,08 b	1,88 c	2,43 a	4,79 a	215,28 a	7,36 a	7,22 a
	Megafol	97,08 a	99,00 a	1,67 b	0,00 d	2,43 a	4,52 a	200,99 a	7,22 a	6,94 a
	Stimulate	92,50 a	92,00 b	3,13 a	3,13 b	2,61 a	4,98 a	202,37 a	7,74 a	7,58 a
	Stimutrop	91,67 a	94,33 b	3,75 a	5,63 a	2,23 a	4,04 a	193,85 a	6,98 a	6,27 a
EL	Fertileader	96,25 a	99,33 a	1,67 b	0,00 c	2,48 a	4,91 a	208,56 a	7,54 a	7,38 a
	Megafol	94,17 a	94,67 b	2,50 b	1,88 b	2,53 a	5,17 a	212,85 a	7,73 a	7,70 a
	Stimulate	97,50 a	98,67 a	0,00 c	2,50 b	2,25 a	4,63 a	207,69 a	6,84 a	6,88 a
	Stimutrop	91,25 a	92,00 b	5,00 a	3,75 a	2,29 a	4,70 a	214,28 a	6,79 a	6,98 a
AF+EL	Fertileader	95,42 a	96,00 a	3,75 a	2,50 a	2,03 a	4,38 a	247,13 a	6,54 a	6,42 a
	Megafol	95,00 a	97,67 a	1,25 b	0,63 b	1,93 a	4,54 a	250,83 a	6,87 a	6,46 a
	Stimulate	93,33 a	96,00 a	3,75 a	1,88 a	1,96 a	4,21 a	207,89 b	6,37 a	6,17 a
	Stimutrop	94,17 a	96,00 a	2,08 b	2,50 a	2,32 a	4,63 a	215,60 b	6,95 a	6,96 a
AS+AF+EL	Fertileader	93,75 a	93,00 a	2,50 a	5,00 b	3,02 a	5,17 b	181,72 a	8,15 a	8,19 a
	Megafol	94,17 a	95,33 a	1,88 a	3,13 c	3,03 a	5,12 b	168,78 a	8,09 a	8,15 a
	Stimulate	93,75 a	97,67 a	2,50 a	1,25 d	3,19 a	5,83 a	191,58 a	9,22 a	9,02 a
	Stimutrop	88,75 b	97,00 a	2,50 a	6,25 a	2,75 a	4,62 b	168,80 a	7,82 a	7,37 a
Controle	SA	95,42	95,67	4,38	3,13	2,90	5,17	187,09	8,15	8,07

Em que: AS = após semeadura; EL = alongação; AF+EL = afilhamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilhamento + alongação; SA = sem aplicação; PC = primeira contagem; G = germinação; AN = contagem de plântulas anormais; MO = contagem de sementes mortas; CCM = comprimento coleótilo + mesocótilo; CRP = comprimento raiz primária; RPCM = razão raiz primária/ coleótilo + mesocótilo; CRS = comprimento raiz secundária; CT = comprimento total.

APÊNDICE AF –Tabela de desdobramentos dos níveis de B (época) dentro do fator A (produto) para as análises de sementes do ensaio realizado na fazenda 3W em Itutinga – MG (E1), em 2022.

Fator Produto	Fator Época	Médias								
		PC	G	AN	MO	CCM	CRP	RPCM	CRS	CT
Fertileader	AS	93,75 a	97,33 a	2,08 b	1,88 b	2,46 b	4,79 a	215,28 b	7,36 a	7,22 a
	EL	96,25 a	99,33 a	1,67 b	0,00 c	2,48 b	4,91 a	208,56 b	7,54 a	7,38 a
	AF+EL	95,42 a	96,00 a	3,75 a	2,50 b	2,03 b	4,38 a	247,13 a	6,54 a	6,42 a
	AS + AF + EL	93,75 a	93,00 a	2,50 b	5,00 a	3,02 a	5,17 a	181,72 b	8,15 a	8,19 a
Megafol	AS	97,08 a	99,00 a	1,67 a	0,00 c	2,43 b	4,52 a	200,99 b	7,22 a	6,94 b
	EL	94,17 a	94,67 a	2,50 a	1,88 b	2,53 b	5,17 a	212,85 b	7,73 a	7,70 a
	AF+EL	95,00 a	97,67 a	1,25 a	0,63 c	1,93 c	4,54 a	250,82 a	6,87 a	6,46 b
	AS+AF+EL	94,17 a	95,33 a	1,88 a	3,13 a	3,03 a	5,12 a	168,77 c	8,09 a	8,15 a
Stimulate	AS	92,50 a	92,00 b	3,13 a	3,13 a	2,61 b	4,98 b	202,37 a	7,74 b	7,58 b
	EL	97,50 a	98,67 a	0,00 b	2,50 a	2,25 b	4,63 b	207,69 a	6,84 b	6,88 b
	AF+EL	93,33 a	96,00 a	3,75 a	1,88 b	1,96 b	4,21 b	207,89 a	6,37 b	6,17 b
	AS+AF+EL	93,75 a	97,67 a	2,50 a	1,25 b	3,19 a	5,83 a	191,58 a	9,22 a	9,02 a
Stimutrop	AS	91,67 a	94,33 a	3,75 a	5,63 a	2,23 a	4,04 a	193,85 a	6,98 a	6,27 a
	EL	91,25 a	92,00 a	5,00 a	3,75 b	2,29 a	4,70 a	214,28 a	6,79 a	6,98 a
	AF+EL	94,17 a	96,00 a	2,08 b	2,50 c	2,32 a	4,63 a	215,60 a	6,95 a	6,96 a
	AS+AF+EL	88,75 a	97,00 a	2,50 b	6,25 a	2,75 a	4,62 a	168,80 b	7,82 a	7,37 a
Controle	SA	95,42	95,67 a	4,38	3,13	2,90	5,17	187,09	8,15	8,07

Em que: AS = após semeadura; EL = alongação; AF+EL = afilhamento + alongação; AS+AF+EL = após semeadura + afilhamento + alongação; SA = sem aplicação; PC = primeira contagem; G = germinação; AN = contagem de plântulas anormais; MO = contagem de sementes mortas; CCM = Comprimento coleóptilo + mesocótilo; CRP = comprimento raiz primária; RPCM = razão raiz primária/ coleóptilo + mesocótilo; CRS = comprimento raiz secundária; CT = comprimento total.