

Câmpus  
Sul  
UnU - Ipameri



Universidade  
Estadual de Goiás



ESTADO  
DE GOIÁS



**Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal**

**COMPORTAMENTO DE DIFERENTES CULTIVARES DE SOJA  
NO OESTE DE GOIÁS**

**MATHEUS ALVES DE CARVALHO**

**Ipameri-GO  
2023**

**MESTRADO**

MATHEUS ALVES DE CARVALHO

**COMPORTAMENTO DE DIFERENTES CULTIVARES  
DE SOJA NO OESTE DE GOIÁS**

Orientador (a) Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jôsie Cloviane de Oliveira Freitas

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri  
2023




### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

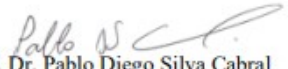
**TÍTULO:** "COMPORTAMENTO DE DIFERENTES CULTIVARES DE SOJA NO OESTE DE GOIÁS".

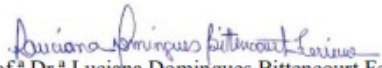
**AUTOR(A):** Matheus Alves Carvalho

**ORIENTADOR(A):** Jósie Cloviane de Oliveira Freitas

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:

  
Prof.ª Dr.ª Jósie Cloviane de Oliveira Freitas (Orientadora)  
Universidade Estadual de Goiás / Unidade Universitária Palmeiras de Goiás- GO

  
Prof. Dr. Pablo Diego Silva Cabral  
Instituto Federal Rio Verde- GO

  
Prof.ª Dr.ª Luciana Domingues Bittencourt Ferreira  
Universidade Estadual de Goiás/ Unidade Universitária Palmeiras de Goiás- GO

  
Prof. Dr. Fábio Santos Matos  
Universidade Estadual de Goiás / Unidade Universitária Ipameri- GO

Registro de Declaração

Número: 216

Livro: R-01 Folhas: 04

Data: 29/09/2023

Assinatura:

Data da realização: 29 de Setembro de 2023



Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

CC331 Carvalho, Matheus Alves de  
c       COMPORTEAMENTO DE DIFERENTES CULTIVARES DE SOJA NO  
OESTE DE GOIÁS / Matheus Alves de Carvalho; orientador  
Jôsie Cloviane de Oliveira Freitas. -- Ipameri , 2023.  
42 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação  
Mestrado Acadêmico em Produção Vegetal) -- Unidade de  
Ipameri, Universidade Estadual de Goiás, 2023.

1. Cerrado. 2. Cultivares. 3. Glycine max.. 4.  
Melhoramento de Plantas. 5. Produtividade . I. Freitas,  
Jôsie Cloviane de Oliveira , orient. II. Título.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a Deus, que me deu a força e a determinação para seguir em  
frente.*

*Também dedico à ciência, que tem o poder de melhorar o mundo.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo que me proporcionou nessa jornada. Sua presença foi essencial para me dar força e determinação para seguir em frente.

Aos meus pais, por todo o amor, carinho e apoio que sempre me deram. Vocês são minha base e eu sou muito grato por tê-los em minha vida.

À minha esposa, Alexia Lee de Almeida Rosa, por seu amor, companheirismo e compreensão. Você sempre esteve ao meu lado, nos bons e nos maus momentos.

À minha orientadora, professora Dr<sup>a</sup>. Jôsie Cloviane de Oliveira Freitas, pelo seu apoio, orientação e incentivo. Você foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, pelas contribuições e sugestões. Elas serão valiosas para a melhoria deste trabalho. Em especial ao Dr. Fábio S. Matos pelo suporte e companheirismo na realização das análises experimentais.

Aos companheiros do grupo de pesquisa, em especial aos alunos de agronomia do grupo MT MESPA de Palmeiras de Goiás, pela amizade, companheirismo e colaboração. Foi uma honra trabalhar com vocês.

Às empresas CIASEEDS e SEMENTE MONSOY, em especial ao Francisco, pela doação das sementes de soja. Elas foram essenciais para a realização deste trabalho.

A todos que contribuíram de alguma forma, agradeço pelo apoio e incentivo. Sua ajuda foi fundamental para a realização deste trabalho.

Com gratidão,

*Matheus Alves de Carvalho*

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. Características gerais da soja ( <i>Glycine max</i> ) e relevância econômica.....	11
2.2. Melhoramento vegetal: Aplicação na cultura da soja.....	12
3. OBJETIVO.....	16
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
4.1. Material genético.....	17
4.2. Condução do experimento.....	18
4.3. Análise experimental.....	19
4.4. Análise estatística.....	20
5. RESULTADOS.....	22
6. DISCUSSÃO.....	26
7. CONCLUSÕES.....	32
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

## RESUMO

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é o principal vegetal cultivado em território nacional e no mundo, com elevado desempenho no agronegócio, responsável pelo abastecimento do mercado interno e geração de excedentes destinados ao abastecimento internacional, de modo a consolidar o país como um dos principais fornecedores. O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de variedades comerciais de soja lançadas para a safra 2022/2023, no município de Palmeiras de Goiás, Goiás. O ensaio experimental foi realizado em campo, conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com sete cultivares (B43, DM 69IX6912X, Olimpo, TMG 2279, FT 3165, STINE 77EA40 e M7601) e quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída por cinco fileiras de 4 m e com espaçamento entre linhas de 0,5 m. A área do ensaio experimental foi de 16 x 38 m, totalizando 608 m<sup>2</sup>. Para a avaliação do desempenho agrônômico foram avaliados os seguintes caracteres: porcentagem de emergência (PE), produtividade de grãos (PROD), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), peso de 100 grãos (P100), altura de plantas (ALT), área foliar (AF), concentrações foliares de clorofilas (Cl *a+b*) e carotenoides totais (CARAT). Os dados foram submetidos a análise de variância e a comparação das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o software R. As cultivares foram agrupadas pelo método aglomerativo hierárquico UPGMA, utilizando-se a matriz de Mahalanobis. Os resultados da ANOVA apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre as cultivares para as variáveis: PE, CLA, CLT, PROD, P100, NGP, ALT e AF. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas para a variável teor de clorofila B (CLB), CARAT e AF. As cultivares de sojas avaliadas possuíam descrições técnicas similares quanto à resistência e produtividade, entretanto, na safra 2022/2023, no município de Palmeiras de Goiás a cultivar FT 3165 apresentou uma maior produtividade, quando comparada as demais, demonstrando-se ser a mais adaptada para essa região. Embora, todas as cultivares avaliadas tenham apresentado uma produtividade abaixo da média nacional obtida para a safra 2022/2023, o que provavelmente está relacionado às condições climáticas, como o veranico ocorrido logo após o plantio.

**Palavras-chave:** Cerrado; Cultivares; *Glycine max*; Melhoramento de plantas; Produtividade.



## ABSTRACT

Soy (*Glycine max* (L) Merrill) is the main vegetable cultivated in the national territory and in the world, with high performance in agribusiness, responsible for supplying the domestic market and generating surpluses destined for international supply, in order to consolidate the country as a one of the main suppliers. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of commercial soybean varieties launched for the 2022/2023 harvest, in the municipality of Palmeiras de Goiás, Goiás. The experimental trial was carried out in the field, conducted in a randomized block design (DBC), with seven cultivars (B43, DM 69IX6912X, Olimpo, TMG 2279, FT 3165, STINE 77EA40 and M7601) and four replications. Each experimental plot consisted of five rows of 4 m and with row spacing of 0.5 m. The experimental test area was 16 x 38 m, totaling 608 m<sup>2</sup>. To evaluate agronomic performance, the following characters were evaluated: percentage of emergence (PE), grain productivity (PROD), number of pods per plant (NVP), number of grains per plant (NGP), weight of 100 grains (P100), plant height (ALT), leaf area (FA), leaf concentrations of chlorophylls (Cl a+b) and total carotenoids (CARAT). The data were subjected to analysis of variance and comparison of means using the Tukey test, at 5% probability, using the R software. The cultivars were grouped by the agglomerative method, using the Mahalanobis matrix. The ANOVA results showed significant differences ( $P < 0.05$ ) between cultivars for the variables: PE, CLA, CLT, PROD, P100, NGP, ALT and AF. However, no significant differences were found for the variable chlorophyll B content (CLB), CARAT and AF. The soybean cultivars evaluated had similar technical descriptions in terms of resistance and productivity, however, in the 2022/2023 harvest, in the municipality of Palmeiras de Goiás, the cultivar FT 3165 showed greater productivity, when compared to the others, proving to be the most adapted for this region. Although, all cultivars evaluated presented a productivity below the national average obtained for the 2022/2023 harvest, which is probably related to climatic conditions, such as the dry spell that occurred shortly after planting.

**Keywords:** Thick; Cultivars; *Glycine max*; Plant breeding; Productivity.

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura é peça-chave na economia mundial, nesse cenário, a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr.) se destaca como a principal oleaginosa produzida e comercializada globalmente, fonte protéica de alta qualidade destinada à produção alimentícia, rações e produção industrial (GUARESCHI *et al.*, 2020; REIS *et al.*, 2023). A sojicultura ocorre em amplas latitudes, desde pradarias canadenses, planícies norte-americanas até regiões tropicais brasileiras (DONG *et al.*, 2021; PELLEGRINA, 2022). Nesse sentido, o crescimento gradativo do cultivo de soja no Brasil é reflexo de incremento na produtividade média, ciclo de produção, altura da planta e maior resistência e tolerância à estresses bióticos e abióticos (TODESCHINI *et al.*, 2021).

À nível global, a maior capacidade de produção da oleaginosa abrange cinco países principais: Brasil, Estados Unidos, Argentina, China e Índia, com amplas áreas destinadas à produção da cultura, elevado grau tecnológico, técnicas avançadas de manejo e mecanização no sistema de cultivo da cultura (CHEN *et al.*, 2022). Dentre os fatores responsáveis ao êxito no sistema produtivo, encontram-se os programas de melhoramento genético da soja, sendo os EUA pioneiro no lançamento de materiais vegetais com características desejáveis, como a tecnologia de tolerância à herbicidas, Roundup Ready® em 1996 (XU *et al.*, 2022). Desde então, inovações genéticas se expandiram e impulsionaram a sojicultura em países tropicais (NENDEL *et al.*, 2023).

No Brasil, a oleaginosa se destaca tanto em escala de produção, quanto em potencial de comercialização, ocupando a primeira posição no ranking mundial de produtor e exportador de soja (TOLOI *et al.*, 2021). Na safra 2021/2022, o Brasil lidera o ranking da sojicultura, responsável pela produção de 131,4 mil toneladas, o que corresponde aproximadamente à 34,5% na participação global, seguido dos Estados Unidos, com a participação de 122,1 mil toneladas (32,1%); Argentina, com a contribuição de 52,5 mil toneladas do grão (13,8%); China, com 18,2 mil toneladas produzidas (4,8%); e Índia com a produção de 11,6 mil toneladas (3,0%) (FAO, 2023).

Na safra brasileira 2022/2023, obteve-se produção aproximada de 125,5 milhões de toneladas, com alto potencial de exportação dos grãos verificados nos meses de janeiro e fevereiro, totalizando um incremento de 324% comparado ao ano anterior (2020/2021), devido ao incremento de 4,1% em área plantada (CONAB, 2022; CONAB, 2022b). A safra de 2022/2023 obteve uma produção de soja equivalente a 154.566,3 milhões de toneladas (acrécimo de 23,1%) (CONAB, 2023). A região Centro-Oeste brasileira é composta pelo os estados do Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, a qual é responsável

por 45,1% de toda a produção de soja do Brasil. É importante ressaltar que o cerrado é responsável aproximadamente por 50% da produção nacional (NUNES *et al.*, 2023). De acordo com a Conab (2023), em Goiás a produção foi de 17.734,9 milhões de toneladas de soja, área plantada 4.547,4 milhões de hectares na safra de 2022/2023.

Dentre as regiões do estado de Goiás, o Sudoeste se destaca, com a produtividade média em torno de 4.150 kg ha<sup>-1</sup>, superando as expectativas iniciais, com elevada participação no agronegócio nacional (CONAB, 2022). Essa região é composta por 26 municípios, e grande representatividade em Rio Verde (338.063 ha), Jataí (219.297 ha) e Montividiu (122.981 ha), com produções de grãos equivalentes à 1.168.127; 755.318 e 447.587 t, respectivamente (CONAB, 2022).

A relevante participação do Estado de Goiás no agronegócio atribui-se à expansão da fronteira agrícola em 1940, mediada pela ocupação migratória “Marcha para o Oeste”, levando à intensificação de investimentos fundamentais à expansão industrial e mercadológica (FERREIRA e MORAIS, 2022; SILVA *et al.*, 2022). Durante esse período, a região goiana era considerada como imprópria à produção agrícola, devido os solos ácidos limitantes ao desenvolvimento de culturas (DUTRA e BARBOSA, 2020). Após a adoção de tecnologias e práticas adequadas de manejo, houve um salto no desenvolvimento agrícola, com ênfase à sojicultura, tornando-se um dos maiores polos agroindustriais (FERREIRA e SILVA, 2021; BARBOSA *et al.*, 2023). Todavia, atualmente a sojicultura tem se expandido para novas áreas do estado de Goiás, nas quais essa cultura não era cultivada, a exemplo do município de Palmeiras de Goiás.

Conforme o avanço da biotecnologia, as cultivares modernas de soja tendem a apresentar maior produção de grãos atrelada à combinação entre a estabilidade fenotípica e a maturidade precoce (MONTEIRO *et al.*, 2021). A produção global de soja obteve aumento considerável, com o acréscimo na produtividade média de aproximadamente 1.128 kg ha<sup>-1</sup> para 2.769 kg ha<sup>-1</sup> (VOGEL *et al.*, 2021). Tais resultados são oriundos dos avanços genéticos, sendo os programas de melhoramento fundamentais quanto à obtenção de maiores índices de rendimento nas colheitas, sendo uma das premissas o contínuo lançamento de variedades, com caracteres desejáveis e adaptadas às condições locais, capazes de alavancar a produtividade (LOPEZ *et al.*, 2021).

A partir de avaliações em campo, a evolução genética da soja impacta positivamente a agricultura nacional, sendo as principais tecnologias disponíveis no mercado: “Roundup Ready®” (RR), resistente ao glifosato; “Intacta IPRO®”, tolerância ao glifosato e as principais lagartas que acometem a soja; “Intacta I2X®”, tolerância as principais lagartas e aos herbicidas glifosato e dicamba; “Enlist®”, resistência ao herbicida 2,4-D, glifosato e glufosinato de

amônio; “Enlist E3®”, tolerante aos três herbicidas, com duas proteínas Bt (Cry 1F e Cry1Ac) (SILVA *et al.*, 2021).

O Brasil possui uma ampla extensão territorial, sabe-se que a soja é cultivada desde o sul ao norte do país, e no Cerrado brasileiro, que ocupa uma área de 204 milhões de ha, e é composto por condições edafoclimáticas distintas, desta forma, embora as cultivares recém-lançadas sejam avaliadas para as regiões, as quais se pretende recomendá-las, durante o valor de cultivo e uso (VCU), na etapa pré-registro (BORÉM e MIRANDA, 2009), as áreas de avaliações não representam 100% das condições edafoclimáticas de todas as áreas de produção desta leguminosa (BRUCE *et al.*, 2019; FINOTO *et al.*, 2021; ADEGAS *et al.*, 2022), de forma que os materiais quase sempre são cultivados em áreas além do inicialmente projetado.

Sabe-se que, as cultivares de soja podem se comportar dinamicamente conforme as condições ambientais existentes, deste modo, as avaliações correlacionadas ao desempenho agrônômico são necessárias, capazes de explorar as interações entre genótipo e ambiente, a fim de disponibilizar prescrições úteis à tomada de decisão em campo (CORASSA *et al.*, 2019; FLAJŠMAN *et al.*, 2019). A busca pelo melhor posicionamento de cultivares de soja é crescente, principalmente no que condiz a otimizar a produtividade, reduzir os custos de produção e alavancar a lucratividade na comercialização, o que denota a relevância de tais avaliações científicas (FERREIRA *et al.*, 2022; ALBUQUERQUE *et al.*, 2023).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Características gerais da soja (*Glycine max*) e relevância econômica

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é o principal vegetal cultivado em território nacional e no mundo, com elevado desempenho no agronegócio, responsável pelo abastecimento do mercado interno e geração de excedentes destinados ao abastecimento internacional, de modo a consolidar o país como um dos principais fornecedores (MANTOVANI *et al.*, 2023). Desde a introdução da soja no Brasil, houve crescimento potencial de tecnologias correlacionadas a otimizar o sistema de cultivo da leguminosa sob distintas condições tropicais e atingir consolidação no mercado global (TOOMER *et al.*, 2023).

O cultivo de soja possui mais de 5.000 anos, espalhando-se da China para diversas regiões do mundo. Contudo, nos últimos três anos sob o impacto da pandemia de COVID 19 (SARS-CoV-2), a leguminosa desempenhou maior proeminência quanto a garantia de suprimento alimentício, por se tratar de uma espécie com alta capacidade de adaptação e bom desenvolvimento em diversas localidades (GUO *et al.*, 2022). A classificação botânica da soja é designada como planta herbácea, pertencente à classe Rosidae, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine* L., espécie *max* (HYMOWITZ; NEWELL, 1981).

As principais variedades possuem caule hispido e ramificado, com a presença de sistema radicular com eixo principal e ramificações secundárias. A morfologia foliar apresenta trifólios, com exceção do primeiro par (folhas simples). A floração ocorre via fecundação autógama, e as flores possuem coloração branca, roxa ou intermediária. O fruto é do tipo vagem (legume), atinge de 2 a 7 cm de comprimento e 1 a 2 cm de largura, quando maduro, contém de uma a cinco sementes (lisas, elípticas ou globosas, tegumento amarelo pálido, hilo de coloração escura ou amarelo-palha), são levemente arqueadas, tornando-se ao amadurecer amareladas à marrom-cinza (VERNETTI; GASTAL, 1979; EMBRAPA, 2021).

Conforme Müller (1981), o ciclo da cultura se classifica entre precoce (75 dias) e tardia (200 dias), enquanto a altura varia entre 30 e 200 cm, conforme a cultivar. Os hábitos de crescimento são denominados como determinado, semideterminado ou indeterminado, de acordo com as características do ápice principal do caule. O processo de crescimento da planta de soja se divide em etapas, desde o aparecimento de cotilédones; formação das primeiras folhas trifoliadas; início da floração; formação e amadurecimento das vagens.

Quanto ao desenvolvimento, classificam-se em estádios fenológicos, os quais identificam as etapas de desenvolvimento do vegetal, sendo os estádios vegetativos (V1 À V8), determinados com base no aparecimento de folhas trifoliadas totalmente desenvolvidas,

contagem do número de nós no caule principal; e reprodutivos, descritos na floração (R1 e R2) e desenvolvimento das vagens (R3 e R4), sementes (R5 e R6) e maturação da planta (R7 e R8) (FEHR *et al.*, 1971; OLIVEIRA NETO; GONÇALVES, 2019; VIRÁG *et al.*, 2022).

Conforme os dados históricos da produção agrícola brasileira, os agricultores buscam alternativas nos sistemas de manejo e tecnologia para maximizar os níveis de produtividade, capazes de suprir a demanda e aumentar os lucros (BATTI *et al.*, 2023). Atualmente, a soja é consolidada como fonte importante de proteína vegetal, destinada à diversos setores industriais (alimentício, rações e biocombustíveis), uma vez que, tais características propiciaram a expansão territorial no cultivo da soja, assim como ocorrido na região Centro-Oeste, com ênfase em Goiás (SILVA *et al.*, 2022).

Nem sempre tal cenário foi positivo em território goiano, pois até a década de 1970 as terras locais eram consideradas como impróprias à execução de práticas agrícolas, isso em função de questões na infraestrutura, logística e características físico-químicas dos solos da região, altamente intemperizados e ácidos, fator que “inviabilizava” o cultivo (ROCHA *et al.*, 2022). Após a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em 1973, o Cerrado tornou-se um dos principais “hotspots” agrícola, marco histórico na expansão da sojicultura goiana via criação de programas de melhoramento genético e tecnologias de manejo, o que trouxe consigo maiores investimentos correlacionados ao agronegócio local (BASTOS *et al.*, 2022).

Os sistemas de cultivo da soja podem ser classificados em três tipos: soja geneticamente modificada; soja não modificada geneticamente (não transgênica); soja orgânica (JIA *et al.*, 2020). Nas últimas décadas, os programas de melhoramento de soja visaram identificar genes-chave determinantes à obtenção de maior rendimento e características desejáveis para melhorar os componentes de produção (ZHANG *et al.*, 2022). O surgimento de novas cultivares, com caracteres superiores têm promovido incrementos produtivos, observados no número de sementes por vagem, número de vagens, peso e tamanho das sementes (UMBURANAS *et al.*, 2022).

Mediante a grande relevância da soja no fluxo produtivo, comercial e financeiro, torna-se necessário a escolha assertiva do posicionamento de cultivares com a máxima capacidade de desempenho em campo sob distintos fatores ambientais (estresses) e localidades (MERTZ-HENNING *et al.*, 2018). Nesse sentido, uma alternativa viável e eficaz se refere à obtenção de genótipos de alta produtividade, principal objetivo nos programas atuais de melhoramento da soja (TEODORO *et al.*, 2019).

## 2.2. Melhoramento vegetal: Aplicação na cultura da soja

De acordo com a intensificação do crescimento populacional nos últimos anos, atrelado às constantes alterações ambientais (eventos climáticos), a temática de segurança alimentar tem recebido cada vez mais importância, voltada à capacidade de suprimento alimentício mundial (AKBARI *et al.*, 2022). Dentre os instrumentos utilizados para assegurar o fornecimento alimentício encontra-se a prática do melhoramento clássico, vias de programas de melhoramento vegetal, praticado desde os tempos remotos, mais antigas da civilização humana, e atualmente, as ferramentas biotecnológicas robustas e altamente eficientes (CAO *et al.*, 2022; MUNAWEERA *et al.*, 2022).

A cultura de maior interesse agrônômico em todo o mundo é a soja, com diversas aplicabilidades e elevada demanda de produção. Nesse sentido, os programas de melhoramento da cultura potencializaram-se na era pós-genômica, através da abrangência de técnicas genômicas, metabolômicas, proteômicas, transcriptômicas e fenotipagem de alto rendimento (BISHT *et al.*, 2023). O posicionamento de cultivares com maior rendimento de grãos, boa estabilidade e previsibilidade depende da realização de testes experimentais em ambientes locais, pois existem genótipos mais adaptados à determinadas regiões, que influenciam a rentabilidade da cultura (COSTA *et al.*, 2022).

As cultivares pioneiras de soja (Bragg, Davis e Lee) foram introduzidas na região sul dos EUA, posteriormente, em território brasileiro. A partir dessas houve o lançamento de novos materiais genéticos, através de cruzamento de tais cultivares entre si e outras fontes, dando origem as primeiras cultivares brasileiras (WYSMIERSKI; VELLO, 2013).

A soja foi introduzida no Brasil por volta de 1882, pelo professor Gustavo Dutra, da Escola de Agronomia da Bahia, dez anos mais tarde, o Instituto Agrônômico de Campinas (IAC), no Estado de São Paulo, iniciou os estudos para obtenção de cultivares aptas para a região. No início, a cultura era utilizada como forrageira e na rotação de culturas, mas foi a partir dos anos 1970 que a soja se tornou uma cultura comercial importante no país. A região sul do país, mais especificamente o Rio Grande do Sul, foi o principal polo de produção de soja no Brasil até os anos 1980. A partir dessa década, a soja se expandiu para o cerrado, uma vasta região que abrange estados como Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Tocantins, entre outros. Tornando a região do cerrado a maior região produtora do país (SANTOS *et al.*, 2022a; EMBRAPA, 2015). Desde então, técnicas foram aprimoradas e resultaram na geração de cultivares adaptadas aos ambientes de cultivo tropical (MENDONÇA *et al.*, 2022).

Um dos fatores primordiais ao bom desenvolvimento e produção de soja é reflexo do lançamento de variedades com altos níveis de rendimento agrônômicos (SHILPASHREE *et*

*al.*, 2021; SONG *et al.*, 2023). As constantes oscilações climáticas, desde alterações na incidência pluviométrica até o estresse térmico constituem entraves a serem superados via o surgimento de materiais genéticos de soja com alta plasticidade fenotípica, com características quantitativas e qualitativas correlacionadas à alta capacidade de adaptação, produtividade e rentabilidade (VAIKUNTAPU; KUMAR, 2023). Todavia, nem sempre os lançamentos de variedades de soja são bem aceitos e robustos, o que inviabiliza sua aplicabilidade e restringe a produção comercial da cultura de acordo com o baixo desempenho em campo (NAIR *et al.*, 2023).

Nesse sentido, surge a necessidade em avaliar as distintas tecnologias lançadas, a fim de identificar o comportamento dos materiais vegetais, considerando as distintas origens genéticas, adaptabilidade, tipos de crescimento e desenvolvimento (SOBKO *et al.*, 2020). Por se tratar de vegetais melhorados, a dinâmica no crescimento é ampla e pode variar sob as condições locais (tipo de solo, manejo agrônomo, precipitação, temperatura e umidade), por isso, as avaliações em campo permitem a escolha adequada quanto as cultivares com melhor comportamento (tolerantes à incidência de pragas, doenças; bom aproveitamento nutricional; produção de grãos superior) à determinada região, informação importante ao produtor agrícola (ZABEL *et al.*, 2021; TIWARI *et al.*, 2023).

A variabilidade genética existente pode ser explicada em relação às interações entre genótipo  $\times$  ambiente, fator que pode ser reduzido através de cultivares superiores, adaptadas às distintas condições ambientais (RAMALHO *et al.*, 2021; RAHMAN *et al.*, 2022). As atuais tecnologias lançadas são observadas na tolerância/resistência à estresses bióticos, abióticos e herbicidas, de modo a contribuir aproximadamente com o cultivo em 155,8 milhões de hectares, totalizando cerca de US\$16 bilhões em rentabilidade ao agronegócio em diversos países, como Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai, sendo em território brasileiro os ganhos médios de renda de até US\$107,2 ha<sup>-1</sup>, pois a tecnologia genética permite reduzir os custos de produção, mediante a menor necessidade de utilização de defensivos químicos e elevados níveis de rendimentos obtidos (BROOKES, 2022; ROUT *et al.*, 2023).

Dada a notoriedade da soja, os investimentos no setor de melhoramento genético têm sido exponenciais, pois a obtenção de maior produtividade é dependente de diversos fatores, dentre eles, as tecnologias de tolerância sob condições adversas (CABRAL *et al.*, 2023). Nos últimos anos (2019-2022), o Brasil duplicou o número de cultivares registradas no Cadastro Nacional de Cultivares (2.042 cultivares em fevereiro de 2019 e 4.620 cultivares em outubro de 2022), devido ao surgimento de empresas privadas de melhoramento genético e biotecnologia no país (WINCK *et al.*, 2023). Para isso, a obtenção de genótipos superiores ocorre através de ensaios multiambientais, com estrutura ano-local, realizados na região alvo



(ZDZIARSKI *et al.*, 2019).

Existem diversas tecnologias desenvolvidas especialmente para o mercado brasileiro, que garantem a melhor produção e exportação de soja colhida (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2020). Tais informações a respeito das características morfológicas, fisiológicas e relevância da soja no mercado mundial, torna necessário avaliações correlacionadas às distintas cultivares com tecnologias voltadas à tolerância sob condições de estresse, uma vez que, para que ocorra a melhoria genética atual e futura, os programas de melhoramento vegetal devem considerar o comportamento vegetal, fator importante a sojicultura no Cerrado brasileiro (ROWNTREE *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2019).

### **3. OBJETIVO**

Objetivou-se verificar o desempenho agronômico de cultivares comerciais de soja lançadas na safra 2022/2023, no município de Palmeiras de Goiás, Goiás.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Material genético

A seguir informações agronômicas das cultivares utilizadas para a realização deste experimento, se encontram no Quadro 1.

**Quadro 1.** Principais informações sobre as culturas utilizadas para a realização deste experimento.

Cultivares	Grupo de Maturação	Hábito de crescimento	Exigência em Fertilidade	Acamamento	Doenças	Nematoides	Pontos Fortes
FT3165	6.6	Indeterminado	Média a alta	Acamamento médio	Moderada resistência a <i>Phytophthora</i>	Moderada resistência nematoide <i>Heterodera glycines</i> as raças 4+, 10 e 14+	Potencial produtivo, precocidade, PMG elevado e ampla adaptação e estabilidade
STINE 77EA40	7.7	Indeterminado	Alta	Resistente ao acamamento	Resistente a doença podridão de raiz de <i>Phytophthora</i>	Suscetível ao nematoide de cisto	Rendimento e qualidade de grãos, tolerância ao estresse
M7601	7.6	Indeterminado	Alta	Acamamento moderadamente resistente	Resistente ao cancro da haste, pústula bacteriana e mancha olho de rã	Suscetível ao nematoide de cisto e galhas	Alto potencial produtivo, amplitude de posicionamento e crescimento vigoroso
B43	7.4	Indeterminado	Média a alta	Acamamento médio	Resistente as doenças cancro da haste, necrose da haste, mancha olho de rã e a pústula bacteriana	Suscetível ao nematoide de cisto e galhas	Trait do tipo intacta RR2 PRO
DM 69IX6912X	6.9	Indeterminado	Alta	Acamamento médio	Resistente ao cancro da haste e pústula bacteriana. Suscetível a mancha olho de rã	Resistente cisto raça 3, mod. Resistência ao cisto raças 9, 10, 14 e 14+, suscetível a galha	Precocidade e tolerância a herbicidas Sulfonilureias
OLIMPO	7.7	Indeterminado	Média a alta	Acamamento moderadamente resistente	Resistente a mancha olho de rã, ao cancro da haste e pústula bacteriana	Suscetível ao nematoide de cisto e galha	Alto potencial produtivo, estabilidade e adaptação e excelente desenvolvimento inicial
TMG 2379	7.0	Semideterminado	Média a alta	Acamamento moderadamente resistente	Resistente ao cancro da haste, pústula bacteriana e moderada resistência a mancha alvo	Resistente ao nematoide de cisto e das galhas	Alto potencial produtivo e indicado para abertura de áreas

Fonte: Adaptado pelo autor, 2023.

As sementes das cultivares lançadas na safra 2022/2023 foram doadas pelas empresas sementeira Ciaseeds e Semente Monsoy. As sementes da cultivar “CZ 37B43 IPRO” foi doada pela Fazenda Santo Antônio, localizada em Petrolina de Goiás.

## 4.2. Condução do experimento

O experimento foi conduzido na área experimental da UEG, cuja coordenadas geográficas são: 16° 49' 25,42" S, 49° 55' 22,25" W e altitude de 669,2 m, localizada na Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Palmeiras de Goiás, GO. O experimento foi implantado no dia 17 de novembro de 2022 e colhido nos dias 21 e 30 de março de 2023. Segundo a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Aw, clima tropical com inverno seco e verão chuvoso. Logo, esse clima é caracterizado por apresentar altas temperaturas anuais, a média mensal superior a 18 °C (ALVARES *et al.*, 2013).

As informações detalhadas sobre as condições climáticas estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Variáveis meteorológicas observadas no período de novembro de 2022 a março de 2023, em Palmeis de Goiás, GO, 2023.

Mês	Temperatura média (°C)	Umidade média (%)	Velocidade do vento (m/s)	Chuva Mensal Acumulada (mm)
Novembro	21,0	82,3	3,4	60,0
Dezembro	29,0	78,3	4,5	66,0
Janeiro	22,4	87,0	2,9	27,0
Fevereiro	28,5	82,0	1,9	24,0
Março	31,3	79,0	2,1	72,0

**Fonte:** Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

De acordo com Santos *et al.* (2018) o solo da área experimental é Latossolo Vermelho. A caracterização química do solo amostrado antes da instalação do experimento apresentou os seguintes valores na camada de 0-20 e 20-40 cm de profundidade (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 e 20-40 cm, em Palmeis de Goiás, GO, 2022.

Prof. (cm)	pH (CaCl <sub>2</sub> )	P (Melich)	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg	AB <sup>+</sup>	M.O.	B	Fe	Mn	Zn	Co	Na	Cu
		mg dm <sup>-3</sup>												
0 - 20	5,22	1,03	71,30	2,36	0,89	0,00	31,99	0,00	32,90	36,50	0,86	18,60	0,80	2,37
20 - 40	5,04	3,41	61,10	2,02	0,75	0,00	29,76	0,00	29,70	23,40	0,59	17,30	0,07	2,13

O ensaio experimental foi realizado em campo, o experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com sete cultivares (B43, DM 69IX6912X, Olim-

po, TMG 2379, FT 3165, STINE 77EA40 e M7601) e quatro repetições. As cultivares B43 e M7601, 15 sementes por metro, 300 sementes por bloco; DM 69IX6912X e Olimpo 12 sementes por metro, 240 sementes por bloco; TMG 2379 18 sementes por metro, 360 sementes por bloco; FT 3165 22 sementes por metro, 440 sementes por bloco e 77EA40 10 sementes por metro, 200 sementes por bloco. Cada parcela experimental foi constituída por cinco fileiras de 4 m e com espaçamento entre linhas de 0,5 m. A área do ensaio experimental foi de 16 x 38 m, totalizando 608 m<sup>2</sup>.

A partir do resultado da análise química do solo foi recomendado a adubação de plantio a qual foi realizada com a aplicação 22 g de ureia, 138 g de cloreto de potássio e 445 g de superfosfato simples por parcela, respectivamente. No dia 16 de dezembro de 2022 foi realizada uma adubação de cobertura em todas as parcelas experimentais, aplicando 138 g de cloreto de potássio por parcela.

Foram realizados os manejos fitossanitários de acordo com as necessidades da cultura, para o controle dos insetos-pragas formigas (*Atta* sp.), mosca-branca (*Bemisia tabaci* raça B), percevejo-marrom (*Euschistus heros*) e vaquinha (*Diabrotica speciosa*) utilizando-se o inseticida Galil® SC (300 mL ha<sup>-1</sup>). Realizou-se uma aplicação do fungicida Folicur 200 EC de forma preventiva.

### 4.3. Análise experimental

Para a avaliação do desempenho agrônômico foram avaliados os seguintes caracteres: (i) porcentagem de emergência (PE), contagem do número total de plantas emergidas dentro da parcela; (ii) produção (PROD), obtida pela pesagem dos grãos colhidos em cada parcela (8 m<sup>2</sup>), ajustados a 13% de umidade e transformados para kg ha<sup>-1</sup>; (iii) peso de 100 grãos (P100), em g, obtido pela média da tomada aleatória de 100 grãos, em triplicata em cada parcela e pesado em balança digital; (iv) número de vagens por planta (NVP), contagem do número de vagens de seis plantas amostradas aleatoriamente dentro de cada parcela; (v) número de grãos por planta (NGP), contagem do número de grãos de seis plantas amostradas aleatoriamente dentro de cada parcela; (vi) altura de plantas (ALT), em cm, realizada através da medição da haste principal de seis plantas aleatórias dentro de cada parcela; (vii) área foliar (AF), foi determinada no 3º trifólio totalmente expandido com auxílio do equipamento LI-3100 Área Meter, LI-COR, USA expressando em (cm<sup>2</sup>); (viii) concentrações foliares de clorofilas: Clorofila a (Cl<sub>a</sub>), Clorofila b (Cl<sub>b</sub>) e Clorofila total (CLT) e (ix) carotenoides (CAROT), foram retirados dois discos de 0,6 cm de diâmetro cada de folhas totalmente expandidas e colocados em tubos de ensaio contendo 5 ml de dimetilsulfóxido. Em seguida, foi feita extração em banho-

maria à 65 °C por quatro horas e, em seguida, as alíquotas foram retiradas para leitura espectrofotométrica a 480, 646 e 665 nm. A avaliação das Cl  $a+b$  e carotenoides ocorreram seguindo a equação proposta por Wellburn, (1994), foram avaliadas no ensaio experimental em Palmeiras de Goiás.

#### **4.4. Análise estatística**

A análise estatística seguiu o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, que é paramétrico, medindo-se a distância entre a distribuição de um conjunto de dados e uma distribuição normal, para verificar se um conjunto de dados era normalmente distribuído. Comprovada a distribuição normal das variáveis, realizou-se a análise de variância (ANOVA) para comparar as médias das variáveis para as cultivares utilizou-se o teste de médias de Tukey ao nível de significância de 5%. (R CORE TEAM, 2023).

Utilizou-se, para conduzir a análise de correlação entre as variáveis analisadas, o software PAST 4.11 (2022) com dados normalizados por min-max conforme Han; Micheline; Pei (2011). Utilizou-se a matriz de Distância de Mahalanobis, a fim de estimar as distâncias entre as cultivares, utilizou-se o software Genes. Os grupos foram formados utilizando-se o método de agrupamento hierárquico UPGMA, conforme descrito por Hammer, Harper e Ryan (2001). As ramificações no dendrograma representam a dissimilaridade entre os elementos, de modo que os genótipos mais próximos no dendrograma são considerados mais semelhantes entre si. A altura das ramificações reflete a magnitude da dissimilaridade entre os grupos. O dendrograma foi gerado para visualizar e analisar as relações entre as cultivares do estudo com base em suas características, facilitando a identificação de padrões e grupos com características semelhantes ou distintas. Além disso, o coeficiente de correlação cofenético foi calculado para avaliar o grau de concordância entre a matriz de distância e a estrutura do dendrograma.

## 5. RESULTADOS

Os resultados da ANOVA indicam diferenças significativas entre as cultivares de soja para as características: porcentagem de emergência (PE), clorofila *a* (*Cl<sub>a</sub>*), e clorofila total (CLT), com nível de confiança de pelo menos 95% (Tabela 2). No entanto, não foram encontradas diferenças significativas para as variáveis clorofila *b* (*Cl<sub>b</sub>*) e carotenoides (CAROT).

**Tabela 2.** Análise de variância e médias para porcentagem de emergência (PE), Clorofila *a* (*Cl<sub>a</sub>*), Clorofila *b* (*Cl<sub>b</sub>*), Clorofila Total (CLT) e Carotenoide (CAROT) de diferentes cultivares de soja produzidas em Palmeiras de Goiás-GO, 2023

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		PE	<i>Cl<sub>a</sub></i>	<i>Cl<sub>b</sub></i>	CLT	CAROT
Tratamento	6	0,040*	0,020*	0,013 <sup>ns</sup>	0,058**	0,001 <sup>ns</sup>
Bloco	3	0,015	0,013	0,003	0,009	0,003
Resíduo	18	0,012	0,008	0,011	0,013	0,002
Total	27					
CV%		16,23	24,38	31,77	16,68	37,38

Cultivares	Médias				
	PE	<i>Cl<sub>a</sub></i>	<i>Cl<sub>b</sub></i>	<i>Cl<sub>a</sub>+b</i>	CAROT
	(%)	(µg mL <sup>-1</sup> )			(%)
FT 3165	71,75 ab	0,259 b	0,232 a	0,491 b	0,035 a
STINE 77EA40	50,25b	0,329 ab	0,320 a	0,650 ab	0,024 a
M7601	83,5 a	0,354 ab	0,306 a	0,660 ab	0,025 a
B43	72,3 ab	0,358 ab	0,314 a	0,662 ab	0,013 a
DM 69IX6912X	67,0 ab	0,429 ab	0,322 a	0,718 ab	0,026 a
OLIMPO	70,3 ab	0,392 ab	0,405 a	0,797 a	0,023 a
TMG 2379	64,8 ab	0,477 a	0,392 a	0,870 a	0,032 a

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; \* significativo a 5 %; (<sup>ns</sup>) Não significativo.

O teste de comparação de médias múltiplas para a porcentagem de emergência (PE) revelou que a cultivar M 7601 obteve a maior média, com 83,5%, destacando-se como a mais eficiente para estabelecimento de estande inicial, quando comparada com as demais cultivares. As cultivares B43, OLIMPO, DM 69IX6912X, STINE 77EA40 e TMG2379, não diferiram entre si, diferindo-se das demais, apresentando valores médios intermediários entre a M7601 e a FT 3165, a cultivar STINE 77EA40 apresentou o menor valor médio para PE, 50,25%, demonstrando menor eficiência para essa variável quando comparada às demais cultivares do experimento.

As médias para as concentrações de clorofila *a* (*Cl<sub>a</sub>*) para as diferentes cultivares revelaram resultados distintos. A cultivar TMG2379 obteve a maior concentração com valor médio de 0,477, cerca de 46% maior do que a média das demais cultivares. As cultivares DM

69IX6912X, B43, M7601 e STINE 77EA40 mostraram concentrações intermediárias de clorofila A, sendo similares entre si. Esses resultados indicam diferenças significativas na eficiência fotossintética entre as cultivares, sendo a TMG2379 a mais eficiente em termos de concentração de clorofila A.

Em relação às concentrações de clorofila total (CLT), as cultivar TMG2379 e OLIMPO, apresentaram a maior concentração com um valor de 0,870, e 0,797, respectivamente. As cultivares DM 69IX6912X, B43, M7601 e STINE 77EA40 mostraram concentrações intermediárias, assim elas não se diferem entre si. Por outro lado, a cultivar FT 3165 apresentou o menor resultado, 0,491, com concentração inferior a 62% da concentração obtida pelas cultivares com resultados superiores.

Os resultados da análise de variância demonstraram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as cultivares de soja para as características de produção (PROD), peso de 100 grãos (P100), número de grãos por planta (NGP), altura da planta (ALT) e área foliar (AF). Não foram verificadas diferenças significativas para a variável números de vagens por planta (NVP).

**Tabela 3.** Análise de variância e médias para a produção (PROD), peso de 100 grãos (P100), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), altura da planta (ALT) e área foliar (AF) de diferentes cultivares de soja produzidas em Palmeiras de Goiás-GO.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		PROD	P100	NVP	NGP	ALT	AF
Tratamento	6	828592,44**	5,15**	83,5 <sup>ns</sup>	1459,23*	387,11**	58,26**
Bloco	3	1050011,97	0,96	128,22	541,85	1,08	81,06
Resíduo	18	187708,64	0,403	54,97	473	16,3	13,5
Total	27						
CV%		26,98	4,77	21,34	29,53	8,67	13,85
Cultivares	Médias						
	PROD (Kg.ha <sup>-1</sup> )	P100 (g)	NVP	NGP	ALT (cm)	AF (cm <sup>2</sup> )	
FT 3165	2390,7 a	14,4 a	37,3 a	42,0 b	59,2 a	31,3 a	
STINE 77EA40	1613,7 ab	13,9 ab	41,5 a	99,0 a	41,8 c	19,8 b	
M7601	1776,8 ab	11,7 c	38,8 a	91,3 ab	31,0 d	23,4 ab	
B43	1685,5 ab	14,6 a	31,5 a	59,8 ab	45,0 bc	28,6 a	
DM 69IX6912X	1593,4 ab	12,8 bc	28,5 a	77,8 ab	54,8 a	26,5 ab	
OLIMPO	1263,2 b	13,8 ab	33,5 a	71,0 ab	53,5 ab	28,1 ab	
TMG2379	917,6 b	12,0 c	32,3 a	75,0 ab	40,5 c	28,2 ab	

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; \* significativo a 5 %; <sup>ns</sup> não significativo.



Com base nas médias de produção em quilogramas por hectare (PROD), observou-se que a cultivar FT 3165 apresentou uma produtividade de 2390,7 (Kg. ha<sup>-1</sup>), superior às demais cultivares avaliadas (Tabela 3). As cultivares M7601, B43, DM 69IX6912X e STINE 77EA40, apresentaram produtividades intermediárias, com médias similares, não se diferenciando entre si, mas diferindo-se das cultivares que apresentaram média superior (FT 3165, com 2390,7 kg ha<sup>-1</sup>) e inferior (Olimpo e TMG2379, com 1263,2 e 917,6 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). A OLIMPO e a TMG2379 foram inferiores quanto a produtividade da FT 3165, em 88,5% e 161,3% respectivamente.

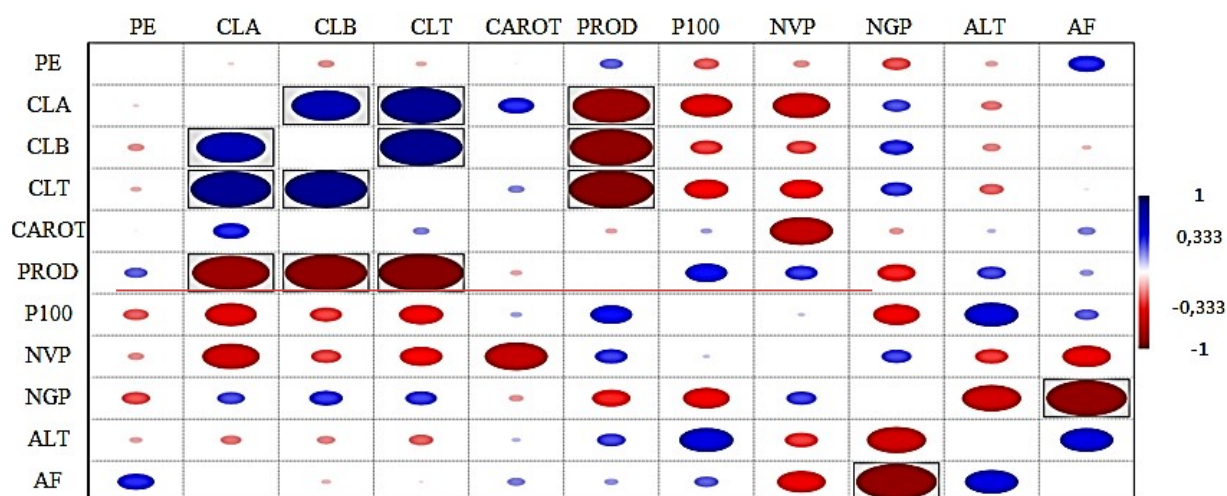
Quanto ao P100, os maiores valores médios foram obtidos para as cultivares B43 com 14,16g e FT 3165 com 14,0g, e, os menores valores foram verificados para M7601 com 11,7 e TMG2379 com 12 g. Ocorre uma diferença de cerca de 24,8%, entre os maiores e menores resultados. Notou-se que as cultivares STINE 77EA40 e a OLIMPO apresentaram valores médios intermediários para o peso de 100 grãos, com 13,9 e 13,8 gramas, respectivamente. Já a cultivar DM 69IX6912X apresentou valores médios intermediários entre as cultivares STINE 77EA40 e OLIMPO e as cultivares M7601 e TMG2379 as quais obtiveram os menores valores médios.

O maior número médio de grãos por planta foi obtido pela cultivar STINE 77EA40, com 99 grãos. Isso é 136,8% superior ao número de grãos da cultivar FT 3165, que obteve o menor valor médio, com 42,0 grãos por planta. As demais cultivares atingiram número de grãos similares entre si. Apresentando valores médios intermediários entre as cultivares STINE 77EA40 e FT 3165.

As cultivares FT 3165 e DM 69IX6912X obtiveram os maiores valores médios para a variável altura de planta, com 59,2 e 54,8 centímetros (cm) respectivamente, com 90,9% de superioridade quando comparada a cultivar que apresentou a menor altura, a cultivar M7601, com 31,0 cm. Já as cultivares B43, STINE 77EA40 e TMG2379 apresentaram valores médios intermediários, com valores respectivos de, 45,0; 41,8 e 40,5 cm.

Mais uma vez a cultivar FT 3165 sobressaiu-se, obtendo o maior valor médio para a variável área foliar, 31,3 centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>), não diferindo estatisticamente da cultivar B43, ambas apresentaram um valor médio 58% maior do que a da cultivar STINE 77EA40, a qual obteve o menor valor médio para esta variável, 19,8 cm<sup>2</sup>. As demais cultivares não diferiram entre si, e apresentaram valores médios intermediários para área foliar.

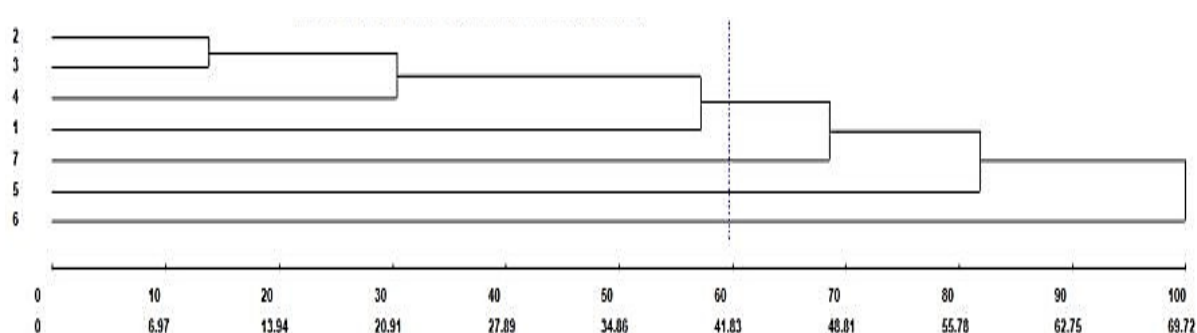
Observou-se correlações significativas altas e negativas entre as concentrações de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total com a variável produtividade, e do número de grãos por planta com a área foliar, (figura 1, dados com valões no anexo I).



**Figura 1:** Correlação para variáveis: porcentagem de emergência (PE), Clorofila A (CLA), Clorofila B (CLB), Clorofila Total (CLT), Carotenoide (CAROT), produção (PROD), peso de 100 grãos (P100), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), altura da planta (ALT) e área foliar (AF). Os círculos maiores e com coloração mais forte indicam que os resultados estão próximos de 1 (azul) ou -1 (vermelho) com elevada correlação. Os que estão contornados com retângulo preto indicam que foram significativos à 5%.

A clorofila a, b e clorofila total apresentaram forte correlação positiva entre si. No entanto, as clorofilas apresentaram correlação negativa com a produtividade, com  $r = -0,985$  para produção e clorofilas totais. O número de grãos por planta também apresentou correlação negativa com área foliar ( $r = -0,934$ ).

O agrupamento pelo método aglomerativo UPGMA, utilizando a distância de Mahalanobis, submetido a um corte significativo de 60, possibilitou a divisão das 7 cultivares em 4 grupos distintos (Figura 2).



**Figura 2:** Dendrograma representativo de cultivares de soja obtido pelo método de agrupamento hierárquico UPGMA com base nas variáveis PE, CLA, CLB, CLT, CAROT, PROD, P100, NVP, NGP, ALT e AF. Correlação cofenética = 0,78 e Ponto de corte = 60. Cultivares: 1 - B43, 2 - DM 69IX6912X, 3 - Olimpo, 4 - TMG 2379, 5 - FT 3165, 6 - STINE 77EA40, 7 - M7601.

Observou-se na análise do dendrograma a presença de quatro grupos distintos após a aplicação do ponto de corte. O primeiro grupo englobou as cultivares DM 69IX6912X, Olimpo, TMG 2379 e B43, enquanto, o segundo grupo consistiu-se apenas na cultivar M7601.

O terceiro grupo incluiu a cultivar FT 3165, e o quarto grupo abarcou a cultivar STINE 77EA40.

## 6. DISCUSSÃO

A variabilidade na porcentagem de emergência entre as distintas cultivares de soja é resultado de uma interação complexa entre suas características genéticas, fisiológicas e as condições ambientais circundantes (PELISSARI; COIMBRA, 2023). No contexto do estudo realizado em Palmeira de Goiás, a cultivar M7601 se destacou para PE, mostrando-se adaptada às condições locais. A PE está relacionada ao vigor de sementes e melhor estabelecimento do estande inicial, o que possibilita às plantas maior capacidade de expressar seu máximo potencial produtivo, mesmo em condições de cenários de semeadura desfavoráveis (Carvalho *et al.*, 2020). A germinação e vigor de sementes, conseqüentemente a PE, pode subsidiar a escolha da cultivar a ser implantada em uma área agrícola, de acordo com as condições climáticas e potencial genético da cultivar (CAVALCANTE *et al.*, 2022).

A taxa de germinação segundo as Regras para Análise de Sementes (RAS), para uma semente que apresenta um bom vigor e qualidade fisiológica, deve estar acima de 80%, desta forma, o PE deve ser superior a este valor (BRASIL, 2009). No presente trabalho apenas a cultivar M7601 apresentou valores acima de 80%, entretanto, foi a cultivar FT3165 que teve PE em torno de 60 a 70%, a qual apresentou a maior produtividade. Salienta-se que as cultivares B43, DM69IX69I2X, OLIMPO e TMG2379 não se diferiram da FT3165 para PE. Todavia, as cultivares OLIMPO e TMG2379 apresentaram os menores valores médios para produtividade. A cultivar STINE 77EAA40 com um baixo valor médio para PE, apresentou produtividade similar a produtividade obtida para a cultivar M7601. A não ocorrência de correlação entre as variáveis PE e produtividade (Figura 1), válida esses resultados. Portanto, os dados obtidos discordam de Carvalho *et al.* (2020), pois no presente trabalho o estande inicial não necessariamente inferiu na produtividade.

A PE em torno de 70%, também foram verificados por Schuab *et al.* (2006), ao avaliarem o potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo, em cultivares BRS e CD, desta forma, as cultivares avaliadas são similares a outras disponíveis no mercado para essa característica.

A variabilidade na porcentagem de emergência das diferentes cultivares de soja reflete a vasta diversidade genética presente nessa cultura, bem como sua capacidade de adaptação a ambientes específicos (PERINI *et al.*, 2019). Isso destaca a importância de fazer

escolhas criteriosas ao selecionar as cultivares a serem utilizadas, garantindo assim um desempenho otimizado nas práticas agrícolas.

Por sua vez, a análise das concentrações de clorofila em diferentes cultivares revelou que a FT 3165 se destacou por apresentar os menores valores para esses pigmentos. É importante ressaltar que as clorofilas *a* e *b* desempenham um papel fundamental na fotossíntese, sendo a primeira responsável pela absorção de luz azul-violeta e vermelha, enquanto a segunda absorve luz azul-verde. A clorofila total, por sua vez, representa a soma dessas duas clorofilas (MATOS *et al.*, 2019).

O aspecto mais intrigante desse resultado, é que, apesar de ter níveis mais baixos de clorofila, a cultivar FT 3165 alcançou a maior produção. Esse fenômeno pode ser atribuído à eficiência notável no uso da luz solar, à alocação cuidadosa dos recursos para o crescimento (TAIZ *et al.*, 2021) e, possivelmente, à sua adaptação ao ambiente local. Essa interação sugere que a relação complexa entre a concentração de clorofila e a produtividade pode ser influenciada por uma série de fatores, incluindo adaptações genéticas e estratégias de alocação de recursos. Assim, a FT 3165 demonstra que, em certas condições, uma menor quantidade de clorofila pode resultar em uma maior eficiência na conversão da luz solar em biomassa, proporcionando um exemplo intrigante de adaptação de plantas.

A cultivar TMG2379, por outro lado, apresentou uma peculiaridade, pois suas concentrações de clorofila estavam entre as mais elevadas, entretanto, essa cultivar registrou a menor produtividade, similar a produtividade da cultivar Olimpo, diferindo-se das demais cultivares avaliadas. Este resultado chama a atenção para um fenômeno interessante, a correlação negativa entre os níveis de clorofila e a eficiência produtiva.

Este descompasso entre a alta concentração de clorofila e a menor produtividade pode ser associado também ao que Zorato *et al.* (2007) previamente observaram, esses autores destacaram que a retenção excessiva de clorofila na soja pode desencadear complicações para os produtores, afetando negativamente a qualidade dos lotes e prejudicando o estabelecimento inicial das plântulas. Esse achado sugere uma relação inversa entre a presença de altos teores de clorofila e a qualidade fisiológica, o que, por sua vez, se traduz em menor produtividade.

Os resultados obtidos no presente estudo reforçam essa correlação, evidenciando uma forte e negativa relação entre a produtividade e as concentrações de clorofila (*a*, *b* e Total). Este fato realça a importância de buscar tecnologias de melhoramento que visem equilibrar as concentrações de clorofila nas plantas, uma vez que níveis elevados podem, paradoxalmente, prejudicar o desempenho produtivo. Isso lança luz sobre uma complexa interação entre os processos metabólicos, ressaltando a necessidade de uma abordagem equilibrada e cautelosa na gestão das culturas agrícolas (BIRCK *et al.*, 2022). É importante

destacar que a cultivar FT 3165 apresenta ciclo precoce com grupo de maturação 6.6 e a TMG 2379 é do grupo de maturação 7.9 o seu crescimento é semideterminado, tal resultado difere de Vasconcelos *et al.* (2015) que avaliaram diversos ciclos e concluíram que o grupo precoce foi inferior quanto a produtividade, devido a menor adaptabilidade à ambientes testados.

A análise das concentrações de carotenoides em diferentes cultivares de soja revelou que todas apresentaram valores semelhantes. É importante ressaltar que os carotenoides desempenham um papel crucial no processo fotossintético das plantas, agindo como pigmentos acessórios que contribuem significativamente para a absorção de luz e, ao mesmo tempo, protegem as plantas contra os danos provocados pelo excesso de radiação solar (TAIZ *et al.*, 2017).

A uniformidade nas concentrações de carotenoides entre as cultivares sugere que todas possuem sistemas eficazes de regulação e adaptação ao ambiente. Isso se revela de grande importância não apenas do ponto de vista da fotossíntese, mas também em termos da avaliação do potencial de produção de extratos vegetais, como óleos e proteínas, que têm um amplo espectro de aplicações (OLIVEIRA; VERONEZI; JORGE, 2020). Portanto, as discrepâncias de produção observadas entre as cultivares podem estar mais relacionadas a outros fatores, tais como eficiência na utilização de recursos, capacidade de resistência a estresses ambientais e habilidade na alocação de nutrientes, do que às concentrações de carotenoides propriamente ditas (GABARDO *et al.*, 2020). Essas considerações ressaltam a complexidade da interação genética e fisiológica que define o desempenho das cultivares de soja em ambientes distintos, com variações climáticas.

Dentre as diversas variáveis analisadas neste estudo, a produção emerge como um fator de extrema relevância, sobretudo em termos econômicos. Nesse contexto, a cultivar FT 3165 se destacou notavelmente, registrando uma produtividade de 2390,7 kg por hectare, o que a coloca em uma posição de liderança quando comparada com as demais cultivares testadas. Além disso, é importante ressaltar que a FT 3165 também apresentou uma performance significativa em outras características importantes, como a altura das plantas e a área foliar.

A cultivar FT 3165 de soja destaca-se pelo seu potencial de produção de até 3.000 kg.ha<sup>-1</sup>, aliado à sua notável tolerância ao estresse hídrico, resistência a diversas doenças e versatilidade em diferentes ambientes de cultivo, conforme informações da FT® SEMENTES (2023). No entanto, é importante notar que nas condições experimentais deste estudo, a cultivar FT 3165 apresentou uma produtividade de 609,32 kg.ha<sup>-1</sup> abaixo de seu potencial máximo. Em contraste com a cultivar FT 3165, as demais cultivares de soja avaliadas neste estudo demonstraram reduções significativas na produtividade, com quedas entre 70% a

200% em relação ao potencial máximo de produção informados pelas suas respectivas empresas obtentoras.

Todavia, é fundamental reconhecer que o desempenho efetivo das cultivares está sujeito a uma série de fatores que podem variar substancialmente. As condições climáticas, as práticas de manejo agrícola e uma série de outros fatores influenciam diretamente a produtividade das culturas (FRANCO; DELGADO, 2022). Neste estudo, embora as cultivares tenham sido selecionadas com base em critérios técnicos ambientais similares, observou-se que a grande maioria delas não atingiram os níveis de produção alcançados pela FT 3165 em Palmeiras de Goiás. Todavia, todas as cultivares avaliadas ficaram abaixo da média nacional de produtividade, que foi de 3.392 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2023). Provavelmente, o veranico ocorrido logo após o plantio é um fator que também pode ter contribuído para essa produtividade abaixo da média nacional.

Esse cenário ressalta a importância de uma escolha criteriosa das cultivares, levando em consideração não apenas suas características intrínsecas, mas também as condições ambientais e as práticas de manejo adotadas, conforme sugerido por Tejo, Fernandes e Buratto (2019). Eles afirmam que no âmbito da agricultura, a busca por um desempenho otimizado é uma meta constante, e os resultados deste estudo reforçam a relevância de selecionar cultivares que possuam um histórico de sucesso comprovado em determinadas regiões e condições específicas.

Essa disparidade de desempenho encontrada pode ser atribuída a uma interação complexa de fatores, incluindo características genéticas, práticas de manejo agrícola e, notavelmente, as condições climáticas que prevaleceram durante o ciclo produtivo. É importante destacar que este período agrícola foi marcado pela influência do fenômeno climático La Niña, que trouxe consigo anomalias climáticas no Cerrado, resultando em condições adversas, como a frequente ocorrência de veranicos e irregularidades nas chuvas (SANTOS *et al.*, 2022b). Esses elementos desempenharam um papel determinante na produtividade observada neste estudo.

Os resultados referentes ao peso de 100 grãos indicaram que as cultivares FT 3165, B43, STINE 77EA40 e Olimpo obtiveram médias de 14,17g, demonstrando sua capacidade de produzir grãos mais pesados e eficientemente para aproveitar os recursos disponíveis, enquanto, as outras cultivares não se desenvolveram tanto para tal aspecto. Essa variável é de grande importância, uma vez que sementes mais pesadas podem ser indicativas de maior vigor e potencial produtivo (SILVEIRA *et al.*, 2021). Os valores obtidos para P100 no presente trabalho foram inferiores aos encontrados por outros trabalhos, Souza *et al.* (2023)

encontraram valor de 30g para a cultivar Olimpo. Já Ferrari, Coelho e Ramos Junior (2023) obtiveram 19,7g para a B43.

Os resultados mais elevados para algumas variáveis, como altura e área foliar, alcançados pelas cultivares FT 3165 e B43, sugerem uma maior capacidade desses materiais para captar luz solar, realizar a fotossíntese e converter recursos em grãos, o que contribui para uma produtividade superior (SILVA *et al.*, 2020). Por outro lado, outras variáveis, como o número de grãos por planta e o número de vagens, no presente trabalho, apresentaram resultados inferiores, representando aproximadamente metade dos valores relatados por Souza *et al.* (2023).

Na análise de correlação (figura 1), como esperado, a clorofila *a*, *b* e clorofila total apresentaram forte correlação positiva entre si, devido juntas comporem o mecanismo de clorofila. Quanto às correlações positivas, como a observada entre clorofila *a* e *b*, Leite *et al.* (2016) sugeriram que essas correlações podem ocorrer devido ao fenômeno do pleiotropismo, no qual um mesmo gene influencia a expressão de mais de uma característica na cultura da soja.

Porém, as clorofilas apresentaram correlação negativa com a produtividade, o que sugere que cultivares com maiores teores de clorofila podem não serem necessariamente as mais produtivas. O número de grãos por planta também apresentou correlação negativa com a área foliar, o que indica que cultivares com menor área foliar podem produzir mais grãos por planta. Observou-se uma correlação inversa entre a área foliar e o número de grãos, ressaltando a complexa interação de vários fatores que afetam o crescimento e o desenvolvimento ao longo do ciclo de cultivo (TAMIMIE e GOLDSMITH, 2019).

As melhores produtividades de soja são observadas em ambientes com condições favoráveis de solo e clima, onde há menos competição entre as plantas (EMBRAPA, 2005). A soja requer elevada quantidade de energia solar e água para seu crescimento e produção de grãos, então, quando as plantas competem por recursos em espaços próximos, o rendimento da cultura pode ser reduzido (CONAB, 2017). Notou-se que a área foliar e a altura foram relevantes para uma maior produtividade, tais fatores reduzem a competição com plantas daninhas, visto que, plantas de soja com maior área foliar e altura conseguem limitar o crescimento de concorrência de plantas invasoras devido à limitação de luminosidade, conforme Braz *et al.* (2021).

O dendrograma (Figura 2) evidenciou um agrupamento das cultivares DM 69IX6912X, Olimpo, TMG 2379 e B43, que tiveram resultados de produtividade inferiores ou intermediários. Isso sugere que essas cultivares podem ser menos adaptadas às condições ambientais da área de estudo. Cada uma delas pertence a programas de melhoramento

genético vegetal diferentes: Brasmax, Tropical Melhoramentos & Genética e Basf, respectivamente. Destaca-se que 3 destas são IPRO, com exceção da DM 69IX6912X.

Por contraste, as outras três cultivares, M7601, FT 3165 e STINE 77EA40, cada uma delas desenvolvidas por empresas diferentes: Bayer, FT Sementes e Stine Sementes, respectivamente, formaram cada uma um grupo distinto. As cultivares M7601 e FT 3165 aparentam estarem mais bem adaptadas às condições locais, possuem características genéticas que as tornam mais tolerantes ao estresse hídrico, e vale ressaltar que houve veranicos durante a safra 2022/2023. Esses padrões sugerem que os desempenhos produtivos das cultivares podem adequar-se melhor às condições ambientais, apresentando maior eficiência na utilização de recursos disponíveis na área de cultivo.



## 7. CONCLUSÕES

A cultivar FT 3165 foi a mais produtiva para a região de Palmeiras de Goiás.

A cultivar FT 3165 é uma boa escolha para agricultores da região de Palmeiras de Goiás, apresenta boa produtividade e adaptação climáticas na região.

O uso de cultivares com alto padrão de qualidade impulsiona a produtividade. As cultivares comerciais podem ter o desempenho divergente dos resultados apresentados pelas empresas comercializadoras.

É de suma importância que os agricultores considerem resultados de estudos adicionais ao escolherem as cultivares a serem plantadas.

Torna-se necessário a repetição deste ensaio experimental com a mesma metodologia na safra 2023/2024, para uma melhor compreensão dos fatores que influenciam a produtividade da soja, facilitando para os agricultores tomem decisões mais embasadas.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGAS, F. S.; CORREIA, N. M.; SILVA, A. F.; CONCENÇO, G.; GAZZIERO, D. L.; DALAZEN, G. Glyphosate-resistant (GR) soybean and corn in Brazil: past, present, and future. **Advances in Weed Science**, v. 40, n. 1, p. 1-12, 2022.
- AKBARI, M.; FOROUDI, P.; SHAHMORADI, M.; PADASH, H.; PARIZI, Z. S.; KHOSRAVANI, A.; ... CUOMO, M. T. The evolution of food security: where are we now, where should we go next?. **Sustainability**, v. 14, n. 6, p. 1-18, 2022.
- ALBUQUERQUE, J. R. T.; LINS, H. A.; SANTOS, M. G.; FREITAS, M. A. M.; SILVEIRA, L. M.; NUNES, G. H. S.; ... VIEIRA, P. F. D. M. J. Environmental variables in the G x E interaction in soybean in the semiarid. **Revista Ciência Agronômica**, v. 54, n. 1, p. 1-12, 2023.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ATTO SEMENTES. **Cultivares de Soja**. Disponível em: <https://www.attosementes.com.br/semntes-soja-2022/dm-69ix69-i2x/>. Acesso em: 15 jul. 2023.
- BARBOSA, F. R. G. M.; DUARTE, V. N.; STADUTO, J. A. R.; KRETER, A. C. Land-use dynamics for agricultural and livestock in central-west Brazil and its reflects on the agricultural frontier expansion. **Cleaner and Circular Bioeconomy**, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2023.
- BASF. **Sementes de Soja – Credenz CZ 37B43 IPRO – BASF Agro**. Disponível em: [https://agriculture.basf.com/br/pt/protacao-de-cultivos-e-sementes/produtos/credenz/Credenz/CZ-37B43-IPRO.html#accordion\\_v2-648b08736c-item-c636adaflc](https://agriculture.basf.com/br/pt/protacao-de-cultivos-e-sementes/produtos/credenz/Credenz/CZ-37B43-IPRO.html#accordion_v2-648b08736c-item-c636adaflc). Acesso em: 15 jul. 2023.
- BASTOS, L. S.; REZENDE, C. F. A.; SÁ, R. P.; PEIXOTO, J. C. Germinação em campo de *Glycine max* (L.) Merr. (Fabaceae) das cultivares M7739 I PRO e M7110 I PRO. **Ipê Agromomic Journal**, v. 6, n. 2, p. 1-9, 2022.
- BATTI, M. M.; MACHADO, P. G.; HAWKES, A.; OLIVEIRA RIBEIRO, C. Land use policies and their effects on Brazilian farming production. **Journal for Nature Conservation**, v. 1, n. 1, p. 1-33, 2023.
- BIRCK, T. P.; STEFANELLO, R.; SANTOS-LIMA, C.; LIMA, M. D. F. R. C. Contribuição ao estudo alelopático de *Ateleia glazioveana* Baill na germinação de picão-preto e soja. **Pesquisas Agrárias e Ambientais**, v. 5, N. 1, P. 28-36, 2021.
- BISHT, A.; SAINI, D. K.; KAUR, B.; BATRA, R.; KAUR, S.; KAUR, I.; ... SIDDIQUE, K. H. Multi-omics assisted breeding for biotic stress resistance in soybean. **Molecular Biology Reports**, v. 1, n. 1, p. 1-28, 2023.
- BORÉM A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de Plantas**. 5 ed; 2009

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

BRAZ, G.B.P.; CRUVINEL, A.G.; CANEPPELE, A.B.; TAKANO, H.K.; SILVA, A.G.; OLIVEIRA, J.R.S. Sourgrass interference on soybean grown in Brazilian Cerrado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 34, n. 2, p. 350–358, 2021.

BROOKES, G. Farm income and production impacts from the use of genetically modified (GM) crop technology 1996-2020. **GM Crops & Food**, v. 13, n. 1, p. 171-195, 2022.

BRUCE, R. W.; GRAINGER, C. M.; FICHT, A.; ESKANDARI, M.; RAJCAN, I. Trends in soybean trait improvement over generations of selective breeding. **Crop Science**, v. 59, n. 5, p. 1870-1879, 2019.

CABRAL, P.; CAMPOS, L. H. R.; LIMA, F. H.; CASTOLDI, G.; MARQUES, R. Genetic progress of 18 years of a soybean breeding program for the Brazilian Central-West. **Revista Ciência Agronômica**, v. 54, n. 1, p. 1-8, 2023.

CAO, P.; ZHAO, Y.; WU, F.; XIN, D.; LIU, C.; WU, X.; ... QI, Z. Multi-omics techniques for soybean molecular breeding. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, n. 9, p. 1-19, 2022.

CARVALHO, F. P.; STRAHL, M. A.; JUNGES, E.; MICHELON, C. J.; EGGERS, H. S.; SCHOTT, A. D.; MOURA, M. B.; SILVEIRA JÚNIOR, F. S. Desempenho agronômico de cultivares de soja com distintos níveis de vigor e cenários de semeadura. **Revista Científica Rural**, Bagé-RS, v. 22, n.2020.

CAVALCANTE, J. P. J.; SILVA, M. A. D.; FERRAZ, E. X. L. SÁ JÚNIOR, J. G.; SANTOS, M. J. S.; VAZ, J. C. T. Physiological potential of soybean seeds in west Bahia. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 12, p. e499111234793, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i12.34793. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/34793>. Acesso em: 6 set. 2023.

CHEN, S. P. J.; LI, M. W.; WONG, H. Y.; WONG, F. L.; WU, T., GAI, J.; ... LAM, H. M. The Seed quality assurance regulations and certification system in soybean production – A chinese and international perspective. **Agriculture**, v. 12, n. 5, p. 1-14, 2022.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2021/2022 – 12º Levantamento – Safra 2021/2022**. Brasília, 88p. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/monitoramento-agricola>. Acesso em: 12 de abril. 2022b.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2022/2023 – 1º Levantamento – Safra 2022/2023**. Brasília, 77p. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/monitoramento-agricola>. Acesso em: 06 de outubro. 2022.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília: Conab, v. 10, n.1, 2023, p. 111.

CONAB. **Produtividade da Soja: Análise e Perspectivas**. Compêndio de Estudos Conab / Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, v. 10, 2017, p. 35.

CORASSA, G. M.; SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; REIMCHE, G. B.; GAVIRAGHI, R.; BISOGNIN, M. B.; PIRES, J. L. F. Performance of soybean varieties differs according to yield class: a case study from Southern Brazil. **Precision Agriculture**, v. 20, n. 1, p. 520-540, 2019.

COSTA, A. M.; PETERNELLI, L. A.; TEODORO, P. E.; BEZERRA, A. R. G.; SILVA, F. L.; NASCIMENTO, H. R.; CORRÊA, T. R. Methods of adaptability and stability applied to soybean cultivars recommendation. **Functional Plant Breeding Journal**, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2022.

COSTA, R. F.; SILVA, A. G. D.; SIMON, G. A.; BESSA, O. R.; DIAS, M. O. Agronomic performance of transgenic soybean cultivars in Brazilian Cerrado. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 41, n. 1, p. 1-9, 2019.

DONG, L.; FANG, C.; CHENG, Q.; SU, T.; KOU, K.; KONG, L.; LIU, B. Genetic basis and adaptation trajectory of soybean from its temperate origin to tropics. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, p. 1-11, 2021.

DUTRA, S.; BARBOSA, A. S. Paisagens e fronteiras do Cerrado: Ciência, biodiversidade e expansão agrícola nos chapadões centrais do Brasil. **Estudos Ibero-Americanos**, v. 46, n. 1, p. 34028-34028, 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Características da soja**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja>. Acesso em: 09 de agosto de 2023.

EMBRAPA. **Manual de segurança e qualidade para a cultura da soja**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Transferência de Tecnologia, 2005. 69 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Soja**. Brasília. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>. Acesso em: 14 set. 2023.

FAO. Food and Agriculture Organization. **FAOSTAT: Crops and livestock products**. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. Acesso em: 07 de agosto de 2023.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine Max* (L.) Merrill 1. **Crop Science**, v. 11, n. 6, p. 929-931, 1971.

FERRARI, G. H.; COELHO, M. S.; RAMOS JUNIOR, E. U. **Competição de cultivares de soja com tecnologia IPRO, em Mato Grosso, em duas épocas de semeadura**. Londrina: Embrapa Soja, 2023. (Documentos, 453) Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1155340/competicao-de-cultivares-de-soja-com-tecnologia-ipro-em-mato-grosso-em-duas-epocas-de-semeadura>. Acesso em: 3 set. 2023.

FERREIRA, L. L.; SILVA, Â. J.; CARVALHO, I.; FERNADES, M. S.; LAUTENCH-LEGER, F.; LORO, M. V. Correlations and canonical variables applied to the distinction of soybean cultivars in a tropical environment. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2022.

- FERREIRA, R. M. F. M.; MORAIS, K. A. R. M. A expansão e desenvolvimento agrícola no estado de Goiás: a preservação ambiental e a influência da tecnologia no agronegócio. **Revista Portuguesa Interdisciplinar**, v. 3, n. 1, p. 1-16, 2022.
- FERREIRA, R. M.; SILVA, L. E. N. Expansão Agrícola no Cerrado: O desenvolvimento do Agronegócio no Estado de Goiás entre 2000 a 2019. **Caminhos de Geografia**, v. 22, n. 1, p. 1-17, 2021.
- FINOTO, E. L.; SOARES, M. B. B.; CORREIA, A. N.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SILVA, E. S. D. Sowing times in adaptation, stability, productivity, and oil and protein contents of soybean genotypes. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 4, p. 799-812, 2021.
- FLAJŠMAN, M.; ŠANTAVEC, I.; KOLMANIČ, A.; KOŠMELJ, K.; KOCJAN-AČKO, D. Agronomic performance and stability of seed, protein and oil yields of seven soybean cultivars determined in field experiments in Slovenia. **Genetika**, v. 51, n. 1, p. 31-46, 2019.
- FRANCO, M. F. S.; DELGADO, E. U. A. Relação entre adubação e qualidade dos produtos agrícolas. **Research Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 4, 2022.
- FT® SEMENTES. **Portfólio Soja IPRO INTACTA RR2 PRO®**. Disponível em: [https://www.ftsementes.com.br/?page\\_id=1166](https://www.ftsementes.com.br/?page_id=1166). Acesso em: 15 jul. 2023.
- GABARDO, G. *et al.* Respostas fisiológicas das cultivares de soja NA5909 e TMG7062 submetidas a diferentes produtos para controle de doenças fúngicas em campo. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 15673-15689, mar. 2020.
- GUARESCHI, R. F.; MARTINS, M. R.; SARKIS, L. F.; ALVES, B. J. R.; JANTALIA, C. P.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Energy use efficiency in soybean crops in different regions of Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 6, p. 2991-3010, 2020.
- GUO, B.; SUN, L.; JIANG, S.; REN, H.; SUN, R.; WEI, Z.; ... QIU, L. J. Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 135, n. 11, p. 4095-4121, 2022.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.
- HAN, JIAWEI; KAMBER, MICHELINE; PEI, JIAN. **Data Mining: Concepts and Techniques**. Elsevier Science, 2011.
- HYMOWITZ, T.; NEWELL, C. A. Taxonomy of the genus *Glycine*, domestication, and uses of soybeans. **Economic Botany**, 35(3), 272-288, 1981.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: [https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo\\_agro/resultadosagro/index.html](https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html). Acesso em: 12 de abril de 2022.
- IPIRANGA SEMENTES. **Produtos**. Disponível em: <https://sementesipiranga.com/produto/brasmax-Olimpo-ipro/>. Acesso em: 15 jul. 2023.

- JIA, F.; PENG, S.; GREEN, J.; KOH, L.; CHEN, X. Soybean supply chain management and sustainability: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 255, n. 1, p. 1-20, 2020.
- LEITE, W. S.; PAVAN, B. E.; FILHO, C. H. A. M.; NETO, F. A.; OLIVEIRA, C. B.; FEITOSA, F. S. Estimativas de parâmetros genéticos, correlações e índices de seleção para seis caracteres agrônômicos em linhagens F8 de soja. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 3, p. 302-310. 2016.
- LOPEZ, M. A.; MOREIRA, F. F.; RAINEY, K. M. Genetic relationships among physiological processes, phenology, and grain yield offer an insight into the development of new cultivars in soybean (*Glycine max* L. Merr). **Frontiers in Plant Science**, v. 12, n. 1, p. 1-14, 2021.
- MANTOVANI, G. C.; VALENTE, A. M.; BASTOS, R. C. Análise exploratória da produção e exportação de soja e importação de fertilizantes pelo Brasil. **Concilium**, v. 23, n. 2, p. 235-248, 2023.
- MATOS, F. S.; BORGES, L. P.; AMARO, C. L.; OLIVEIRA, D. B.; CARMO, M. S.; TORRES JUNIOR, H. D. **Folha Seca**: Introdução à Fisiologia Vegetal. Curitiba, PR: Editora Appris, 2019.
- MENDONÇA, H. C.; PEREIRA, L. F. P.; SANTOS, J. V. M.; MEDA, A. R.; SANT'ANA, G. C. Genetic diversity and selection footprints in the genome of brazilian soybean cultivars. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, n. 1, p. 1-12, 2022.
- MERTZ-HENNING, L. M.; FERREIRA, L. C.; HENNING, F. A.; MANDARINO, J. M.; SANTOS, E. D.; ... NEUMAIER, N. Effect of water deficit-induced at vegetative and reproductive stages on protein and oil content in soybean grains. **Agronomy**, v. 8, n. 1, p. 1-11, 2018.
- MONTEIRO, F. F.; BRUZI, A. T.; SILVA, K. B.; PULCINELLI, C. E.; SOARES, I. O.; CARVALHO, M. L. M. Breeding for yield and seed quality in soybean. **Euphytica**, v. 217, n. 12, p. 1-10, 2021.
- MÜLLER, L. **Taxonomia e morfologia**. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. A soja no Brasil. 1ª ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 65-104, 1981.
- MUNAWEERA, T. I. K.; JAYAWARDANA, N. U.; RAJARATNAM, R.; DISSANAYAKE, N. Modern plant biotechnology as a strategy in addressing climate change and attaining food security. **Agriculture & Food Security**, v. 11, n. 1, p. 1-28, 2022.
- NAIR, R. M.; BODDEPALLI, V. N.; YAN, M. R.; KUMAR, V.; GILL, B.; PAN, R. S.; ... SOMTA, P. Global status of vegetable soybean. **Plants**, v. 12, n. 3, p. 1-12, 2023.
- NENDEL, C.; RECKLING, M.; DEBAEKE, P.; SCHULZ, S.; MOHNICKE, M. B.; CONSTANTIN, J.; ... BATTISTI, R. Future area expansion outweighs increasing drought risk for soybean in Europe. **Global Change Biology**, v. 29, n. 5, p. 1340-1358, 2023.
- NUNES, G. H. C.; MARTINS, A. B. N.; TUNES, L. V. M.; FIGUEIREDO, J. C.; SILVA, T. A. Sementes esverdeadas e qualidade de sementes de soja produzidas em campos de multiplicação com diferentes altitudes no sudoeste goiano. **Concilium**, v. 23, n. 20, p. 1-15, 2023.

- OLIVEIRA NETO, S. S.; GONÇALVES, A. S. F. Environmental factors, phenology and nutrition: a technical review on the impacts in soybean culture. **Scientific Electronic Archives**, v. 12, n. 5, p. 7-16, 2019.
- OLIVEIRA NETO, S. S.; NUNES, J. G. S.; SOUZA, M.; CALONEGO, J. C. Soybean Crop: A review on the biotechnological advances and expectation for modern cultivars. **Journal Agriculture Studies**, v. 8, n. 1, p. 194-207, 2020.
- OLIVEIRA, V. A.; VERONEZI, C. M.; JORGE, N. Avaliação do óleo de soja adicionado de extratos de romã (*Punica granatum* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Francisco Beltrão**, v. 14, n. 02, p. 3284-3297, jul. 2020.
- PELLISSARI, F.; COIMBRA, R. A. Sementes de soja esverdeadas: causas e consequências na qualidade fisiológica. **Scientific Electronic Archives**, Rondonópolis, v. 16, n. 4, p. 86-93, 2023.
- PELLEGRINA, H. S. Trade, productivity, and the spatial organization of agriculture: Evidence from Brazil. **Journal of Development Economics**, v. 156, n. 1, p. 1-18, 2022.
- PERINI, L. J.; ZEFFA, D. M.; FREIRIA, G. H.; NOVAIS, P. S.; PRETE, C. E. C. DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE SOJA TIPO ALIMENTO COM BASE NO ALGORITMO DE GOWER. **Colloquium Agrariae. [S. l.]**, v. 14, n. 4, p. 47–57, 2019. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/2663>. Acesso em: 3 set. 2023.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2023.
- RAHMAN, S. U.; MCCOY, E.; RAZA, G.; ALI, Z.; MANSOOR, S.; AMIN, I. Improvement of soybean; A way forward transition from genetic engineering to new plant breeding technologies. **Molecular Biotechnology**, v. 65, n. 1, p. 162-180, 2022.
- RAMALHO, M. A. P.; MARQUES, T. L.; LEMOS, R. C. Plant breeding in Brazil: Retrospective of the past 50 years. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 21, n. 1, p. 1-11, 2021.
- REIS, T. N.; RIBEIRO, V.; GARRETT, R. D.; KUEMMERLE, T.; RUFIN, P.; GUIDOTTI, V.; ... MEYFROIDT, P. Explaining the stickiness of supply chain relations in the Brazilian soybean trade. **Global Environmental Change**, v. 78, n. 1, p. 1-15, 2023.
- ROCHA, C. B.; MAJO, C.; DUTRA, S A. Geo-historical analysis of expanding soybean frontiers in the Brazilian Cerrado. **Revista de la Solcha**, v. 12, n. 2, p. 217-252, 2022.
- ROUT, G. R.; SWAIN, R.; SAHOO, D. P. Journey of genetically modified crops: Status and prospects. **Magna Scientia Advanced Research and Reviews**, v. 7, n. 1, p. 103-128, 2023.
- ROWNTREE, S. C.; SUHRE, J. J.; WEIDENBENNER, N. H.; WILSON, E. W.; DAVIS, V. M.; NAEVE, S. L.; ... CONLEY, S. P. Physiological and phenological responses of historical soybean cultivar releases to earlier planting. **Crop Science**, v. 54, n. 2, p. 804-816, 2014.
- SANTOS, G. O.; RODRIGUES MARTINS, G.; REZENDE BLAT, N.; BARBOSA MENDONÇA, L. Disponibilidade hídrica e as anomalias climáticas no cultivo de soja e milho no Cerrado. **Journal of Biotechnology and Biodiversity, [S. l.]**, v. 10, n. 3, p. 214–222, 2022b.

DOI: 10.20873/jbb.uft.cemaf.v10n3.santos. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/JBB/article/view/13651>. Acesso em: 3 set. 2023.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRE-RAS, J. F.; COELHO, M. R.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Solos Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 5ª ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356p.

SANTOS, J. V. M.; SANT'ANA, G. C.; WYSMIERSKI, P. T.; TODESCHINI, M. H.; GARCIA, A.; MEDA, A. R. Genetic relationships and genome selection signatures between soybean cultivars from Brazil and United States after decades of breeding. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1-12, 2022a.

SCHUAB, S. R. P.; BRACCINI, A. L.; FRANÇA NETO, J. B.; SCAPIM, C. A.; MESCHERDE, D. K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Acta Sci. Agron**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 553-561, 2006.

SHILPASHREE, N.; DEVI, S. N.; MANJUNATHAGOWDA, D. C.; MUDDAPPA, A.; ABDELMOHSEN, S. A.; TAMAM, N.; ... JANHAVI, V. Morphological characterization, variability and diversity among vegetable soybean (*Glycine max* L.) genotypes. **Plants**, v. 10, n. 4, p. 1-11, 2021.

SILVA, A. F. M.; LÚCIO, F. R.; MARCO, L. R.; GIRALDELI, A. L.; ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; NUNES, F. A. Herbicides in agronomic performance and chlorophyll indices of Enlist E3 and Roundup Ready soybean. **Australian Journal of Crop Science**, v. 15, n. 1, p. 305-311, 2021.

SILVA, L. P. *et al.* Estimativa da produtividade de soja usando irrigação na época das chuvas no bioma Cerrado. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v. 28, e. 026702, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v28.e026702>. Acesso em: 04 ago. 2023.

SILVA, N. C. S.; ALMEIDA, W. D. S.; SILVA, J. C.; FAUSTINO, J. C. S. Análise de produtividade relativa da soja nos municípios de Goiás. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação**, v. 6, n. 1, p. 1-12, 2022.

SILVEIRA, P. G. *et al.* Efeito de doses de cobalto e molibdênio aplicadas no sulco de plantio da soja inoculada com *Bradyrhizobium*. **Unifunec Científica Multidisciplinar**, Santa Fé do Sul, São Paulo, v. 10, n. 12, p. 1-13, 2021.

SOBKO, O.; ZIKELI, S.; CLAUPEIN, W.; GRUBER, S. Seed yield, seed protein, oil content, and agronomic characteristics of soybean (*Glycine max* L. Merrill) depending on different seeding systems and cultivars in Germany. **Agronomy**, v. 10, n. 7, p. 1-14, 2020.

SONG, H.; TAYLOR, D. C.; ZHANG, M. Bioengineering of soybean oil and its impact on agronomic traits. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 3, p. 1-23, 2023.

SOUZA, C. S. *et al.* Contribuciones a Las Ciencias Sociales, **São José dos Pinhais**, v.16, n.7, p.6677-6695, 2023.

STINE. **Informações legais importantes sobre sementes Stine**. Disponível em: <https://www.stinseed.com/soybeans/traits/enlist-e3-soybeans/77ea40/>. Acesso em: 15 jul. 2023.



- TAIZ, L. *et al.* **Fundamentos de Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed: 2021. *E-book*. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786581335113/>. Acesso em: 04 ago. 2023.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. A.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017.
- TAMIMIE, C.; GOLDSMITH, P. Determinants of soybean adoption and performance in Northern Ghana. **African Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 14, n. 4, p. 292-309., 2020.
- TEJO, Débora Perdigão; FERNANDES, Carlos Henrique dos Santos; BURATTO, Juliana Sawada. Soja: Fenologia, Morfologia e Fatores que Interferem na Produtividade. **Revista Científica Eletrônica da FAEF, [S. l.]**, v. 35, n. 1, 2019. Disponível em: [http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/hw9EU5Lusw7rZZH\\_2019-6-19-14-11-1.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/hw9EU5Lusw7rZZH_2019-6-19-14-11-1.pdf). Acesso em: 03 set. 2023.
- TEODORO, L. P. R.; BHERING, L. L.; GOMES, B. E. L.; CAMPOS, C. N. S.; BAIO, F. H. R.; GAVA, R.; ... TEODORO, P. E. Understanding the combining ability for physiological traits in soybean. **PloS One**, v. 14, n. 12, p. 1-13, 2019.
- TIWARI, A.; TIKOO, S. K.; ANGADI, S. P.; KADARU, S. B.; AJANAHALLI, S. R.; VASUDEVA RAO, M. J. (2023). **Plant Breeding: Its Evolution and Recent Trends**. In: Market-Driven Plant Breeding for Practicing Breeders (pp. 1-32). Singapore: Springer Nature Singapore. doi: 10.1007/978-981-19-5434-4\_1
- TMG. **Soja TMG 2379 IPRO**. Disponível em: <https://www.tmg.agr.br/cultivar/tmg-2379-ipro/>. Acesso em: 15 jul. 2023.
- TODESCHINI, M. H.; WOYANN, L. G.; MILIOLI, A. S.; MEIRA, D.; MADELLA, L. A.; BENIN, G. Superiority index based on target traits reveals the evolution of Brazilian soybean cultivars over last half-century. **Revista Ceres**, v. 68, n. 4, p. 343-352, 2021.
- TOLOI, M. N. V.; BONILLA, S. H.; TOLOI, R. C.; SILVA, H. R. O.; NÄÄS, I. D. A. Development indicators and soybean production in Brazil. **Agriculture**, v. 11, n. 11, p. 1-15, 2021.
- TOOMER, O. T.; OVIEDO, E. O.; ALI, M.; PATINO, D.; JOSEPH, M.; FRINSKO, M.; ... MIAN, R. Current Agronomic practices, harvest & post-harvest processing of soybeans (*Glycine max*) – A Review. **Agronomy**, v. 13, n. 2, p. 1-13, 2023.
- UMBURANAS, R. C.; KAWAKAMI, J.; AINSWORTH, E. A.; FAVARIN, J. L.; ANDERLE, L. Z.; DOURADO NETO, D.; REICHARDT, K. Changes in soybean cultivars released over the past 50 years in southern Brazil. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1-14, 2022.
- VAIKUNTAPU, P. R.; KUMAR, V. D. Applications and challenges of harnessing genome editing in oilseed crops. **Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology**, v. 187, n. 1, p. 1-22, 2023.
- VASCONCELOS, E. S. de; REIS, M. S.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D. Produtividade de grãos, adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja de ciclos precoce e médio. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1203-1214, 2015.

VERNETTI, F. D. J.; GASTAL, M. D. C. **Descrição botânica da soja**. Embrapa: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Circular Técnica, n. 7, p. 1-11, 1979.

VIG SEMENTES. **Características agronômicas**. Disponível em: <https://www.vigsementes.com.br/m7110ipro-2-2/>. Acesso em: 15 jul. 2023.

VIRÁG, E.; HEGEDÚS, G.; KUTASY, B.; DECSI, K. Transcriptome profiling dataset of different developmental stage flowers of soybean (*Glycine max*). **Data in Brief**, v. 43, n. 1, p. 1-8, 2022.

VOGEL, J. T.; LIU, W.; OLHOFT, P.; BRANDNER, S. J. C.; PENNYCOOKE, J. C.; CHRISTIANSEN, N. Soybean yield formation physiology—A foundation for precision breeding-based improvement. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, n. 1, p. 1-15, 2021.

WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, v. 144, n. 3, p. 307-313, 1994.

WINCK, J. E. M.; TAGLIAPIETRA, E. L.; SCHNEIDER, R. A.; INKLMAN, V. B.; DALLA NORA, M.; SAVEGNAGO, C.; ... STRECK, N. A. Decomposition of yield gap of soybean in environment× genetics× management in Southern Brazil. **European Journal of Agronomy**, v. 145, n. 1, p. 1-10, 2023.

WYSMIERSKI, P. T.; VELLO, N. A. The genetic base of Brazilian soybean cultivars: Evolution over time and breeding implications. **Genetics and molecular Biology**, v. 36, n. 4, p. 547-555, 2013.

XU, H.; GUO, Y.; QIU, L.; RAN, Y. Progress in soybean genetic transformation over the last decade. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, n. 1, p. 1-33, 2022.

ZABEL, F.; MÜLLER, C.; ELLIOTT, J.; MINOLI, S.; JÄGERMEYR, J.; SCHNEIDER, J. M.; ... ASSENG, S. Large potential for crop production adaptation depends on available future varieties. **Global Change Biology**, v. 27, n. 16, p. 3870-3882, 2021.

ZDZIARSKI, A. D.; WOYANN, L. G.; MILIOLI, A. S.; ZANELLA, R.; DALLACORTE, L. V.; PANHO, M. C.; BENIN, G. Mega-environment identification for soybean (*Glycine max*) breeding and production in Brazilian Midwest region. **Plant Breeding**, v. 138, n. 3, p. 336-347, 2019.

ZHANG, M.; LIU, S.; WANG, Z.; YUAN, Y.; ZHANG, Z.; LIANG, Q.; TIAN, Z. Progress in soybean functional genomics over the past decade. **Plant Biotechnology Journal**, v. 20, n. 2, p. 256-282, 2022.

ZORATO, M. de F. *et al.* Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 11-19, 2007.

**ANEXO I.** Dados de correlação para variáveis: porcentagem de emergência (PE), Clorofila A (CLA), Clorofila B (CLB), Clorofila Total (CLT), Carotenoide (CAROT), produção (PROD), peso de 100 grãos (P100), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), altura da planta (ALT) e área foliar (AF).

	PE	CLA	CLB	CLT	CAROT	PROD	P100	NVP	NGP	ALT	AF
PE		-0,070	-0,190	-0,126	-0,029	0,265	-0,291	-0,186	-0,324	-0,147	0,422
CLA	-0,070		0,800	0,936	0,415	-0,898	-0,599	-0,665	0,317	-0,239	0,003
CLB	-0,190	0,800		0,955	-0,001	-0,955	-0,368	-0,344	0,384	-0,208	-0,109
CLT	-0,126	0,936	0,955		0,191	-0,985	-0,510	-0,493	0,361	-0,278	-0,050
CAROT	-0,029	0,415	-0,001	0,191		-0,137	0,133	-0,731	-0,168	0,100	0,203
PROD	0,265	-0,898	-0,955	-0,985	-0,137		0,483	0,374	-0,441	0,329	0,159
P100	-0,291	-0,599	-0,368	-0,510	0,133	0,483		0,080	-0,539	0,625	0,275
NVP	-0,186	-0,665	-0,344	-0,493	-0,731	0,374	0,080		0,346	-0,381	-0,561
NGP	-0,324	0,317	0,384	0,361	-0,168	-0,441	-0,539	0,346		-0,685	-0,934
ALT	-0,147	-0,239	-0,208	-0,278	0,100	0,329	0,625	-0,381	-0,685		0,615
AF	0,422	0,003	-0,109	-0,050	0,203	0,159	0,275	-0,561	-0,934	0,615	