

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLOGICA
INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS URUTAÍ**

DENILSON DE SOUZA SANTOS

**ATRIBUTOS DE INTERESSE AGRONÔMICO DA SOJA SOB UM
OLHAR DE AGRUPAMENTOS HIERÁRQUICOS E TENDÊNCIAS
LINEARES MULTIVARIADAS**

**URUTAÍ - GOIÁS
2025**

DENILSON DE SOUZA SANTOS

**ATRIBUTOS DE INTERESSE AGRONÔMICO DA SOJA SOB UM
OLHAR DE AGRUPAMENTOS HIERÁRQUICOS E TENDÊNCIAS
LINEARES MULTIVARIADAS**

Trabalho de Curso apresentado ao IF Goiano
Campus Urutaí como parte das exigências do
Curso de Graduação em Agronomia para
obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Orientador: Prof^ª. Dr. Alexandre Igor de
Azevedo Pereira.

URUTAÍ - GOIÁS
2025

DENILSON DE SOUZA SANTOS

**ATRIBUTOS DE INTERESSE AGRONÔMICO DA SOJA SOB UM
OLHAR DE AGRUPAMENTOS HIERÁRQUICOS E TENDÊNCIAS
LINEARES MULTIVARIADAS**

Monografia apresentada ao IF
Goiano Campus Urutaí como parte
das exigências do Curso de
Graduação em Agronomia para
obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

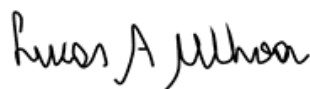
Aprovada em 27 de dezembro de 2024



Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Orientador e Presidente da Banca Examinadora)
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí.



Profª. Drª. Carmen Rosa da Silva Curvêlo
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí



Dr. Lucas Adjunto Ulhoa
Bolsista Pós-Doutorado do Centro de Excelência em Bioinsumos
Unidade de Referência em Bioinsumos
URB Controle Biológico de Pragas
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

URUTAÍ - GOIÁS
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI) – Instituto Federal Goiano

S237a

Santos, Denilson de Souza.

Atributos de interesse agrônomo da soja sob um olhar de agrupamentos hierárquicos e tendências lineares multivariadas [manuscrito] / Denilson de Souza Santos. – Urutaí, GO: IF Goiano, 2025.

25 fls. : il., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2025.

1. Ambiente. 2. *Glycine max* L. 3. Oleaginosa. 4. Produção de grãos. 5.
Teste de competição. I. Pereira, Alexandre Igor Azevedo. II. Título. III.
Instituto Federal Goiano.

CDU 633.34

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

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

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

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Denilson de Souza Santos

Título do trabalho:

Atributos de interesse agrônomo da soja sob um olhar de agrupamentos hierárquicos e tendências lineares multivariadas

Matrícula:

2018101200240119

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 03 / 02 / 2025 |

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

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

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

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



Urutaí, Goiás, Brasil

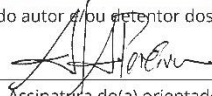
Local

29 / 01 / 2025

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO**

Campus Urutaí - Código INEP: 52063909

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, CEP 75790-000, Urutaí (GO)

CNPJ: 10.651.417/0002-59 - Telefone: (64) 3465-1900

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulada **Atributos de interesse agrônomo da soja sob um olhar de agrupamentos hierárquicos e tendências lineares multivariadas**, sob orientação de Alexandre Igor de Azevedo Pereira, apresentada pelo aluno **Denilson de Souza Santos (2018101200240119)** do Curso **Bacharelado em Agronomia (Campus Urutaí)**. Os trabalhos foram iniciados às 10:00 hs da manhã pelo Professor presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Alexandre Igor de Azevedo Pereira** (Orientador)
- **Carmen Rosa da Silva Curvelo** (Examinadora Interna)
- **Lucas Adjuto Ulhoa** (Examinador Externo)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

[x] Aprovado

[] Reprovado

Nota (quando exigido): 9,0

Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Alexandre Igor de Azevedo Pereira** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

URUTAÍ / GO, 27/12/2024

Lucas Adjuto Ulhoa
Alexandre Igor de Azevedo Pereira
Carmen Rosa da Silva Curvelo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e família, que me apoiaram e me deram suporte no decorrer do curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me conceder saúde e força para superar os desafios enfrentados. Meu reconhecimento vai também para meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira, pelo apoio nas correções e pelos incentivos recebidos. Ao IF Goiano pelo suporte institucional e acadêmico que foi crucial durante o meu percurso. A todos professores pelos valiosos ensinamentos compartilhados. A minha família pelo amor, apoio e encorajamento incondicional; sem vocês, esta conquista não teria sido possível. Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação.

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

ATRIBUTOS DE INTERESSE AGRONÔMICO DA SOJA SOB UM OLHAR DE AGRUPAMENTOS HIERÁRQUICOS E TENDÊNCIAS LINEARES MULTIVARIADAS

Denilson de Souza Santos¹

⁽¹⁾ Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, Rodovia Prof. Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, CEP 75790-000 Urutaí, GO, Brasil. E-mail: denilsonsouza18122000@gmail.com

RESUMO - O arranjo de plantas influencia nos atributos genéticos dos genótipos como ciclo, altura e índice de acamamento. Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho estudar os agrupamentos e correlações entre diferentes genótipos de soja. O estudo foi realizado no município de Campo Alegre de Goiás-GO. O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico, no sistema de plantio direto. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 13 tratamentos, correspondente aos seguintes genótipos de soja: 5G685, AF7503, Bonus, BRS+A1: K87470, BRS7570, BRS7470, CG7665, Desafio, DS5916, Foco, M7739, SYN13610 e SYN15640, com 4 repetições. Ao término do experimento os dados obtidos foram submetidos as pressuposições do modelo estatístico, verificando-se a normalidade e homogeneidade das variâncias residuais, bem como, a aditividade do modelo. A análise de variância revelou significância pelo teste F para todas as variáveis analisadas. As variáveis que tiveram maiores correlações fenotípicas para legumes com um grão, legumes com dois grãos, número de grãos por planta foram as que tiveram maior rendimento. Através do agrupamento e correlações fenotípicas foi possível verificar que o genótipo selecionado por alto rendimento de grãos e adaptabilidade foi CG7665.

Palavras-Chaves: Ambiente, Glycine max L, Oleaginosa, Produção de grãos, Teste de competição.

ATTRIBUTES OF AGRONOMIC INTEREST OF SOYBEAN FROM THE LOOK OF HIERARCHICAL GROUPINGS AND MULTIVARIATE LINEAR TRENDS

Denilson de Souza Santos¹

⁽¹⁾ Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, Rodovia Prof. Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, CEP 75790-000 Urutaí, GO, Brasil. E-mail: denilsonsouza18122000@gmail.com

ABSTRACT - Plant arrangement influences the genetic attributes of genotypes such as cycle, height and lodging index. Given the above, the aim of this work was to study the groupings and correlations between different soybean genotypes. The study was carried out in the city of Campo Alegre de Goiás-GO. The soil was classified as Neosol Quartzarênico, under the no-tillage system. The experimental design used was randomized blocks, with 13 treatments, corresponding to the following soybean genotypes: 5G685, AF7503, Bonus, BRS+A1: K87470, BRS7570, BRS7470, CG7665, Desafio, DS5916, Foco, M7739, SYN13610 and SYN15640, with 4 repetitions. At the end of the experiment, the data obtained were submitted to the assumptions of the statistical model, verifying the normality and homogeneity of residual variances, as well as the model's additivity. The analysis of variance revealed significance by the F test for all analyzed variables. The variables that had the highest phenotypic correlations for vegetables with one grain, vegetables with two grains, number of grains per plant had the highest yield. Through grouping and phenotypic correlations it was possible to verify that the genotype selected for high grain yield and adaptability was CG7665.

Keywords: Environment, Glycine max L, Oilseed, Grain production, Competition test.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de soja *Glycine max* (L.) Merrill, cresce a cada ano, com mercado internacional garantido para grãos, farelo e óleo, além de diversos outros produtos consumidos na alimentação e na indústria. Nas últimas décadas foi a cultura que obteve maior expansão em área plantada, correspondendo atualmente a 57,12% da área cultivada no Brasil (CONAB, 2016), com estimativa de produtividade da soja 3.598 kg/ha-1 na safra 2019/2020 (CONAB, 2020). Essa demanda dos produtos derivados da soja ocasiona buscas por novas técnicas e genótipos mais eficientes (HIRAKURI e LAZZAROTTO, 2014).

Para se elevar os rendimentos da produção de soja é preciso o emprego de novas tecnologias, bem como o aperfeiçoamento das já empregadas, especialmente as que interferem nos componentes morfológicos e de produção. Busanello et al., (2013) destacam que o período em que ocorre a semeadura, a nutrição do solo, os fatores climáticos e os atributos genéticos dos genótipos são decisivos para altos rendimentos da cultura da soja.

As correlações de ambiente e expressões genéticas, apresentam ligação direta com o potencial de produtividade da cultura, com reflexos sobre a estatura, ciclo do vegetal (Zanon et al., 2015), índice de acamamento e arranjo de plantas (MARTINS et al., 2011). Em consequência dos novos genótipos de soja desenvolvidos para atender um mercado cada vez mais exigente, é primordial pesquisas para elucidar diversos fatores, tais como adaptação, desenvolvimento, clima e outros elementos que causam interferência direta ou indiretamente na produtividade da soja (MEOTTI et al., 2012).

Para o bom estabelecimento da soja, tem que levar em consideração o manejo do solo, a data de semeadura, correlacionando com o período determinado de acordo com o genótipo e a região de plantio. Considera-se ainda que, a sensibilidade da soja ao fotoperíodo é uma das principais restrições à adaptação de uma cultivar a baixas latitudes ou datas de semeadura (precoce, normal ou tardia), já que o seu desenvolvimento reprodutivo é iniciado quando as plantas estão submetidas a dias curtos que resultariam em florescimento precoce, plantas pequenas e de baixos rendimentos de grãos (DIAS, 2017).

Para esse tipo de problema, as pesquisas têm como foco característica de período juvenil longo (fase inicial de crescimento) para o avanço da soja em regiões de baixa latitude, retardando, assim, o florescimento em condições de dias curtos. Assim, a

adaptabilidade dos cultivares muda ao se deslocar o seu cultivo em direção ao sul ou ao norte, pela variação da latitude (EMBRAPA, 2012). A cultura da soja exibe alta plasticidade, isto ocorre, visto que a planta muda o número de ramificações e de vagens, de acordo com a disposição de espaço na linha e na entre linha que são preenchidos, no entanto, não significa elevação da produção de grãos.

Além disso, a fenologia que tem como característica períodos distintos do crescimento e desenvolvimento das plantas, contribuem para a construção de fundamentos eficazes para a identificação de características morfológicas e fisiológicas dos genótipos além dos fatores externos, os quais interferem na produtividade (OLIVEIRA, 2010). O grau de conhecimento e correlações existentes nos caracteres nos permite maior probabilidade de acerto na tomada de decisões. Análise univariada em associação de ferramentas multivariada nos concerne visão holística experimental. Técnicas como análise de trilha com os efeitos diretos e indiretos nos permite identificar as cargas de contribuição de caracteres secundários sobre a variável de comercialização experimental, a árvore filogenética e rede neural com o auxílio das médias nos permitem agrupar os genótipos em padrões de similaridade entre os tratamentos, bem como, a análise de variáveis canônicas que tenta explicar as afinidades de caráter junto aos genótipos. Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho estudar os agrupamentos e correlações fenotípicas entre diferentes genótipos de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Paineiras, Lote 5, Campo Alegre de Goiás, estado de Goiás, Brasil. A área experimental foi classificada como clima do tipo Aw (quente a seco) (COPPEN, 1943). O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com 13 tratamentos, correspondente aos seguintes genótipos de soja: 5G685, AF7503, Bonus, BRSA1K87470, BRS7570, BRS7470, CG7665, Desafio, DS5916, Foco, M7739, SYN13610 e SYN15640, com 4 repetições, totalizando 52 unidades experimentais. Cada unidade foi composta por 6 linhas de 5 metros de comprimento distanciadas a cada 0.5 m e densidade de 20 sementes por metro linear atingido população final de 360.000 plantas hectare.

Tabela 1. Principais características morfoagronômicas dos genótipos de soja analisados

Nome do genótipo		Peso de mil sementes (g)	Genética	Grupo de maturação	Crescimento	Ciclo (DAE*)
Comercial	Comum					
5G685	5G685	165	Dow Agrosiences	6.8	Indeterminado	108 a 113
AF7503 IPRO	AF7503	160	Faita	7.0	Indeterminado	110 a 120
Bonus 8579 RSF IPRO	Bonus	190	Brasmax	7.9	Indeterminado	105 a 122
BRS 87470	BRSA1K87470	170	Embrapa	7.0	Indeterminado	100 a 120
BRS 7570 IPRO	BRS7570	146	Embrapa	7.5	Indeterminado	109
BRS 7470 IPRO	BRS7470	146	Embrapa	7.4	Indeterminado	110
CG 7665 Robusta	CG7665	186	Caraíba	7.6	Indeterminado	100 a 120
Desafio RR 8473 RSF	Desafio	180	Brasmax	7.4	Indeterminado	105 a 115
DS 5916 IPRO	DS5916	145	Brevant	6.1	Indeterminado	105 a 120
Foco 74177 RSF IPRO	Foco	175	Brasmax	7.4	Indeterminado	110 a 115
M 7739 IPRO	M7739	152	Monsoy	7.7	Semi-indeterminado	110 a 125
Vitoria IPRO	SYN13610	188	Syngenta	6.3	Indeterminado	100
Syn 15640 IPRO	SYN15640	185	Syngenta	6.9	Indeterminado	95

*DAE dias após a emergência.

Antes da instalação do experimento foi realizado coleta e análise de solo na camada superficial de 0-20 cm verificando-se as seguintes características: potencial de hidrogênio 4,1; fósforo 3 em mg dm⁻³; potássio 0.6, cálcio 5, magnésio 3, alumínio 4, acidez potencial 29, soma de bases 8.6, capacidade de troca catiônica 37.6 e saturação de base 22.94 em mmolc dm⁻³; argila 80, silte 30 e areia 890 em g dm⁻³. A análise foi realizada no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da UNIFIMES, segundo metodologia da EMBRAPA, (2009).

O preparo do solo foi realizado no sistema de plantio direto, dessecando a área com Glifosato WG. O tratamento de sementes foi efetuado, utilizando Standak top[®] (Fipronil 250 g L⁻¹, Piraclostrobina 25 g L⁻¹ e Tiofanato-metílico 225 g L⁻¹), Maxim XL[®] (Fludioxonil 25 g L⁻¹ e Metalaxil 10 g L⁻¹) com volume de calda de 200 ml 100 Kg⁻¹ de semente. Também foi efetuado a aplicação do inoculante Nodusoja[®], solido turfoso (*Bradyrhizobium japonicum*, SEMIA 5079 e SEMIA 5080). O plantio foi realizado por plantadeira de 4 linhas, em sulcos de 3 cm profundidade, em 07/11/2023. Durante a execução do experimento, o controle de plantas daninhas e insetos foi realizado sempre respeitando as boas práticas do manejo integrado de pragas.

As variáveis foram analisadas após a colheita em 07/03/2024: com auxílio de uma fita métrica, determinou-se a altura da planta (APL) e do primeiro nó reprodutivo (APR), ambos em cm. Os legumes com um grão (LUG), com dois grãos (LDG), três grãos (LTG), quatro grãos (LQG), número de grãos por legume (NGL), número de legumes por planta (NLP) e número de grãos por planta (NGP) foram coletados em unidade planta⁻¹. Também

com o auxílio de fita métrica foi mensurado o estande de plantas (STD) em unid por metro linear. O peso de mil grãos (PMG) em g, e rendimento (REN) em sc ha⁻¹, mediante balança 0,0000 g e corrigindo o peso para 13% de umidade dos grãos.

Os dados obtidos foram submetidos as pressuposições do modelo estatístico, verificando-se a normalidade (SHAPIRO e WILK, 1965) e homogeneidade das variâncias (STEEL et al., 1997). Após, realizou-se a análise de variância com a finalidade de identificar as diferenças entre os genótipos de soja através do teste de agrupamento de médias Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Utilizou-se, também, o critério de Singh (1981) para quantificar a contribuição relativa dessas características na divergência genética. Para o agrupamento dos genótipos, utilizou-se o método de Tocher (RAO, 1952). Posteriormente as variáveis foram submetidas a correlação linear com intuito de compreender a tendência de associação, sendo sua significância baseada a 5% de probabilidade pelo test t. As análises foram realizadas na interface Rbio do R (BHERING, 2017), além do Software Genes (CRUZ, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, a análise de variância (Tabela 2) revelou significância pelo teste F ($p \leq 0,01$) para todas as variáveis analisadas. Este resultado demonstra a grande variabilidade dentre os genótipos através dos caracteres analisados.

Tabela 2. Resumo das análises de variância (F calculado, CV e média) para altura do primeiro ramo reprodutivo APR, altura de planta ALT, legumes com um grão LUG, legumes com dois grãos LDG, legumes com três grãos LTG, legumes com quatro grãos LQG, número de grãos por legume NGL, número de legumes por planta NLP, número de grãos por planta NGP, peso de mil grãos PMG, estande STD e rendimento REN

FV	GL	APR	ALT	LUG	LDG	LTG	LQG	NGL	NLP	NGP	PMG	STD	REN
Genótipos	12	27.06**	80.91**	9.98**	28.67**	8.58**	61.25**	23.38**	13.78**	10.04**	691**	12.44*	15.04*
Blocos	3	0.77 ^{ns}	4.40**	0.30 ^{ns}	0.75 ^{ns}	0.78 ^{ns}	1.80 ^{ns}	1.39 ^{ns}	0.75 ^{ns}	0.92 ^{ns}	1.09	1.03	2.17 ^{ns}
C.V		8.25	4.37	41.67	20.26	21.39	43.67	3.65	18.49	17.30	9.81	18.34	15.40
Média		0.14	0.67	10.15	25.08	21.68	0.35	2.25	57.27	126.79	167.49	10.53	70.37

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; *significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F; ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Agrupamento por Scott-Knott

A APR variou de 0.24 a 0.11 m, sendo nos genótipos AF7503 com a maior e menores medias em 5G685 e DS5916, respectivamente. (Tabela 3). Plantas como desta pesquisa demonstram aptidão para a colheita mecanizada, uma vez que, a altura ideal para a APR, é entre 0.10 e 0.12 m para que não haja perda na colheita em solos planos (SEDIYAMA, 2009; CRUZ et al., 2016).

Em relação à ALP, os genótipos AF7503 (1.0 m) e Bonus (0.83 m), apresentaram maiores médias para essa característica agrônômica, ao passo que os genótipos 5G685 (0.47 m) e M7739 (0.55 m) exibiram as menores médias. Ainda podem-se acrescentar os genótipos SYN15640 (0.58 m) e Desafio (0.56 m), com menores portes (Tabela 3). Para Almeida et al. (2011), as plantas muito altas (> 0.85 m) e as com baixa APR (< 0.13 m) podem acarretar perdas na colheita mecanizada. Em relação à ALP, as menores médias foram dos genótipos DS5916 (0.11 m) e 5G685 (0.11 m) (Tabela 3). Por outro lado, o estudo de Silva et al. (2010) revela que a ALP ideal deve ser de, no mínimo, (0.65 m). Para os autores, a ALP implica, direta e indiretamente sobre a produção, tanto para o controle de plantas invasoras e para o acamamento, quanto para a colheita mecânica.

O número de grãos por legume também diferiu dentre os genótipos (Tabela 3). Ribeiro (2012), afirma que o NLP é o caráter que mais contribui para o rendimento de grão em leguminosas, sendo que as maiores correlações com a produção de grãos, e legumes com 1, 2 e 3 grãos podem influenciar no tamanho das sementes que serão produzidas e, conseqüentemente, na produtividade.

Assim, os genótipos CG7665 e Bonus apresentaram maiores médias na variável (LUG) com médias de 23.53 e 21.44 grãos, respectivamente, ao passo que, as menores médias foram encontradas nos genótipos: DS5916 (3.11); SYN15640 (4.38) E SYN13610 (4.29). Para a análise de LDG os genótipos Bonus (52.78), CG7665 (46.27) e M7739 (45.33) apresentaram as maiores médias e as menores médias foram apresentadas por DS5916 (12.62) e SYN13610 (12.65). Observa-se que os genótipos Bonus e CG7665 confirmam o baixo REN, visto que na média de LTG e LQG apresentaram as menores médias, sendo Bonus (12.23 de LTG e 0.01 de LQG e CG7665 0.04 de LQG). As melhores médias em LTG foram: M7739 (33.01), BRS7570 e BRSA1K87470 (30.01). Já as maiores médias para LQG foram: SYN 13610 (2.20) e Desafio (1.27) (Tabela 3).

Este resultado de análise de grãos por legumes não equivale à superioridade de um genótipo sobre outros, visto que em muitos casos a qualidade do grão não é a esperada para um bom REN. Ou seja, pode um genótipo ter apresentado poucos grãos por legume, mas atendendo as especificidades esperadas do grão (massa e peso), como é o caso dos genótipos CG7665 (REN: 111.35 sc ha⁻¹) e Bonus (REN: 94.73 sc ha⁻¹), que apresentaram índices maiores em LUG e LDG. Ao contrário, há genótipos com média alta em LTG e LQG, porém com uma qualidade baixa dos grãos, levando a baixo REN, como é o caso do genótipo SYN13610 (68.62 sc ha⁻¹) e Desafio (75.41 sc ha⁻¹).

Para Ribeiro (2012), muitas vezes há uma relação inversa entre os valores de grãos por legumes e PMG, visto que o tamanho e o peso das sementes comprometem alguns fatores de produção como: NLP e REN. Neste estudo houve uma equivalência do PMG entre os genótipos CG7665 (186.75 g); Bonus (191.25 g), que apresentaram maiores índices em LUG e LDG com os genótipos SYN16610 (189.75 g) e Desafio (177.55 g), que apresentaram maiores índices em LTG e LQG.

Essa equivalência também se verifica quando se analisam as variáveis de NGL, NLP e NGP, em que se têm os genótipos com maiores médias de NGL (SYN1360 2.51 unid e DS5916 2.52 unid) e as menores médias de NGL (CG7665 1.91 unid e Bonus 1.90 unid); já para as médias de NLP a situação se inverte, sendo as maiores médias para Bonus e CG7665 com 86.47 e 85.96, e as menores médias para os genótipos SYN13610 e

DS5916 (38.99 e 40.61, respectivamente). Já no NGP, os genótipos com maiores médias foram M7739 (206.82), CG7665 (164.69) e Bonus (163.76). As menores médias para essa variável foram do BRS7470 (92.54), Foco (94.65), SYN13610 (97.95) e 5G685 (97.49) (Tabela 3).

O STD refere-se ao número acertado de plantas por metro de linha, em que a maior média de estande foi obtida pelo genótipo BRS7570 (17.62) e a menor pelo genótipo M7739 (6.25). Equivale afirmar que o genótipo com maior aproveitamento de sementes por metro linear apresentou variância expressiva em comparação à menor média (Tabela 3). Alguns fatores podem ter contribuído para as variâncias ocorridas entre os genótipos estudados, tais como: plantio tardio (Dias, 2017), fatores climáticos (Barbosa et al., 2011); tipo de solo (Kaster e Farias, 2011), competitividade das plantas, seja por nutrientes e/ou luminosidade (DIAS, 2017; VEIGA et al., 2010), dentre outros fatores.

Observou-se, neste estudo, que o genótipo CG7665 obteve o maior REN com 111.35 sc ha⁻¹, seguido pelo genótipo Bonus (94.73 sc ha⁻¹). O menor REN foi atribuído ao genótipo 5G685, que obteve apenas 34.09 sc ha⁻¹. Esse resultado é explicado pelo fato de os genótipos CG7665 e Bonus apresentarem maiores médias nas características agronômicas de APR, APL, LUG, LDG, NLP, NGP e PMG. Por outro lado, o genótipo 5G685 apresentou menores médias em APR, APL, LUG, NGL, NLP, NGP e STD. O genótipo 5G685 não respondeu à variação nos quesitos avaliados, comprovando sua baixa plasticidade fenotípica (Tabela 3). Pondera-se ainda que os genótipos que compõem este estudo são de crescimento indeterminado, quando a gema terminal continua alongando o caule, mesmo após o florescimento (PERINI et al., 2012), com exceção do genótipo M7739, de crescimento semi-indeterminado.

Essa análise infere que o REN teve comportamento associado ao hábito de crescimento da planta APR e APL, ao NLP e NGP (Tabela 3). Barbosa et al. (2011) e Dias (2017) afirmam que o caráter de NLP é um dos mais importantes sobre o REN de grãos. É importante ainda considerar que todos os genótipos comercializados têm como finalidade elevar ao máximo o REN nas lavouras, porém, fatores externos, tais como temperatura, umidade, fotoperíodo, época de semeadura, fertilidade do solo, radiação solar e doenças limitam a produção dos grãos (SEDIYAMA, 2009; SILVA et al., 2010). Neste estudo, alguns desses fatores prejudicaram o REN, como por exemplo, a época do plantio, que se apresentou tardia para a região estudada. O estabelecimento da população recomendada de genótipos de soja depende do manejo do solo, da semeadura na época indicada, conforme o genótipo e região de cultivo (MARTINS, 2015).

Agrupamento pelo método otimizado de Tocher

A análise de agrupamento pelo método otimizado de Tocher separou os genótipos de soja em 7 grupos dissimilares entre si, onde os constituintes de cada grupo formado são semelhantes. Observou-se a concentração de 46.15%, 15.38%, 7.69%, 7.69%, 7.69%, 7.69% e 7.69%, para os grupos I, II, III, IV, V, VI e VII respectivamente (Figura 1). Oliveira et al. (2019) estudando a diversidade genética em linhagens de soja separou os genótipos em 4 grupos e Costa et al. (2018) em 3 grupos. Daronch et al. (2019) também através da análise de agrupamento pelo método de Tocher separou 17 genótipos em 8 grupos geneticamente distintos. Os genótipos que compõem o grupo I apresentaram plantas com reduzidas médias dentre os caracteres analisados. Os genótipos do grupo II corresponderam a vegetais de porte intermediário com altas médias nas variáveis de LUG, LDG, NLP e REN. Os demais grupos representados individualmente por seus respectivos genótipos oscilaram dentre os caracteres.

Contribuição relativa dos caracteres

Na contribuição relativa dos caracteres para a divergência genética dos 13 genótipos de soja, constatou-se contribuição similar dentre as características. Em ordem decrescente mensurou-se 45.69% no PMG, seguido de 16.69 no REN, 14.62 no NLP, 12.11 em PMG e LDG com 7%, onde as demais características somaram potencial de divergência de apenas 3.89% (Figura 2). Oliveira et al. (2019) identificaram contribuição no peso de cem grãos (55,4%), no número de grãos por planta (21,7%) e no número de legumes por planta (11%), devendo ser priorizados na escolha de progenitores em programas de melhoramento. Costa et al. (2018) e Daronch et al. (2019) também realizaram estimativas de contribuição dos caracteres de soja. Pela análise da importância de caracteres é possível classificar variáveis estudadas de acordo com sua contribuição para a diversidade genética e eliminar aquelas com menor contribuição para estudos futuros.

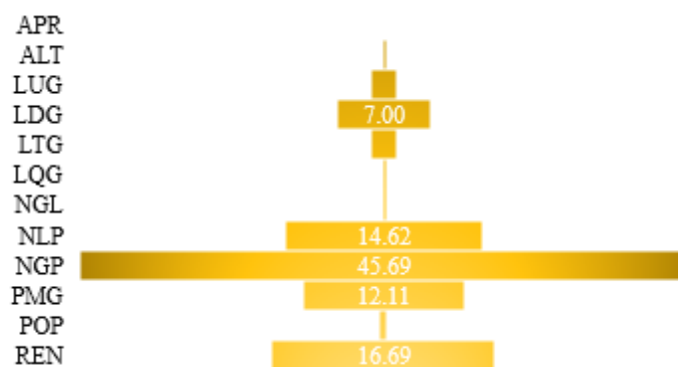


Figura 1. Contribuição relativa dos 12 caracteres para a divergência genética de acordo com Singh (1981), dos genótipos de soja. Campo Alegre de Goiás -GO, Brasil, 2023. Caracteres: altura do primeiro ramo reprodutivo APR, altura de planta ALTP, legumes com um grão LUG, legumes com dois grãos LDG, legumes com três grãos LTG, legumes com quatro grãos LQG, número de grãos por legume NGL, número de legumes por planta NLP, número de grãos por planta NGP, peso de mil grãos PMG, estande STD e rendimento REN.

Correlação Linear

A correlação entre as variáveis foi realizada por meio do Coeficiente de Correlação Linear de Pearson, compreendendo a variação entre -1 e 1, ou seja, $-1 \leq \rho \leq 1$, sendo que quanto mais próximo do valor 1 ocorre aumento simultâneo positivamente entre as variáveis, e quanto mais próximo de -1 ocorre correlação inversa, expressando o grau de associação entre duas variáveis numéricas. Correlações positivas entre pares de variáveis indicam elevação nas médias de ambas as partes, além da, economia em termos de tomada de dados em campo (FERREIRA et al., 2019a).

Assim, houve correlação positiva entre as variáveis formando os pares: NLP-LUG (0.94), NLP-LDG (0.92), NGP-LUG (0.83), NGP-LDG (0.81), NGP-NLP (0.97), LDG-LUG (0.93), REN-APR (0.57), REN-LDG (0.56) e REN-PMG (0.58). Em relação às correlações negativas observou-se NGL-LUG (-0.87), NGL-LDG (-0.87), SDT-LTG (-0.60), NLP-NGL (0.72), SDT-NGP (-0.55) e REN-NGL (-0.57) (Figura 3). Zuffo et al. (2018) e Smiderle et al. (2019), também encontraram fortes correlações dentre caracteres de soja. Este estudo contribui na escolha de produtos específicos para a cultura da soja, onde sítios específicos podem contribuir em outras rotas metabólicas potencializando demais caracteres.

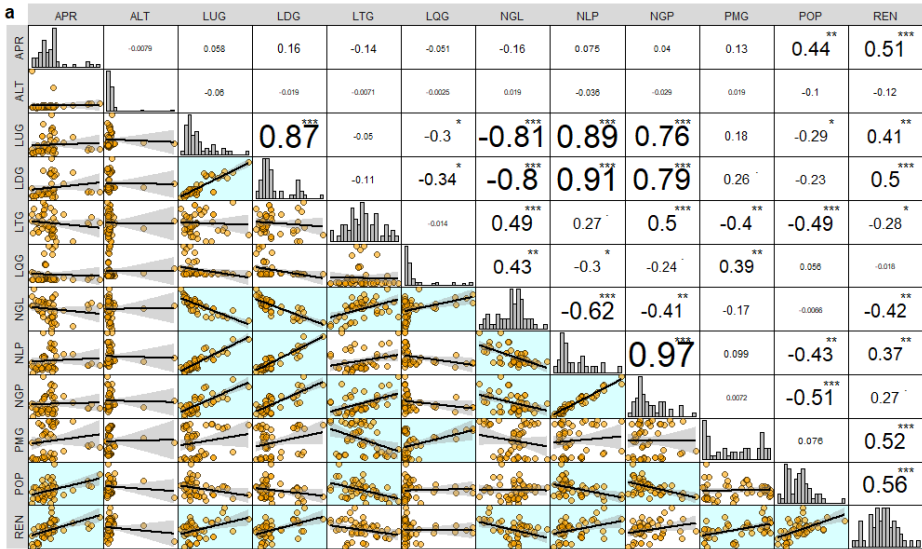


Figura 2. Rede de correlação aplicada nas características de genótipos de soja, altura do primeiro ramo reprodutivo APR, altura de planta ALTP, legumes com um grão LUG, legumes com dois grãos LDG, legumes com três grãos LTG, legumes com quatro grãos LQG, número de grãos por legume NGL, número de legumes por planta NLP, número de grãos por planta NGP, peso de mil grãos PMG, estande STD e rendimento REN. Campo Alegre de Goiás-GO, Brasil, 2023. *1% de probabilidade pelo test t.

CONCLUSÃO

As variáveis que tiveram maiores correlações fenotípicas para legumes com um grão, legumes com dois grãos, número de grãos por planta foram as que tiveram maior rendimento.

O genótipo selecionado para alto rendimento de grãos e adaptabilidade foi CG7665, mostrando que esse genótipo pode ser cultivado no verão do Sudoeste Goiano.

Os genótipos AF7503, Bonus, BRS7470, Desafio, Foco, SYN13610 e SYN15640 possuem boa estabilidade fenotípica, para tanto, devem ser melhor estudados, afim de fomentar o leque de opções genéticas para o produtor local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. D.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRRI, F. S. Divergência genética entre genótipos de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado Tocantins. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 108-115, 2011.

BARBOSA, V. S.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRRI, F. S.; SIQUEIRA, G. B.; Comportamento de genótipos de soja, em diferentes épocas de semeaduras, visando a produção de biocombustível. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 3, 742-749, jul-set, 2011.

BHERING, L. L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.17: 187-190p, 2017.

BUSANELLO, C.; BATTISTI, R.; SOMAVILLA, L.; MENEGOL, D. R. Caracteres agronômicos da cultura da soja submetida a diferentes densidades populacionais na região norte do Rio Grande do Sul. *Enciclopédia Biosfera*, Centro científico Conhecer. Goiânia, v. 9, n. 17, p. 509-517, 01 dez. 2013.

BUSANELLO, C.; BATTISTI, R.; SOMAVILLA, L.; MENEGOL, D. R. Caracteres agronômicos da cultura da soja submetida a diferentes densidades populacionais na região norte do Rio Grande do Sul. *Enciclopédia Biosfera*, Centro científico Conhecer. Goiânia, v. 9, n. 17, p. 509-517, 01 dez. 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). 2016 Acompanhamento safra brasileira grãos, v. 11 Safra 2015/16 - Décimo Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-176.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). 2020 Acompanhamento safra brasileira grãos, v. 7 Safra 2019/20 - Quarto levantamento, Brasília, p. 1-104. Janeiro 2020.

Costa, M. I. A., de Andrade Melo, L., da Costa Ferreira, S., & Matsuo, E. (2018). Morfometria reprodutiva e diversidade genética em cultivares de soja. *Nucleus*, 15(2), 207-215.

CRUZ, S. C. S. et al. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2016.

CRUZ, S. C. S. et al. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2016.

Daronch, D. J., Peluzio, J. M., Afferri, F. S., Tavares, A. T., & de Souza, C. M. (2019). Eficiência ambiental e divergência genética de genótipos de soja na região central do Tocantins. *Revista Cultura Agronômica*, 28(1), 1.

DIAS, P. P. Efeito das densidades e profundidades de semeadura sobre o desempenho agrônomo da soja. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2017.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivares de Soja: Macrorregiões 3, 4 e 5 Goiás e Região Central do Brasil. Londrina: Embrapa - CNPS, 2012. 23 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologia de produção de soja: região central do Brasil. Brasília, 2013. 266 p. (Sistema de Produção, 16).

FERREIRA, L. L.; ARAUJO, G. S. ; CARVALHO, I. R. ; SANTOS, G. A. ; FERNANDES, M. S. ; CARNEVALE, A. B. ; CURVELO, C. R. S. ; PEREIRA, A. I. A. . Cause and Effect Estimates on Corn Yield as a Function of Tractor Planting Speed. *Journal of Experimental Agriculture International*, p. 1-7, 2019b.

FERREIRA, L. L.; BARBOSA, H. Z. ; CARVALHO, I. R. ; PRADO, R. L. F. ; CURVELO, C. R. S. ; PEREIRA, A. I. A. ; FERNANDES, M. S. ; CARNEVALE, A. B. . Effect of Biostimulants in Late Seeding of Genotypes of Zea mays L.. *Journal of Experimental Agriculture International*, p. 1-9, 2019a.

GIROTTI, L. et al. Tolerância à seca de genótipos de trigo utilizando agentes indutores de estresse no processo de seleção. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 59, n. 2, p. 192-199, 2012.

GIROTTI, L. et al. Tolerância à seca de genótipos de trigo utilizando agentes indutores de estresse no processo de seleção. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 59, n. 2, p. 192-199, 2012.

HIRAKURI, M. H.; LAZAROTTO J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2014.

KASTER, M.; FARIAS, J. Regionalização dos testes de VCU-Valor de Cultivo e Uso de genótipos de soja-terceira aproximação. *REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL*, v. 37, 2011.

MARTINS, J. D.; ZWICK RADONS, S.; STRECK, N. A.; KNIES, A. E.; CARLESSO, R. Plastocrono e número final de nós de genótipos de soja em função da época de semeadura. *Ciência Rural*, v. 41, n. 6, 2011.

Oliveira, E. C., de Oliveira Junior, W. P., Oliveira, J. D. D. D., Furmigare, N. S., & Peluzio, J. M. (2019). Divergência genética em linhagens de soja visando a produção de biodiesel no Estado do Tocantins. *MAGISTRA*, 30, 113-122.

PERINI, L. J.; FONSECA JUNIOR, N. S.; DESTRO, D.; PRETE, C. E. C. Componentes da produção em genótipos de soja com crescimento determinado e indeterminado. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, s.1, p. 2531-2544, 2012.

RAO, R.C., 1952. *Advanced statistical methods in biometric research*. New York: J. Wiley.

RIBEIRO, G. R. S. Características agronômicas e divergência genética de genótipos de soja sob diferentes condições de fósforo. Mestrado- Universidade Federal do Tocantins,- Programa de PósGraduação em Produção Vegetal, Tocantins, 2012

SEDIYAMA, T. (Ed.). *Tecnologias de produção e usos da soja*. Londrina: Ed. Mecnas, 2009. 314p.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. Analysis of variance test for normality, *Biometrika*. v.1, n.1, p.591-611, 1965.

Silva, A. F. D., Sedyama, T., Silva, F. C. D. S., Bezerra, A. R. G., & Ferreira, L. V. (2015). Correlation and path analysis of soybean yield components. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 5(1), 177-179.

SILVA, J. B. et al. Ensaio comparativo de genótipos de soja em época convencional em Selvíria, ms: características agronômicas e produtividade. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 747-754, 2010.

Singh, D., 1981. The relative importance of characters affecting genetic divergence. *The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 41, 237-245.

Smiderle, O. J., SOUZA, A. D. G., Gianluppi, V., Gianluppi, D., Costa, K. N. A., & GOMES, H. D. S. (2019). Correlação entre componentes de produção de soja BRS Tracajá e diferentes densidades de plantas no cerrado Roraima. *Embrapa Roraima-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 3. ed. New York: Columbia, 1997. 666p.

Teodoro, P. E., Ribeiro, L. P., Corrêa, C. C. G., da Luz Júnior, R. A. A., dos Santos Zanuncio, A., Capristo, D. P., & Torres, F. E. (2015). Path analysis in soybean genotypes as function of growth habit. *Bioscience Journal*, 31(3).

VEIGA, A. D., et al. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, n.4, p. 953- 960, 2010.

Wiles, P. S., & Enke, D. (2014). Nonlinear modeling using Neural Networks for trading the soybean complex. *Procedia Computer Science*, 36, 234-239.

ZHANG, J. Q., ZHANG, L. X., ZHANG, M. H., & WATSON, C. (2009). Prediction of soybean growth and development using artificial neural network and statistical models. *Acta Agronomica Sinica*, 35(2), 341-347.

Zuffo, A. M., Ribeiro, A. B. M., Bruzi, A. T., Zambiazzi, E. V., & Fonseca, W. L. (2018). Correlações e análise de trilha em cultivares de soja cultivadas em diferentes densidades de plantas. *Cultura Agronômica: Revista de Ciências Agronômicas*, 27(1), 78-90.