

Avaliação de cultivares de soja para a região do ecótono cerrado pantanal

Evaluation of soybean cultivars for the ecotono region cerrado pantanal

Evaluación de cultivares de soja para la región ecotono cerrado pantanal

Recebido: 13/01/2022 | Revisado: 22/09/2022 | Aceitado: 23/09/2022 | Publicado: 29/09/2022

Leticia Carolina de Oliveira Prochnow

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6840-7961>
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: leticia_agroaqui@hotmail.com

Pedro Henrique Guedes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3453-6669>
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: pedrohgues4@gmail.com

Dthenifer Cordeiro Santana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7611-6040>
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil
E-mail: dthenifer.santana@unesp.br

Francisco Eduardo Torres

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6114-0096>
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil
E-mail: feduardo10@gmail.com

Resumo

A soja possui grande importância social e afeta de maneira significativa a economia do Brasil e do mundo. Por ser cultivada em diversas regiões é importante desenvolver cultivares que adaptam aos distintos microclimas de cada local. Por essa perspectiva é essencial avaliar como as cultivares se comportam em uma dada região antes de implantar ela como lavoura. O objetivo deste trabalho foi avaliar caracteres agrônômicos em diferentes cultivares de soja implementadas no ecótono Cerrado Pantanal. O experimento foi conduzido na safra 2019/2020 no setor de Fitotecnia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Unidade Universitária de Aquidauana (UEMS/UUA), no município de Aquidauana-MS. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com vinte e três tratamentos e quatro repetições, avaliando 23 cultivares. Feita a coleta e tabulação dos dados, eles foram submetidos as análises multivariadas: Componentes principais e análise de cluster. A cultivar C11 se destacou com a variável AP, fator indireto contribuinte na produtividade assim como AIV, que houve destaque para as cultivares C13, C16 e C17. A cultivar C7 alcançou a maior média para a MCG.

Palavras-chave: *Glycine max*; Produtividade de grãos de soja; Microrregiões sojícolas.

Abstract

Soy has great social importance and significantly affects the economy of Brazil and the world. As it is cultivated in different regions, it is important to develop cultivars that adapt to the different microclimates of each location. From this perspective, it is essential to assess how cultivars behave in a given region before deploying it as a crop. The objective of this work was to evaluate agronomic characters in different soybean cultivars implemented in the Cerrado Pantanal ecotone. The experiment was conducted in the 2019/2020 crop year in the Plant Science sector of the State University of Mato Grosso do Sul - Aquidauana University Unit (UEMS/UUA), in the city of Aquidauana-MS. The experimental design was randomized blocks, with twenty-three treatments and four replications, evaluating 23 cultivars. After collecting and tabulating the data, they were submitted to multivariate analysis: Principal components and cluster analysis. Cultivar C11 stood out with the variable AP, an indirect contributing factor in productivity as well as AIV, which stood out for cultivars C13, C16 and C17. Cultivar C7 reached the highest average for MCG.

Keywords: *Glycine max*; Soybean grain yield; Soybean microregions.

Resumen

La soja tiene una gran importancia social y afecta significativamente la economía de Brasil y el mundo. Como se cultiva en diferentes regiones, es importante desarrollar cultivares que se adapten a los diferentes microclimas de cada localidad. Desde esta perspectiva, es fundamental evaluar cómo se comportan los cultivares en una región determinada antes de utilizarlos como cultivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar los caracteres agronómicos en diferentes cultivares de soja implementados en el ecotono Cerrado Pantanal. El experimento se realizó en la campaña agrícola 2019/2020 en el sector de Ciencias Vegetales de la Universidad Estatal de Mato Grosso do Sul - Unidad Universitaria Aquidauana (UEMS / UUA), en la ciudad de Aquidauana-MS. El diseño experimental fue de bloques al azar, con veintitrés tratamientos y cuatro repeticiones, evaluando 23 cultivares. Luego de recolectar y tabular los

datos, se sometieron a análisis multivariante: Componentes principales y análisis de conglomerados. El cultivar C11 se destacó con la variable AP, factor contribuyente indirecto en la productividad, así como el AIV, que se destacó para los cultivares C13, C16 y C17. El cultivar C7 alcanzó el promedio más alto para MCG.

Palabras clave: Glycine max; Rendimiento de grano de soja; Microrregiones de soja.

1. Introdução

A soja é uma cultura comercial de importância mundial, que passou a ter expansão em alta velocidade em países em desenvolvimento (Lopes et al., 2021). É uma leguminosa difundida no mundo, sendo essencial para o agronegócio no Brasil pelo seu alto teor proteico e óleo (Balena et al., 2016). No Brasil é cultura de grande destaque, sua produção na safra 2019/20 foi estimada em 20,3 milhões de toneladas, recorde histórico, tendo um ganho de 4,3% em relação à safra 2018/19. A estimativa de área plantada foi de 36.949,8 hectares. A produção nacional foi de 3.379 kg ha⁻¹. E a média do Centro Oeste brasileiro foi responsável por 4351 kg ha⁻¹ e o estado de Mato Grosso do Sul contribuiu com 4.084 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020).

Ano após ano a produtividade de soja vem aumentando em todo país, esse fator pode ser atribuído a importantes mudanças em sistemas de cultivo e em manejos proporcionando condições de ambientes melhores para a lavoura (Concenço et al., 2019). O mercado de sementes também tem sua contribuição, abrindo oportunidades para empresas de melhoramento genético, que fornecem em todas as safras novas variedades de sojas para os diversos sistemas de produção e ambientes (Concenço et al., 2019). Essa diversidade em variedade possibilitou a expansão territorial nacional da soja. Os programas de melhoramento buscam direcionar suas pesquisas a desenvolver principalmente genótipos tolerantes a estresses abióticos (Cerutti et al., 2020).

Avaliar a resposta de cultivares em distintas regiões em seus particulares microclimas é essencial para a utilização do melhor material genético disponível e como ele se comporta (Gaviraghi et al., 2018). O setor produtivo brasileiro depende de fatores econômicos, logísticos, seletivos e avaliativos de adaptação de cultivares melhoradas de sojas as mais distintas condições do país (Bohn et al., 2016), garantindo assim melhores resultados nas safras.

A região do ecótono cerrado pantanal, nos últimos anos vem transformando seu cenário de cultivo, introduzindo a cultura da soja em sua produção, sobretudo na integração lavoura pecuária (Pinto et al., 2020). Com o desenvolvimento e avanços de tecnologias na agricultura é possível manter a preservação do bioma Cerrado sem diminuir a produção atendo a demanda pelo grão até 2028 (Magalhães et al., 2020). Assim, implantar a cultivar certa com os manejos que ela necessita, levando sempre em consideração o nível tecnológico e o fator econômico do produtor é possível manter uma agricultura rentável e sustentável. Se faz necessário encontrar culturas adaptadas às condições de clima da região, pois isto norteia o desenvolvimento vegetativo da planta e define a produtividade de grãos (Craufurd et al., 2013).

O objetivo deste trabalho foi avaliar caracteres agrônômicos em diferentes cultivares de soja implementadas no ecótono Cerrado Pantanal.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido a campo na safra 2019/2020 no setor de Fitotecnia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Unidade Universitária de Aquidauana (UEMS/UUA), no município de Aquidauana-MS (20°27'S e 55°40'W, com uma altitude média de 170 m). O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura arenosa (EMBRAPA 2008). O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Aw (Tropical de Savana) com precipitação de média anual de 1.450 mm e temperaturas média de 24° C.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com vinte e três tratamentos (cultivares) em quatro repetições. Sendo essas: C1-BMX PONTA IPRO, C2-TMG7063 IPRO INOX, C3-TMG C2375 IPRO, C4-TMG C2165 IPRO, C5-TMG 7061 IPRO, C6-TMG 7368 IPRO INOX, C7-TMG 7062 IPRO INOX, C8-BMX COMPACTA IPRO, C9-TEC 7849 IPRO,

C10-CZ37B43 IPRO, C11-BMX FIBRA IPRO, C12-SYN 15630 IPRO, C13-NS 7300 IPRO, C14-NS 6700 IPRO, C15-TMG 7067 IPRO INOX, C16-NS COD X1731773, C17-NS 6990 IPRO, C18-NS 7709 IPRO, C19-HO TERERE IPRO, C20-SYN 1562 IPRO, C21-TMG C2379 IPRO, C22-P96R10 IPRO e C23-NG660 IPRO. As parcelas consistiram de sete linhas com 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,45 m entre linhas e densidade de 15 plantas por metro. Adubação foi realizada a lanço com 225 kg ha⁻¹ com formulado 4-30-10.

Na preparação da área experimental foi realizado o preparo do solo com gradagem pesada e gradagem niveladoras, após as quais se realizou a abertura mecânica dos sulcos. As sementes passaram por tratamento com Fipronil, Cruiser® + Maxim XL® na dose recomendada na bula. A adubação foi realizada mediante análise química de solo. A semeadura foi realizada no dia 22 de novembro de 2019. Para a fixação biológica de nitrogênio (FBN), as sementes foram inoculadas com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*.

A primeira aplicação de defensivo foi realizada 21 dias após a semeadura (DAS) com Glifosato e Belt® no controle de plantas invasoras e ataque de pragas, respectivamente. Aos 41 DAS foi realizada uma aplicação de fungicida Proteat® e Sphere Max® e inseticida Belt®. Aos 64 DAS a aplicação foi com Fox®, Mancozeb® e Engeo Pleno®. Aos 69 DAS foi realizada apenas a aplicação de Acefato no controle de pragas. E aos 79 DAS foi realizada a aplicação de Sphere Max®, óleo mineral, Mancozeb® e Engeo Pleno®.

Foram avaliados os seguintes caracteres agronômicos: altura das plantas na maturação (AP), altura da inserção da primeira vagem (AIV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PROD). Para as avaliações foram colhidas, aleatoriamente, 10 plantas de cada parcela, sendo as variáveis AP e AIV mensuradas em centímetros, com auxílio de fita milimetrada. Para determinação da PROD foram colhidas duas fileiras centrais de cada parcela, sendo os grãos pesados, corrigidos para 13% de umidade e os valores extrapolados para kg ha⁻¹. Para obtenção da MCG, em g, cinco amostras foram retiradas deste montante, pesadas e corrigidas para 13% de umidade.

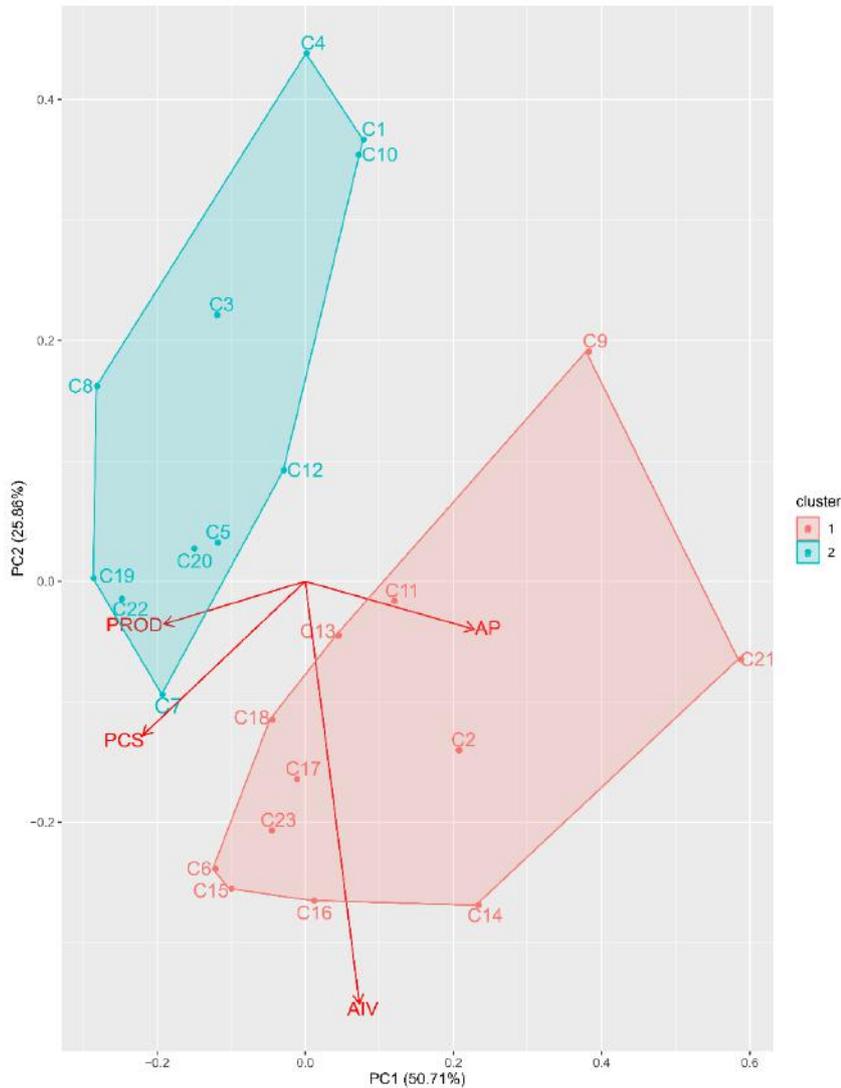
Feita a coleta e tabulação dos dados, eles foram submetidos as análises multivariadas: Componentes principais e análise de cluster. Foram utilizados os softwares Rbio (Bhering, 2017) e R (TEAM, 2014).

3. Resultados e Discussão

Utilizar técnicas de análise multivariada é importante na determinação de caracteres agronômicos de destaque em diversas cultivares. Avaliar genótipos diante de diversas características agronômicas permite relacioná-las, facilitando a seleção de materiais promissores para programas de melhoramento ou para cultivo em determinadas regiões de acordo com as necessidades do produtor. A Análise de Componentes Principais é por muitas vezes utilizada para discriminar acessos, reduzindo o número de componentes do rendimento a um número limitado de novas variáveis, que são os Componentes Principais (CP) (Tobar-Tosse et al., 2015).

Na análise de componentes principais é possível observar a formação de dois grupos (Figura 1). O primeiro grupo, em vermelho, é constituído pelas cultivares: C2- TMG7063 IPRO INOX, C6- TMG 7368 IPRO INOX, C9- TEC 7849 IPRO, C11- BMX FIBRA IPRO, C13- NS 7300 IPRO, C14- NS 6700 IPRO, C15- TMG 7067 IPRO INOX, C16- NS COD X1731773, C17- NS 6990 IPRO, C18- NS 7709 IPRO, C21- TMG C2379 IPRO e C23- NG660 IPRO. O segundo grupo, em azul, é constituído pelas cultivares C1- BMX Ponta IPRO, C3- TMG C2375 IPRO, C4- TMG C2165 IPRO, C5- TMG 7061 IPRO, C7- TMG 7062 IPRO INOX, C8- BMX COMPACTA IPRO, C10- CZ37B43 IPRO, C12- SYN 15630 IPRO, C19- HO TERERE IPRO, C20- SYN 1562 IPRO e C22- P96R10 IPRO. A somatória dos componentes principais totaliza 76,57%, segundo Regazzi (2000) os componentes que somam 70% ou mais são adequados.

Figura 1. Análise de componentes principais para 23 variedades de soja e relação delas com as variáveis altura de planta na maturação (AP), altura da inserção da primeira vagem (AIV), massa de cem sementes (MCS, g) e produtividade (PROD), na safra 2019/2020.



Fonte: Autores.

Para as características avaliadas no experimento, as cultivares do grupo azul tiveram maior média para MCG e PROD. Aparentemente houve correlação entre essas duas características. Tartagilia et al., (2016) encontraram uma correlação elevada entre MCG e PROD, porém, indicam estudos complementares na determinação da variável. Mesmo dentro dos grupos algumas cultivares conseguem de destacar, como a cultivar C7- TMG 7062 IPRO INOX, que ficou mais próxima do vetor MCG. Segundo Follmann et al., (2017) existe relação indireta entre AP e PROD, sendo divergente do presente trabalho, pois o mesmo não se repete.

A C22- P96R10 IPRO se destaca para a variável PROD e ficou próximo do vetor de MCG, fato também observado por Tartagilia et al., (2016). O fator produtividade é uma resposta a variáveis como, a interação entre o potencial genético da cultivar e as condições ambientais em que ela foi submetida ao longo do seu cultivo (Silveira et al., 2019). Fatores de manejo são imprescindíveis na produtividade das culturas, além da data de semeadura ser essencial, características do solo como matéria orgânica, água e nutrientes influenciam na expressão de produtividade da soja (Faé et al., 2020).

As cultivares do grupo em vermelho se destacaram para AIV e AP. Aparentemente houve algum tipo de correlação entre essas duas características para esse grupo de cultivares, diferente do que Almeida et al. (2010) encontraram em seu trabalho no qual não houve correlação. Variáveis como altura de planta e altura da inserção da primeira vagem são características significativas com efeitos na produtividade de grãos (Nicolai et al., 2017), essas características podem favorecer os tratos culturais como, a altura no manejo de daninhas (Aguila et al., 2011) e inserção da primeira vagem na colheita (Tessele et al., 2017). Além disso, fatores ligados ao clima e as práticas de manejos culturais influenciam na altura da planta e na altura da inserção da primeira vagem (Torres et al., 2015).

As plantas são influenciadas diretamente pelo ambiente a que são expostas. Em condições adversas, a soja pode deixar de vegetar e assim produzir menos fotoassimilados, que por consequência terão menor produtividade (Torres et al., 2015). Zhou et al., (2021) comprovaram em seu trabalho que a utilização de caracteres agrônômicos, como altura de planta, juntamente com imagens aéreas mostrou resultados promissores na estimativa de produtividade da soja.

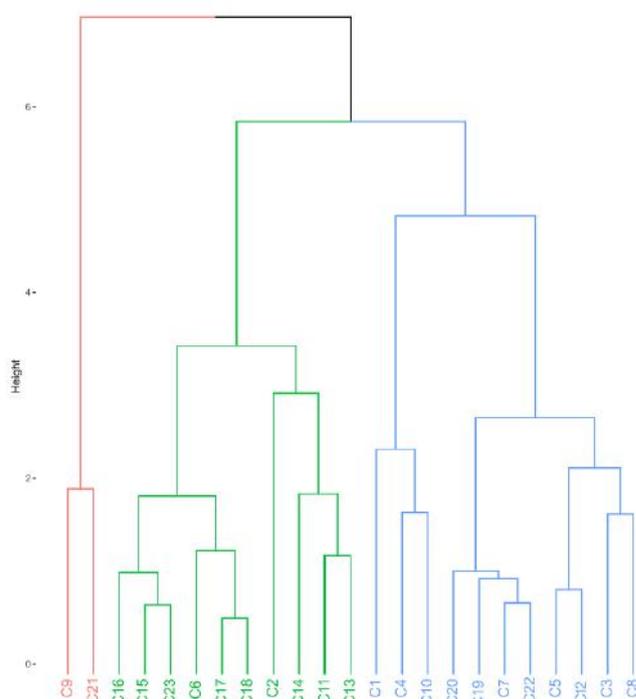
Avaliar a altura da planta é importante, plantas que possuem altura menor do que 0,5 metros dificulta a colheita mecanizada, pois as vagens ficam próximas ao solo, resultando em perdas (Aguila et al., 2011). Para a variável AIV três cultivares tiveram maior destaque a C13- NS 7300 IPRO, C16- NS COD X1731773 e C17- NS 6990 IPRO sendo essas mais próximas do vetor, indicando que elas obtiveram maiores médias para o caractere agrônômico em questão. AIV superior a 0,12 metros diminuem perdas na colheita (AGUILA et al., 2011). Características agrônômicas da soja como altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de ramos e diâmetro dos caules podem influenciar na eficiência da colheita diminuindo perdas.

As cultivares que estiveram mais correlacionadas com AIV são da empresa Nidera Sementes, Tessele et al. (2017), também encontraram em seu trabalho resultados semelhantes para essa variável utilizando cultivares com a mesma base genética. Chioderoli et al. (2012), utilizando uma cultivar da mesma empresa encontraram uma altura da inserção da primeira vagem maior, e também destacaram a importância dessa característica para evitar perdas na colheita mecânica. Neste caso, esse fator é consequência de fatores genéticos inerentes a cultivar e a influência que o ambiente exerce sobre ele, que no caso do experimento, as condições ambientais favoreceram a expressão no genótipo das cultivares Nidera, alcançando resultados maiores para tal variável.

Além de boas características agrônômicas, o fator de destaque de uma variedade ou cultivar é o seu potencial produtivo. As demais características são fatores adicionais que podem ser acrescentados nos materiais em programas de melhoramento, auxiliando e agregando características vantajosas, além da produtividade para os materiais genéticos.

Na Figura 2 está representada a análise de cluster para as 23 cultivares de soja avaliadas no ecótono cerrado pantanal. Essa técnica de análises permite identificar subgrupos dentro de um mesmo grupo. Neste estudo realizou-se a análise de agrupamento para verificar semelhanças dentre as variedades avaliadas reunindo-as em grupos. Nela está representada o agrupamento pelo método hierárquico do vizinho mais próximo, observando a similaridade entre os grupos. Para a elaboração da Figura foram utilizadas as médias das variáveis AP, AIV, PCS e PROD, dividindo as cultivares em três grupos.

Figura 2. Análise de cluster para o agrupamento das 23 variedades de soja cultivadas na região do ecótono Cerrado-Pantanal na safra de 2019/2020.



Fonte: Autores.

O primeiro grupo é constituído das cultivares C9- TEC 7849 IPRO e C21- TMG C2379 IPRO (em vermelho), ambas as cultivares na análise de componentes principais estiveram distantes de todas as variáveis avaliadas, e são as cultivares de maior grupo de maturação. O segundo grupo foi composto pelas C16- NS COD X1731773, C15- TMG 7067 IPRO INOX, C23- NG660 IPRO, C6- TMG 7368 IPRO INOX, C17- NS 6990 IPRO, C18-NS 7709 IPRO, C2- TMG7063 IPRO INOX, C14- NS 6700 IPRO, C11- BMX FIBRA IPRO e C13- NS 7300 IPRO (em verde), todas elas pertencentes ao primeiro grupo na análise de componentes principais (em vermelho), e que a maioria delas estiveram próximas ou relativamente próximas as variáveis AP e AIV. É comum que as cultivares apresentem resultados semelhantes. De certa forma esse resultado é esperado, já que as características agrônômicas da soja são semelhantes para a maioria das cultivares, devido ao melhoramento genético que busca estabelecer resultados satisfatórios em todas as características da cultura, almejando produtividade e estabilidade (Bulegon et al., 2016).

O terceiro grupo formado pelas cultivares C1- BMX PONTA IPRO, C4- TMG C2165 IPRO, C10- CZ37B43 IPRO, C20- SYN 1562 IPRO, C19- HO TERERE IPRO, C7- TMG 7062 IPRO INOX, C22- P96R10 IPRO, C5- TMG 7061 IPRO, C12- SYN 15630 IPRO, C3- TMG C2375 IPRO e C8- BMX COMPACTA IPRO (em azul). A formação do segundo e terceiro grupo foi similar a formação dos grupos na análise de componentes principais, comprovando a similaridade entre as cultivares. O grupo em azul se destacou na análise de Cluster, pois foi o que mais se aproximou dos vetores de MCG e PROD na análise de componentes principais (em azul), apresentando a maior média das cultivares em produtividade.

É de suma importância conhecer a duração dos estádios de desenvolvimento das cultivares, onde os mesmos podem ser influenciados pelos fatores genéticos e ambientais, como por exemplo os grupos de maturação (Chen & Wiatrak, 2010). Nestes dois grupos podemos observar que houve similaridade entre as cultivares pelos grupos de maturação (Figura 3). Onde, o grupo em azul tem como maioria cultivares do grupo de maturação na faixa 6,0. Já as cultivares do grupo em verde, fazem

parte em sua maioria do grupo de maturação na faixa 7,0. Isso demonstra que podemos ter grupos de maturação ou intervalos de maturação que possam nortear quais as melhores cultivares para a região.

As cultivares atualmente possuem taxas fotossintéticas mais elevadas, a altura foi reduzida (quando comparada as cultivares progenitoras) para diminuir acamamento, resistência e tolerância a pragas e doenças foram inseridas e sobretudo o rendimento de grãos foi aprimorado (JIN et al., 2010). Ajustes de manejo nas lavouras devem estar em constante avaliação e manutenção, pois são eles que garantirão ganhos em produtividade (Concenço et al., 2017).

De maneira geral as cultivares se comportaram de forma semelhante, algumas obtiveram destaque em determinados caracteres agrônômicos, podendo ser atribuído ao genótipo a melhor expressão as condições ambientais em que foram submetidas. Para atribuir e afirmar com mais certeza a adaptabilidade das cultivares, seria interessante submetê-las a diferentes ambientes com adubações distintas, diferentes lâminas de irrigação, com e sem inoculação, entre outros. Dessa forma pode-se afirmar com maior certeza a cultivar mais indicada para a região.

4. Conclusão

Cultivar C22- P96R10 IPRO foi a que mais se aproximou dos vetores produtividade de grãos e massa de cem grãos. A cultivar C11- BMX FIBRA IPRO se destaca com a variável AP, fator indireto contribuinte no manejo da cultura. Para AIV, houve destaque para as cultivares Nidera C13- NS 7300 IPRO, C16- NS COD X1731773 e C17- NS 6990 IPRO. A cultivar C7- TMG 7062 IPRO INOX alcançou a maior média para a MCS. As cultivares do grupo de maturação na faixa 6 são as que mais se destacaram em produtividade, e ficaram distantes dos vetores de AP e AIPV.

Para trabalhos futuros é importante manter a linha de pesquisa utilizando mais informações sobre as cultivares em diferentes ambientes de cultivo na região buscando manejos mais adequados para a região do ecótono Cerrado Pantanal. Avaliar mais variáveis agrônômicas de genótipos de soja pode auxiliar em programas futuros de melhoramento genético de soja, aumentando a disponibilidade de genótipos adequados ao cultivo e manejos mais assertivos para região.

Referências

- Aguila, L., Aguila, J., & Theisen, G. (2011). Perdas na colheita na cultura da soja. *Embrapa Clima Temperado-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.
- de Almeida, R. D., Peluzio, J. M., & Afferrri, F. S. (2010). Correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais em soja cultivada sob condições várzea irrigada, sul do Tocantins. *Bioscience Journal*, 26(1).
- Balena, R., Giacomini, C. T., Bender, A. C., & Nesi, C. N. (2016). Época de semeadura e espaçamentos entre linhas na produtividade da soja. *Unoesc & Ciência-ACBS*, 7(1), 61-68.
- Bhering, L. L. (2017). Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 17, 187-190.
- Concenço, G., Aguila, L. S. H. D., & Verneti Junior, F. D. J. (2017). Produtividade da soja no Rio Grande do Sul: genética ou manejo?. *Embrapa Clima Temperado-Artigo em periódico indexado (ALICE)*.
- Bohn, N. P., Lustosa Filho, J. F., Nóbrega, J. C. A., Campos, A. R., Nóbrega, R. S. A., & Pacheco, L. P. (2016). Identificação de cultivares de soja para a região sudoeste do Cerrado piauiense. *Revista Agro@mbiente On-line*, 10(1), 10-16.
- Cerutti, P. H., Dos Santos, M., Muniz, A. T., Rodrigues, A. R., dos Santos Carbonari, L. T., & Schwarzer, P. A. (2020). Desempenho de cultivares de soja em diferentes ambientes de cultivo. *Nativa*, 8(3), 390-396.
- Chen, G., & Wiatrak, P. (2010). Soybean development and yield are influenced by planting date and environmental conditions in the southeastern coastal plain, United States. *Agronomy Journal*, 102(6), 1731-1737.
- Chioderoli, C. A., Silva, R. P. D., Noronha, R. H. D. F., Cassia, M. T., & Santos, E. P. D. (2012). Perdas de grãos e distribuição de palha na colheita mecanizada de soja. *Bragantia*, 71, 112-121.
- Craufurd, P. Q., Vadez, V., Jagadish, S. K., Prasad, P. V., & Zaman-Allah, M. (2013). Crop science experiments designed to inform crop modeling. *Agricultural and Forest Meteorology*, 170, 8-18.
- CONAB. (2020) *Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos*, 7(12).
- Solos, E. (2006). Sistema brasileiro de classificação de solos.

- Faé, G. S., Kemanian, A. R., Roth, G. W., White, C., & Watson, J. E. (2020). Soybean yield in relation to environmental and soil properties. *European Journal of Agronomy*, 118, 126070.
- Follmann, D. N., Cargnelutti Filho, A., de Souza, V. Q., Nardino, M., Carvalho, I. R., Demari, G. H., & Szareski, V. J. (2017). Relações lineares entre caracteres de soja safrinha. *Revista de Ciências Agrárias*, 40(1), 213-221.
- Gaviraghi, L., Pellegrin, J., Werner, A., Bellé, E. P., & Basso, C. J. (2018). Adaptabilidade de cultivares de soja (glycine max) no município de Frederico Westphalen. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*, 5(6), 4-14.
- Jin, J., Liu, X., Wang, G., Mi, L., Shen, Z., Chen, X., & Herbert, S. J. (2010). Agronomic and physiological contributions to the yield improvement of soybean cultivars released from 1950 to 2006 in Northeast China. *Field Crops Research*, 115(1), 116-123.
- Leite, W. D. S., Pavan, B. E., Matos Filho, C. H. A., Feitosa, F. S., & de Oliveira, C. B. (2015). Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agrônômicos em genótipos de soja. *Nativa*, 3(4), 241-245.
- Russo Lopes, G., Bastos Lima, M. G., & dos Reis, T. N. (2021). Maldevelopment revisited: Inclusiveness and social impacts of soy expansion over Brazil's Cerrado in Matopiba. *World Development*, 139(C).
- Magalhães, I. B., de Paula Pereira, A. S. A., Calijuri, M. L., do Carmo Alves, S., dos Santos, V. J., & Lorentz, J. F. (2020). Brazilian Cerrado and Soy moratorium: Effects on biome preservation and consequences on grain production. *Land Use Policy*, 99, 105030.
- Nicolai, A. B., Lima, R. C., & Tomaz, R. S. (2017). Correlações fenotípicas e análise de trilha para componentes de produtividade agrônômica de cinco variedades de soja, semeados na região da Alta Paulista. *Revista Científica ANAP Brasil*, 10(20).
- Peluzio, J. M., Lopes, L. A., de Carvalho, E. V., Afférris, F. S., & Dotto, M. A. (2014). Características agrônômicas e divergência genética de cultivares de soja para percentagem de óleo nas sementes. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 57(1), 1-8.
- Pinto, M. V. B., Torres, F. E., dos Santos Zanuncio, A., Teodoro, P. E., de Mendonça, G. G., & Capristo, D. P. (2020). Seleção de cultivares de soja na região do ecótono cerrado-pantanal. *Research, Society and Development*, 9(7), e434973823-e434973823.
- Regazzi, A. J. (2000). Análise multivariada, notas de aula INF 766. *Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa*, 2.
- de Oliveira Silveira, L. P., Ribeiro, E. C., & da Silveira, M. V. (2019, October). Avaliação do desenvolvimento de plantas e produtividade de variedades de soja no Tocantins. In 10th JICE-Jornada de Iniciação Científica e Extensão.
- Tartaglia, F., de Carvalho, J. O., Cortes, A. F., de Melo, P. J., & Toebe, M. (2015). Correlação linear de Pearson entre variáveis de soja. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 7(2).
- Team, R. C. (2013). R: A language and environment for statistical computing.
- Tessele, A., Kreinchinski, F. H., Albrecht, L. P., Albrecht, A. J. P., & Lorenzetti, J. B. (2017). Performance of intacta soybean cultivars in Marechal Cândido Rondon, Western Paraná State. *Scientia Agraria Paranaensis*, 16(2), 200-205.
- Tobar-Tosse, D. E., Castoldi, R., Candido, W. D. S., Ferraudo, A. S., Charlo, H. C. D. O., & Braz, L. T. (2015). Caracterização de genótipos de soja-hortaliça por análise de componentes principais. *Ciência Rural*, 45, 1214-1219.
- Torres, F. E., David, G. V., Teodoro, P. E., Ribeiro, L. P., Correa, C. G., & Júnior, R. A. L. (2015). Desempenho agrônômico e dissimilaridade genética entre genótipos de soja. *Revista de Ciências Agrárias*, 38(1), 111-117.
- Zhou, J., Zhou, J., Ye, H., Ali, M. L., Chen, P., & Nguyen, H. T. (2021). Yield estimation of soybean breeding lines under drought stress using unmanned aerial vehicle-based imagery and convolutional neural network. *Biosystems Engineering*, 204, 90-103.