

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes

Dissertação



**PRODUÇÃO ESTRATÉGICA DE SEMENTES DE SOJA EM DIFERENTES REGIÕES
DO MATO GROSSO DO SUL**

HENRIQUE GABRIEL ZANATTA

Pelotas, 2021

HENRIQUE GABRIEL ZANATTA

**PRODUÇÃO ESTRATÉGICA DE SEMENTES DE SOJA EM DIFERENTES REGIÕES
DO MATO GROSSO DO SUL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde

Co-Orientador (es): Prof. Dr. Tiago Pedó

Pelotas, 2021

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas

Catálogo na Publicação

Z27p Zanatta, Henrique Gabriel

Produção estratégica de sementes de soja em diferentes regiões do Mato Grosso do Sul / Henrique Gabriel Zanatta ; Tiago Zanatta Aumonde, orientador ; Tiago Pedó, coorientador. — Pelotas, 2021.
39 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2021.

1. Glycine max. 2. Vigor. 3. Produtividade. 4. Ambiente de multiplicação. I. Aumonde, Tiago Zanatta, orient. II. Pedó, Tiago, coorient. III. Título.

CDD : 631.521

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

HENRIQUE GABRIEL ZANATTA

PRODUÇÃO ESTRATÉGICA DE SEMENTES DE SOJA EM DIFERENTES REGIÕES
DO MATO GROSSO DO SUL

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 21 de dezembro de 2021.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde (Orientador)
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Tiago Pedó (Co-orientador)
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

Dra. Andreia da Silva Almeida
Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dra. Lilian Vanussa Madruga de Tunes
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM.

Lista de Figuras

Figura 1	Macroregião Sojícola 2. Terceira Aproximação, Embrapa Soja.....	19
Figura 2	Local de condução em Aral Moreira – MS.....	20
Figura 3	Equipamentos utilizados para a semeadura dos locais.....	21
Figura 4	Ensaio de Aral Moreira – MS.....	24
Figura 5	Colheita das 2 linhas centrais das parcelas.....	25
Figura 6	Canteiros de plantios a campo.....	26
Figura 7	Escaldadura observada a campo.....	32

Lista de Tabelas

Tabela 1	Locais dos experimentos, características fisiográficas e datas semeadura.	21
Tabela 2	Dados climatológicos ocorridos no decorrer da Safra2019/2020.....	22
Tabela 3	Estande populacional de sete genótipos em sete locais situados de diferentes regiões sojícolas do Mato Grosso do Sul. Dourados-MS, 2019.....	28
Tabela 4	Rendimento (kg ha ⁻¹) de sete genótipos cultivados em sete locais de diferentes regiões sojícolas do Mato Grosso do Sul. Dourados-MS, 2019	31
Tabela 5	Emergência a campo (%) de sete genótipos em sete locais de diferentes regiões sojícolas do Mato Grosso do Sul. Dourados-MS, 2019.....	33

Dedico este trabalho a Deus.

A minha família que sempre acreditou nos meus ideais e esteve sempre ao meu lado, me apoiando para prosseguir adiante em busca de meus objetivos.

Ao Prof. Dr. Tiago Zanatta pela valiosa orientação na estrutura, discussão, apresentação dos resultados, principalmente pelo apoio e compreensão das minhas dificuldades durante a condução deste trabalho.

Agradecimentos

A minha esposa, Kassiana Kehl,
dedico este trabalho.

Sumário

1 Introdução.....	12
2 Revisão bibliográfica	13
2.1 A SOJA NO SISTEMA AGRÍCOLA.....	13
2.2 PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SOJA.....	14
2.3 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE	17
3 Material e métodos.....	18
3.1 LOCAIS E MATERIAL EXPERIMENTAL.....	18
3.2 GENÓTIPOS AVALIADOS	22
3.3 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS	24
3.3.1 ESTANDE POPULACIONAL E PRODUTIVIDADE.....	24
3.3.2 EXPRESSÃO DE VIGOR DE SEMENTES	25
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	26
4 Resultados e discussão	26
5 Considerações finais	34
6 Referências.....	35

Resumo

ZANATTA, Henrique Gabriel. **Produção estratégica de sementes de soja em diferentes regiões do Mato Grosso do Sul**. Orientador: Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde. 2021. 38f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

O potencial de rendimento e a qualidade fisiológica de sementes são resultado da interação entre o genótipo e o ambiente. Historicamente o estado do Mato Grosso do Sul apresenta excessos de chuvas no período de colheita da soja e temperaturas elevadas dificultando principalmente a produção de sementes no próprio estado. O objetivo deste trabalho foi estudar estrategicamente a resposta de produtividade e de desempenho fisiológico de sementes de diferentes cultivares de soja produzidas em sete diferentes regiões do estado do Mato Grosso do Sul. Foram avaliados sete ambientes: Sidrolândia, Rio Brilhante, Dourados, Maracaju, Ponta Porã, Aral Moreira e Amambai e sete genótipos: BMX 64I61RSF IPRO, BMX 63I64RSF IPRO, BS 2606 IPRO, CZ 26B42 IPRO, DM 66i68 RSF IPRO, M 5947 IPRO e M 6410. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (ambientes de cultivo x genótipos) em três repetições. Cada parcela constou de 2,00 m de largura x 5,0 m de comprimento, totalizando 10,0 m², compreendendo 4 linhas espaçadas a 0,50 m. Foram avaliados os dados de estande populacional, produtividade e expressão de vigor. O ambiente de produção exerce ação marcante sobre a produtividade e a desempenho de sementes de soja. Genótipos de soja apresentaram desempenho distinto quanto à produção representando uma diferença de até 2.590 kg ha⁻¹ e 21% na expressão do vigor das sementes. As cultivares BMX Fibra IPRO, DM 66i68 IPRO, CZ 26B42 IPRO, M 6410 IPRO e BMX Garra IPRO foram superiores para a região sojícola 204 e as cultivares BS 2606 IPRO, DM 66i68 IPRO e BMX Garra IPRO para a região 202 no quesito produtividade. Os maiores percentuais de expressões de vigor de sementes foram alcançados nas sementes oriundas de Sidrolândia. Baixos índices pluviométricos aliados a altas temperaturas comprometem o estabelecimento das plantas e consequentemente seu potencial produtivo e expressão de vigor nas semente

Palavras chave: *Glycine max*, ambiente de multiplicação, produtividade, vigor

Abstract

ZANATTA, Henrique Gabriel. **Strategic production of soybean seeds in different regions of Mato Grosso do Sul**. Advisor: Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde. 2021. 38f. Dissertation (Master Degree in Seed Science and Technology) - Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.

The yield potential and physiological quality of seeds are the result of the interaction between the genotype and the environment. Historically, the state of Mato Grosso do Sul has had excessive rainfall during the soybean harvest period and high temperatures, mainly hindering seed production in the state itself. The objective of this work was to strategically study the yield response and physiological performance of seeds of different soybean cultivars produced in seven different regions of the state of Mato Grosso do Sul. Seven environments were evaluated: Sidrolândia, Rio Brilhante, Dourados, Maracaju, Ponta Porã, Aral Moreira and Amambai and seven genotypes: BMX 64I61RSF IPRO, BMX 63I64RSF IPRO, BS 2606 IPRO, CZ 26B42 IPRO, DM 66i68 RSF IPRO, M 5947 IPRO and M 6410. The experimental design used was in randomized blocks, in a factorial scheme (growing environments x genotypes) with three replications. Each plot consisted of 2.00 m wide x 5.0 m long, totaling 10.0 m², comprising 4 lines spaced at 0.50 m. Population stand, productivity and vigor expression data were evaluated. The production environment exerts a remarkable effect on the productivity and performance of soybean seeds. Soybean genotypes showed different performance in terms of yield, representing a difference of up to 2.590 kg ha⁻¹ and 21% in the expression of seed vigor. The cultivars BMX Fibra IPRO, DM 66i68 IPRO, CZ 26B42 IPRO, M 6410 IPRO and BMX Garra IPRO were superior for the soybean region 204 and the cultivars BS 2606 IPRO, DM 66i68 IPRO and BMX Garra IPRO for the region 202 in terms of productivity. The highest percentages of expressions of seed vigor were reached in seeds from Sidrolândia. Low rainfall combined with high temperatures compromise the establishment of plants and consequently their productive potential and expression of vigor in the seeds.

Keywords: multiplication environment, productivity, vigor.

1 INTRODUÇÃO

A soja vem expandindo de forma marcante nos últimos anos com aumento considerável da área de cultivo, principalmente em decorrência do lançamento de novas cultivares adaptadas a diferentes regiões, maior potencial produtivo e biotecnologias associadas.

O aumento pela demanda de produtos de soja provocou uma expansão rápida do cultivo para áreas mais úmidas e quentes, onde a temperatura e umidade relativa elevada tornam-se um desafio para a produção de semente de soja de boa qualidade e a manutenção do vigor durante o armazenamento.

Inúmeros pesquisadores relatam a influência da cultivar, das condições de campo, de armazenagem, dos patógenos e da época de colheita na qualidade da semente de soja. A qualidade fisiológica de lotes de sementes é avaliada, rotineiramente, pelo teste de germinação, cujos resultados correlacionam-se, em geral, com a emergência de plântulas em condições favoráveis no campo. Entretanto, se as condições de campo, na época de semeadura forem desfavoráveis, o teste de germinação tenderá à imprecisão. Desta forma, para se obter maior agilidade e precisão utiliza-se os testes de vigor, pois são mais úteis para prever o desempenho das sementes a campo.

Quando as sementes de soja alcançam o estágio de maturação fisiológica e ocorre o retardamento da colheita do campo, podem ocorrer altas reduções de germinação e vigor das sementes, as quais são dependentes de fatores genéticos e das condições do ambiente onde estão expostas.

O estado do Mato Grosso do Sul historicamente apresenta excessos de chuvas no período de colheita da soja, o tempo para se retirar do campo o produto com qualidade é curto, fato que se agrava ainda mais com as altas temperaturas ocorrentes na região. Portanto, a qualidade de sementes está atrelada a uma série de fatores: atributos físicos, fisiológicos, genéticos e sanitários.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar estrategicamente a produtividade e performance fisiológica de sementes de diferentes cultivares de soja em sete diferentes regiões do estado do Mato Grosso do Sul.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 A soja no sistema agrícola

A soja (*Glycine max* L.) é oriunda do continente asiático, da região correspondente a China (CAMARA, 2011). Sua domesticação ocorreu durante

A soja (*Glycine max* L.) é oriunda do continente asiático, da região correspondente a China (Camara, 2011). Sua domesticação ocorreu durante o século XI a.C, constituindo nesta região, seu centro de origem primário com a maior variabilidade genética da cultura. Após eventos evolutivos o ancestral *Glycine soja* deu origem a espécie *Glycine max*. Esta espécie foi disseminada por meio da migração nômade ao leste da china, região conhecida como antiga Manchúria, e considerada hoje o centro de origem secundário.

Ao redor de 1880, houve na América do Norte o surgimento e recomendação do cultivo da soja como planta forrageira e produtora de grãos. No Brasil foi introduzida por Gustavo D'Ultra, no estado da Bahia em 1882. Em 1914 foi alvo das pesquisas de EC Craig, sendo hoje denominado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Oltamari, 2003). Sua expansão foi crescente até meados de 1930, onde pesquisas de Black (2000) evidenciam que a rápida expansão desta oleaginosa foi decorrente da facilidade de seu cultivo, da possibilidade de colheita mecanizada, valor alimentar e rápido crescimento.

O crescimento da cadeia produtiva da soja é decorrente de diversos fatores, dentre eles, aumento constante da população mundial e o crescimento da demanda por alimentos. Neste contexto, a soja apresenta-se imprescindível, pois é um dos alimentos base para dieta humana e uma importante fonte na cadeia produtiva de animais (Bellaver, 2001).

O potencial de rendimento de uma lavoura de soja expressa a interação entre o genótipo e o ambiente. As condições ambientais impõem restrições ao potencial genético das cultivares de modo que o resultado é o potencial produtivo do local, durante o desenvolvimento da cultura (Thomas & Costa, 2010).

A soja é a principal fonte de renda do país e dos produtores rurais, tanto que lidera o ranking de produtos mais exportados há mais de 22 anos, ou seja, desde de que o Brasil passou a registrar e divulgar os dados de vendas ao exterior. Nos últimos

anos a cultura vem ganhando ainda mais espaço devido a sua alta rentabilidade (Popov, 2019).

O clima, as pragas, plantas daninhas e os agroquímicos que deixam de funcionar são fatores limitantes. Por outro lado, preços atrativos, expansão em áreas antes não cultivadas com a espécie e o surgimento de novas biotecnologias como ferramenta para facilitar o manejo de pragas e invasoras vêm contribuindo para aumento da produção nacional. A área de soja no Brasil na safra 19/20 passou de 36 mil hectares com uma produção média de 3.379 kg ha⁻¹ totalizando aproximadamente 125 mil toneladas (Conab, 2021).

Segundo Bezerra et al. (2017), a escolha das cultivares a serem semeadas não é tarefa fácil, pois não basta apenas que o produtor selecione aquelas que foram mais produtivas na safra anterior pois o comportamento de cada cultivar pode variar de um ano para outro.

O processo de seleção e recomendação de genótipos em programa de melhoramento de plantas, é frequentemente realizado avaliando-se o desempenho dos genótipos em diferentes locais, anos e épocas de semeadura (Pires et al., 2012).

Ao avaliar 22 cultivares de soja no Mato Grosso do Sul, Silva et al. (2010), observaram uma variação entre 2.636 a 4.757 kg ha⁻¹, evidenciando que é possível obter altas produtividades com a adoção de cultivares mais adaptadas às regiões de cultivo, sendo uma maneira eficiente de capitalizar os efeitos da interação genótipo x ambiente.

Segundo Alliprandini (1993), o esforço do melhoramento é direcionado para obtenção de cultivares produtivas e com ampla faixa de adaptação, sem relegar a um segundo plano os objetivos específicos que visam sanar problemas locais ou regionais.

2.2 Produção de sementes de soja

A produção de sementes de soja de elevada qualidade é um grande desafio principalmente para regiões tropicais e subtropicais, isso porque nessas regiões, é necessária a adoção de técnicas específicas para a produção de sementes (França Neto et al., 2007).

Fatores que influenciam diretamente na qualidade de sementes são mudanças climáticas bruscas, baixa disponibilidade nutricional e injúrias causadas por insetos

e por microrganismos, sendo estas as principais causas de deterioração de sementes no campo. A deterioração por umidade ocorre após a maturação fisiológica da semente, antes da etapa de colheita (França Neto et al., 2007).

Em regiões tropicais e subtropicais, são estabelecidas datas de semeaduras diferentes para a produção de grão e para a produção de sementes. Para a produção de grão, a data recomendada para semeadura deve ser utilizada para a máxima obtenção de produtividade. Porém, na produção de sementes o fator qualidade tem prioridade sobre o fator produtividade. A época de semeadura deve ser estimada de forma em que a maturação da semente aconteça sob condições de temperaturas amenas associadas a menores índices de chuva (França Neto et al., 2007).

De maneira geral, para os estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais, as melhores produtividades são atingidas quando a semeadura ocorre até o final de outubro a meados de novembro. No entanto, quando se refere à produção de sementes de alta qualidade, os melhores períodos de semeadura ocorrem entre meados de novembro até início de dezembro. Caso a semeadura ocorra antes dessa época, a fase de maturação provavelmente ocorreria com o período de umidade elevada, devido à intensa presença de chuvas, combinado a altas temperaturas, provocando problemas de baixa germinação, altas percentagem de deterioração por umidade e de elevada incidência de patógenos (França Neto et al., 2010).

Um programa de produção de soja depende da utilização de cultivares adequadas, as quais além de possuir bons potenciais de produtividade, devem produzir sementes de alta qualidade, assegurando também estandes adequados de plantas. A utilização de sementes de elevada qualidade fisiológica aliada a práticas culturais adequadas, favorecem a obtenção de estandes mais uniformes e incremento no rendimento de grãos (Lima et al., 2017).

A qualidade de sementes é produzida no campo, e principalmente no processo de maturação das sementes, a desidratação e hidratação em ciclos das sementes, submetidas a fatores ambientais, é considerada como uma das principais causas da redução da qualidade de sementes (KRZYZANOWSKI et al., 2008).

A faixa de temperatura ideal para o crescimento e desenvolvimento da soja é entre 20°C e 30°C (FERRARI; PAZ; SILVA, 2015) enquanto que a exigência hídrica pode variar de 450 a 800 mm de água a fim de obter máximo potencial produtivo (EMBRAPA, 2011).

Além dos fatores climáticos, genéticos, tamanho e densidade da semente, dano mecânico na colheita e beneficiamento, danos térmicos na secagem, condições ambientais de armazenamento a incidência de insetos e fungos também são fatores que interferem na qualidade fisiológica das sementes (Vieira & Carvalho, 1994).

Para avaliação da qualidade de um lote de sementes deve-se observar que este contenha uma série de atributos que determinam seu valor para semeadura, envolvendo componentes de uma origem genética, física, fisiológica e sanitária (Carvalho & Nakagawa, 2012). Estes quatro atributos básicos que determinam a qualidade das sementes têm importância similar, entretanto o componente fisiológico, geralmente desperta a atenção da pesquisa, a fim de elucidar os vários aspectos relativos à viabilidade e vigor das sementes (Marcos Filho, 2005).

Kolchinski et al. (2005) mostraram que plantas provenientes de sementes de alto vigor apresentam maior índice de área foliar, produção de matéria seca e aumentos superiores a 35% no rendimento de sementes, em relação ao uso das sementes de baixo vigor.

Para avaliação da qualidade fisiológica são empregados testes reconhecidos oficialmente, como o teste de germinação que tem por objetivo determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes, o qual poderá ser usado para comparar a qualidade de diferentes lotes e estimar o valor da semente para a semeadura (Tillmann & Menezes, 2012). A percentagem de germinação obtida em laboratório, representa a percentagem de sementes que produziram plântulas normais sob condições e limites de tempo estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Apesar do uso generalizado, os resultados oriundos do teste de germinação, realizado sob condições ótimas em laboratório, normalmente não predizem o potencial de emergência e o comportamento das plântulas no campo, onde ocorrem condições quase sempre desfavoráveis (Amaral & Peske, 2000). Nem sempre uma alta porcentagem de germinação em laboratório resulta em um excelente desempenho no campo, devido à diversidade de condições ambientais as quais as sementes estão sujeitas no campo, e que podem afetar, em maior ou menor escala, o estabelecimento inicial da cultura (Zepka, 2007).

Como consequência das limitações do teste de germinação, houve a necessidade de uma estimativa mais segura do potencial fisiológico das sementes. Diante disso, foram desenvolvidos testes que retratam o comportamento das

sementes sob ampla faixa de condições ambientais, indicando com maior segurança o potencial fisiológico dos lotes, denominados testes de vigor (Tillmann & Menezes, 2012).

A grande variedade de testes de vigor existentes e o fato de não existirem testes selecionados para a maioria das culturas dificulta sua utilização no momento da avaliação das sementes (Boligon, 2010). A eficiência dos testes de vigor depende da escolha adequada do método, em função dos objetivos pretendidos; o uso de apenas um teste pode gerar informações incompletas. Assim, a tendência predominante é a combinação dos resultados de diferentes testes, considerando-se sempre a finalidade do uso dos resultados, pois nem sempre o teste mais indicado para avaliar o potencial de emergência das plântulas em campo é o mais adequado para detectar diferenças entre o potencial de armazenamento dos lotes de sementes de determinada espécie (Marcos Filho, 2005).

Os testes de vigor mais comumente utilizados em soja são o teste de tetrazólio e o de condutividade elétrica, os quais são eficientes e utilizáveis em programas de controle de qualidade de sementes, possibilitando a identificação de lotes com diferentes níveis de qualidade e o potencial de emergência das plântulas em campo (BARROS & MARCOS FILHO, 1997).

2.3 Interação genótipo x ambiente

A produtividade de grãos é uma característica quantitativa altamente influenciada pelo ambiente em que o genótipo é cultivado. Variações fenotípicas observadas nas plantas de soja são provenientes da constituição genética do genótipo, dos fatores intrínsecos ao ambiente, e da interação genótipo x ambiente de cultivo (STRAUBT et al., 2006).

O fator ambiental é um conjunto de variações não genéticas que influenciam as respostas fenotípicas do cultivar, podendo ser local onde o genótipo é cultivado, adubação, espaçamento, fatores climáticos como precipitação, luminosidade e temperatura, e toda biodiversidade de insetos e patógenos que a cultura pode estar exposta (MARTINELLI, 2013).

Para reduzir o impacto dos efeitos da interação de G x A, estratificam-se geralmente genótipos ou ambientes em grupos homogêneos, de modo que as interações dentro dos grupos sejam minimizadas (TRUBERG & HÜHN, 2000). Entre

as alternativas para minimizar a influência da interação genótipo ambiente está a escolha de genótipos com ampla adaptação e boa estabilidade.

A produção de sementes de alta qualidade requer que as fases de maturação e de colheita ocorram sob temperaturas amenas, associadas a condições climáticas secas (FRANÇA NETO et al., 2016). Ao avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja em diferentes locais do Paraná Gomes et al. (2012) identificaram uma variação entre ambientes, sementes produzidas em Guarapuava apresentaram maior germinação, vigor e viabilidade.

O retardamento da colheita da soja, após a maturidade fisiológica, pode causar redução de germinação e do vigor de sementes. Regiões tropicais como por exemplo o Mato Grosso do Sul são menos favoráveis a produção de sementes devido as altas temperaturas e alta umidade durante a maturação fisiológica. Resultados encontrados por Minuzzi et al. (2010) demonstram a variabilidade climática entre Dourados e Sidrolândia ao avaliar a qualidade fisiológica de quatro cultivares de soja durante duas safras.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais e material experimental

Os ensaios foram conduzidos durante a safra 2019/20 em sete regiões do estado do Mato Grosso do Sul abrangendo as microrregiões sojícolas descritas na regionalização dos testes de valor de cultivo e uso e da indicação de cultivares de soja, terceira aproximação (KASTER & FARIAS 2012) como 202 e 204 (Tabela 1).

O sistema adotado foi o de plantio direto na palha, onde a cultura antecessora era trigo. A semeadura foi realizada com o auxílio de uma semeadora de parcelas a vácuo adotando-se o espaçamento entre linhas de 50cm. A densidade utilizada foi estipulada com base no de maturação das cultivares. Para os grupos de maturação curtos 6.0 à 6.2 utilizou-se 30-32 plantas.m², 6.3 à 6.4 utilizou-se 26-28 plantas.m² e para os ciclo mais longos 6.5 à 6.6 utilizou-se a densidade de 22-24 plantas.m².

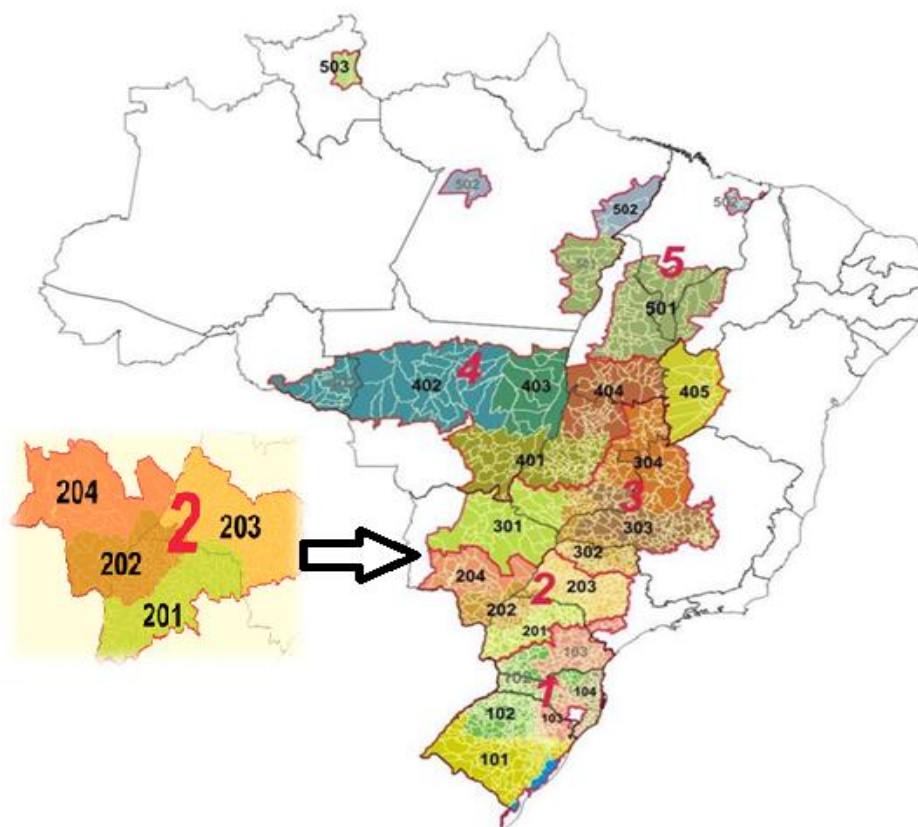


Figura 1. Macroregião Sojícola 2. Terceira Aproximação, Embrapa Soja.

As sementes utilizadas foram originadas de um incremento de inverno no Formoso do Araguaia – TO durante o inverno, no qual todas as cultivares foram cultivadas no mesmo ambiente. Antes de realizar a semeadura dos ensaios foi realizado um teste de germinação a campo a fim de corrigir a germinação para cada cultivar. Por se tratar de semente produzida no inverno a média de germinação ultrapassou os 90% de germinação para as cultivares. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foi realizado seguindo as recomendações técnicas para a cultura da soja com o objetivo de minimizar os efeitos bióticos.

Sidrolândia tem como característica solo Latossolo de textura argilosa, de elevada fertilidade natural. Em relação altitude fica próximo dos 500 metros, clima predominante chuvoso de savana, sendo assim úmido a subúmido com precipitação pluviométrica anual de 1.500 a 1750 milímetros. Ponta Porã possui solos classificados como Latossolo vermelho escuro com predominância de latossolo roxo. A altitude na região fica em torno 750m, topografia plana e levemente ondulada, clima subtropical úmido, com índice pluviométrico anual de 1.700 milímetros. Maracajú possui predominância de solo Latossolo de textura argilosa, altitude fica

entorno de 400m, clima sub-úmido com precipitação pluviométrica anual de 1.500 a 1750 milímetros. Aral Moreira possui predominância de solo Latossolo vermelho, está sob a influência do clima tropical de altitude acima de 600m. Tendo invernos de temperaturas mais baixas, podendo chegar abaixo de zero e no verão ultrapassar os 40 graus. A precipitação anual fica na casa dos 1.500 a 1.700mm ano.

Dourados apesar de estar a mais de 400m de altitude média, possui uma topografia plana, Latossolo vermelho, O clima da região apresenta-se úmido e úmido a sub-úmido, com temperaturas médias oscilando em torno de 23° e pluviosidade anual variando de 1.200 a 1.400mm. Rio Brilhante possui Latossolo Roxo de textura orgânica e fertilidade natural variável. Altitude na cada dos 320 metros, possui invernos secos e verões úmidos, chuvosos e quentes sendo assim característicos do clima tropical. Naviraí tem como formação de solo arenítico-basáltico, solos classificados como associações complexas, latossolo vermelho ou argissolo vermelho amarelo, clima tropical tendo inverno seco e verão chuvoso. A altitude regional fica em torno de 360m e a precipitação anual varia de 1.400 a 1.7000 mm. A temperatura no verão pode ultrapassar os 40 graus, sendo o mês mais chuvoso janeiro.



Figura 2 – Local de condução em Aral Moreira – MS.



Créditos: Henrique Zanatta.

Figura 3 – Equipamentos utilizados para a semeadura dos locais.

Tabela 1. Locais dos experimentos, características fisiográficas e datas de semeadura. UFPel, 2021.

Locais	MR ²	Semeadura	Altitude	Latitude e Longitude
Sidrolândia	204	06/11/2019	550	S 21°01'44.53" O 55°10'24.67"
Rio Brilhante	204	12/11/2019	368	S 21°40'36" O 54°38'20.2"
Dourados	204	14/11/2019	445	S 22°11'2.04" O 54°54'37.05"
Maracaju	204	09/11/2019	354	S 21°41'46.21" O 54°59'31.08"
Ponta Porã	204	22/10/2019	652	S 22°26'42.21" O 55°41'24.92"
Aral Moreira	202	02/11/2019	510	S 22°44'45.30" O 55°22'20.97"
Amambai	202	02/10/2019	461	S 23°1'44.05" O 55°15'11.14"

²Microrregiões

Tabela 2. Dados climatológicos ocorridos no decorrer da Safra 2019/2020. UFPel, 2021.

Local	Variável	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Amambai	Tª Máx.	36,5	39,7	35,9	35,1	35,8	37,2
	Tª Min.	13,4	15,8	13	16,8	12,5	14,2
	Precip.	41,2	123,8	480,2	164,4	112,2	71
Aral Moreira	Tª Máx.	37,3	35,9	34,0	35,2	35,7	36,6
	Tª Min.	12,7	18,0	15,6	18,7	15,0	15,1
	Precip.	162,6	147,4	347,8	203,0	91,8	51,8
Dourados	Tª Máx.	39,6	38,7	35,4	34,8	36,0	37,1
	Tª Min.	13,9	17,8	16,9	19,1	15,2	18,1
	Precip.	32,4	80,4	97,2	217,8	99,2	89,8
Maracaju	Tª Máx.	40,8	39,9	32,2	35,9	35,5	37,3
	Tª Min.	14,5	22,2	14,7	19,7	15,6	16,2
	Precip.	60,2	4,8	22,0	167,2	177,2	70,0
Ponta Porã	Tª Máx.	37,5	36,2	33,7	33,7	33,5	35,2
	Tª Min.	12,8	15,0	16,1	18,4	14,0	16,8
	Precip.	83,4	231,6	196,0	192,6	150,4	98,4
Rio Brilhante	Tª Máx.	39,9	40,1	36,6	36,2	36,1	37,5
	Tª Min.	13,1	16,0	15,1	18,4	14,7	16,4
	Precip.	67,2	95,2	249,0	90,8	52,4	49,0
Sidrolândia	Tª Máx.	38,9	38,2	34,7	35,9	35,1	36,7
	Tª Min.	13,8	17,6	16,7	19,2	15,9	15,4
	Precip.	0,0	51,8	118,0	164,8	227,2	97,6

Fonte: CEMTEC (2019/2020)

3.2 Cultivares

Os genótipos utilizados foram BMX 64I61RSF IPRO, BMX 63I64RSF IPRO, BS 2606 IPRO, CZ 26B42 IPRO, DM 66i68 RSF IPRO, M 5947 IPRO e M 6410.

BMX 63i64 RSF IPRO É uma variedade contendo a tecnologia IPRO e Roundup Ready®, para o controle das principais lagartas que atacam a cultura da soja e a resistência à herbicida glifosato, hábito de crescimento indeterminado, peso de mil sementes (PMS) 189g, índice de ramificação média, grupo de maturação (GM)

6.3. Material precoce, permite antecipação de plantio, alto potencial produtivo regiões quentes.

BMX 64i61RSF IPRO: É uma variedade contendo a tecnologia IPRO e Roundup Ready®, para o controle das principais lagartas que atacam a cultura da soja e a resistência à herbicida glifosato, hábito de crescimento indeterminado. PMS 156g, índice de ramificação alto, GM 6.3, arquitetura ereta.

BS 2606 IPRO: É uma variedade contendo a tecnologia IPRO e Roundup Ready®, para o controle das principais lagartas que atacam a cultura da soja e a resistência à herbicida glifosato, hábito de crescimento indeterminado, PMS 165g, índice de ramificação alto, GM 6.0. material precoce, permite antecipação de plantio, alto teto produtivo.

CZ 26B42 IPRO: É uma variedade contendo a tecnologia IPRO e Roundup Ready®, para o controle das principais lagartas que atacam a cultura da soja e a resistência à herbicida glifosato, hábito de crescimento indeterminado, PMS 165g índice de ramificação alto, GM 6.4, material precoce, alto potencial produtivo e PMS.

DM 66i68 RSF IPRO: É uma variedade contendo a tecnologia IPRO e Roundup Ready®, para o controle das principais lagartas que atacam a cultura da soja e a resistência à herbicida glifosato, hábito de crescimento indeterminado, PMS 190g, índice de ramificação alta, GM 6.6, material tardio, alto potencial produtivo.

M 5947 IPRO: É uma variedade contendo a tecnologia IPRO e Roundup Ready®, para o controle das principais lagartas que atacam a cultura da soja e a resistência à herbicida glifosato, hábito de crescimento indeterminado, PMS 170g, índice de ramificação alto, GM 5.9, material precoce, ampla adaptação.

M 6410 IPRO: É uma variedade contendo a tecnologia IPRO e Roundup Ready®, para o controle das principais lagartas que atacam a cultura da soja e a resistência à herbicida glifosato, hábito de crescimento indeterminado, PMS 145g, índice de ramificação bom, GM 6.4, possui alta performance em diferentes ambientes.

3.3 Procedimentos analíticos

3.3.1 Estande populacional e produtividade

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (sete ambientes de cultivo x sete genótipos) em três repetições. Cada parcela constou de 2,00 m de largura x 5,0 m de comprimento, totalizando 10,0 m², compreendendo 4 linhas espaçadas a 0,50 m.



Figura 4 – Ensaio de Aral Moreira - MS.

O estande populacional foi realizado através da contagem nas duas linhas centrais da parcela nas 3 repetições no estágio R.8 das plantas (pré-colheita).

Em R 7.2, quando a soja apresentou amarelecimento de 51 a 75% das folhas e vagens, as cultivares foram dessecadas com Glufosinato de Amônio, um herbicida que inibe o metabolismo do nitrogênio através da inativação da enzima glutamina sintetase na via de assimilação de nitrogênio, que resulta no acúmulo de amônio dentro de poucas horas após a aplicação, culminando na morte da planta. Para que a dessecação seja efetiva, é importante que a condição climática seja favorável, dependendo principalmente da luz solar para bom funcionamento (CARNEIRO et al., 2006).

A pulverização do glufosinato de amônio foi feita na dose de 2,0l/ha + 0,2% v/v de óleo vegetal, respeitando as condições de umidade maior que 55%, temperatura do ar em 26 graus e velocidade do vento no momento da pulverização 7km/ha. Utilizando um pulverizador de CO² calibrado para uma vazão de 100l/há de pontas TT11002, com 1,5 BAR de pressão (21 PSI), produzindo gotas grossas.

A produtividade por hectare foi estimada pela colheita das 2 linhas centrais da parcela totalizando uma área útil de 5 m², com o rendimento ajustado para 13% de umidade e para kg ha⁻¹.

No momento de colheita foi feito o ajuste da rotação de cilindro, abertura de côncavo com base nos resultados que o teste de hipoclorito apontava a fim de evitar o dano mecânico nas sementes.

Após a colheita as amostras foram encaminhadas para um armazém convencional, aquelas parcelas que se encontravam com umidade acima de 13% foram acondicionadas em um secador de parcelas. Posteriormente fez-se a limpeza para retirada de impurezas e armazenadas em temperatura ambiente entre 20 a 25°C e umidade relativa do ar de 55 a 70%.



Créditos: Henrique Zanatta.

Figura 5 – Colheita das 2 linhas centrais das parcelas.

3.3.2 Emergência de plântulas

Após 30 dias de armazenagem foi realizada a instalação do experimento para avaliação da emergência a campo em Dourados-MS, sendo utilizado o delineamento de blocos ao acaso com três repetições.

Foi realizado a semeadura das sementes resultantes da colheita em canteiros, semeando-se 100 sementes a uma profundidade de 3 cm. Imediatamente após a semeadura foram instaladas mangueiras de irrigação. No oitavo dia após a semeadura ocorreu a estabilização da emergência sendo possível realizar a contagem do número de plântulas emergidas a campo e expresso em porcentagem.



Créditos: Henrique Zanatta.

Figura 6 – Canteiros de plantios a campo.

3.4 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade de variância pelo teste de O'Neill & Mathews. Posteriormente, a análise de variância foi realizada pelo teste F ($p \leq 0,05$) e as médias quando significativas foram comparadas por meio do teste de Tukey ($P < 0,05$), utilizando o software estatístico R®, versão 3.6.1 (R CORE TEAM, 2019) e o pacote de dados ExpDes.pt (FERREIRA; CAVALCATI; NOGUEIRA, 2018). Para as estande de plantas os dados foram transformados $\sqrt{(x+1)}$ e percentual germinativo em $\arcsin \sqrt{(x/100)}$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 3, 4 e 5 são apresentados o estande de plantas, rendimento e expressão do vigor das sementes para cada cultivar e locais avaliados neste

trabalho. Houve interação significativa entre cultivar e local (Tabela3), cuja variável, estande populacional apresentou uma variação de 8 a 14 plantas por metro linear.

Dentre os locais de produção, o mais prejudicado foi Maracaju fato que se explica pela estiagem ocorrida após a semeadura, enquanto que Amambai obteve os melhores estandes populacionais para todas os genótipos avaliados.

A soja tem grande capacidade de adaptação às mais diversas condições ambientais, porém a disponibilidade hídrica é um dos principais fatores que pode afetar a germinação, emergência, crescimento e produtividade de plantas de soja (SOUZA et al., 2013; FARIAS et al., 2007). Secas prolongadas têm o potencial de reduzir a disponibilidade de água no solo e diminuir o nível hídrico das plantas, que devido às condições atmosféricas continuam a perda água pelo processo da transpiração (JALEEL et al., 2009).

Se o período de estresse hídrico durante a fase de desenvolvimento da soja persistirem por muito tempo, a falta de água pode provocar alterações fisiológicas na planta como a presença de plantas pouco desenvolvidas, declínio da fixação simbiótica de nitrogênio atmosférico, folhas pequenas, entrenós curtos, fechamento dos folíolos, diminuição da fitomassa, quedas e abortamento das flores, comprometimento da germinação de sementes, diminuição do número de vagens, vagens vazias, aumentando a suscetibilidade de patógenos e pragas, fechamento estomático, tendo como consequência uma dificuldade nas trocas gasosas e redução na produtividade (FARIAS et al., 2001; FARIAS et al., 2007; DORNBOS e MULLEN, 1990; HUBERTY e DENNO, 2004; OYA et al., 2004; SINCLAIR et al., 2007; JALEEL et al., 2009).

O sucesso de todo o complexo de produção de soja é extremamente dependente das condições climáticas, especialmente da disponibilidade hídrica, responsável pelas oscilações anuais de produtividade, podendo afetar também a qualidade das sementes produzidas (PÁDUA et al., 2009; MORANDO et al., 2014).

A população de plantas é uma variável que pode afetar diretamente a produtividade da cultura, sendo determinada em função do genótipo e do ambiente de produção. É uma característica amplamente estudada, visando definir a melhor população para cada cultivar disponível. Não há um espaçamento e/ou densidades ideais de soja para todos os ambientes e genótipos, por isso é importante observar a interação entre espaçamento e densidade de plantas dentro de cada condição de cultivo (CALISKAN et al., 2007).

Tabela 3. Estande populacional de sete genótipos em sete locais situados de diferentes regiões sojícolas do Mato Grosso do Sul. UFPel, 2021.

Genótipos	SDL	RBL	DRD	MCJ	PPO	ARM	AMB	Média
BMX FIBRA IPRO	13 ns A	13 ns A	12 ns A	8 b B	12 ab A	11 c A	13 ns A	12
BMX GARRA IPRO	13 AB	12 ABC	13 ABC	11 a BC	11 b C	14 a A	14 A	13
BS 2606 IPRO	13 AB	13 AB	14 A	10 ab C	11 b BC	12 abc AB	14 A	12
CZ 26B42 IPRO	13 A	12 A	13 A	10 ab B	12 ab AB	14 ab A	14 A	12
DM 66i68 RSF IPRO	13 A	14 A	12 AB	10 ab B	12 ab AB	12 bc AB	13 A	12
M 5947 IPRO	14 A 12	12 AB 13	13 AB 13	9 ab C 10 ab	14 a A 11 b	11 c BC 13 abc	13 AB 14 A	12
M 6410 IPRO	BCD	ABC	ABC	D	CD	AB		12
Média	13	13	13	10	12	12	14	
CV%	3,18							

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e letra minúscula na coluna não diferem-se entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

SDL: Sidrolândia; RBL: Rio Brilhante; DRD: Dourados; MCJ: Maracaju; PPO: Ponta Porã; ARM: Aral Moreira; AMB: Amambai.

CV (%): Coeficiente de variação.

A localidade de Maracaju foi o ambiente que apresentou menor média de estande populacional, o que pode ser explicado pelo déficit hídrico ocorrido na região no momento de implantação da cultura. As melhores médias de estande populacional foram registradas em Amambai devido a ter melhor condição de umidade no solo e as chuvas durante o desenvolvimento da cultura terem sido mais frequentes. Berbert & Hamawaki (2008), afirmam que em menores densidades de plantas a massa de grãos por planta aumenta e em maiores densidades a massa de grãos por planta diminui, sendo assim a cultura tem a capacidade de fazer uma população maior equivaler a uma população menor, assim como o inverso é válido.

A produtividade de sementes variou entre genótipos e locais (Tabela 4), as maiores médias foram expressas em Aral Moreira (5.715 kg ha^{-1}) enquanto Maracaju apresentou a menor média (3.840 kg ha^{-1}), uma diferença de 1.875 kg ha^{-1} . Com relação aos genótipos os desempenhos foram muito variáveis alcançando tetos de 3.444 kg ha^{-1} BS 2606 IPRO em Maracaju à 6.034 kg ha^{-1} BS 2606 IPRO em Aral Moreira representando uma diferença de 2.590 kg ha^{-1} .

Produtividade Microrregião 204

Na localidade de Sidrolândia o genótipo que apresentou maior rendimento foi BMX Fibras IPRO com 5.692 kg ha⁻¹ não diferenciando-se de M 5947 IPRO com 5.603 kg ha⁻¹. Em Rio Brilhante o destaque foi BMX Fibras IPRO com 4.408 kg ha⁻¹ não diferenciando-se de DM 66i68 RSF IPRO (4.162 kg ha⁻¹) e M 6410 IPRO (4.166 kg ha⁻¹). Em Dourados o maior rendimento foi alcançado com DM 66i68 RSF IPRO com 4.966 kg ha⁻¹ não se diferenciando de BMX Garra IPRO (4.777 kg ha⁻¹), CZ 26B42 IPRO (4.763 kg ha⁻¹) e M 6410 IPRO (4.749 kg ha⁻¹). Em Maracaju o genótipo que apresentou maior rendimento foi CZ 26B42 IPRO com 3.997 kg ha⁻¹ diferenciando-se apenas de BMX Fibras IPRO (3.619 kg ha⁻¹), o que representou uma diferença percentual de 3.78kg ha⁻¹. Na localidade de Ponta Porã o genótipo em destaque foi M 6410 IPRO com 5.344 kg ha⁻¹ o qual não se diferenciou de BMX Fibras IPRO com 5.196 kg ha⁻¹.

Produtividade Microrregião 202

Na localidade de Aral Moreira o genótipo que apresentou maior rendimento foi BS 2606 IPRO com 6.034 kg ha⁻¹ não diferenciando-se de CZ 26B42 IPRO (5.9054 kg ha⁻¹), BMX Garra IPRO (5.951 kg ha⁻¹) e M 5947 IPRO (5.834 kg ha⁻¹). Em Amambai o genótipo destaque foi DM 66i68 RSF IPRO com 5.422 kg ha⁻¹.

Por se desenvolver em diferentes condições edafoclimáticas a soja pode exibir grandes variações na produtividade de sementes não só em função dos sistemas de cultivo e níveis tecnológicos mas também em consequência das condições edafoclimáticas, resultando na interação entre genótipos e ambientes. Segundo Suzuki et al., (2005) o crescimento, desenvolvimento e o rendimento da soja são determinados pela interação entre o potencial genético da cultivar com o ambiente que está relacionado as condições de campo como temperatura, umidade, fotoperíodo e a interferência do produtor promovida pelas práticas de manejo adotadas.

A interação genótipo x ambiente ocorre quando há respostas diferenciadas dos genótipos testados em diferentes ambientes. Ela pode ser simples, quando é proporcionada pela diferença de variabilidade entre genótipos nos ambientes, e complexa, quando denota a falta de correlação entre medidas de um mesmo genótipo em ambientes distintos e indica haver inconsistência na superioridade de genótipos com a variação ambiental (ROBERTSON, 1959).

Essa interação ocorre devido à inconsistência do desempenho dos genótipos nos vários ambientes sendo este um fator a ser considerado em programas de melhoramento genético e na indicação de cultivares (PRADO et al., 2001). Uma alternativa utilizada para amenizar a influência da interação é a recomendação de cultivares com estabilidade e ampla adaptabilidade (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Tabela 4. Produtividade (kg ha⁻¹) de sete genótipos cultivados em sete locais de diferentes regiões sojícolas do Mato Grosso do Sul. UFPel, 2021.

Genótipos	Sidrolândia	Rio Brilhante	Dourados	Maracaju	Ponta Porã	Aral Moreira	Amambai	Média
BMX FIBRA IPRO	5.692 a A	4.408 a C	4.624 b C	3.619 b D	5.196 a B	5.390 cd B	4.381 c C	4.759
BMX GARRA IPRO	5.286 c B	4.111 b D	4.777 ab C	3.727 ab E	4.671 bc C	5.951 a A	4.817 b C	4.763
BS 2606 IPRO	4.720 d B	3.720 c DE	3.444 c E	3.848 ab D	4.205 d C	6.034 a A	4.556 bc A	4.361
CZ 26B42 IPRO	4.877 d B	4.105 b D	4.763 ab B	3.997 a D	4.461 cd C	5.954 a A	4.802 b B	4.709
DM 66i68 RSF IPRO	4.666 d C	4.162 ab DE	4.966 a B	3.930 a E	4.312 d D	5.267 d A	5.422 a A	4.676
M 5947 IPRO	5.603 ab A	3.966 bc C	4.580 b B	3.951 a C	4.832 b B	5.834 ab A	3.653 d D	4.632
M 6410 IPRO	5.351 bc A	4.166 ab C	4.749 ab B	3.805 ab D	5.344 a A	5.574 bc A	4.815 b B	4.830
Média	5.171	4.092	4.558	3.840	4.718	5.715	4.636	
CV%	2,45							

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e letra minúscula na coluna não diferem-se entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

CV (%) = Coeficiente de variação.

Estresses relacionados a condições ambientais causam efeitos, os quais são dependentes da fase da cultura, tolerância do genótipo, intensidade e duração do estresse, definido como condição ambiental que impeça a planta de atingir o seu desenvolvimento pleno (KRANNER et al., 2010). As plantas possuem mecanismos chamados de sensores, que identificam e sinalizam a ocorrência de alteração das condições ambientais, promovendo uma resposta fisiológica através da modificação na expressão de genes ou de proteínas e enzimas já existentes (TAIZ et al., 2017).

Das sete cultivares de soja avaliadas a cultivar M 6410 IPRO foi a que mais se destacou quanto ao caractere rendimento de grãos (4.830kg.ha^{-1}) assim comprova ser um material de grande amplitude para recomendação no Mato Grosso do Sul. Dos sete locais conduzidos, Aral Moreira se destacou por apresentar o maior rendimento médio, 5.715kg.ha^{-1} assim o clima da região comprova um excelente local para se obter altos tetos produtivos.

A emergência a campo (Tabela 5) variou de 74% (DM 66i68 IPRO em Maracaju) à 95% (CZ 26B42 IPRO em Sidrolândia), o local com maior média de percentual de expressão do vigor de sementes foi Sidrolândia (90%) e os locais com menores foram Rio Brilhante (77%) e Maracaju (77%). Os abaixo de 80% de emergência são reflexo de altas temperaturas, baixo volume pluviométrico que favoreceram a escaldadura de algumas cultivares.



Figura 7 – Escaldadura observa em algumas cultivares.

Tabela 5. Emergência a campo (%) de sete genótipos em sete locais de diferentes regiões sojícolas do Mato Grosso do Sul. UFPel, 2021.

Genótipos	SDL	RBL	DRD	MCJ	PPO	ARM	AMB	Média
BMX FIBRA IPRO	88 c A	75 ns C	88 ns A	75 b C	83 b B	87 bc A	83 ns AB	83
BMX GARRA IPRO	88 c A	78 B	86 A	75 b B	88 a A	85 c A	85 A	83
BS 2606 IPRO	90 bc A	79 C	87 AB	80 a C	90 a A	89 bc A	83 BC	85
CZ 26B42 IPRO	95 a A	79 C	89 B	80 a C	87 ab B	90 ab B	86 B	87
DM 66i68 RSF IPRO	87 c A	77 B	87 A	74 b B	86 ab A	87 bc A	85 A	83
M 5947 IPRO	90 bc AB	78 D	88 B	78 ab CD	90 a AB	93 a A	82 C	86
M 6410 IPRO	93 ab A	77 D	90 AB	77 ab D	89 a BC	85 c C	85 BC	85
Média	90	77	88	77	87	88	84	
CV%	2,3							

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e letra minúscula na coluna não diferem-se entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

SDL: Sidrolândia; RBL: Rio Brilhante; DRD: Dourados; MCJ: Maracaju; PPO: Ponta Porã; ARM: Aral Moreira; AMB: Amambai.

CV (%): Coeficiente de variação.

O vigor engloba várias características relacionadas ao comportamento das sementes, como uniformidade e velocidade de germinação, crescimento de plântulas, emergência a campo, tolerância a condições adversas e capacidade de se manter viável durante o armazenamento (FINCH-SAVAGE; BASSEL, 2016).

Dados de pesquisa comprovam que lavouras de soja originadas com sementes de elevada qualidade propiciam produtividades superiores, França Neto et al. (1984) e Kolchinski et al. (2005) observaram que o uso de sementes de alto vigor proporciona acréscimos de 20% a 35% no rendimento de grãos, em relação ao uso de sementes de baixo vigor. Além disso, sementes de alto vigor asseguram o estabelecimento de lavouras com plantas de alto vigor.

Ebone et al. (2020) demonstraram que componentes de rendimento em soja são afetados pelas diferenças de níveis de vigor, atribuindo-se esses efeitos ao atraso na emergência de plântulas e pela maior competição intraespecífica gerada pela desuniformidade de plantas.

Até a década de 1980, era comum a produção de soja com 400 mil plantas ha⁻¹ ou superior com as evoluções de genética e da qualidade das sementes produzidas no país se possibilitou a redução da população de plantas para cerca de 230 mil plantas ha⁻¹ (EMBRAPA, 2010).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ambiente de produção exerce ação marcante sobre a produtividade e o desempenho fisiológico de sementes de soja.

Genótipos de soja apresentam desempenho distinto quanto à produtividade, representando a diferença de até 2.590 kg ha⁻¹ e de 21% para expressão do vigor das sementes.

Nessas condições, nessa safra as cultivares BMX Fibra IPRO, DM 66i68 IPRO, CZ 26B42 IPRO, M 6410 IPRO e BMX Garra IPRO foram superiores para a região sojícola 204 e as cultivares BS 2606 IPRO, DM 66i68 IPRO e BMX Garra IPRO para a região 202.

A maior emergência a campo foi alcançada no ambiente de Sidrolândia.

Baixos índices pluviométricos aliados a altas temperaturas comprometem o estabelecimento das plantas e consequentemente seu potencial produtivo e expressão de vigor nas sementes.

6 REFERÊNCIAS

ALLIPRANDINI, L. F.; TOLEDO, J.F.F.; FONSECA JR, N.S.; KIIHL, R.A.S.; ALMEIDA, L. A. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento no período de 1985/86 a 1989/90. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 489-497, 1993.

BARROS, A. S. do R; MARCOS FILHO, J, Testes para avaliação rápida do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n 2, p.288-294, 1997.

BELLAVER, C. Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações. **Simpósio sobre ingredientes sobre alimentação animal**, v. 1, p.1-23, 2001.

BEZERRA, A. R. G.; ERBES, E. J.; ROMEIRO, T. S.; FREITAS, J.; SAGGIN, A. **Resultados de Experimentação e Campos Demonstrativos de Soja - Safra 2016/2017**. In: LOURENÇÃO, A. L. F. Et al. Tecnologia e produção: Safra 2016/2017. Curitiba : Midiograf, 209 p. 2017. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/publicacoes/tecnologia-e-producao-soja-2016-2017>>. Acesso em: 09 de mai. 2021.

BLACK, R. J. Complexo soja: Fundamentos, situação atual e perspectivas. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba: ESALQ, LPV, p.1-18, 2000.

BOYER, H. J. Plant productivity and environment. **Science**, v. 218, p. 443-448, 1982.

CALISKAN, S.; ARSLAN, M.; UREMIS, I.; CALISKAN, M. E. The effects of row spacing on yield and yield components of full season and double cropped soybean. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v.31, n.3, p.147- -154, 2007. https://www.researchgate.net/publication/268699618_The_Effects_of_Row_Spacing_on_Yield_and_Yield_Components_of_Full_Season_and_Double-Cropped_Soybean

CARNEIRO, C.E.A.; MOLINARI, H.B.C.; ANDRADE, G.A.; PEREIRA, L.F.P.; VIEIRA, L.G.E. Produção de prolina e suscetibilidade ao glufosinato de amônio em plantas transgênicas de citrumele Swingle. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.5, p.747-753, 2006.

CARNEIRO, C.E.A.; MOLINARI, H.B.C.; ANDRADE, G.A.; PEREIRA, L.F.P.; VIEIRA, L.G.E. **Produção de prolina e suscetibilidade ao glufosinato de amônio em plantas transgênicas de citrumele Swingle**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.5, p.747-753, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/pab/v41n5/30594.pdf>>. Acesso em 21 de mai de 2021.

CEMTEC. Centro de Monitoramento do tempo, de clima e dos recursos hídricos de Mato Grosso do Sul. Banco de dados. Disponível em: <http://www.cemtec.ms.gov.br/?page_id=15> Acesso em 10 de jun. 2020.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, v.5, safra 2019/2020, oitavo levantamento, p.1-145, jun 2020.

Disponível em:
http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/1safragraos2006_07.pdf.
 Acesso: 10 de jun. 2020.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília**, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 6, sexto levantamento, mar. 2021. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?limitstart=0> >. Acesso: 13 de mar. 2021.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. v.2, 585p.

DORNBOS, D. L. Jr.; MULLEN, R. E. Influence of stress during soybean seed fill on seed weight, germination, and seedling growth rate. **Canadian Journal of Plant Science**. Iowa, v. 71, n. 2, p. 373-383, 1990.

EBONE, L. A.; CARVEZAN, A.; TAGLIARI, A.; CHIOMENTO, J.L.T.; SILVEIRA, D.C.; CHAVARRIA, G. Soybean seed vigor: uniformity and growth as key factors to improve yield. **Agronomy**, v.10, n.4, p.1-15, 2020. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040545>

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2011**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 255 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 262p.

FARIAS, J. R. B.; ASSAD, E. D.; ALMEIDA, I. R.; EVANGELISTA, B. A.; LAZZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 415-421, dez. 2001.

FARIAS, J. R.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da Soja**. Circular Técnica 48. Londrina, PR, Setembro, 2007.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portuguese)**. R package version 1.2.0. 2018. Disponível em:< <https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt>>. Acesso em: 12 Ago. de 2019.

FERRARI, E.; PAZ, A. da; SILVA, A. C. da. Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 03, n. 01, p. 67-77, jan./mar. 2015.

FINCH-SAVAGE, W. E.; BASSEL, G. W. Seed vigour and crop establishment: Extending performance beyond adaptation. **Journal of Experimental Botany**, v. 67, n. 3, p. 567–591, 2016.

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1984. 39p. (EMBRAPA CNPSO. Circular Técnica, 9).

FRANÇA NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P. de; LORINI, I. HENNING, F. A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Documentos 380, Embrapa soja, 2016.

GOMES, G. D. R.; BENIN, G.; ROSINHA, R. C.; GALVAN, D.; PAGLIOSA, E. S.; PINNOW, C.; SILVA, C. L. da; BECHE, E. Produção e qualidade fisiológica de sementes de soja em diferentes ambientes de cultivo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2593-2604, 2012.

HUBERTY, A. F.; DENNO, R. F. Plant water stress and its consequences for herbivorous insects: a new synthesis. **Ecology**, Maryland (USA), v. 85, n. 5, p. 1383-1398, 2004.

JALEEL, C. A.; MANIVANNAN, P.; WAHID, A.; FAROOQ, M.; AL-JUBURI, H. J.; SOMASUNDARAM, R.; PANNEERSELVAM, R. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. **International Journal of Agriculture & Biology**. [S.L], v. 11, n. 1, p. 100-105, janeiro, 2009.

JALEEL, C. A.; MANIVANNAN, P.; WAHID, A.; FAROOQ, M.; AL-JUBURI, H. J.; SOMASUNDARAM, R.; PANNEERSELVAM, R. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. **International Journal of Agriculture & Biology**. [S.L], v. 11, n. 1, p. 100-105, janeiro, 2009.

KASTER M, Farias JRB (2012) **Regionalização dos testes de valor de cultivo e uso e da indicação de cultivares de soja: terceira aproximação**. Embrapa Soja. Londrina, 69p. (Documentos/Embrapa Soja, n. 330).

KUSAKA, M.; OHTA, M.; FUJIMURA, T. Contribution of inorganic components to osmotic adjustment and leaf folding for drought tolerance in pearl millet. **Physiologia Plantarum**. Japan, v. 125, n. 4, p. 474-489, Dezembro, 20005.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, nov./dez. 2005, v.35, n.6, p.1248-1256.

KRANNER, I. et al. What is stress? Concepts, definitions and applications in seed science. **New Phytologist**, v. 188, n. 3, p. 655–673, 2010.

LIMA, J. J. P.; BUITINK, J.; LALANNE, D.; ROSSI, R. F.; PELLETIER, S.; SILVA, E. A. A da; LEPRINCE, O. Molecular characterization of the acquisition of longevity during seed maturation in soybean. **PLoS ONE**, v. 12, n. 7, p. 1–25, 2017.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 659p. 2005.

MARTINELLI, A. P.; **Método AMMI, GGE biplot, REML/BLUP e análise de fatores de estabilidade e estratificação de ambientes de safrinha para seleção de híbridos de milho.** 2013. 61 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2013.

MINUZZI, A.; BRACCINI, A. de L.; RANGEL, A. S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C.; ALBRECHT, L. P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de sementes**, V. 32, n. 1, p. 176-185, 2010.

OLTRAMARI, S. **Formação e Organização da cadeia da soja orgânica no sudoeste do paraná.** 175 pag. Dissertação 9 Mestrado)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre. 2003.

PÁDUA, G. P. DE et al. Response of soybean genotypes to the expression of green seed under temperature and water stresses. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p. 140–149, 2009.

PANOFF, B. **Estudo da tolerância à dessecação e longevidade em sementes de soja (*Glycine max* (L.) MERR.).** 2016. 95 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2016.

PIRES, L. P. M.; PELUZIO, J.M.; CANCELLIER, L. L.; RIBEIRO, G. R.; COLOMBO, G. A.; AFFÉRI, F. S. Desempenho de genótipos de soja, cultivados na região Centro-Sul do estado do Tocantins, Safra 2009/2010. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 2, p. 214-223, Mar./Apr. 2012.

POPOV, D. **Soja: Veja tudo o que você precisa saber sobre a produção no Brasil.** Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/agronegocio/soja/>>. Acesso: 13 de mar. 2021.

PRADO, E. E. P.; HIRIMOTO, D. M.; GODINHO, V. P. C.; UTUMI, M. M.; RAMALHO, A. R. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 36:625-635, 2001.

OYA, T.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; TOBITA, S.; ITO, O. Drought tolerance characteristics of Brazilian soybean cultivars - Evaluation and characterization of drought tolerance of various Brazilian soybean cultivars in the field. **Plant Prod. Sci.** Londrina v. 7, n. 2, p. 129-137, 2004.

ROBERTSON, A. Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations: biometrical genetics. New York: Pergamon, 1959. 186 p.

SILVA, J. B.; LAZARINI, E.; SILVA, A. M.; RECO, P. C. Ensaio comparativo de cultivares de soja em época convencional em Selvíria, MS: características agronômicas e produtividade. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 747-754, 2010.

SINCLAIR, T. R.; PURCELL, L. C.; KING, C. A.; SNELLER, C. H.; CHEN, P.; VADEZ, V. Drought tolerance and yield increase of soybean resulting from improved symbiotic N₂ fixation. **Field Crops Research**, v. 101, n. 1, p. 68-71, 2007.

SOUZA, G. M.; CATUCHI, T. A.; BERTOLLI, S.; SORATTO, R. P. Soybean Under Water Deficit: Physiological and Yield Responses. **A Comprehensive Survey of International Soybean Research - Genetics, Physiology, Agronomy and Nitrogen Relationships**. 2013.

STRAUB, S. C. K; PFEIL, B. E.; DOYLE, J. J. Testing the polyploid past of soybean using a low-copy nuclear gene – Is Glycine (Fabacea: Papilionoideae) an autotetraploid or allopolyploid? **Molecular phylogenetics and Evolution**, v. 39, n. 2, p. 580-584, 2006.

SUZUKI, L.E.A.S. **Compactação do solo e sua influência nas propriedades físicas do solo e crescimento e rendimento de culturas**. 2005. 151f. Dissertação (Mestrado – Ciência do Solo), Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia do Desenvolvimento Vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2017. 888 p.

TRUBERG, B.; HÜHN, M. Contributions to the analysis of genotype x environment interactions: comparison of different parametric and non-parametric tests for interactions with emphasis on crossover interactions. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 185, n. 4, p. 267-274, 2000.