

www.cbagro2023.com.br

03 a 06 de Outubro de 2023 | Natal - RN



CBAGRO 2023

**XXII Congresso Brasileiro
de Agrometeorologia**

VI ECLIM | X RLA

ANAIS 2023

A Agrometeorologia e a Agropecuária: Adaptação às Mudanças Climáticas

Promoção



Realização



Patrocínio



Apoio



ISBN E DADOS DE PUBLICAÇÃO

ANAIS DO XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA

03 a 06 de outubro de 2023 | Natal - RN

Edição Técnica

Prof. Dr. Bergson Guedes Bezerra; Prof. Dr. David Mendes

Todos os resumos neste livro foram reproduzidos de cópias fornecidas pelos autores e o conteúdo dos textos é de exclusiva responsabilidade dos mesmos. A organização do referente evento não se responsabiliza por consequências decorrentes do uso de quaisquer dados, afirmações e/ou opiniões inexatas ou que conduzam a erros publicados neste livro de trabalhos. É de inteira responsabilidade dos autores o registro dos trabalhos nos conselhos de ética, de pesquisa ou SisGen.

Copyright © 2023 – Todos os direitos reservados

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida, arquivada ou transmitida, em qualquer forma ou por qualquer meio, sem permissão escrita da comissão organizadora do evento e da Sociedade Brasileira de Agrometeorologia.



DESEMPENHO DA CULTIVAR DE SOJA DM80I79 IPRO EM DIFERENTES AMBIENTES DO CERRADO TOCANTINENSE

Júlia Stephane Melo Eneas¹; **Balbino Antonio Evangelista**²; **Artemisia Soares Limeira**³; **Laura Resplandes de Sousa Paz**⁴; **Taís Souza dos Santos Dias**⁵; **Tharlyson Lima Peixoto**⁶; **Jones Simon**⁷; **Francelino Petenó de Camargo**²; **Marcos Vinicius Giongo Alves**⁸

¹Mestranda em Produção Vegetal, Bolsista CAPES. Gurupi, TO. Universidade Federal do Tocantins; ²Analista. Palmas, TO. Embrapa Pesca e Aquicultura; ³Discente de Agronomia. Porto Nacional, TO. Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto; ⁴Bolsista de Estímulo à Inovação. Palmas, TO. Embrapa Pesca e Aquicultura; ⁵Mestranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Bolsista CAPES. Piracicaba, SP. Universidade de São Paulo; ⁶Discente de Agronomia. Palmas, TO. Centro Universitário Católica do Tocantins; ⁷Pesquisador. Palmas, TO. Embrapa Pesca e Aquicultura; ⁸Professor do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Gurupi, TO. Universidade Federal do Tocantins

RESUMO

Diante das particularidades edafoclimáticas do Cerrado Tocantinense, a compreensão do comportamento dos fatores abióticos dentro da exploração da cultura da soja é fundamental para superar as limitações existentes e, conseqüentemente, aumentar a sua produtividade no Estado. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar o crescimento, desenvolvimento e rendimento da cultivar de soja DM80i79 IPRO no Cerrado Tocantinense, levando em consideração diferentes ambientes. Os experimentos foram conduzidos no ano safra de 2022/23 nos municípios de Palmas - TO e Porto Nacional - TO. A implantação dos experimentos ocorreu no final de novembro de 2022 com a semeadura da cultivar DM80i79 IPRO nas duas localidades. Foram realizadas avaliações do comportamento das variáveis climáticas durante o cultivo da soja e do desempenho agrônômico e produtivo da cultura. As médias das variáveis analisadas foram submetidas ao teste de Scott-Knott ($p < 0,01$) e apresentadas na forma de gráficos. Os dados climáticos coletados e estimados através do modelo SARRA também foram apresentados na forma de gráficos. O crescimento, desenvolvimento e rendimento da cultivar DM80i79 IPRO não apresentaram diferenças significativas quando comparadas as diferentes localidades onde foi cultivada, refletindo, portanto, um desempenho padrão para a cultivar nos ambientes do Cerrado Tocantinense. A cultivar DM80i79 IPRO apresentou uma alta eficiência produtiva para a região em condições climáticas favoráveis ao seu cultivo.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*; Características agrônômicas; Produtividade de grãos;;

INTRODUÇÃO

O agronegócio caracteriza-se como um setor de expressiva relevância para a dinâmica da econômica brasileira, principalmente na produção de grãos. Neste âmbito, a soja apresenta papel de destaque sendo estimada uma produção de aproximadamente 154,6 milhões de toneladas de grãos para a safra 2022/23, dos quais cerca de 13% são provenientes da região do MATOPIBA (CONAB, 2023).

A expansão da soja na região do MATOPIBA possui papel significativo na consolidação dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia como a nova fronteira agrícola, sendo a sua produção favorecida pelo valor reduzido das terras, logística facilitada de escoamento de grãos e condições edafoclimáticas favoráveis (ABREU, 2017). Dessa forma, tem-se que essas áreas de Cerrado são altamente competitivas e potencialmente exportadoras, contribuindo, portanto, com o fortalecimento do agronegócio brasileiro (PERERA et al., 2018).

O Cerrado Tocantinense, com estimativa de produção de 4,8 milhões de toneladas de grãos de soja na safra 2022/23 (CONAB, 2023), registra uma precipitação média anual entre 1.300 e 2.100 mm, com maior concentração das chuvas entre outubro e abril, sendo que nos demais meses ocorre um período de seca e elevadas temperaturas (SEPLAN, 2012). Os solos da região apresentam uma distribuição heterogênea que sob manejo assertivo apresenta bons rendimentos (ALMEIDA et al., 2016). Diante dessas particularidades, a compreensão do comportamento dos fatores abióticos dentro

da exploração da cultura da soja é fundamental para superar as limitações existentes e, conseqüentemente, aumentar a sua produtividade no Estado.

As condições climáticas, especialmente a precipitação, temperatura e fotoperíodo, representam uma das barreiras mais significativas para o crescimento, desenvolvimento e rendimento da soja (NEUMAIER et al., 2020). A ocorrência de altas temperaturas associadas ao estresse hídrico são responsáveis por menor estatura de plantas, florescimento precoce e dificuldade de retenção de vagens (FARIAS et al., 2007). Devido a sua sensibilidade fotoperiódica, a soja também apresenta florescimento adiantado e ciclo reduzido quando submetidas a condições de dias curtos durante as fases iniciais, fato comum em regiões tropicais de baixas latitudes (ALMEIDA et al., 1999).

Dessa forma, a instabilidade e irregularidade desses elementos climáticos comumente presentes no Tocantins, além de reduzir sensivelmente a produtividade da soja, também afetam a planta na fase vegetativa. Portanto, faz-se necessário um melhor entendimento das relações entre solo, clima e planta para definir melhores estratégias de manejo das lavouras visando a minimização dos riscos de quebra de rendimento da produção agrícola estadual.

OBJETIVOS

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar o crescimento, desenvolvimento e rendimento da cultivar de soja DM80i79 IPRO no Cerrado Tocantinense, levando em consideração diferentes ambientes, a fim de auxiliar na compreensão do seu desempenho agrônomo e produtivo, gerando conhecimentos técnico-científicos relevantes para a sua produção na região.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição dos Experimentos

Os experimentos foram conduzidos no ano safra de 2022/23 em duas localidades do Cerrado Tocantinense: i) Campo Experimental de Sistemas Agrícolas da Embrapa Pesca, Aquicultura e Sistemas Agrícolas (CESAG/Embrapa), localizado no município de Palmas - TO, sob as coordenadas geográficas 10° 8'35.88" S e 48°19'2.61" O; e ii) Fazenda Invernadinha (Faz. Invernadinha), localizada no município de Porto Nacional - TO, sob as coordenadas geográficas 10° 11' 15.22" S e 48° 40' 52.73" O. As áreas de condução dos experimentos apresentam predomínio de Latossolo Vermelho distrófico (LVd) (SANTOS et al., 2018) e são caracterizadas por um clima tropical de savana (Aw), com temperaturas elevadas, verão úmido e inverno seco (SEPLAN, 2012).

A implantação dos experimentos ocorreu no dia 15/11/2022 no CESAG/Embrapa e no dia 29/11/2022 na Faz. Invernadinha. A cultivar DM80i79 IPRO, com ciclo médio de 112 dias, crescimento indeterminado e grupo de maturação 8.0, foi semeada em ambos os municípios adotando um espaçamento entre linhas de 0,50 m e uma população de 14 plantas por metro linear, resultando, portanto, em uma densidade de 280.000 plantas por hectare. As sementes foram previamente inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasiliense*. Os demais tratamentos culturais, incluindo adubações de base e de cobertura e manejos de pragas, doenças e plantas daninhas, foram realizados conforme procedimentos padrões já consolidados na região.

Avaliações do Comportamento das Variáveis Climáticas

A caracterização dos cenários climáticos durante a condução dos experimentos consistiu na: i) Determinação do comportamento da precipitação pluviométrica e temperatura com dados obtidos da plataforma NASA/POWER; e ii) Estimativa do balanço hídrico para avaliar o atendimento da demanda hídrica da cultura da soja por meio do modelo SARRA (*Systeme d'Analyse Regionale des Risques Agroclimatique*), descrito por Baron et al. (1996).

Ao modelo foram incorporados os seguintes parâmetros de entrada: i) Valores diários de precipitação pluviométricas; ii) Valores médios decendiais de evapotranspiração de referência ou potencial (ET_0) estimados pelo método de Hargreaves e Samani, previamente adaptado e recalibrado para as condições brasileiras (MONTEIRO et al., 2017); iii) Valor da reserva útil de água dos solos obtido pelo produto entre a água disponível dos solos ($AD = 110 \text{ mm/m}$) e a profundidade efetiva do sistema radicular da soja (0,50 m); iv) Índices relacionados à fisiologia da cultura, como coeficiente de cultura (K_c) (Tabela 1) e duração média do ciclo e das fases fenológicas (Tabela 2), obtidos por meio de levantamento bibliográfico.

Tabela 1: Coeficientes de cultura (K_c) nos diferentes estádios fenológicos da soja.

Decêndios após o plantio											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,50	1,40	1,20	0,90	0,80	0,80

Fonte: Evangelista (2017).

Tabela 2: Duração média do ciclo, em dias, e respectivas fases fenológicas da soja.

Estádio fenológico	Descrição	Duração
Fase 1	Germinação e emergência	10 dias
Fase 2	Crescimento e desenvolvimento	35 dias
Fase 3	Floração e enchimento de grãos	40 dias
Fase 4	Maturação fisiológica	30 dias
Duração total do ciclo		115 dias

Fonte: Evangelista (2017).

A partir desses dados, foram estimados: i) Evapotranspiração real (ET_r), calculada pelo modelo por função empírica; ii) Evapotranspiração máxima ou da cultura (ET_m), definida como sendo o produto entre o coeficiente de cultura (K_c) e a evapotranspiração potencial (ET_0); e iii) Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA), por meio da razão entre a evapotranspiração real (ET_r) e a evapotranspiração máxima (ET_m). Esses parâmetros de saída foram obtidos para cada localidade onde foram conduzidos os experimentos, levando em consideração a data de plantio e de colheita, sendo, por fim, expressos em valores diários.

A análise do atendimento da demanda hídrica da cultura foi estabelecida com base no ISNA. Esse indicador foi avaliado nas fases críticas da soja levando em consideração os limites que representam a sensibilidade da cultura à quebra de rendimento decorrente do déficit hídrico; sendo, portanto, considerado como critério de baixo risco: i) ISNA maior ou igual a 0,50 na Fase 1; e ii) ISNA maior ou igual a 0,60 na Fase 3 (MAPA, 2022). Vale destacar que todos os dados climáticos utilizados no presente estudo foram obtidos da plataforma NASA/POWER a partir das coordenadas geográficas de cada experimento.

Avaliações Agronômicas da Cultura

Ao longo do ciclo da cultura foram realizadas amostragens de 1 metro linear, com quatro repetições em cada localidade, sendo estas ocorridas nos estádios V4, V6, R1, R5.1 e R6, conforme escala

fenológica proposta por Fehr e Caviness (1977) e adaptada por Ritchie et al. (1977). As amostras coletadas em campo foram conduzidas à Embrapa Pesca, Aquicultura e Sistemas Agrícolas (Embrapa/CNPASA) para análise laboratorial, sendo selecionadas aleatoriamente dentro dessas amostras apenas 3 plantas para análise destrutiva.

As variáveis analisadas para determinação do crescimento e desenvolvimento da cultura foram: i) Peso seco total (PT); ii) Peso seco das folhas (PF); iii) Peso seco dos caules (PC); iv) Peso seco das vagens (PV); e v) Número de vagens (NV). Todas as biomassas foram pesadas em balança digital de leitura automática após secagem em estufa (65°C por 72 horas), sendo expressas em kg.ha⁻¹, e a contagem de vagens foi feita manualmente. Para a determinação do índice de área foliar (IAF) foi utilizado o equipamento da LICOR[®], modelo LI-3100.

Avaliações Produtivas da Cultura

A colheita dos experimentos ocorreu quando a cultura atingiu a sua maturidade fisiológica, sendo registrada em 30 de março de 2023 (135 DAS) para o CESAG/Embrapa e em 20 de março de 2023 (111 DAS) para a Faz. Invernadinha. Nesta etapa foram amostrados 10 metros lineares (2 linhas de 5 metros), com quatro repetições em cada localidade. As amostras foram trilhadas na Embrapa Pesca, Aquicultura e Sistemas Agrícolas (Embrapa/CNPASA), sendo seus grãos submetidos à pesagem, por meio de uma balança digital de leitura automática, e à determinação de umidade, por meio do medidor de umidade de bancada (GEHAKA[®], modelo G939), em laboratório. A produtividade foi corrigida para 13% de umidade e expressa em kg.ha⁻¹ e em sacas.ha⁻¹.

Análise de Dados

Os dados coletados nas avaliações agrônômicas e produtivas da cultura foram sistematizados e submetidos ao teste de Scott-Knott, a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), através do software SISVAR v. 5.6[®] (FERREIRA, 2011). As médias das variáveis analisadas nessas etapas, bem como os dados climáticos coletados e estimados, foram apresentadas na forma de gráficos, utilizando como recurso o programa Microsoft Office Excel 2016[®].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os comportamentos das variáveis climáticas e os desempenhos agrônômicos e produtivos da cultivar de soja DM80i79 IPRO obtidos através da condução dos experimentos em campo no Cerrado Tocantinense.

Comportamento das Variáveis Climáticas

Conforme expresso nas Figuras 1 e 2, o cenário climático da safra 2022/23 foi considerado normal, ou seja, apresentou acumulado de precipitação e médias de temperaturas dentro do padrão da região para o período (SEPLAN, 2012) e dentro das exigências da cultura (NEUMAIER et al., 2020). Durante a condução do experimento no CESAG/Embrapa, em Palmas - TO, registrou-se 1.955,68 mm de chuva, enquanto na Fazenda Invernadinha, em Porto Nacional - TO, registrou-se 1.869,88 mm. Os maiores valores acumulados de chuva ocorreram nos meses de dezembro e março; em contrapartida, entre janeiro e fevereiro têm-se os menores valores acumulados. Nesses municípios as temperaturas médias diárias foram superiores a 23°C, sendo os meses de novembro e fevereiro aqueles com maiores temperaturas.

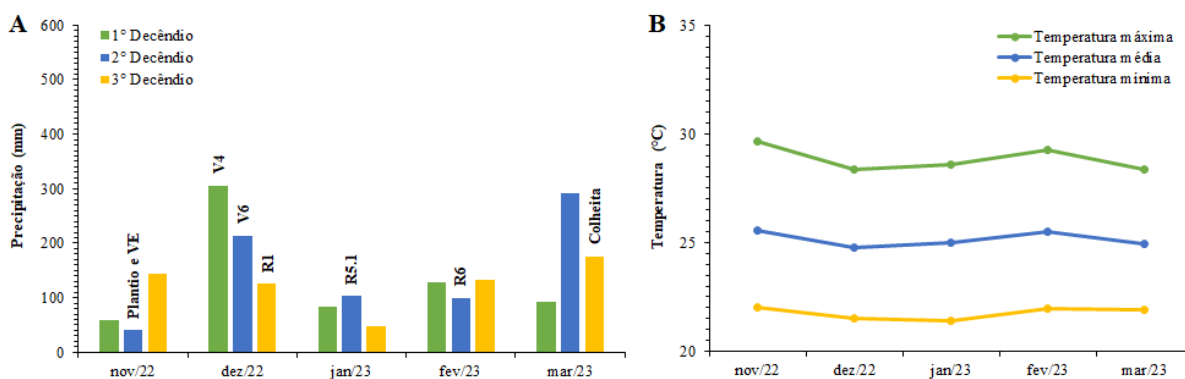


Figura 1: Dados climáticos registrados no CESAG/Embrapa, em Palmas - TO, durante a condução do experimento: A) Precipitação acumulada a cada decêndio, em mm; B) Temperaturas médias mensais, em °C.

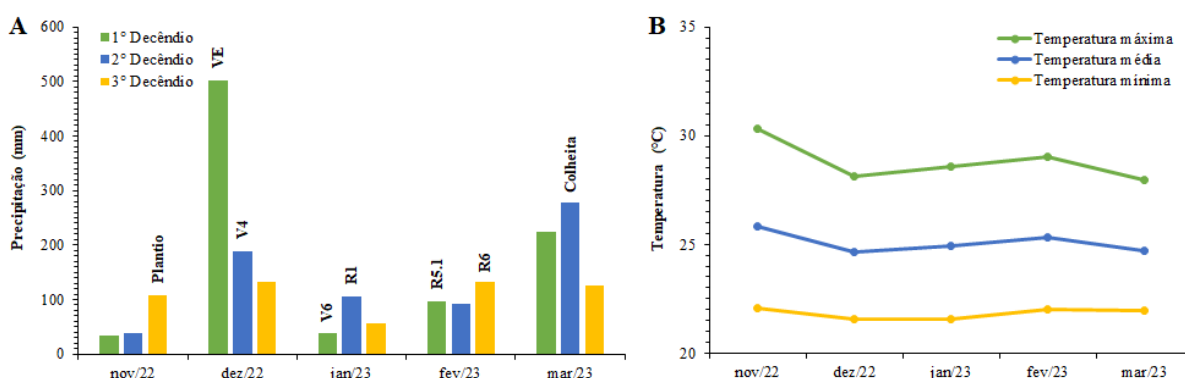


Figura 2: Dados climáticos registrados na Fazenda Invernadinha, em Porto Nacional - TO, durante a condução do experimento: A) Precipitação acumulada a cada decêndio, em mm; B) Temperaturas médias mensais, em °C.

Na análise do atendimento da demanda hídrica da cultura, expresso pelo Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA), observa-se que não foram registradas deficiências hídricas nas fases consideradas críticas para a cultura em ambas as localidades (Figura 3). Por se tratar de cultivo em sequeiro, o suprimento hídrico da cultura é proporcionado pela água advinda da chuva e retida no perfil do solo, na profundidade efetiva radicular; e, portanto, os ISNAs refletiram um comportamento similar aos registros de precipitações. Partindo desse pressuposto, a queda do atendimento das necessidades hídricas observada entre 45 e 85 DAS (Fase 3) é reflexo direto do baixo volume de chuva nesse período. Vale destacar que essa redução não representou penalização hídrica à cultura, visto que os ISNAs se encontram acima do limite exigido nessa fase.

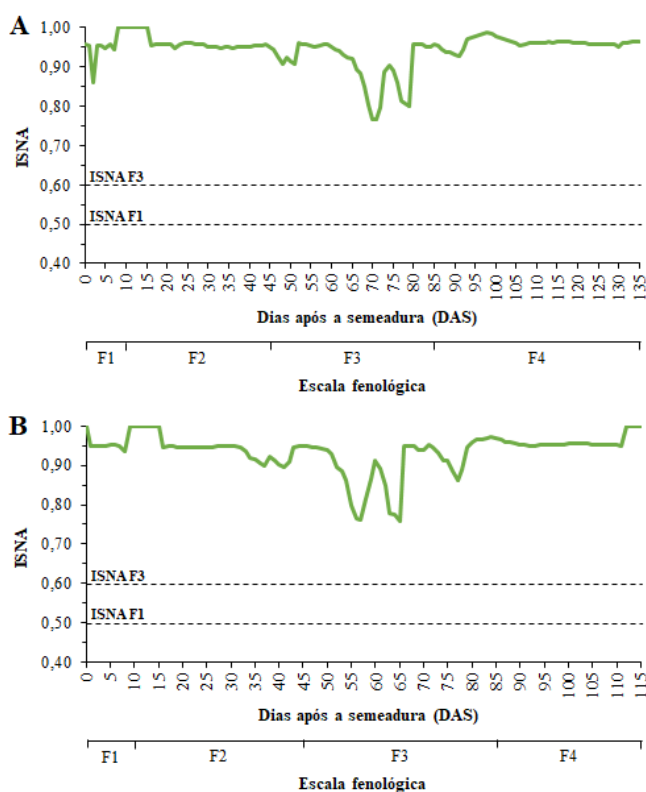


Figura 3: Atendimento da demanda hídrica da cultura da soja durante a condução dos experimentos: A) CESAG/Embrapa, em Palmas - TO; B) Fazenda Invernadinha, em Porto Nacional - TO.

É importante destacar que o risco de quebra de rendimento das lavouras devido evento climático extremo era de apenas 20% (80% de probabilidade de sucesso) nas duas épocas de semeadura da cultura nos municípios em questão, levando em consideração que a cultivar enquadrada como de ciclo precoce foi semeada em solo de textura média, conforme publicado na Portaria n° 257, de 04 de julho de 2022, pela SPA/MAPA (MAPA, 2022), fato que valida os resultados obtidos no presente estudo. Além disso, os tratos culturais empregados durante a condução dos experimentos garantiram fertilidade adequada dos solos e controle eficiente de pragas, doenças e plantas daninhas, favorecendo a cultura apresentar rendimento elevado.

Desempenho Agrônômico da Cultura

O peso seco das folhas e dos caules da cultivar DM 80i79 IPRO não apresentam diferenças significativas quando comparadas as médias nas duas localidades (Figura 4). Observa-se uma tendência de aumento gradual que se intensifica em R5.1 e decresce em R6 para essas variáveis. Esse incremento pode ser justificado pelo fato de se tratar de uma cultivar de hábito indeterminado cujo crescimento e ramificação continuam mesmo após o seu florescimento (R1) (NEUMAIER et al., 2020). A queda da biomassa da parte aérea registrada em R6, especialmente nas folhas, está associada a maturação fisiológica das plantas que passam a direcionar seus suprimentos para as vagens e registrar senescência das folhas (GASPAR et al., 2017). Esses dados indicam ainda que a evolução da cultura apresenta um crescimento conjunto de caules e folhas que permite a troca livre de nutrientes, água e produtos finais da fotossíntese e, conseqüentemente, favorece o desenvolvimento e rendimento da cultura.

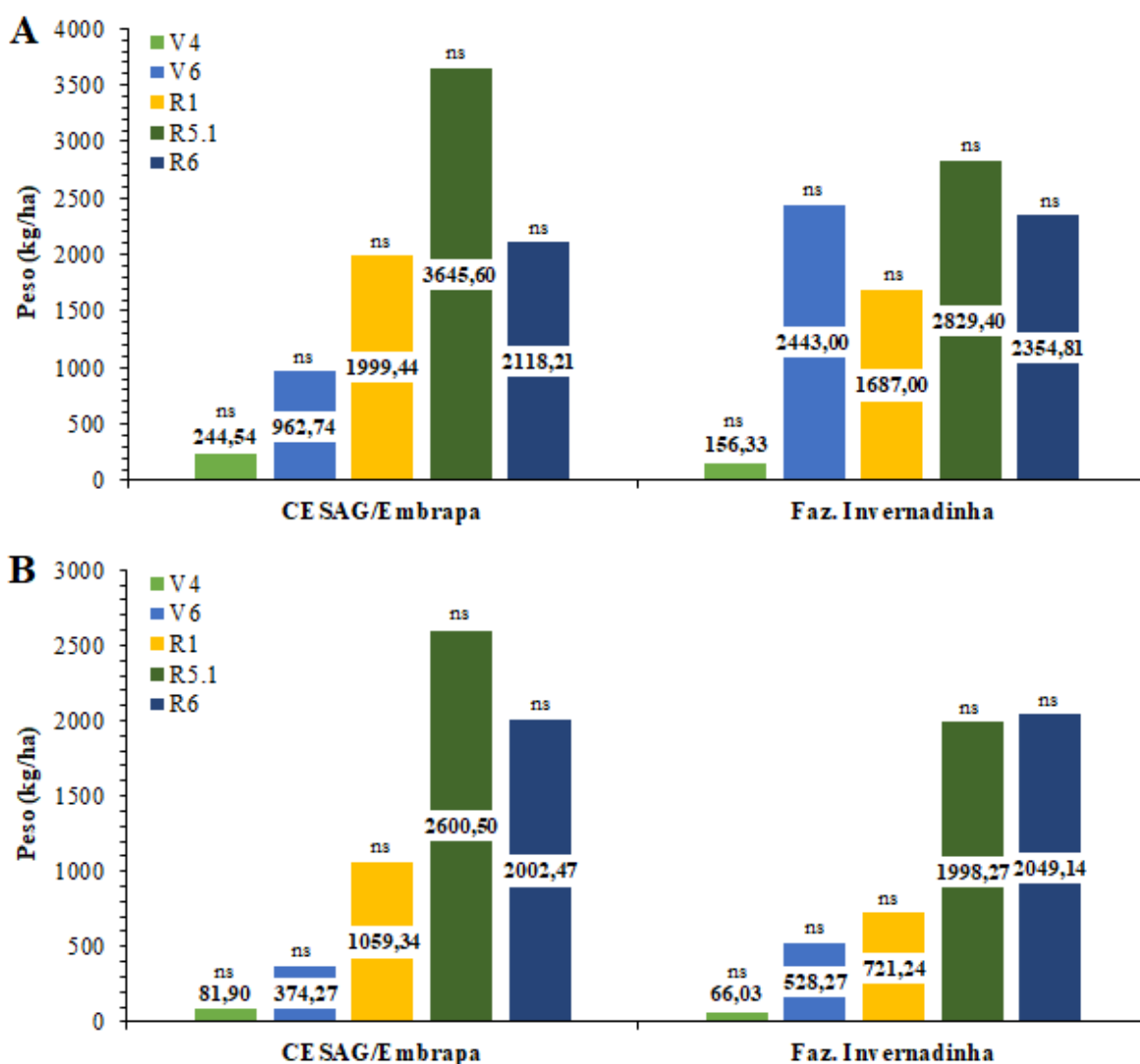


Figura 4: Desempenho agrônomo da cultivar de soja DM80i79 durante a condução dos experimentos: A) Peso das folhas (PF); B) Peso dos caules (PC).^{ns} Não significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

A média de peso e do número de vagens nos dois municípios também não se diferem entre si significativamente (Figura 5). Para essas variáveis, notam-se maiores valores em R6, principalmente quando analisado o peso das vagens, fato esperado frente ao estágio fenológico observado onde as plantas se encaminham para a maturação fisiológica. Nesse estágio ocorre a intensificação da translocação de fotoassimilados para as vagens, fazendo com que o peso das vagens aumente consideravelmente (GASPAR et al., 2017).

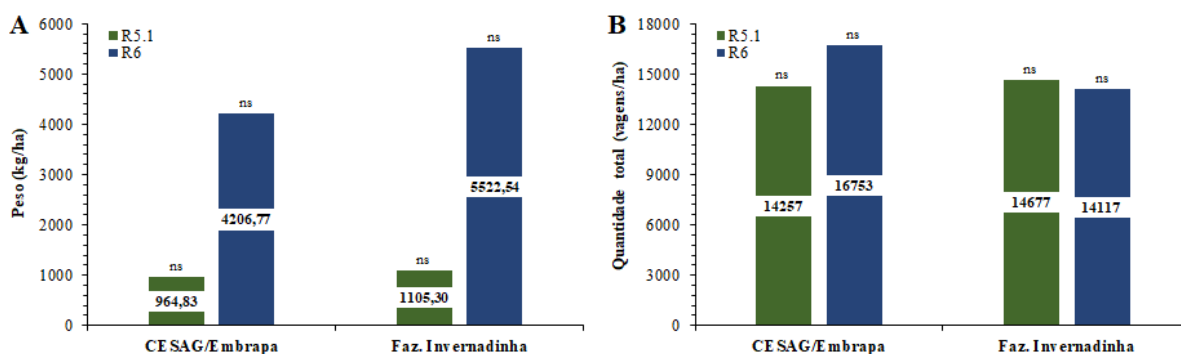


Figura 5: Desempenho agrônômico da cultivar de soja DM80i79 durante a condução dos experimentos: A) Peso das vagens (PV); B) Número de vagens (NV).^{ns} Não significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

O acúmulo de biomassa seca total da cultivar DM 80i79 IPRO, resultante do somatório do PF, PC e PV, não expressou diferença significativa quando comparadas as duas localidades (Figura 6). Conforme esperado, observa-se um aumento substancial do peso seco total da cultura ao longo dos estádios fenológicos avaliados. A redução da biomassa das folhas e caules expressa em R6 é compensada pelo incremento do peso das vagens nesse mesmo estágio, fato que explica o aumento gradativo da matéria seca total da cultura durante seu ciclo de cultivo.

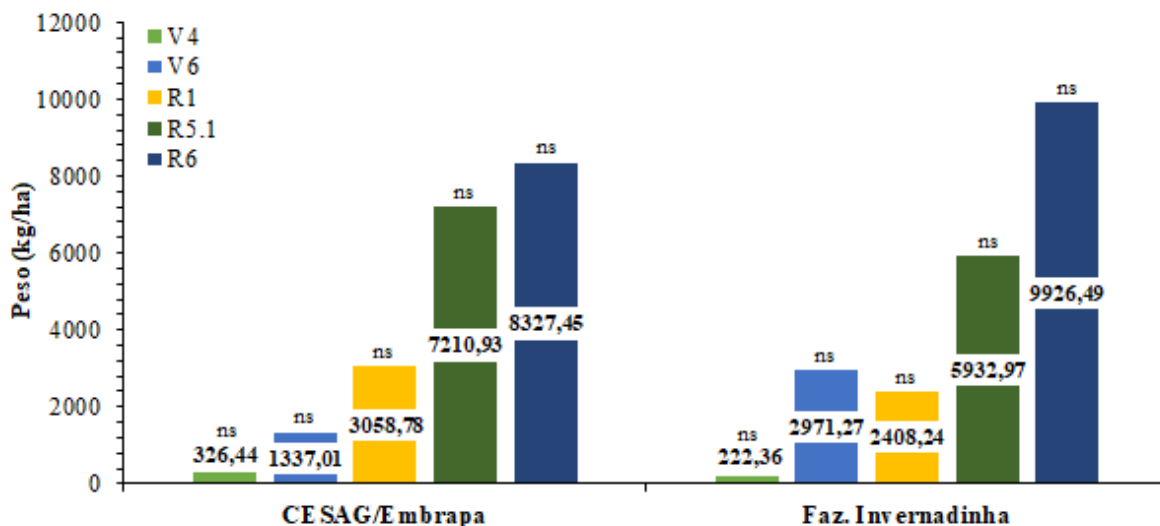


Figura 6: Evolução da biomassa seca total da cultivar de soja DM80i79 durante a condução dos experimentos.^{ns} Não significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Os valores médios do índice de área foliar (IAF) nos dois municípios também não se diferem entre si significativamente (Figura 7). Como o IAF é dependente direto da biomassa das folhas, nota-se um comportamento similar entre essas variáveis, com registro de um crescimento gradativo de V4 até R5.1, com posterior declínio em R6. O IAF máximo situado em R5.1 está associado ao aumento da taxa de crescimento e desenvolvimento dos órgãos vegetativos da cultura. A redução observada em R6, por sua vez, está relacionada com a aproximação da maturação fisiológica da cultura que favorece a abscisão de folhas e a translocação de fotoassimilados para as vagens.

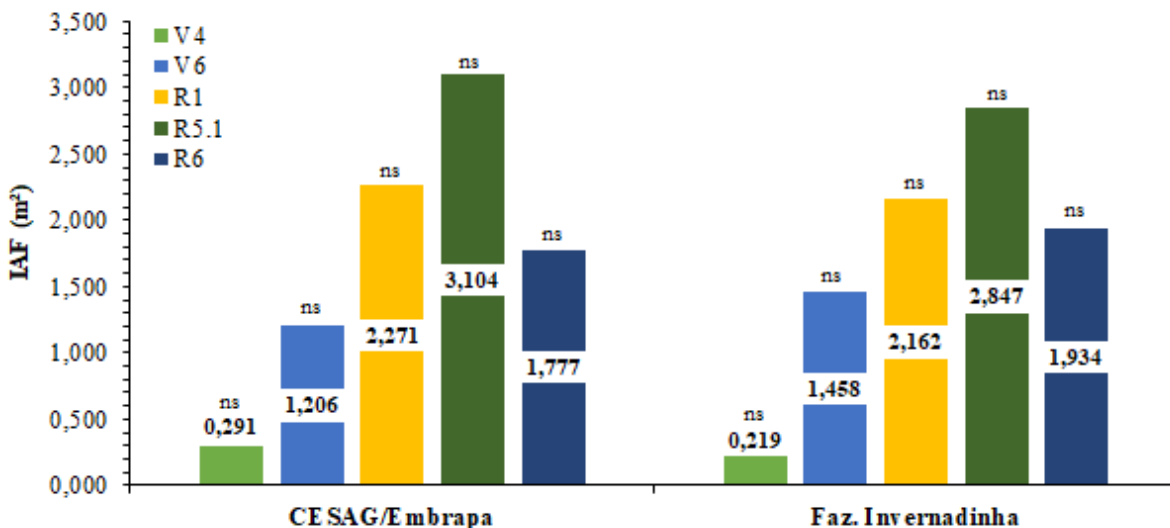


Figura 7: Evolução do índice de área foliar (IAF) da cultivar de soja DM80i79 durante a condução dos experimentos.^{ns} Não significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Partindo desses pressupostos, é possível afirmar que houve um crescimento e desenvolvimento similar da cultivar no Cerrado Tocantinense ao longo do seu ciclo de cultivo. Nesse sentido, divide-se o ciclo da cultivar em estudo em três fases distintas: i) Crescimento inicial suave durante os estádios vegetativos, expresso em V4 e V6; ii) Crescimento médio acentuado nos estádios reprodutivos, apresentado em R1 e R5.1; e iii) Crescimento final reduzido próximo a maturidade fisiológica, expresso em R6.

Desempenho Produtivo da Cultura

As médias das produtividades da cultivar DM 80i79 IPRO nas duas localidades não expressaram diferenças significativas entre si, sendo, portanto, observado a mesma capacidade produtiva dessa cultivar no Cerrado Tocantinense (Figura 8). Analisando o rendimento do Estado, que se situa próximo a 60 sacas.ha⁻¹ (CONAB, 2023), tem-se que a cultivar DM80i79 IPRO apresentou produtividade superior ao esperado para a região, sendo encontrado um incremento médio de 32,5% nos dois municípios. Vale destacar que como não foram registradas penalizações hídricas durante a implantação e condução dos experimentos, a cultivar encontrou condições ideais para expressar um potencial produtivo elevado.

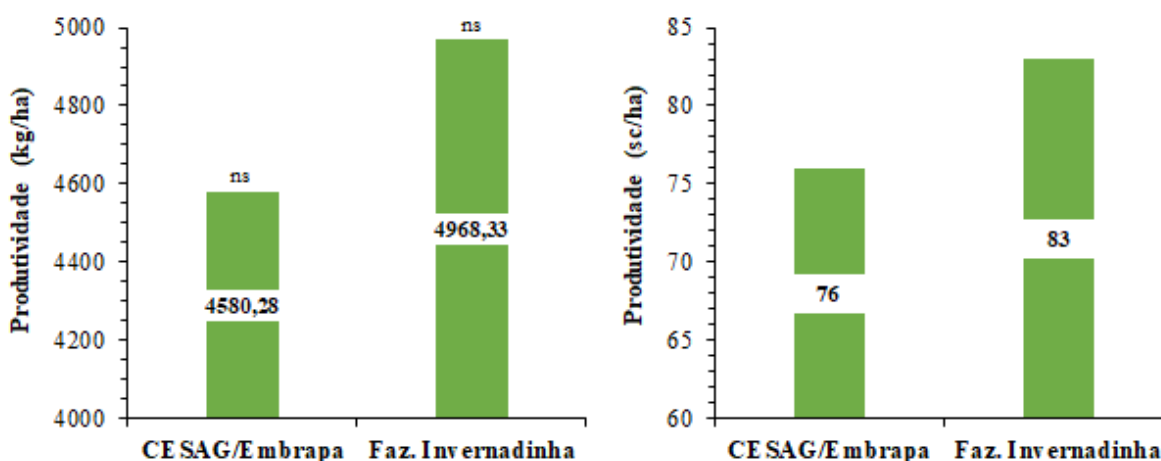


Figura 8: Desempenho produtivo da cultivar de soja DM80i79 durante a condução experimentos.^{ns} Não significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

CONCLUSÃO

O crescimento, desenvolvimento e rendimento da cultivar DM80i79 IPRO não apresentaram diferenças significativas quando comparadas as diferentes localidades onde foi cultivada, refletindo, portanto, um desempenho padrão para a cultivar nos ambientes do Cerrado Tocantinense. A cultivar DM80i79 IPRO apresentou uma alta eficiência produtiva para a região em condições climáticas favoráveis ao seu cultivo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa Pesca, Aquicultura e Sistemas Agrícolas (Embrapa/CNPASA) pela disponibilidade da sua infraestrutura, a CAPES pelo suporte com a concessão de bolsas de pesquisa e a FAPT pelo apoio com a concessão de bolsa de produtividade em pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABREU, I. Relatório sobre o Projeto de Lei Complementar nº 279, de 2016. **Autoriza o Executivo a instituir a Agência de Desenvolvimento do Matopiba**. 2017.
- ALMEIDA, L. A. de; KIIHL, R. A. de S.; MIRANDA, M. A. C. de; CAMPELO, G. J. de A. Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Eds.). **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido / Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.
- ALMEIDA, R. E. M.; CAMPOS, L. J. M.; COSTA, R. V.; SIMON, J.; LAGO, B. C.; BONAFEDE, E. **Desempenho de cultivares de soja da região centro norte do estado do Tocantins na safra de 2015/2016**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2016. (Embrapa Pesca e Aquicultura. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 11).
- BARON, C.; PRESEZ, P.; MARAUX, F. **Systeme d'Analyse Regionale des Risques Agroclimatiques - Bilan Hydrique Applique au Zonage (SARRAZON)**. Montpellier: CIRAD-CA, 1996. 26 p.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2022/23**. Brasília: Conab, 2023.
- EVANGELISTA, B. A.; SILVA, F. A. M.; CAMPOS, L. J. M.; VALE, T. M. **Zoneamento de risco climático para determinação de épocas de semeadura da cultura da soja na região MATOPIBA**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2017. (Embrapa Pesca e Aquicultura. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 18).
- FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. (Embrapa Soja. Circular técnica, 48).
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special Reprint, 80).
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- GASPAR, A. P.; LABOSKI, C. A.; NAEVE, S. L.; CONLEY, S. P. Dry matter and nitrogen uptake, partitioning, and removal across a wide range of soybean seed yield levels. **Crop Science**, [s.l.], v. 57, n. 4, p. 2170-2182, 2017.
- MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Portaria nº 257 de 04 de julho de 2022. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da soja no Estado do Tocantins, ano-safra 2022/2023**. 2022.
- MONTEIRO, J.E.B.A.; CUADRA, S.V.; OLIVEIRA, A.F.; NAKAI, A.M.; MACIEL, R.J.S. Estimativa da evapotranspiração diária baseada apenas em temperatura. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 25, n. 1, p. 227-236, 2017.
- NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; MERTZ-HENNING, L. M.; FOLONI, J. S. S.; MORAES, L. A. C.; GONÇALVES, S. L. Ecofisiologia da soja. In: SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. C. (Eds.). **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. p. 33-54.

PEREIRA, C. N.; PORCIONATO, G. L.; CASTRO, C. N. Aspectos socioeconômicos da região do MATOPIBA. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, v. 18, [s.n.], p. 47-59, 2018.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.

SEPLAN - SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E DA MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO PÚBLICA. DIRETORIA DE ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO. **Atlas do Tocantins**: subsídios ao planejamento da gestão territorial. Palmas: SEPLAN, 2012.