

COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE SOJA NO TABULEIRO COSTEIRO DE ALAGOAS EM CULTIVOS DE SEQUEIRO E IRRIGADO

WEMERSON SAULO DA SILVA BARBOSA¹; GUILHERME BASTOS LYRA²;
IVOMBERG DOURADO MAGALHÃES³; RICARDO ARAÚJO FERREIRA
JÚNIOR²; IÊDO TEODORO²; JOSÉ LEONALDO DE SOUZA²

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal- Professor substituto do curso de Agronomia da Universidade Federal do Oeste da Bahia - UFOB. Campus de Barra. Avenida 23 de Agosto, S/N, Assunção, Barra - BA, CEP: 47100-000 Barra - Bahia. E-mail: agrowssb@gmail.com

²Professor Doutor do curso Agronomia da Universidade Federal de Alagoas –UFAL- Campus de Engenharias e Ciências Agrárias–BR-104, Km 85, S/N, CEP: 57100-000- Rio Largo - Alagoas. E-mail: gbastoslyra@gmail.com, ricardo_ceca@hotmail.com, iedoteodoro@gmail.com, leonaldojs@yahoo.com.br

³Doutor em Produção Vegetal- Universidade Federal de Alagoas –UFAL- Campus de Engenharias e Ciências Agrárias–BR-104, Km 85, S/N, CEP: 57100-000- Rio Largo - Alagoas. E-mail: ivomberg31@hotmail.com

1 RESUMO

Objetivou-se comparar os componentes de produção de cultivares de soja sob irrigação suplementar e em sequeiro. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco repetições e seis cultivares de soja (M 6210, M 6410, BMX-Potência, AS 3730, M 8349 e BRS-9383). Foram analisadas: altura de inserção da primeira vagem (AIPV, cm), número de vagens por planta (NVP, Unid.), massa de mil grãos (MMG, g), índice de colheita (IC), produtividade de água (PA, kg m⁻³) e rendimento de grãos (RG, kg ha⁻¹). Nos cultivos irrigados, os componentes de produção variaram: AIPV de 13 a 19 cm; NVP de 43 a 118 Unid.; MMG de 147 a 207 g; IC de 17 a 45; PA de 0,80 a 1,28 kg m⁻³ e RG de 3.871 a 6.198 kg ha⁻¹. Enquanto em sequeiro, a AIPV variou de 5,85 a 16,80 cm; o NVP de 28 a 72 Unid.; a MMG de 83 a 176 g; a PA de 0,55 a 0,86 kg m⁻³ e o RG de 2.328 a 3.600 kg ha⁻¹. Somente o IC foi maior nos cultivos em sequeiro, variando de 16,80 a 52. Verifica-se, portanto, que o desempenho dessas seis cultivares de soja foi maior sob regime de irrigação.

Palavras-chave: genótipos, grãos, *Glycine max.*, irrigação.

BARBOSA, W. S. S.; LYRA, G. B.; MAGALHÃES, I. D.; FERREIRA JÚNIOR, R. A.;
TEODORO, I.; SOUZA, J. L.

PRODUCTION COMPONENTS OF SOYBEAN IN THE COASTAL TABLELANDS
OF ALAGOAS IN RAINFED AND IRRIGATED CROPS

2 ABSTRACT

The objective was to compare the production components of soybean cultivars under supplemental irrigation and rainfed conditions. The experimental design was randomized blocks with five replications and six soybean cultivars (M 6210, M 6410, BMX-Potência, AS 3730, M 8349, and BRS-9383). The height of the first pod insertion (HFPI, cm), number of pods per plant (NPP, Units), thousand grain mass (TGM, g), harvest index (HI), water productivity (WP, kg m⁻³), and grain yield (GY, kg ha⁻¹) were analyzed. In irrigated crops, the

production components varied HFPI from 13 to 19 cm; NPP from 43 to 118 units; TGM from 147 to 207 g; HI from 17 to 45; WP from 0.80 to 1.28 kg m⁻³, and GY from 3,871 to 6,198 kg ha⁻¹. While in rainfed conditions, the HFPI ranged from 5.85 to 16.80 cm; NPP from 28 to 72 units; TGM from 83 to 176 g; WP from 0.55 to 0.86 kg m⁻³, and GY from 2,328 to 3,600 kg ha⁻¹. Only the HI was higher in rainfed crops, ranging from 16.80 to 52. It can be seen; therefore, that the performance of these six soybean cultivars was higher under irrigation.

Keywords: genotypes, grains, *Glycine max.*, irrigation.

3 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a principal *commodity* do agronegócio brasileiro. Com aproximadamente 39,20 milhões de hectares cultivados, a produção anual dessa oleaginosa para a safra de 2020/2021 foi de 138,15 milhões de toneladas (t), com produtividade média de 3.525 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022). Em Alagoas, a sojicultura tem ganhado espaço em relação a outros cultivos, apresentando produção de 5,5 mil t, com área de cultivo aproximadamente igual a 2,2 mil hectares e produtividade média de 2.500 kg ha⁻¹ (CONAB, 2019).

Os Tabuleiros Costeiros de Alagoas integram a região do SEALBA (Sergipe, Alagoas e nordeste da Bahia), que representa uma nova fronteira agrícola para o cultivo de grãos no Nordeste brasileiro (NEB). Todavia, por não ser uma região tradicional no cultivo de soja, a região do SEALBA ainda apresenta baixos índices de produção em relação a outras regiões produtoras do NEB (SANTIAGO *et al.*, 2019; PROCÓPIO *et al.*, 2018).

A cultura da soja surge como uma importante alternativa para a diversificação de culturas agrícolas, sendo usada principalmente para ocupar áreas anteriormente cultivadas com cana-de-açúcar. Entretanto, conhecimento acerca do seu manejo hídrico e sobre as melhores cultivares para as condições edafoclimáticas de Alagoas, ainda precisa ser elucidado, o que é um fator limitante para o aumento da sua produtividade na região, influenciando

na expansão de áreas cultivadas (SANTIAGO *et al.*, 2019; CRUZ *et al.*, 2009).

Os agricultores da região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas cultivam grãos em condições de sequeiro no início da estação chuvosa, entre os meses de maio e setembro, numa safra que ocorre nas estações outono-inverno, o que os diferenciam de outras regiões produtoras (PROCÓPIO *et al.*, 2018; LYRA *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2004).

Conforme Souza *et al.* (2004), a região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas apresenta precipitação média anual de 1.800 mm, com 70% das chuvas concentradas no período de abril a agosto, enquanto 30% se distribuem de outubro a fevereiro. Apesar do índice pluviométrico anual ser relativamente alto, verifica-se que há probabilidades de ocorrer veranicos, principalmente dentro da estação chuvosa da região. Devido a essa sazonalidade, a necessidade hídrica das culturas pode não ser suprida pelas chuvas, tornando necessário o uso de irrigação complementar (CARVALHO *et al.*, 2013; LYRA *et al.*, 2010).

A disponibilidade hídrica é um recurso determinante para a produção agrícola, o que justifica os diferentes níveis de produtividade entre as regiões produtoras de soja no Brasil. Nesse contexto, destaca-se o papel da irrigação, que é uma prática preponderante para a melhoria da produtividade agrícola, principalmente, durante estações com baixos índices de precipitação. As condições meteorológicas durante a fase de crescimento da soja são as

principais causas de variabilidade na sua produção entre safras e regiões, sendo que o déficit hídrico pode representar em média 46% da produtividade da cultura (PROCÓPIO *et al.*, 2018; BATTISTI *et al.*, 2018; SENTELHAS *et al.*, 2015).

Pesquisas com competição de cultivares de soja são relevantes para fornecer materiais adaptados às características ambientais de clima e solo de uma localidade específica, o que pode garantir bons índices agronômicos aos sojicultores. Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo comparar os componentes de produção de seis cultivares de soja sob irrigação suplementar e em

sequeiro, em dois anos de cultivo, na região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo Coeso Argissólico, de textura média/argilosa, cujas características físico-químicas estão apresentadas na Tabela 1. Ressalta-se que a análise química do solo foi utilizada como base para a adubação de plantio.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo da área experimental localizada em Rio Largo, Alagoas.

Características Físicas									
VIB	Densidade Volumétrica	Porosidade total	θ_{CC}	θ_{PMP}	Declividade média				
(mm h ⁻¹)	(Mg m ⁻³)	m ³ m ⁻³			(%)				
52	1,52	0,423	0,244	0,148	≤2				
Características Químicas									
Prof. m	pH H ₂ O	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al	² CTC _t
		mg dm ⁻³			cmol dm ⁻³				
0 - 0,20	5,5	3	20	10	1,89	1,23	0,09	4,66	3,3
0,2 - 0,40	6,1	4	25	10	2,5	1,89	0	3,12	4,49
Prof. m	CTC _T cmol.dm ⁻³	MO g kg ⁻¹	SB	m	Ca	Mg	K	Na	
			%						
0 - 0,20	7,87	26,3	41	3	24	15,6	0,6	0,5	
0,2 - 0,40	7,61	29	59	0	32,9	24,8	0,8	0,5	

VIB – velocidade de infiltração básica, θ_{CC} – capacidade de campo, θ_{PMP} – ponto de murcha permanente, Prof. – profundidade, pH – potencial hidrogeniônico, P – fósforo, K – potássio, Na – sódio, Ca – cálcio, Mg – magnésio, Al – alumínio, H+Al – hidrogênio mais alumínio, CTC_t – Capacidade de troca de cátions efetiva, CTC_T – Capacidade de troca de cátions total, MO – Matéria orgânica, SB – soma de bases, m – saturação por alumínio.

Fonte: Autores (2022).

Os experimentos de campo foram conduzidos em dois anos de cultivo numa área de 0,12 ha. O primeiro experimento recebeu irrigação suplementar e foi realizado durante a estação seca da região, no período entre 14/11/2018 e 03/04/19 (140 dias), enquanto o segundo foi cultivado em sequeiro, sendo conduzido na estação

chuvosa, entre 20/06/19 e 28/10/2019 (130 dias).

O preparo do solo foi realizado com duas gradagens, posteriormente, efetuou-se a abertura dos sulcos para a adubação. A adubação de base seguiu as recomendações do Instituto Agronômico de Pernambuco-IPA (2008) para a cultura da soja. Foram aplicados 80 e 60 kg ha⁻¹, de superfosfato

simples (18% de P₂O₅) e cloreto de potássio (60% de K₂O), respectivamente.

Para o plantio, foram utilizadas sementes com tratamento industrial (TSI), inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* para a fixação biológica do nitrogênio (FBN). A semeadura foi realizada manualmente, com espaçamento entre linhas de 0,50 m e população de plantas variando em função da cultivar e do teste de germinação (BRASIL, 2009).

Para o controle de plantas infestantes, foi utilizado em pré-emergência o Flumioxazina (500g/L) e em pós-emergência, o Glifosato N-(fosfometil) glicina (370 g/L) e o Glifosato (445 g/L). O controle pragas foi realizado por meio da aplicação dos inseticidas Imidacloprido

(700g/kg) e Lambda-cialotrina (50g/L). O controle preventivo de doenças fúngicas foi realizado por meio da aplicação do fungicidas Tebuconazol (200 g/L) e Trifloxistrobina (100 g/L) nos estádios V3 e R1, respectivamente (AGROFIT, 2019).

4.2 Delineamento e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com cinco repetições e seis tratamentos, sendo os tratamentos constituídos de cultivares de soja de alto potencial produtivo que apresentam diferentes hábitos de crescimento e grupos de maturação (Tabela 2).

Tabela 2. Nome, hábito de crescimento, ciclo e grupo de maturação das cultivares de soja utilizadas no trabalho em Rio Largo, AL.

Cultivar	Hábito de Crescimento	Ciclo	Grupo de maturação
M 6210 IPRO ^(*)	Indeterminado	Precoce	6,2
M 6410 IPRO	Indeterminado	Precoce	6,4
BMX-POTÊNCIA RR	Indeterminado	Semiprecoce	6,7
AS 3730 IPRO	Indeterminado	Superprecoces	7,3
M 8349 IPRO	Determinado	Intermediário	8,3
BRS 9383 IPRO	Determinado	Tardio	9,3

^(*) M-Monsoy; BRS - Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa Soja); BMX-Brasmax (GDM sementes); AS-Agroeste sementes.

Fonte: Autores (2022).

As dimensões da área experimental foram 35,0 m de comprimento por 33,0 m de largura, totalizando 1.155 m². Em cada bloco foram fixadas seis parcelas compostas por 10 linhas com 5,0 m de comprimento (25,0 m²).

4.3 Dados meteorológicos e manejo de irrigação

A determinação da Evapotranspiração de Referência (ET₀) durante a condução experimental foi calculada pelo método de Penman-Monteith, parametrizado no boletim FAO-56 (ALLEN *et al.*, 1998), Equação 1. Os

dados meteorológicos foram coletados de uma estação meteorológica automática (Micrologger – CR 1000, Campbell Scientific, Logan, Utah).

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_{med} + 273} U (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (1)$$

Em que: ET₀: Evapotranspiração de Referência (mm dia⁻¹); R_n: Saldo de radiação diário (MJ m⁻² dia⁻¹); G: Fluxo total diário de calor do solo (MJ m⁻² dia⁻¹); T: Temperatura média diária do ar (°C); U₂: Velocidade do vento média diária à altura de 2 m (m s⁻¹); e_s: Pressão de saturação do

vapor médio diário (kPa); ea: Pressão atual do vapor médio diário (kPa); (es-ea): déficit de saturação de vapor médio diário (kPa); Δ : declividade da curva da pressão do vapor em relação à temperatura (kPa °C⁻¹); e γ : coeficiente psicrométrico (kPa °C⁻¹).

A irrigação suplementar no primeiro experimento foi realizada pelo método aspersão, com aspersores modelo Agropolo NY-25, com diâmetro nominal de 3,0 x 0,0 mm - bocal vermelho, espaçados de 12,0 x 12,0 m, com pressão de serviço de 30 m.c.a, vazão média de 0,50 m³ h⁻¹ e intensidade de aplicação de 3,6 mm h⁻¹. As lâminas de irrigação aplicadas ao longo do experimento foram registradas pelas leituras em

hidrômetros (Tabela 3), o manejo de irrigação foi embasado na evapotranspiração da cultura (ET_c), Equação 2.

$$ET_c = ET_0 K_c \quad (2)$$

Em que: ET_c: Evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹); ET₀: Evapotranspiração de Referência (mm dia⁻¹) e K_c: Coeficiente da cultura em cada fase de desenvolvimento, foram considerados os valores: 1,0, 1,2 e 0,50 para as fases inicial, vegetativo e final, respectivamente, conforme o boletim FAO-56 (ALLEN *et al.*, 1998)

Tabela 3. Cultivares de soja e total de água no experimento irrigado (irrigação + precipitação) e no experimento em sequeiro (precipitação pluvial), em Rio Largo, Alagoas.

Cultivares	IRRIGADO	SEQUEIRO
	(mm)	
M 6210	601,0	515,0
M 6410	617,0	530,0
BMX-Potência	650,0	531,0
AS 3730	617,0	530,0
M 8349	650,0	537,0
BRS-9383	720,0	547,0

Fonte: Autores (2022).

4.4 Medidas da umidade do solo

O armazenamento de água no solo (ARM, mm) foi monitorado a partir do balanço hídrico pelo método de Thorntwaite e Mather (1955), adaptado por Lyra *et al.* (2010) para culturas agrícolas. Para isso, foi calculada a capacidade de água no solo (CAD, mm) para cada fase da cultura, conforme a Equação 3, desenvolvida em função da profundidade efetiva do sistema radicular (z, m), que varia de 0,1 a 0,4 m, entre a emergência e a fase de senescência, respectivamente (FEHR; CAVINESS, 1977). Os valores de umidade do solo a base úmida na capacidade de campo e ponto de murcha permanente (θ , m³ m⁻³) foram determinados por curva de retenção de água no solo.

$$CAD = 1.000(\theta_{cc} - \theta_{pmp})z \quad (3)$$

Em que: CAD: Capacidade de água no solo (mm); θ_{cc} : Capacidade de campo, igual a 0,244 m³ m⁻³; e θ_{pmp} : ponto de murcha permanente, igual a 0,148 m³ m⁻³.

A água facilmente disponível (AFD, mm) foi calculada conforme a Equação 4, que utiliza o fator de disponibilidade hídrica igual a 0,60 (BERNARDO *et al.*, 2019).

$$AFD = CADf \quad (4)$$

Em que: AFD: Água facilmente disponível (mm); CAD: Capacidade de água no solo (mm); e f: Disponibilidade hídrica da cultura.

4.5 Coleta de dados para os componentes de produção

A colheita foi realizada quando as plantas atingiram a fase de maturação fisiológica (R8), ou seja, quando elas apresentaram elevada matéria seca de grãos, próxima a 13% de umidade. Foram avaliados os seguintes componentes de produção: altura de inserção da primeira vagem (AIPV, cm), número de vagens por planta (NVP, Unid.), massa de mil grãos (MMG, g), matéria seca das plantas (MSP, somatório da massa seca das folhas, ramos e vagens, kg ha⁻¹), índice de colheita (IC), produtividade de água (PA, kg m⁻³) e rendimento de grãos (RG, kg ha⁻¹).

A AIPV e o NVP foram avaliados em 10 plantas por parcela, que foram escolhidas de forma aleatória, a primeira variável foi mensurada pela distância entre o coleto da raiz e a primeira vagem, enquanto a segunda foi calculada por meio da sua contabilização nas plantas. A MMG (g) foi obtida por meio da pesagem de 100 grãos, com oito repetições, multiplicando-se a média por 10 (BRASIL, 2009).

A razão entre o RG (kg ha⁻¹) e a MSP (kg ha⁻¹), determina o IC, conforme a Equação 5.

$$IC = \frac{RG}{MSP} \quad (5)$$

Em que: IC: Índice de colheita; RG: Rendimento de grãos (kg ha⁻¹); e MSP: Matéria seca das plantas, somatório da massa seca das folhas, ramos e vagens (kg ha⁻¹).

A PA (kg m⁻³) foi estimada de acordo com a Equação 6:

$$PA = \frac{RG}{10ET_c} \quad (6)$$

Em que: PA: produtividade de água (kg m⁻³); RG: Rendimento de grãos (kg ha⁻¹)

e ET_c total: Evapotranspiração total da cultura (mm). O fator 10 destina-se a converter a lâmina de água (mm) em volumes de água aplicado (m³ ha⁻¹).

O RG (kg ha⁻¹) foi calculado a partir da massa seca dos grãos (13% de umidade), coletadas na área útil de 4,0 m² de cada parcela e posteriormente estimado, para um hectare, Equação 7.

$$RG = \left(\frac{M}{C * E} \right) 10.000 \quad (7)$$

Em que: RG: Rendimento de grãos (kg ha⁻¹); M: Massa colhida na área amostrada (4,0 m², em kg); C: Comprimento das linhas de plantio na área amostrada (m); e E: Espaçamento entre as linhas (m). O fator 10.000 destina-se a converter a área de m² para ha.

4.6 Análise estatística

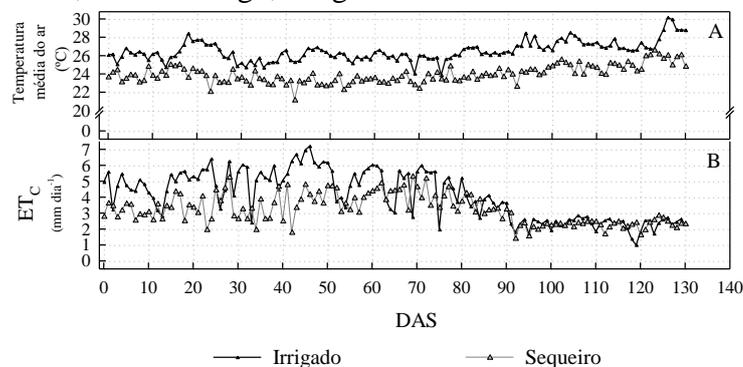
Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando houve efeito significativo, utilizou-se a análise de agrupamento univariada conforme o teste de Scott-Knott (1974) ($p \leq 0,05$), para evitar ambiguidades na comparação das médias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Condições meteorológicas

As condições meteorológicas as quais as cultivares de soja foram expostas variaram entre os experimentos (Figura 1). Durante o experimento irrigado, a temperatura média do ar (26,5 °C) foi superior à observada no experimento em sequeiro. A temperatura máxima média do ar, registrada aos 126 dias após o semeio (DAS) (20/03/2019), no experimento irrigado foi de 30,2 °C, com mínima de 23,9 °C aos 75 DAS (28/01/19).

Figura 1. Temperatura média do ar diária (A) e evapotranspiração da cultura (B) durante dois ciclos de cultivo de soja, um sob irrigação, no período de 14 de novembro de 2018 a 03 de abril 2019, e outro sob sequeiro, no período de 20 de junho de 2019 a 28 de outubro de 2019, em Rio Largo, Alagoas.



Fonte: Autores (2022).

As temperaturas do ar durante o experimento em sequeiro apresentaram tendência de decréscimo em relação ao ciclo irrigado. Por ser conduzido dentro da estação chuvosa da região dos Tabuleiros Costeiros, a temperatura média diária máxima do ar nesse ciclo foi de 26,6 °C aos 123 DAS (21/10/2019), com média de 24 °C e mínima de 21,2 °C aos 42 DAS (01/08/2019) (Figura 1A).

Souza *et al.* (2004) avaliaram a temperatura do ar na região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, no período de 1972 a 2001, e verificaram que o período entre 21/05 e 10/10 é o que melhor pode atender à necessidade térmica ótima das culturas agrícolas. Porém, considerando que a temperatura ótima para o desenvolvimento da soja está entre 20 e 30 °C (LOPES; LIMA, 2015), verifica-se que em ambos os experimentos não ocorreram limitações térmicas para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

A ETc durante o ciclo irrigado foi 12% superior à do experimento em sequeiro (Figura 1B), o que pode ser justificado pela maior incidência de radiação que, conseqüentemente, elevou a temperatura do dossel vegetativo e do solo, aumentando por conseqüência, o gradiente de transpiração das plantas e a evaporação de água para a atmosfera. Os valores de ETc registrados no

primeiro ciclo foram: máximo de 7,20 mm dia⁻¹ aos 46 DAS (30/12/18), mínimo de 0,99 mm dia⁻¹ aos 119 DAS (13/03/19) e médio de 3,90 mm dia⁻¹. Considerando os 140 dias de cultivo, ao fim do experimento foram somados 589 mm. A ETc em sequeiro totalizou 422 mm em 130 dias de cultivo, com máxima de 5,31 mm aos 69 DAS (28/08/2019), média de 3,22 mm e mínima de 1,42 mm aos 92 DAS (20/09/2019). A evapotranspiração é um dos principais fatores da relação solo, planta, água e atmosfera, porque o nível de água utilizada pela cultura é diretamente relacionado ao desenvolvimento de estresse nas plantas (ALLEN *et al.*, 1998).

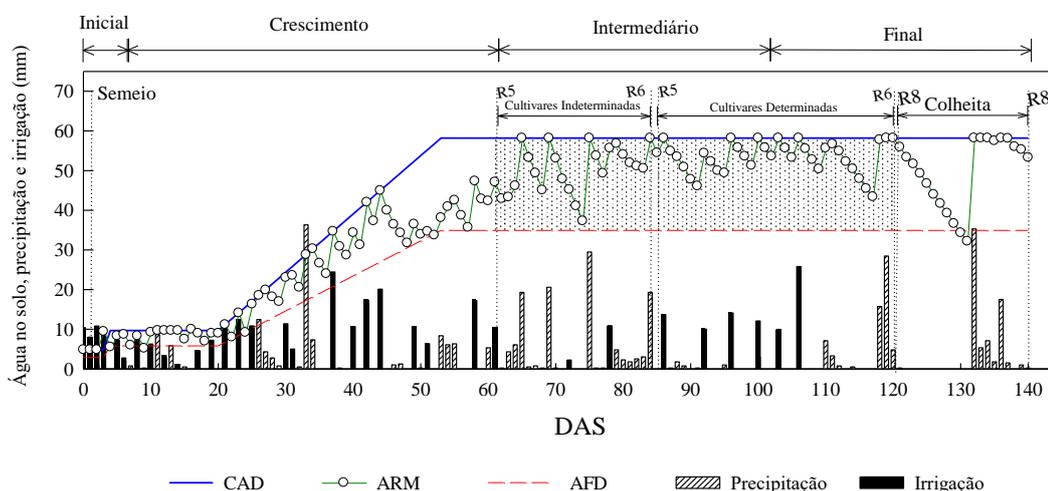
5.2 Balanço hídrico do solo

5.2.1 Experimento irrigado

Em 140 dias de cultivo irrigado, o balanço hídrico teve precipitação pluvial de 375 mm. O mês mais chuvoso foi janeiro (109,20 mm), sendo o mês de novembro o menos chuvoso (25,0 mm). O maior valor precipitação registrado foi de 36,32 mm dia⁻¹ aos 33 DAS (17/12/2018), com precipitação média de 2,70 mm dia⁻¹ (Figura 2), verifica-se que houve excesso de água apenas em 28 dias (20% do ciclo de cultivo)

e que em 70 dias (50%) do ciclo de cultivo não houve chuva.

Figura 2. Variação do armazenamento de água no solo (ARM, mm) para o cultivo de soja sob irrigação no período de 14 de novembro de 2018 a 03 de abril de 2019, determinada pelo balanço hídrico de Thornthwaite e Matter em Rio Largo, Alagoas.



Fonte: Autores (2022).

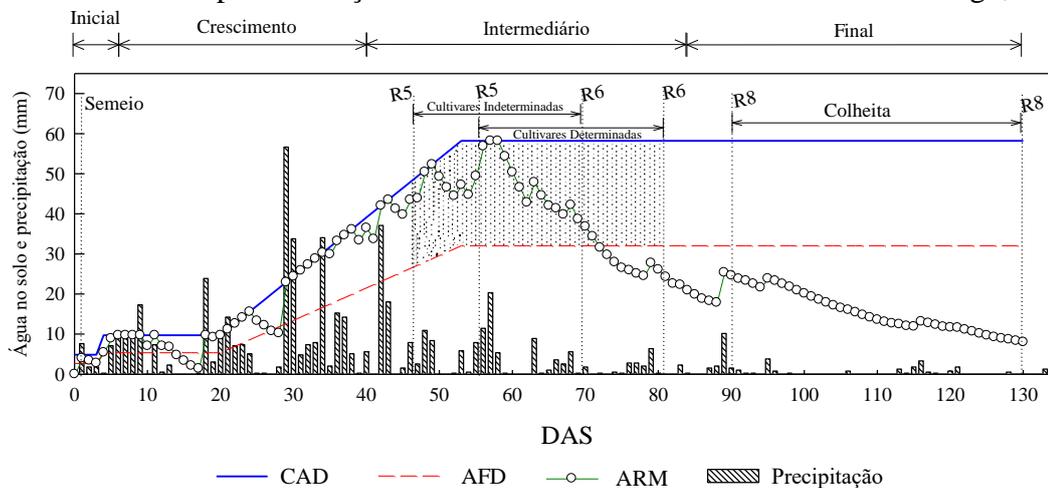
As lâminas de irrigação aplicadas ao longo do ciclo totalizaram 345,30 mm, com valores máximo, mínimo e médio de 25,85, 2,26 e 10,46 mm, respectivamente. Houve incremento na disponibilidade de água à cultura, observada pela precipitação efetiva de 720 mm, o que resultou em um ARM acima da água facilmente disponível (Figura 2). Observa-se ainda que o ARM não comprometeu os períodos de maior sensibilidade à falta de água, principalmente durante as fases de enchimento de grãos (R5 a R6).

Trabalhos realizados com níveis de reposição hídrica, mostram que o déficit moderado de água no solo por curtos períodos durante os estágios vegetativos geralmente não reduzem o rendimento da soja. No entanto, se esse déficit ocorrer durante os estágios de aumento da vagem e enchimento de grãos, haverá efeito negativo sobre os componentes de produção (ANDA *et al.*, 2019; MONTOYA *et al.*, 2017; GAVA *et al.*, 2015).

5.2.2 Experimento de sequeiro

Em relação ao balanço hídrico no experimento em sequeiro, em 130 dias de cultivo, as precipitações totalizaram 547,37 mm. O mês mais chuvoso foi julho (269,50 mm), e outubro o menos chuvoso (11,20 mm). A disponibilidade de água às plantas se deu até o 73° DAS, porém, é válido ressaltar que ela foi insuficiente para atender todo o ciclo produtivo das cultivares. Observa-se que ocorreram três períodos de baixo armazenamento de água no solo, o primeiro ocorreu entre o 14° e 17° DAS, o segundo entre o 25° e 27° DAS, e o terceiro no 73° DAS, sendo equivalentes a 11,7, 23,0 e 79,0 mm, respectivamente. O primeiro e segundo períodos sem chuva ocorreram durante os estágios iniciais de crescimento e desenvolvimento da soja. Enquanto, o terceiro, no qual o ARM caiu drasticamente, ocorreu na fase de enchimento de grãos (R6). Houve excesso de chuvas em 24 dias do ciclo de cultivo (18,46%), com 44 dias (33%) sem de chuva. A maior lâmina de chuva ocorreu aos 29 DAS, equivalente a 56 mm (Figura 3).

Figura 3. Variação do armazenamento de água no solo (ARM, mm) para o cultivo de soja, de 20 de junho de 2019 a 28 de outubro de 2019, em função dos dias após o semeio, determinada pelo balanço hídrico de Thornthwaite e Matter em Rio Largo, Alagoas.



Fonte: Autores (2022).

As cultivares de crescimento indeterminado iniciaram os estádios R5-R6 do 50° ao 70° DAS, por outro lado, as de crescimento determinado, M 8349 e BRS-9383, iniciaram esses estádios no 56° e 65° DAS, respectivamente, logo, elas tiveram uma menor disponibilidade hídrica nesses estádios em relação às cultivares de crescimento indeterminado.

5.3 Componentes de produção

5.3.1 Análise de variância

Em ambos os experimentos (irrigado e sequeiro), houve diferença significativa entre as cultivares a 1% de probabilidade para as variáveis: altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, massa de mil grãos, índice de colheita, produtividade de água e rendimento de grãos (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de variância para os componentes de produção de cultivares de soja irrigadas, com ciclo de 14/11/18 a 03/04/19, e em sequeiro, com ciclo de 20/06/2019 a 28/10/2019, em Rio Largo, Alagoas.

		Valores de Quadrado Médio ²					
Fontes de variação	GL ¹	<i>Irrigado</i>					
		AIPV	NVP	MMG	IC	PA	RG
Cultivares (C)	5	30,70**	3932,90**	2385,64**	477,34**	0,144**	914,70**
Bloco	4	9,27 ^{ns}	118,82 ^{ns}	311,07 ^{ns}	63,43 ^{ns}	0,083 ^{ns}	51,92 ^{ns}
Resíduo	20	4,61	66,38	107,93	45,96	0,018	119,22
Total	29	-	-	-	-	-	-
CV (%)		13,75	13,20	5,49	19	12,28	12,30
		<i>Sequeiro</i>					
	GL ¹	AIPV	NVP	MMG	IC	PA	RG
Cultivares (C)	5	102,63**	1387,54**	1047,47**	0,078**	0,065**	314,0**
Bloco	4	0,26 ^{ns}	7,63 ^{ns}	13,44 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	0,002 ^{ns}	13,36 ^{ns}
Resíduo	20	1,66	36,94	18,92	0,0041	0,004	18,55
Total	29	-	-	-	-	-	-
CV (%)		13,14	14,78	2,79	17,75	8,82	8,75

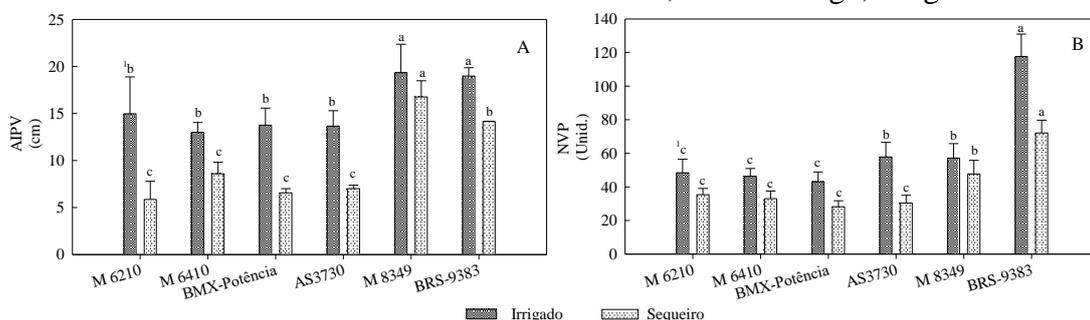
¹ Graus de liberdade; ²**Significativo à nível de 1%; ns não significativo pelo teste F. CV: Coeficiente de variação; Altura de inserção da primeira vagem (AIPV, cm), Número de Vagens por Planta (NVP, Unid.), Massa de mil grãos (MMG, g), Índice de Colheita (IC), Produtividade de Água (PA, kg m⁻³) e Rendimento de Grãos (RG, kg ha⁻¹).

Fonte: Autores (2022).

Para a AIPV das cultivares irrigadas, houve a formação de dois grupos contrastantes: o primeiro com médias de 19,0 (BRS-9383) e 19,30 cm (M 8349); e o segundo com médias variando de 13,0 (M 6410) a 15,0 cm (M 6210) (Figura 4A). A seleção de cultivares bem como as práticas de manejo devem buscar alturas de inserção

da primeira vagem de pelo menos 10 cm, o que evita perdas na colheita mecanizada (CARMO *et al.* 2018; CARVALHO *et al.*, 2010). No presente trabalho, verifica-se que os valores de AIPV foram superiores a 10 cm tanto em condições de irrigação quanto em sequeiro.

Figura 4. Altura de Inserção da Primeira Vagem (A) e Número de Vagens por Planta (B) de cultivares de soja irrigadas, ciclo de cultivo de 14/11/18 a 03/04/19, e em sequeiro, ciclo de cultivo de 20/06/2019 a 28/10/2019, em Rio Largo, Alagoas.



¹As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) com $p < 0,05$.

Fonte: Autores (2022).

Para a AIPV em sequeiro, também houve a formação de dois grupos: o primeiro com médias de 14,15 (BRS-9383) e 16,80 cm (M 8349); e o segundo com médias variando de 5,85 (M 6210) a 8,60 cm (M 6410). De forma geral, a média da AIPV do experimento irrigado foi 15,61 cm, sendo superior em 37,10% à média do experimento em sequeiro (9,82 cm) (Figura 4A).

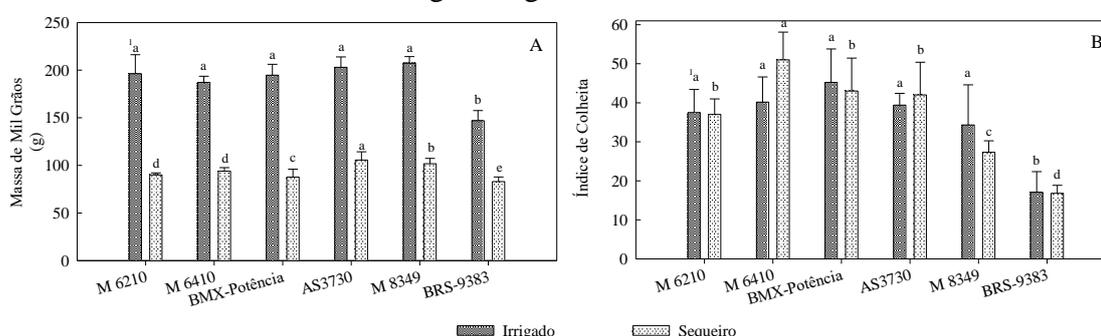
Em relação ao NVP das cultivares sob irrigação, as médias observadas foram agrupadas em três grupos contrastantes: o primeiro com 118,0 Unid. (BRS-9383); o segundo com médias variando de 57,80 (AS 3730) e 57,16 Unid. (M 8349); e o terceiro com médias variando de 43,0 (BMX-Potência) a 48,40 Unid. (M 6210) (Figura 4B). Essa variação pode ser atribuída às características genéticas de cada cultivar em relação à arquitetura da planta, ao hábito de crescimento e ao número de racemos.

O NVP no experimento em sequeiro também foi agrupado em três grupos: o

primeiro com 72,12 Unid. (BRS-9383); o segundo com 47,71 Unid. (M 8349) e o terceiro com médias variando de 28 (AS 3730) a 35,34 Unid. (M 6210) (Figura 4B). Comparando a média geral de NVP entre as cultivares irrigadas e em sequeiro, verifica-se a redução de 33,40% dos valores registrados no experimento em sequeiro em relação ao experimento irrigado, possivelmente devido ao abortamento de flores e vagens no experimento em sequeiro. Segundo Mauad *et al.* (2010), o NVP é determinado pelo balanço entre a produção de flores por planta e a proporção dessas que se desenvolvem até vagem.

Para a MMG das cultivares irrigadas, o teste de Scott-Knott gerou dois grupos contrastantes, um com médias variando de 187,20 (M 6410) a 207,23 g (M 8349) e outro no qual verifica-se o menor valor de MMG de 147,92 g (BRS-9383) (Figura 5A).

Figura 5. Massa de Mil Grãos (A) e Índice de colheita (IC) (B) de cultivares de soja irrigadas, ciclo de cultivo de 14/11/18 a 03/04/19, e em sequeiro, ciclo de cultivo de 20/06/2019 a 28/10/2019, em Rio Largo, Alagoas.



¹As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) com $p < 0,05$.

Fonte: Autores (2022).

Para a MMG no experimento em sequeiro, o teste de Scott-Knott formou cinco grupos: o primeiro com média de 176,0 g (AS 3730); o segundo com média de 170,0 g (M 8349); o terceiro com média 156,27 g (BMX-Potência); o quarto com os valores médios observados de 146,27 (M 6410) e 150 g (M 6210); e o quinto com média de 137,80 g (BRS-9383) (Figura 5A).

Verifica-se que houve uma redução de 17,60 % na média da MMG das cultivares no experimento em sequeiro em relação ao experimento irrigado. De acordo com Carmo *et al.* (2018), o cultivo da soja sob déficit hídrico aumenta o número de grãos pequenos e enrugados, um vez que a menor disponibilidade de água para as plantas reduz as taxas fotossintéticas e o período de enchimento de grãos.

Resultados diferentes foram encontrados por Procópio *et al.* (2018) ao avaliarem oito cultivares de soja com diferentes populações de plantas no SEALBA nos anos agrícolas 2016-2017. Os autores verificaram médias de Massa de Cem Grãos (MCG) para o primeiro ano (2016) de 19,84 g entre as cultivares e de 18,62 g no segundo ano (2017). Rocha *et al.* (2012) avaliaram 32 genótipos de soja em condições de baixas latitudes no estado do Piauí, e verificaram médias de MCG oscilando de 15,29 a 20,78 g.

Os valores observados evidenciam que o NVP é compensado pelo aumento da MMG, o que possibilita produtividades satisfatórias. Isso é possível uma vez que o menor NVP diminui a competição por fotoassimilados, fato que contribuiu para uma maior MMG (Figuras 4B e 5A).

Para o IC das cultivares sob irrigação, os valores observados variaram de 17,0 a 45,0 (Figura 5B). As cultivares de menor ciclo (Tabela 2) apresentaram maiores ICs, o que mostra que as cultivares desse grupo apresentaram uma maior capacidade de conversão de matéria seca em produtividade de grãos.

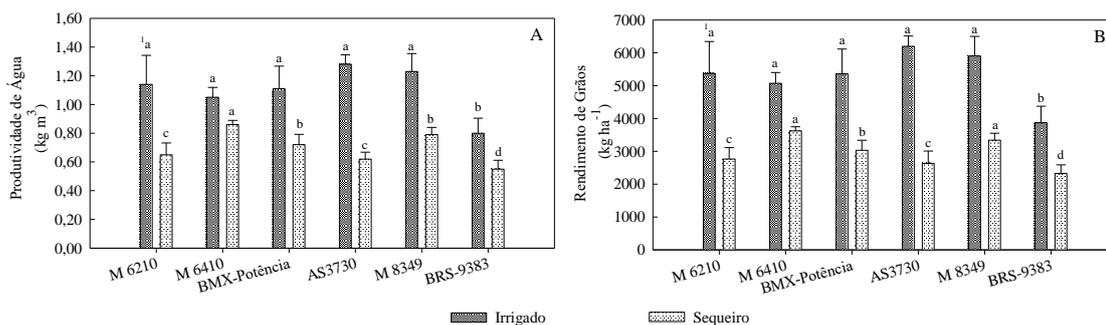
Para o IC das cultivares em sequeiro, houve a formação de quatro grupos: no primeiro, o valor de IC máximo foi de 52,0, na cultivar M 6410; no segundo, as médias variaram de 37,0 (M 6210) a 40,0 (BMX-Potência); no terceiro, o IC foi 27,0 (M 8349) e o no quarto grupo, o menor de IC registrado, igual a 17,0 (BRS-9383) (Figura 5B).

De maneira geral, quando se compara a média de IC das cultivares irrigadas (35,60) com as de sequeiro (36,20), observa-se uma pequena diminuição de 1,60%, resultante da redução de matéria seca de plantas em sequeiro, o que aumenta a capacidade de conversão das cultivares em regime de sequeiro.

Em relação à PA das cultivares irrigadas, o maior valor observado foi de $1,30 \text{ kg m}^{-3}$ (AS 3730), superior em 38% a menor média de $0,80 \text{ kg m}^{-3}$ (BRS-9383). O teste de Scott-Knott gerou dois grupos: o

primeiro com médias variando de $1,05$ (M 6410) a $1,30$ (AS 3730) kg m^{-3} ; e o segundo apenas com a cultivar BRS-9383, que apresentou média de $0,80 \text{ kg m}^{-3}$ (Figura 6A).

Figura 6. Produtividade de Água (A) e Rendimento de Grãos (B) de cultivares de soja irrigadas, ciclo de cultivo de 14/11/18 a 03/04/19, e em sequeiro, ciclo de cultivo de 20/06/2019 a 28/10/2019, em Rio Largo, Alagoas.



¹As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (1974) com $p < 0,05$.

Fonte: Autores (2022).

A PA é um importante indicador para a gestão da água na agricultura, uma vez que considera o rendimento de grãos pelo consumo de água pelas plantas. Os resultados obtidos neste trabalho mostram que a PA das cultivares irrigadas foi superior em 36,60% as de sequeiro, pois as irrigações repõem a água perdida pela ETc, sobretudo em períodos de sensibilidade ao déficit hídrico, logo, aumenta-se a produtividade de grãos. Valores divergentes foram observados por Montoya *et al.* (2017), que verificaram valores de PA entre $0,47$ e $0,65 \text{ kg m}^{-3}$. De maneira geral, estudos com cultivares de soja irrigadas apresentaram valores de PA oscilando entre $0,55$ e $1,15 \text{ kg m}^{-3}$ (GAJÍC *et al.*, 2018; GARCIA y GARCIA *et al.*, 2010). Esses resultados corroboram com os dados dessa pesquisa e confirmam que a produtividade de água da soja é maior sob irrigação.

As médias observadas para a PA das cultivares em sequeiro variaram de $0,86$ a $0,55 \text{ kg m}^{-3}$. O teste de Scott-Knott gerou quatro grupos contrastantes: o primeiro com $0,86 \text{ kg m}^{-3}$ (M 6410); o segundo com $0,72$

(M 8349) e $0,79$ (BMX-Potência) kg m^{-3} ; o terceiro com $0,62$ (AS 3730) e $0,65$ (M 6210) kg m^{-3} e o quarto grupo com a menor conversão de água em grãos de $0,55 \text{ kg m}^{-3}$ na cultivar BRS-9383 (Figura 6A). Esses valores estão dentro da faixa relatada para a PA em soja de sequeiro. Alfonso *et al.* (2020) avaliaram cultivares de soja em sequeiro com diferentes sistemas de cobertura vegetal, verificando valores de PA entre $0,593$ e $0,83 \text{ kg m}^{-3}$. Já Demirtas *et al.* (2010) observaram valores de PA na faixa de $0,41$ a $0,64 \text{ kg m}^{-3}$ em cultivo de soja sob sequeiro na região subúmida da Turquia.

As médias de RG observadas nas cultivares irrigadas foram agrupadas em dois grupos: um com as maiores produtividades, com RG na faixa de 5.070 (M 6410) a 6.180 (AS 3730) kg ha^{-1} , equivalentes a $84,5$ a 103 sacas, respectivamente, e outro apenas com o menor RG, igual a 3.870 kg ha^{-1} (cultivar BRS-9383), equivalente a $64,5$ sacas (Figura 6B).

De acordo com Battisti *et al.* (2018), a falta de água é um dos principais fatores para a perda de produtividade da soja em

âmbito nacional, principalmente na região Nordeste. Comparando a média geral das cultivares sob irrigação (5.280 kg ha^{-1}) (88 sacas) com as mesmas sob condições em sequeiro (3.000 kg ha^{-1}) (50 sacas), verifica-se uma redução na ordem de 43%, o que evidencia o efeito do déficit hídrico na produtividade das cultivares.

O RG em sequeiro apresentou uma ampla variação para as cultivares, o teste de Scott-Knott formou quatro grupos distintos: o primeiro com valores variando de 3.336 (M 8349) a 3.600 (M 6410) kg ha^{-1} (55,60 e 60 sacas, respectivamente); o segundo grupo com 3.030 (BMX-Potência) kg ha^{-1} (50,50 sacas); o terceiro grupo com 2.640 (AS 3730) e 2.760 (M 6210) kg ha^{-1} (44 e 46 sacas, respectivamente); e o quarto grupo com o menor valor de produtividade, com RG igual a 2.340 (BRS-9383) kg ha^{-1} (39 sacas) (Figura 6B). Esses resultados evidenciam que o semeio de cultivares de ciclo tardio deve coincidir com uma maior disponibilidade de água por meio da precipitação, nos períodos críticos de enchimento de grãos.

Santiago *et al.* (2019) avaliaram 50 genótipos de soja em Alagoas sob condições de sequeiro, em áreas de 1º e 4º ano de cultivo com histórico de produção de cana-de-açúcar, e verificaram na área de 1º ano, RGs na faixa de 2.470 (M 8349) a 2.515 (BRS-9383) kg ha^{-1} . Porém, em áreas de 4º ano de cultivo, as cultivares apresentaram comportamento inverso, com RG variando de 3.148 (BRS-9383) a 3.357 kg ha^{-1} (M 8349).

Procópio *et al.* (2018) avaliaram oito cultivares de soja sob sequeiro com diferentes populações de plantas em municípios de Alagoas, verificando médias

de RG de 2.370 kg ha^{-1} (BRS-GISELE) e 2.203 kg ha^{-1} (BRS-270) em São Miguel dos Campos; 3.958 kg ha^{-1} (BRSGO-8661) e 4.332 kg ha^{-1} (BRS-9280) em Jundiá; e 1.783 kg ha^{-1} (BRSGO-8660) e 2.169 kg ha^{-1} (BRSGO-9160) em Campo Alegre, evidenciando o potencial produtivo da soja mesmo quando cultivada em condições de sequeiro.

Viana *et al.* (2017) avaliaram cinco cultivares de soja no Agreste Meridional Pernambucano, e observaram RG variando de $606,30$ a $1.616,80 \text{ kg ha}^{-1}$. Já Rocha *et al.* (2012) avaliaram 13 genótipos de soja em condições de baixa latitude em Teresina, Piauí, e observaram variação no RG de 1.485 a 3.585 kg ha^{-1} .

Todavia, Cruz *et al.* (2014) ao avaliarem cinco cultivares de soja em cinco épocas de semeio no Oeste da Bahia, verificaram RG de 4.142 kg ha^{-1} na primeira época de semeio da cultivar BRS-CORISCO. Bohn *et al.* (2016) avaliaram cultivares de soja para a região sudoeste do Cerrado do Piauí, e verificaram que das 15 cultivares testadas, 10 obtiveram produtividades superiores a 3.500 kg ha^{-1} , e que apenas a M 8527 teve RG de 3.000 kg ha^{-1} . Esses resultados indicam que o rendimento de grãos das cultivares de soja são menores em condições de sequeiro, visto que a falta de água em períodos de desenvolvimento críticos, diminui a produtividade.

A Tabela 5 mostra as médias observadas para os componentes de produção, ressalta-se que os valores em negrito indicam as melhores cultivares dentro das variáveis estudadas, conforme o teste de Scott-Knott (1974).

Tabela 5. Médias observadas para os componentes de produção de cultivares de soja irrigadas, ciclo de cultivo de 14/11/18 a 03/04/19, e em sequeiro, ciclo de cultivo de 20/06/2019 a 28/10/2019, em Rio Largo, Alagoas.

<i>Irrigado</i>						
Cultivar	AIPV	NVP	MMG	IC	PA	RG
M 6210	14,97	48,40	196,30	37,50	1,14	5.373,60
M 6410	13,00	46,30	187,19	40,16	1,05	5.071,0
BMX-Potência	13,76	43,00	194,70	45,23	1,11	5.361,60
AS 3730	13,65	57,80	202,94	39,40	1,28	6.198,0
M 8349	19,34	57,16	207,23	34,30	1,23	5.904,0
BRS-9383	18,98	117,60	146,92	17,05	0,80	3.871,20
Média geral	15,62	61,71	189,21	35,61	1,10	5.296,57
<i>Sequeiro</i>						
Cultivar	AIPV	NVP	MMG	IC	PA	RG
M 6210	5,85	35,34	90,0	37,00	0,65	2.766,60
M 6410	8,59	33,04	93,90	51,00	0,86	3.624,0
BMX-Potência	6,56	28,16	87,75	43,00	0,72	3.031,20
AS 3730	7,01	30,33	105,65	42,00	0,62	2.631,60
M 8349	16,76	47,71	101,75	27,30	0,79	3.340,20
BRS-9383	14,15	72,12	82,97	16,80	0,55	2.328,00
Média geral	9,82	41,12	93,67	36,18	0,70	2.953,60

Altura de inserção da primeira vagem (AIPV, cm), Número de Vagens por Planta (NVP, Unid.), Massa de mil grãos (MMG, g), Índice de Colheita (IC), Produtividade de Água (PA, kg m⁻³) e Rendimento de Grãos (RG, kg ha⁻¹). As células em negrito indicam as melhores cultivares dentro das variáveis estudadas, conforme o teste de Scott-Knott (1974).

Fonte: Autores (2022).

No Tabuleiro Costeiro de Alagoas, a disponibilidade de água é um fator determinante para o rendimento da soja, principalmente no período crítico de desenvolvimento das plantas, por conta disso, as cultivares que receberam água dentro das fases de sensibilidade, foram mais produtivas em ambos os experimentos.

As cultivares M 6410 e M 8349 apresentaram os melhores rendimentos, dessa forma, são indicadas para o plantio na região.

A cultivar BRS-9383 teve rendimento inferior as demais cultivares tanto no experimento irrigado quanto no experimento em condições de sequeiro.

6 CONCLUSÃO

A demanda hídrica tem influência na produtividade da soja, uma vez que as cultivares sob irrigação apresentaram bons índices de produção.

O plantio de cultivares de ciclo longo em Alagoas deve coincidir com uma maior disponibilidade de água nos períodos críticos de enchimento de grãos.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL, ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

8 REFERÊNCIAS

- ALFONSO, C; BARBIERI, P A; HERNÁNDEZ, M D; et al. Water productivity in soybean following a cover crop in a humid environment. **Agricultural Water Management**, v. 232, n. January, p. 106045, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106045>>.
- ANDA, A.; SIMON, B.; SOÓS, G.; DA SILVA, J. A. T.; KUCSERKA, T. Crop-water relation and production of two soybean varieties under different water supplies. **Theoretical and Applied Climatology**, <https://doi.org/10.1007/s00704-018-2660-9> (2019).
- AGROFIT. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 20 out. 2019.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Evapotranspiração das culturas: diretrizes para o cálculo da necessidade de água nas culturas Documento de Irrigação e Drenagem 56, **Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação**, Roma, Itália, 1998.
- BATTISTI, R.; SENTELHAS, P. C.; BOOTE, K. J. Sensitivity and requirement of improvements of four soybean crop. **International Journal of Biometeorology**. v.62, páginas 823–832, 2018.
- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; DA SILVA, D. D. S., A. A.; Manual de Irrigação, 9ª Edição - Viçosa, MG: **Ed. UFV**, 2019, 545 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 398p.
- BOHN, N. P., LUSTOSA FILHO, J. F., NÓBREGA, J. C. A., CAMPOS, A. R., NÓBREGA, R. S. A., PACHECO, L. P. Identificação de cultivares de soja para a região sudoeste do Cerrado piauiense. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 1, p. 10 - 16, janeiro-março, 2016.
- CARMO, E. L.; BRAZ, G. B.P.; SIMON, G. A.; DA SILVA. A.G.; ROCHA, A. G. C. Desempenho agrônômico da soja cultivada em diferentes épocas e distribuição de plantas. **Rev. Ciênc. Agrovet**.17(1): 2018. DOI: 10.5965/223811711712018061
- CARVALHO, E. R. et al. 2010. Desempenho de cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill] em cultivo de verão no Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia** 34: 892-899.
- CONFALONE, A.; DUJMOVICH, M.N. Influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 7, n. 2, p. 183-187, 1999.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 8, oitavo levantamento, abril 2022.

CRUZ, S.J.S.; OLIVEIRA, S.S.C.; CRUZ, S.S.C.; MADALENA, J.M.S.; CUNHA, J.L.X.L. Desempenho de três variedades de soja na região dos Tabuleiros Costeiros no Estado Alagoas. **Revista caatinga**, v.22, p.195-199, 2009.

DEMIRTAS, C.; YAZGAN, S.; CANDOGAN, B. N.; SINCIK, M.; BUYUKCANGAZ H.; GOKSOY, A.T. Qualidade e resposta da produtividade da soja (*Glycine max* L. Merrill) ao estresse hídrico em ambiente subúmido. **Afr. J. Biotechnol.**, 9 (2010) pp. 6873 – 6881.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. Stages of soybean development. **Ames: Iowa State University of Science and Technology**, 1977. 11 p. (Special Report 80).

IPA – Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco. Recife, 2ª aproximação, 2. ed. rev., **IPA**, 198p., 2008.

KEMANIAN, A.R., STÖCKLE, C.O., HUGGINS, D.R., VIEGA, L.M. A simple method to estimate harvest index in grain crops. **Field Crops Res.** 103, 208–216, 2007.

LOPES, N. F.; LIMA, M. G. S. Fisiologia da produção, Viçosa, MG: **Ed. UFV**, 2015, 492 p.

LYRA, G. B., DE SOUZA, J. L., TEODORO, I., LYRA, G. B., MOURA FILHO, G., & JÚNIOR, R. F. A. Conteúdo de água no solo em cultivo de milho sem e com cobertura morta na entrelinha na região de Arapiraca-AL. **Irriga**, 15(2), 173-183, 2010.

GAJIĆ, B.; KRESOVIĆ, B.; TAPANAROVA, A.; ŽIVOTIĆ, L.; TODOROVIĆ, M. Effect of irrigation regime on yield, harvest index and water productivity of soybean grown under different precipitation conditions in a temperate environment. **Agricultural Water Management**, v. 210, 30 novembro de 2018, Páginas 224-23.

GARCIA Y GARCIA, A.; PERSSON, T.; GUERRA, L. C.; HOOGENBOOM, G. Response of soybean genotypes to different irrigation regimes in a humid region of the southeastern USA. **Agricultural Water Management**, v. 97, n. 7, p. 981–987, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2010.01.030>>.

GAVA, R. FRIZZONE, J. A.; SNYDER, R. L.; JOSE, J. V.; FRAGA JUNIOR, E. F.; PERBONI. Estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. **Rev. Bras. Agric. Irr.** v. 9, nº.6, Fortaleza, p.349 - 359, Nov - Dez, 2015.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; NETO, A. I. A.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

NUNES, M. S.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; BRAGA, F. V. A.; PEREIRA, T. S.; BUSKE, E. C. Resposta da produção de soja à variabilidade espacial sob pivô central. **Irriga, Botucatu**, Edição Especial, Grandes Culturas, p. 19-27, 2016.

MONTOYA, F., GARCÍA, C., PINTOS, F., OTERO, A. Effects of irrigation regime on the growth and yield of irrigated soybean in temperate humid climatic conditions. **Agric. Water Manag.** 193, 30–45, 2017.

PROCÓPIO, S. O.; SANTIAGO, A. D.; CARVALHO H. W. L. Estudos de população de plantas de soja na região do SEALBA. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2018 24 p. (**Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros**, ISSN 1678-1961; 134).

ROCHA, R. S.; SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A.; SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C. Desempenho agronômico de variedades e linhagens de soja em condições de baixa latitude em Teresina-PI. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 154-162, 2012.

SANTIAGO, A. D. PROCÓPIO, S. O.; CARVALHO H. W. L.; BRAZ, G. B. P. Desempenho de cultivares de soja em áreas com histórico de produção de cana-de-açúcar no Sealba. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2019. 30 p. (**Boletim de Pesquisa / Embrapa Tabuleiros Costeiros**, ISSN 1678-1961; 142).

SENTELHAS, P.C.; BATTISTI, R.; CÂMARA, G.M.S, FARIAS, J.R.B.; HAMPF, A.; NENDEL, C. The soybean yield gap in Brazil—magnitude, causes and possible solutions for a sustainable production, **J. Agric. Sci**, 2015, 153, 08, 1394, 1411, 10.1017/S0021859615000313

SOUZA, J. L.; MOURA FILHO, G.; LYRA, R. F. F; TEODORO, I.; SANTOS, E. A.; SILVA, J. L.; SILVA, P. R. T.; CARDIM, A. H.; AMORIN, E. C. Análise da Precipitação Pluvial e Temperatura do Ar na Região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL. Período 1972 – 2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 12, n.1, p. 131 – 141, 2004

VIANA, J.S.; DA SILVA, A. C.; GONÇALVES, E. P.; CORDEIRO JUNIOR, J.J.F.; FÉLIX, C.A., DE OLIVEIRA, J.F. F.; DOS SANTOS, A.; SILVA, J.C.A. Avaliação da produtividade de cultivares de soja em Garanhuns-PE. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v.8, n.2, p.10-18, 2017.