

CULTIVAR DE MANDIOCA “BRS-JARI” SUBMETIDA A NÍVEIS DE SALINIDADE E LUMINOSIDADE

Darllan Alves Evangelista Lima¹, Aurenivia Bonifacio², Poliana Rocha D’Almeida Mota³,
João Vitor Morais Sousa¹, Lucas Bandeira Silva de Miranda¹, Ruan Luis Santana Bezerra¹

RESUMO: A mandioca é um alimento energético consumido por milhões de pessoas, principalmente nos países em desenvolvimento. Objetivou-se avaliar plantas de mandioca BRS-Jari expostas a níveis de salinidade e luminosidade. O experimento foi realizado no DF/CCA/UFPI, em Teresina, Piauí, Brasil. O delineamento foi blocos casualizados, fatorial 3 x 5 (níveis de luminosidade: telado 50%, sombra de árvore, sol pleno; e níveis de salinidade: 0, 25, 50, 75 e 100 mM de cloreto de sódio-NaCl). A irrigação foi realizada utilizando lâmina de água de 400 mm. Avaliações: índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento das raízes, diâmetro do caule, índice de área foliar (IAF), biomassa fresca e seca e clorofila. O IVG, o diâmetro do caule, o IAF e a biomassa fresca e seca variaram significativamente em resposta aos tratamentos. Os melhores IAF foram obtidos com 75 mM de NaCl e telado 50%. Houve redução da biomassa com o aumento da salinidade, sendo menor ao sol pleno. Concluiu-se que as plantas de mandioca BRS-Jari foram negativamente influenciadas pela salinidade, principalmente cultivadas ao sol pleno. Estes resultados são de grande relevância e podem ser utilizados para melhorar o manejo da mandioca em áreas de produção.

PALAVRAS-CHAVE: *Manihot esculenta*, estresse salino, irradiância.

CULTIVAR OF "BRS-JARI" MANDIOCA SUBMITTED AT LEVELS OF SALINITY AND DIFFERENT LUMINOSITIES

ABSTRACT: Cassava is an energy food consumed by millions of people, especially in developing countries. The objective of this study was to evaluate BRS-Jari cassava plants

¹ Acadêmico de Engenharia Agrônômica, UFPI, Teresina, PI.

² Profa. Doutora, Depto de Biologia, UFPI, Teresina, PI.

³ Profa. Doutora, Depto de Engenharia Agrícola e Solos, UFPI, CEP 64049-550, Teresina, PI. Fone (86) 32155745.e-mail: poliana@ufpi.edu.br

exposed to salinity and light levels. The experiment was performed at DF/CCA/UFPI, in Teresina, Piauí, Brazil. The design was randomized blocks, factorial 3 x 5 (light levels: 50% screened, tree shade, full sun; and salinity levels: 0, 25, 50, 75 and 100 mM sodium chloride-NaCl). Irrigation was performed using 400 mm water depth. Evaluations: germination speed index (IVG), root length, stem diameter, leaf area index (IAF), fresh and dry biomass and chlorophyll. IVG, stem diameter, IAF and fresh and dry biomass varied significantly in response to treatments. The best IAF were obtained with 75 mM NaCl and 50% screened. There was a reduction in biomass with increasing salinity, being lower in full sun. It was concluded that BRS-Jari cassava plants were negatively influenced by salinity, mainly cultivated in full sun. These results are of great relevance and can be used to improve cassava management in production areas.

KEYWORDS: *Manihot esculenta*, salt stress, irradiance.

INTRODUÇÃO

A mandioca, nome científico: *manihot esculenta* Crantz; família: *euphorbiaceae*; também conhecida como macaxeira ou aipim, é uma espécie vegetal originária da América do Sul e amplamente consumida como um dos principais alimentos energéticos por mais de 700 milhões de pessoas em todo mundo, principalmente nos países em desenvolvimento e sendo cultivada em mais de 100 países.

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação - FAO (2006), os maiores produtores mundiais, pela ordem, são: Nigéria, Brasil, Indonésia, Tailândia, Congo e Gana, com produções de 38,17; 27,6; 19,45; 16,93; 14,97 e 9,73 milhões de toneladas por ano. A produção total desses países representa 61,8% da produção mundial. De fácil adaptação, a mandioca é cultivada em todo Brasil, sendo o sexto em valor de produção. Além disso, a mandioca está entre os oito primeiros produtos agrícolas do país com maior área de cultivo no Brasil.

A salinidade pode ser definida como a situação de excesso de sais solúveis, sódio trocável ou ambos em horizontes ou camadas superficiais, afetando o desenvolvimento vegetal (Ribeiro et al., 2009). O sódio (Na^+) é o principal componente da salinidade dos solos, a qual aparece por sua vez, como uma das principais condições ambientais adversas que reduzem a produtividade das lavouras. De acordo com Schossler et al. (2012), os efeitos do excesso de sais solúveis na solução do solo, principalmente o Na^+ e o cloreto (Cl^-), provocam

redução do desenvolvimento vegetal, atribuído devido ao efeito osmótico, provocado pela redução do potencial osmótico; desbalanço nutricional em função da elevada concentração iônica e a inibição da absorção de outros cátions pelo sódio e o efeito tóxico dos íons Na^+ e Cl^- . A magnitude dos danos depende do tempo, concentração, tolerância da cultura e volume de água transpirado.

A luz por ser fonte primária de energia relacionada à fotossíntese (Uchida & Campos, 2002) e fenômenos morfogenéticos (Taiz & Zeiger, 2004), é um dos principais fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais. Todas as plantas têm habilidade para modificar o seu modelo de desenvolvimento em resposta ao ambiente luminoso (HOLT, 1995). Todavia, a natureza da resposta morfogênica pode variar consideravelmente entre espécies de acordo com a capacidade de aclimação e a dependência da quantidade ou qualidade da luz (CLOUGH et al., 1980; WALTERS & FIELD, 1987; GIVNISH, 1988; SEEMANN, 1992; GRONINGER et al., 1996; TAIZ & ZEIGER, 2004).

Desta forma, a eficiência do crescimento pode ser relacionada à habilidade de adaptação às condições luminosas do ambiente, sendo o crescimento satisfatório de algumas espécies em ambientes com baixa ou alta luminosidade, devido à capacidade de ajustar rapidamente seu modelo de alocação de biomassa e comportamento fisiológico (DIAS FILHO, 1997).

Considerando a necessidade de melhorar o manejo da cultura da mandioca em diferentes áreas de produção, o presente estudo objetivou avaliar o crescimento de plantas de mandioca (*Manihot esculenta*) cv. BRS-Jari expostas à diferentes níveis salinidade e níveis de luminosidade.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em área experimental do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, em Teresina, Piauí, Brasil, entre as coordenadas geográficas 5°02'36'' de Latitude Sul e 42°47'02'' de Longitude Oeste 76 m de altitude, tendo sido implantado em casa de vegetação e a campo.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados dispostos em esquema fatorial 3 x 5, sendo os tratamentos três níveis de luminosidade (telado com sombrite a 50%; sombra de árvore; pleno sol) e cinco níveis de salinidade (0, 25, 50, 75 e 100 mM de cloreto de sódio-NaCl). A temperatura (°C) e a umidade relativa do ar (%) foram mensuradas diariamente às 9 e 15h, nos três ambientes estudados (Tabela 1).

Tabela 1. Temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) nos ambientes estudados: telado com sombrite a 50%; sombra de árvore e pleno sol.

Variável climática	Sombra de árvore		Telado com sombrite a 50%		Pleno sol	
	9 h	15 h	9 h	15 h	9h	15 h
Temperatura do ar (°C)	26,5	29,0	30,0	32,5	31,0	39,3
Umidade relativa do ar (%)	80,6	71,8	56,5	47,9	67,2	50,2

Foram utilizadas manivas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) biofortificada, cultivar BRS Jari. As manivas foram cortadas com 0,2 m de comprimento e plantadas em sacos plásticos de 2,5 L. Utilizou-se um rolete de maniva por saco plástico, plantados na posição vertical a 0,1 m de profundidade.

A irrigação foi baseada na recomendação da FAO (2013) e utilizou-se uma lâmina de irrigação de 400 mm que correspondeu a aplicação de 130 mL de água/soluções de NaCl em cada um dos sacos plásticos. A aplicação de água e das soluções de NaCl foi realizada de forma alternada. Para o fornecimento de nutrientes, realizou-se aplicações semanais de solução nutritiva (2,5 mL em cada saco plástico). A solução nutritiva apresentou a seguinte composição (g L⁻¹): H₃BO₃, 2,86; MnCl₂.4H₂O, 1,81; ZnCl₂, 0,10; CuCl₂, 0,04; H₂MoO₄.H₂O, 0,02.

O experimento foi finalizado após quatro aplicações das soluções de NaCl e então determinou-se índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento das raízes, diâmetro do caule, índice de área foliar (IAF), teor de clorofila e biomassa fresca e seca da parte aérea e das raízes das plantas. Mensurou-se o índice de área foliar aos 14 dias após plantio (DAP) (antes da aplicação das soluções de NaCl) e 30 DAP (após a aplicação das soluções de NaCl), utilizando o aplicativo BioLeaf – Análise FoliarTM versão 2. O Clorofilog® foi utilizado para mensurar o teor de clorofila nas folhas após a aplicação das soluções de NaCl.

Os efeitos dos tratamentos foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade e à análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, a temperatura nos ambientes estudados (telado com sombrite a 50%, sombra de árvore e pleno sol), variaram de 26,5 a 31,0°C nas medidas realizadas às 9 h, e às 15 h, de 29,0 a 39,3 °C, tendo sido portanto

consideravelmente mais elevada a medida média durante o período experimental a pleno sol às 15 h (mais de 10°C).

A umidade relativa do ar (UR) apresentou maiores valores à sombra de árvore, tendo sido às 9 e 15 h 80,6 e 71,8%, respectivamente. A pleno sol os registros médios de UR foram 67,2 e 50,2% (9 e 15 h), e os menores valores de UR registrados no ambiente com telado (56,5 e 47,9%, às 9 e 15 h, respectivamente).

As plantas de mandioca BRS-Jari cultivadas no telado com sombrite a 50% apresentaram índice de velocidade de germinação (IVG) de 2,8, enquanto que aquelas cultivadas na sombra de árvore e pleno sol apresentaram valores de 2,7 e 2,6, respectivamente (Tabela 2). É provável que a temperatura média do ar e a umidade relativa do ar registradas no dia da sementeira até a ocorrência da última germinação no telado com sombrite tenha sido mais adequada para induzir o brotamento acelerado das manivas de mandioca.

Tabela 2. Índice de velocidade de germinação (IVG) nos ambientes estudados: telado com sombrite a 50%; sombra de árvore e pleno sol.

Ambientes	Índice de velocidade de germinação (IVG)
Telado com sombrite a 50%	2,8a
Sombra de árvore	2,7a
Pleno sol	2,6a

O diâmetro do caule das plantas de mandioca, Tabela 3, variou significativamente em relação aos níveis de luminosidade, e as plantas que foram cultivadas no telado com sombrite a 50% apresentaram os maiores valores (5,2 mm de diâmetro do caule).

Tabela 3. Diâmetro do caule (mm) de plantas de mandioca nos ambientes estudados: telado com sombrite a 50%; sombra de árvore e pleno sol.

Ambientes	Diâmetro do caule (mm)
Telado com sombrite a 50%	5,2a
Sombra de árvore	4,6b
Pleno sol	4,1c

Não houve diferença significativa para o índice de clorofila em relação aos níveis de luminosidade (ambientes de cultivo) e de salinidade (Tabela 4) indicando que a cultivar BRS-Jari apresenta resistência aos fatores aplicados – fator economicamente desejável para uma cultivar de mandioca.

Tabela 4. Clorofila no tecido foliar de mandioca BRS-Jari submetidos a diferentes níveis de salinidade e diferentes luminosidades.

Ambiente	Concentrações (mM)				
	0	25	50	75	100
Telado	33,9	29,4	28,1	28,7	25,6
Sombra de árvore	30,6	28,3	27,5	27,5	28,9
Sol pleno	32,1	30,7	27,2	27,0	26,4

Aos 14 dias após plantio (DAP), antes da aplicação da salinidade, notou-se influência significativa dos níveis de luminosidade (ambientes de cultivo) no índice de área foliar (IAF), como é possível observar na Tabela 5. Neste momento, as plantas de mandioca cultivadas no telado com sombrite a 50% apresentaram 14,3 de IAF e as plantas cultivadas na sombra de árvore e em pleno sol apresentaram valores de 12,8 e 6,7 de IAF, respectivamente.

Tabela 5. Índice de área foliar (IAF) nos ambientes estudados: telado com sombrite a 50%; sombra de árvore e pleno sol.

Ambientes	Índice de área foliar (IAF)
Telado com sombrite a 50%	14,3a
Sombra de árvore	12,8a
Pleno sol	6,7b

Aos 30 DAP, após a aplicação da solução salina, houve interação significativa entre os níveis de luminosidade e de salinidade para o IAF. Aos 30 DAP o IAF das plantas de mandioca foi 16% inferior ao registrado aos 14 DAP, sendo este fato relacionado ao estresse salino (Figura 1).

No tratamento controle (0 mM de NaCl), as plantas cultivadas no telado com sombrite a 50% apresentaram os melhores resultados de IAF e diferiram significativamente dos demais tratamentos. As plantas submetidas à salinidade (25, 50, 75 e 100 mM de NaCl) apresentaram maiores valores do IAF quando cultivadas no telado com sombrite a 50% e em pleno sol, sendo os maiores valores registrados no menor nível de salinidade (25 mM de NaCl).

Aos 30 DAP, as plantas de mandioca expostas à 25 e 50 mM de NaCl apresentaram maiores valores de IAF, sendo este reduzido com o aumento dos níveis de salinidade (Figura 1). É provável que o aumento do IAF nas plantas de mandioca expostas à 25 e 50 mM de NaCl tenha sido resultante do subdesenvolvimento das raízes tuberosas como resposta à translocação de açúcares (recurso energético) para sustentar o desenvolvimento da parte aérea.

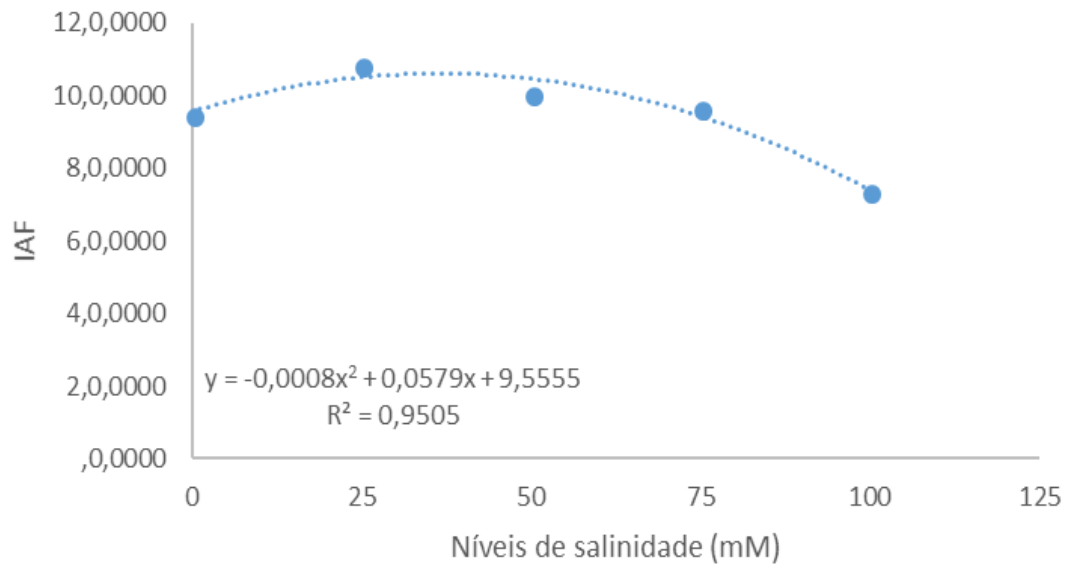


Figura 1. Efeito da salinidade (0, 25, 50, 75 e 100 mM de cloreto de sódio) no índice de área foliar (IAF) aos 30 dias após plantio da mandioca.

A biomassa fresca e seca da parte aérea diferiram significativamente apenas em resposta aos níveis de luminosidade (Tabela 6). No geral, as plantas de mandioca BRS-Jari cultivadas no telado com sombrite a 50% apresentaram maiores valores de biomassa fresca e seca (8,14 g de biomassa fresca e 1,98 g de biomassa seca de folhas).

Tabela 6. Biomassa fresca e seca (g) de plantas de mandioca BRS-Jari submetidos a diferentes níveis de salinidade e diferentes luminosidades.

Ambiente	Concentração (mM)									
	0		25		50		75		100	
	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca
	----- g -----									
Telado com sombrite a 50%	7,97	2,05	7,38	1,80	7,78	1,86	9,25	2,19	8,33	2,02
Sombra de árvore	6,54	1,65	6,33	1,51	5,69	1,33	6,14	1,57	5,54	1,33
Pleno sol	2,37	0,65	3,51	1,04	2,98	0,76	3,45	0,81	3,23	0,84

Em relação ao comprimento de raiz, não houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados nas plantas de mandioca (Tabela 7).

Tabela 7. Comprimento de raízes (cm) de mandioca BRS-Jari submetidos a diferentes níveis de salinidade e diferentes luminosidades.

Ambiente	Concentrações (mM)				
	0	25	50	75	100
Telado	39,3	40,4	34,2	36,5	34,1
Sombra de árvore	29,9	38,6	33,4	33,7	34,5
Sol pleno	35,7	35,3	33,3	35,7	34,8

Após a exposição ao NaCl, as plantas de mandioca apresentavam sintomas visuais da salinidade, tais como murcha, clorose e até mesmo necrose de tecido foliar. É possível que estes sintomas visuais tenham sido resultantes do acúmulo de íons Na^+ no limbo foliar, os quais podem ocasionar toxicidade e alterações na eficiência de vários processos metabólicos com destaque para a assimilação de CO_2 , respiração e entre outros processos fisiologicamente importantes.

A mandioca é uma cultura com alta exigência de luminosidade, porém, quando esta se encontra em excesso, isso pode acarretar em efeitos negativos no desenvolvimento e atividade das gemas de onde brotam as plântulas.

O telado com sombrite a 50% apresentou-se como um ambiente favorável para o cultivo de mandioca, inclusive em condições estressantes, e as plantas cultivadas neste ambiente apresentaram os melhores resultados. Isso se explica pelo fato da sombrite a 50% ter diminuído a incidência de luz para uma faixa suficientemente adequada de modo a induzir uma resposta favorável nas plantas submetidas aos diferentes níveis de estresse salino. Além disso, este ambiente forneceu energia luminosa em níveis adequados para que as plantas realizassem o processo fotossintético com melhor aproveitamento sem a saturação dos seus fotossistemas com excessos de energia luminosa.

CONCLUSÕES

Nas condições de cultivo da mandioca “BRS-Jari”, o índice de velocidade de germinação, o diâmetro do caule, o índice de área foliar e a biomassa fresca e seca variaram significativamente em resposta aos tratamentos. Os melhores índices de área foliar foram obtidos com 75 mM de cloreto de sódio e telado a 50%. Houve redução da biomassa com o aumento da salinidade, sendo menor ao sol pleno. Concluiu-se que as plantas de mandioca foram negativamente influenciadas pela salinidade e apresentou melhor desempenho

fisiológico quando cultivada em telado com sombrite. Estes resultados são de grande relevância e podem ser utilizados para melhorar o manejo da mandioca em áreas de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CLOUGH, J. M.; TERRI, J. A.; ALBERTE, R. S. Photosynthetic adaptation of *Solanum dulcamara* L. to sun and shade environments. III. Characterization of genotypes with differing photosynthetic performance. **Oecologia**, v. 44, p. 221-225. 1980.

DIAS FILHO, M. B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, p. 789-796, 1997.

FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura). **Produzir mais com menos: Mandioca. Informe de política. Um guia para a intensificação sustentável da produção (FAO, 2013)**. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i2929o.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura). **Statistical datas**. Disponível em: <www.fao.org>. Acesso em: 07 jul. 2019.

GIVNISH, T. J. Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. **Australian Journal of Physiology**, v. 15, p. 63-92. 1988.

GRONINGER, J. W.; SEILER, J. R., PETERSON, J. A.; KREH, R. E. Growth and photosynthesis responses of four Virginia Piedmont tree species to shade. **Tree Physiology**, v. 16, n. 9, p. 773-778. 1996.

HOLT, J. S. Plant response to light: a potential tool for weed management. **Weed Science**, v. 43, p. 474-482. 1995.

RIBEIRO, M. R.; BARROS, M. F. C.; FREIRE, M. B. G.S. Química dos solos salinos e sódicos. In: MELO, V. F.; TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

SEEMANN, J. R. Light adaptation/acclimation of photosynthesis and the regulation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase activity in sun and shade plants. **Plant Physiology**, v. 91, p. 1-18. 1992.

SCHOSSLER, T.R.; MACHADO, D.M.; ZUFFO, A.M.; ANDRADE, F.R.; PIAULINO, A.C. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. Enciclopédia Biosfera, v. 8, n. 15; p. 1563-1578, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal, 3. ed. Artmed, Porto Alegre. 719p. 2004.

UCHIDA, T.; CAMPOS, M. A. A. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. - Fabaceae), cultivadas em viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 30, n. 1, p. 107-113, 2000.

WALTERS, M. B; FIELD, C. B. Photosynthetic light acclimation in two rainforest Piper species with different ecological amplitudes. **Oecologia**, v. 72, p. 449-456. 1987.