

TRANSPIRAÇÃO E CONTEÚDO RELATIVO DE ÁGUA DO FEIJÃO-CAUPI CONSORCIADO COM CAPIM MOMBAÇA

ISADORA ÊDUA DA SILVA LIMA LUCENA¹, ANA CÉLIA MAIA MEIRELES²,
JEFFERSON DE SALES DIODATO¹, JAQUELINE DE MELO SANTOS SILVA³

¹ Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, Universidade Federal do Cariri – UFCA, Rua Ícaro de Sousa Moreira, 126, Muriti, 63048-080, Crato-CE, Brasil, ORCID: 0000-0002-3968-5639, isadora.edua@aluno.ufca.edu.br; ORCID: 0009-0005-9609-1561, jeffersondesalesbr@hotmail.com.

² Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, Universidade Federal do Cariri – UFCA, Rua Ícaro de Sousa Moreira, 126, Muriti, 63048-080, Crato-CE, Brasil, ORCID: 0000-0002-8860-2043, ana.meireles@ufca.edu.br.

³ Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, Universidade Federal do Cariri – UFCA, Rua Ícaro de Sousa Moreira, 126, Muriti, 63048-080, Crato-CE, Brasil, ORCID: 0009-0001-0551-0224 e jaqueline.melo@aluno.ufca.edu.br.

RESUMO: Conhecer como as relações interespecíficas que afetam o desenvolvimento das plantas em sistemas consorciados serve de base para traçar estratégias de manejo agrícola que visem aumento na qualidade e na produtividade das culturas. O objetivo do trabalho foi avaliar ao longo do tempo a transpiração e o conteúdo relativo de água do feijão-caupi em cultivo consorciado com o capim Mombaça. O estudo foi desenvolvido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB) da Universidade Federal do Cariri (UFCA), no Crato, CE, no período de maio a agosto de 2024. As espécies utilizadas foram o feijão-caupi e o capim Mombaça. O delineamento empregado foi em blocos ao acaso, com parcela subdividida no tempo com três repetições, sendo o primeiro fator o sistema de cultivo (solteiro e consorciado) e segundo fator o tempo (28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77 e 84 dias após a semeadura). A transpiração e o conteúdo relativo de água do feijão-caupi reduziram com o tempo, refletindo o aumento do estresse pela restrição hídrica devido ao cultivo em sequeiro, bem como ao aumento da competição interespecífica com o capim Mombaça.

Palavras-chaves: Cultivo integrado, estresse hídrico, complementariedade interespecífica.

TRANSPIRATION AND RELATIVE WATER CONTENT OF COWPE BEANS INTERCEDED WITH MOMBAÇA GRASS

ABSTRACT: Understanding how interspecific relationships affect plant development in intercropping systems serves as a basis for designing agricultural management strategies aimed at increasing crop quality and productivity. The objective of this study was to evaluate the transpiration and relative water content of cowpea intercropped with Mombaça grass over time. The study was conducted in the experimental area of the Center for Agricultural Sciences and Biodiversity (CCAB) of the Federal University of Cariri (UFCA), in Crato, CE, from May to August 2024. The species used were cowpea and Mombaça grass. The design used was randomized blocks, with a split plot in time with three replications. The first factor was the cultivation system (single and intercropped), and the second factor was time (28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77 and 84 days after sowing). The transpiration rate and relative water content of cowpea decreased over time, reflecting the increase in stress due to water restriction due to rainfed cultivation, as well as the increase in interspecific competition with Mombasa grass.

Keywords: Integrated cultivation, water stress, interspecific complementarity.

1 INTRODUÇÃO

A busca pela segurança alimentar da população mundial é um dos grandes desafios do setor agropecuário, principalmente no que diz respeito a sustentabilidade e a conservação dos recursos naturais. Com isso, é importante explorar opções de intensificação sustentáveis que visem o aumento da produção, ao mesmo tempo em que oferecem diversificação de culturas (Namatsheve *et al.*, 2021). Nesse contexto, o cultivo consorciado é um componente essencial da agricultura sustentável, que responde à crescente procura por práticas resilientes face aos desafios da segurança alimentar (Pierre *et al.*, 2024).

Nos sistemas de cultivo consorciados, é comumente encontrado a integração leguminosas e gramíneas, devido, principalmente, a adição de nitrogênio ao sistema por meio da fixação biológica de N₂ que auxilia no aumento da produtividade do solo (Namatsheve *et al.*, 2021), bem como contribui com aumento na produtividade das culturas e da pecuária (Silva *et al.*, 2022). Dentre as leguminosas mais utilizadas em cultivos consorciados, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) destaca-se por sua versatilidade como fonte de nutrição para humanos, bovinos, solos e até mesmo para outras plantas (Silva *et al.*, 2018), além de apresentar alta capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico a partir da formação de nódulos radiculares em associação com rizóbios (Kebede; Bekeko, 2020). O capim Mombaça por sua vez é uma gramínea de hábito ereto e cespitoso (Schmidt *et al.*, 2022), que se destaca pelo seu potencial em fornecer alta produtividade animal e vegetal, principalmente nos períodos de seca (Peixoto; Santos, 2022).

Contudo, é importante conhecer os efeitos competitivos adversos que podem ocorrer entre as espécies consorciadas para que se possa definir manejos adequados.

De acordo com Mwamlima, Cheruiyot e Ouma (2020), o cultivo consorciado pode reduzir a taxa fotossintética das plantas devido ao sombreamento, reduzindo produção de fotoassimilados necessários para o crescimento e produtividade. Pierre *et al.* (2024) afirmam que, acompanhar e entender a competição

interespecífica, bem como as características fisiológicas associadas ao crescimento das plantas são a base para otimizar efetivamente os sistemas de cultivo consorciados. Compreender como ocorrem as interações entre as espécies e quais os impactos no desenvolvimento das plantas em sistemas de cultivos consorciados é de fundamental importância para elaborar estratégias eficazes na otimização das áreas de produção, bem como maximizar o rendimento produtivo do feijão-caupi. Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar ao longo do tempo a transpiração e o conteúdo relativo de água do feijão-caupi em cultivo consorciado com o capim Mombaça.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB) da Universidade Federal do Cariri (UFCA), no Crato, CE (7°14'03" S e 39°24'34" W, altitude de 420 m), de maio a agosto de 2024. O clima da região é classificado como tropical quente, semiárido brando e tropical quente sub-úmido (Sousa, 2018). O solo da área experimental é do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico abrupto e típico (FUNCME, 2012).

O delineamento empregado foi em blocos ao acaso, com parcela subdivida no tempo com três repetições, sendo o primeiro fator o sistema de cultivo (solteiro e consorciado) e o fator dois o tempo (análises realizadas aos 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77 e 84 dias após a semeadura - DAS). Foram utilizadas sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) de variedade crioula de nome popular costelão, e sementes de capim-colonião (*Panicum maximum*) cultivar Mombaça. O feijão-caupi foi conduzido em sistema de cultivo solteiro e em consórcio com o capim Mombaça. Para isso, foram instaladas três parcelas experimentais para cada sistema e cultivo, com dimensões de 4,8 x 3 m de comprimento e largura, respectivamente, com área de 14,4 m², contendo 5 linhas de plantas espaçadas a 0,60 m e 0,45 m entre plantas, total de 60 plantas por parcela. Para o cultivo consorciado, as diferentes espécies foram intercaladas na linha de planta,

totalizando 30 plantas de cada espécie por parcela. A área de útil da parcela consistiu nas 3 linhas de plantas centrais, desconsiderando a bordadura.

A semeadura ocorreu no dia 7 de maio de 2024, deixando-se 3 sementes por cova para garantir a germinação. Posteriormente foi realizado um desbaste, deixando-se uma planta por cova. A nutrição foi realizada por meio da aplicação de 21 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 72 kg ha⁻¹ de fósforo e 63 kg ha⁻¹ de potássio, usando como fontes a ureia (45 kg ha⁻¹) aplicada aos 15 DAS; o cloreto de potássio (105 kg ha⁻¹) aplicado 50% no plantio e 50% como cobertura aos 15 DAS; e o superfosfato simples (400 kg ha⁻¹), aplicado todo no plantio. O fornecimento hídrico foi realizado por meio de um sistema de irrigação localizado por gotejamento apenas para manter a estabilidade do estande de plantas. Configurando-se como irrigação de salvação, tal como realizado por produtores locais, que produzem em condições de sequeiro.

As variáveis analisadas foram o conteúdo relativo de água (CRA) e a taxa de transpiração (*E*) foliar das plantas. O CRA foi obtido pela relação entre a diferença de peso fresco e seco com a diferença de peso túrgido e seco de 10 discos foliares coletados com a ajuda de um perfurador de papel. O peso túrgido dos

discos foliares foram obtidos após terem sido totalmente hidratados em água destilada por 24 horas, e o peso seco dos discos foi obtido em estufa de circulação de ar forçado, à 65 °C por um período de 48 horas. A *E* foi obtida por meio de um porômetro. As análises foram realizadas aos 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77 e 84 DAS, sempre na segunda folha completamente expandida de três plantas da área útil, de forma aleatória.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade, homocedasticidade e análise de variância (ANOVA) pelo teste F ($p < 0,05$), utilizando-se o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2019). O fator tempo foi comparado mediante análise de regressão polinomial ($p < 0,05$), já os sistemas de cultivo (solteiro e consorciado) foram comparados mediante teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (Tabela 1), para a variável transpiração (*E*), houve efeito significativo apenas do fator tempo (DAS), já para o conteúdo relativo de água (CRA), houve efeito significativo dos fatores de forma isolada.

Tabela 1. Análise de variância para a transpiração (*E*) e conteúdo relativo de água (CRA) do feijão-caupi em função dos diferentes sistemas de cultivo (solteiro e consorciado) e do tempo (28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77 e 84 DAS).

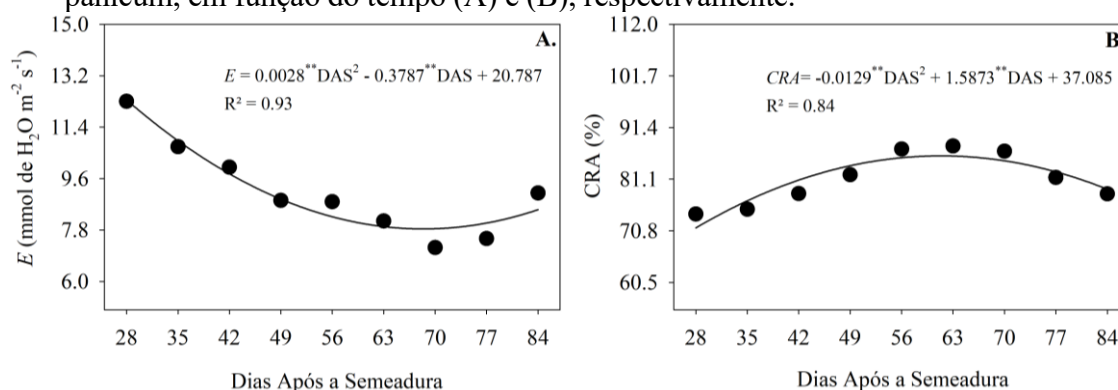
Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	
		<i>E</i>	CRA
Sistema de Cultivo (Sc)	1	11,344 ^{ns}	143,603*
Tempo (DAS)	8	15,749**	159,852**
Sc x DAS	8	0,611 ^{ns}	37,794 ^{ns}
Repetição	2	13,788	2,402
Resíduo	34	2,899	34,954
CV	%	18,57	7,29

^{ns}: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Constata-se que a *E* teve seu pico de máxima aos 28 DAS, apresentando valor máximo de 12,4 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹, com valor

mínimo de 8,0 H₂O m⁻² s⁻¹, aos 68 DAS, correspondendo a uma redução de 35% entre essas datas (Figura 1).

Figura 1. Transpiração (E) e conteúdo relativo de água (CRA) para a cultura do feijão-caupi e capim panicum, em função do tempo (A) e (B), respectivamente.



Estudando a fisiologia do feijão-caupi em sistema de cultivo integrado com capim-buffel e eucalipto, Freitas *et al.* (2023) obtiveram valores de E de 0,52 a 1,13 mmol de $H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$, em função do espaçamento adotado entre as espécies. Os autores associam os valores baixos de transpiração ao sombreamento causado pelas espécies de maior porte. Nota-se que a transpiração do feijão-caupi diminuiu com o tempo, o que representa também o crescimento do capim Mombaça e, consequentemente, aumento da área de sombreamento, limitando principalmente a atividade fotossintética das folhas. O sombreamento reduz a incidência de luz solar diretamente sobre a folha, reduzindo assim a interceptação de fluxo de fótons fotossintéticos, limitando a taxa fotossintética, a condutância estomática e a transpiração das plantas (Alam *et al.*, 2018; Pierre *et al.*, 2024). Quanto ao CRA (Figura 1B), o maior valor obtido foi de 85,9%, aos 62 DAS, expondo um incremento de 21% em relação a primeira data analisada (28 DAS), e voltando a reduzir até o final do ciclo da cultura. Possivelmente esse resultado possa estar relacionado com o aumento da competição por água entre as espécies, devido ao crescimento do capim Mombaça e também ao aumento da limitação hídrica imposta pelo cultivo em sequeiro.

Nota-se que o feijão-caupi preservou e até aumentou o CRA até certo período do ciclo, tal comportamento pode estar relacionado com a capacidade dessa espécie em reduzir o consumo de água intracelular quando em condições de limitação hídrica (Iseki *et al.*, 2018). Segundo Gomes *et al.* (2020), o baixo suprimento hídrico leva a uma redução significativa do conteúdo

relativo de água em plantas de feijão-caupi. Os autores obtiveram valores de CRA abaixo dos 80% sob condição de estresse hídrico severo. Baixo CRA pode estar associado a uma redução na pressão de turgor celular, o que resulta em clorose foliar e danos ao aparelho fotossintético (Singh; Reddy, 2011), sendo, portanto, o CRA um parâmetro de saúde celular das plantas, capaz de manter e preservar conteúdo de clorofila de toda a planta (Olorunwa; Shi; Barickman, 2021).

4 CONCLUSÕES

A transpiração e o conteúdo relativo de água do feijão-caupi tenderam a reduzir com o tempo, refletindo o aumento do estresse pela restrição hídrica devido ao cultivo em sequeiro, bem como ao aumento da competição interespecífica com o capim Mombaça.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB) da Universidade Federal do Cariri (UFCA) pela logística para realização do trabalho, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo seu apoio financeiro aos bolsistas participantes desta pesquisa e ao PROJETO: Edital n.162022, PDPG – Pós-doutorado Estratégico.

6 REFERÊNCIAS

ALAM, B.; SINGH, R.; UTHAPPA, A. R.; CHATURVEDI, M.; SINGH, A. K.; NEWAJ, R.; HANDA, A.K.; CHATURVEDI, O. P.

Different genotypes of *Dalbergia sissoo* trees modified microclimate dynamics differently on understory crop cowpea (*Vigna unguiculata*) as assessed through ecophysiological and spectral traits in agroforestry system. **Agricultural and Forest Meteorology**, Mississippi, v. 249, p. 138-148, 2018.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FREITAS, I. C.; FERREIRA, E. A.; ALVES, M. A.; OLIVEIRA, J. C.; FRAZÃO, L. A. Growth, nodulation, production, and physiology of leguminous plants in integrated production systems. **Agrosystems, Geosciences & Environment**, Montes Claros, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2023.

FUNCEME. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos**: mesorregião do Sul Cearense. Fortaleza: FUNCEME, 2012.

GOMES, A. M.; RODRIGUES, A. P.; ANTÔNIO, C.; RODRIGUES, A. M.; LEITÃO, A. E.; BATISTA-SANTOS, P., NHANTUMBO, N., MASSINGA, R., RIBEIRO-BARROS, A. I., RAMALHO, J. C. Drought response of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) landraces at leaf physiological and metabolite profile levels. **Environmental and Experimental Botany**, Oeiras, v. 175, article 104060, p. 1-18, 2020.

ISEKI, K.; TAKAHASHI, Y.; MUTO, C.; NAITO, K.; TOMOOKA, N. Diversity of drought tolerance in the genus *Vigna*. **Frontiers in Plant Science**, Tsukuba, v. 9, article 729, p. 1-18, 2018.

KEBEDE, E.; BEKEKO, Z. Expounding the production and importance of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in Ethiopia. **Cogent Food & Agriculture**, Dire Dawa, v. 6, n. 1, p. 1-21, 2020.

MWAMLIMA, L. H.; CHERUIYOT, E. K.; OUMA, J. P. Reduced stomatal conductance and irradiance account for soybean [*Glycine max* (L.)

Merrill] yield decline in maize-soybean intercrop. **Journal of Bioscience and Agriculture Research**, Njoro, v. 24, n. 1, p. 1977-1989, 2020.

NAMATSHEVE, T.; CHIKOWO, R.; CORBEELS, M.; MOUQUET-RIVIER, C.; ICARD-VERNIÈRE, C.; CARDINAEL, R. Maize-cowpea intercropping as an ecological intensification option for low input systems in sub-humid Zimbabwe: Productivity, biological N₂-fixation and grain mineral content. **Field Crops Research**, Harare, v. 263, article 108052, p. 1-12, 2021.

OLORUNWA, O. J.; SHI, A.; BARICKMAN, T. C. Varying drought stress induces morpho-physiological changes in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) genotypes inoculated with *Bradyrhizobium japonicum*. **Plant Stress**, Fayetteville, v. 2, article 100033, p. 1-13, 2021.

PEIXOTO, A. S.; SANTOS, E. D. J. Avaliação do Desenvolvimento do Capim Mombaça (*Megathyrsus Maximus*) Submetido a Diferentes Tipos de Preparo de Solo. **Cadernos ENIC-ENIDTI**, Boa Vista, v. 2, n. 1, p. 1-5, 2022.

PIERRE, J. F.; SINGH, U.; LATOURNERIE-MORENO, L.; GARRUÑA, R.; JACOBSEN, K. L.; RUIZ-SANTIAGO, R. R.; CHAN-ARJONA, A. D.; RUIZ-SÁNCHEZ, E. Effect of different maize (*Zea mays*)/Cowpea (*Vigna unguiculata*) intercropping patterns and n supply on light interception, physiology and productivity of cowpea. **Agricultural Research**, Yucatán, v. 13, n. 2, p. 1-12, 2024.

SCHIMIDT, L.; MORAIS, G. F.; CASTRO, F. T.; MAIA, A.; RAMOS FILHO, L. O. Influência de tipos de corte sobre o perfilhamento, rebrotação e produção de massa seca do capim mombaça. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2022, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2022. p. 1-11.

SILVA, L. S.; SANTOS LAROCA, J. V.; COELHO, A. P.; GONÇALVES, E. C.; GOMES, R. P.; PACHECO, L. P.;

CARVALHO, P. C. F.; PIRES, G. C.; OLIVEIRA, R. L.; SOUZA, J. M. A.; FREITAS, C. M.; CABRAL, C. E. A.; WRUCK, F. J.; SOUZA, E. D.; SYSTEMS, C. L. Does grass-legume intercropping change soil quality and grain yield in integrated crop-livestock systems? **Applied Soil Ecology**, Itiquira, v. 170, article 104257, p. 1-10, 2022.

SILVA, A. C.; SANTOS, D. C.; TEIXEIRA JUNIOR, D. L.; SILVA, P. B.; SANTOS, R. C.; SIVIERO, A. Cowpea: A strategic legume species for food security and health. *In*: LOPEZ, J. C. J.; CLEMENTE, A. (ed.). **Legume seed nutraceutical research**. London: IntechOpen, 2018. v. 1, p. 49-61.

SINGH, S. K.; REDDY, K. R. Regulation of photosynthesis, fluorescence, stomatal conductance and water-use efficiency of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) under drought. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, Mississippi, v. 105, n. 1, p. 40-50, 2011.

SOUSA, S. G. Análise temporal do comportamento da precipitação pluviométrica na Região Metropolitana do Cariri (CE), Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, Heredia, v. 63, n. 2, p. 273-294, 2018.