

## BIOMASSA E EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA E DA TERRA EM SISTEMAS SOLTEIROS E CONSORCIADOS DE FEIJÃO-CAUPI E MILHO SOB SEQUEIRO, EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA

Ygor Ferreira Barros<sup>1</sup>, Joel Alves de Oliveira<sup>2</sup>, Maria Tatiane Ferreira Bento<sup>2</sup>, Everton Kauan Elias Batista<sup>2</sup>, Alexandre Reuber Almeida da Silva<sup>3</sup>, Carlos Newdmar Vieira Fernandes<sup>3</sup>

**RESUMO:** A produção agrícola em sequeiro no semiárido brasileiro enfrenta o desafio da irregularidade das precipitações. Sistemas consorciados de feijão-caupi e milho, aliados à escolha adequada dos genótipos e das épocas de semeadura, podem aumentar a produtividade e otimizar o uso da água da chuva e da terra nesses ambientes. Este estudo avaliou a produção de biomassa e indicadores de eficiência no uso da água e da terra em sistemas solteiros e consorciados de feijão-caupi e dois genótipos de milho (híbrido e variedade), semeados em duas épocas sob condições de sequeiro, no semiárido cearense. O experimento foi realizado entre fevereiro e maio de 2025, em Iguatu (CE), utilizando um delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas e três repetições. As duas épocas de semeadura foram 20/02 e 21/03/2025, e os sete sistemas avaliados foram: (1) feijão-caupi solteiro; (2) milho híbrido solteiro; (3) milho variedade solteiro; (4) milho híbrido consorciado com feijão-caupi; (5) milho variedade consorciado com feijão-caupi; (6) feijão-caupi consorciado com milho híbrido; e (7) feijão-caupi consorciado com milho variedade. Foram usados os genótipos BRS Pujante (feijão-caupi), PR27D28 (milho híbrido) e BRS Caatingueiro (milho variedade). Os resultados mostraram que os consórcios, especialmente os com milho híbrido, geraram maior biomassa e eficiência no uso dos recursos quando plantados na primeira época. A semeadura tardia, com maior restrição hídrica durante a floração do feijão-caupi, comprometeu o desempenho dos sistemas. Assim, recomenda-se antecipar a semeadura e priorizar consórcios do feijão-caupi com milho híbrido para melhorar a resiliência da agricultura de sequeiro no semiárido.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cultivo múltiplo; *Vigna unguiculata* L. Walp.; *Zea mays* L.

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrícola, IFCE – campus Iguatu, Rodovia Iguatu / Várzea Alegre, km 05, s/n, Vila Cajazeiras, Iguatu, Ceará – Brasil, CEP: 63503-790. Fone: (88) 9650-5627. Email: ygor.ferreira.barros09@aluno.ifce.edu.br

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Agrícola, Departamento de Ensino, IFCE – campus Iguatu, Iguatu, Ceará.

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Departamento de Ensino, IFCE – campus Iguatu, Iguatu, Ceará.

## BIOMASS AND EFFICIENCY IN WATER AND LAND USE IN SOLE AND INTERCROPPED SYSTEMS OF COWPEA AND CORN UNDER DRY FIELD, IN DIFFERENT SOWING TIMES

**ABSTRACT:** Dryland agricultural production in the Brazilian semiarid region faces the challenge of irregular rainfall. Intercropped systems of cowpea and corn, combined with the appropriate choice of genotypes and sowing dates, can increase productivity and optimize the use of rainwater and land in these environments. This study evaluated biomass production and indicators of water and land use efficiency in single and intercropped systems of cowpea and two corn genotypes (hybrid and variety), sown in two seasons under dryland conditions, in the semiarid region of Ceará. The experiment was carried out between February and May 2025, in Iguatu (CE), using a randomized block design with split plots and three replications. The two sowing dates were February 20 and March 21, 2025, and the seven systems evaluated were: (1) single cowpea; (2) single hybrid corn; (3) single variety corn; (4) hybrid corn intercropped with cowpea; (5) variety corn intercropped with cowpea; (6) cowpea intercropped with hybrid corn; and (7) cowpea intercropped with variety corn. The genotypes BRS Pujante (cowpea), PR27D28 (hybrid corn), and BRS Caatingueiro (variety corn) were used. The results showed that the intercropping, especially those with hybrid corn, generated greater biomass and resource use efficiency when planted in the first season. Late sowing, with greater water restriction during cowpea flowering, compromised the performance of the systems. Therefore, it is recommended to anticipate sowing and prioritize intercropping with hybrid corn to improve the productivity and resilience of dryland agriculture in the semiarid region.

**KEYWORDS:** Multiple cropping; *Vigna unguiculata* L. Walp.; *Zea mays* L.

## INTRODUÇÃO

A produção agrícola no semiárido brasileiro é fortemente influenciada pela variabilidade climática, especialmente quanto à distribuição irregular e à intensidade das chuvas. No município de Iguatu, Ceará, a precipitação concentra-se entre dezembro e maio, com frequência de veranicos e chuvas mal distribuídas, o que limita o sucesso da agricultura de sequeiro (Campos & Andrade, 2021). Nesse contexto, o uso de sistemas consorciados, como o de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) com milho (*Zea mays*), surge como alternativa promissora por possibilitar maior eficiência na utilização da água, da terra e de outros recursos produtivos

(Ligarreto-Moreno & Arenas-Ochoa, 2023). Todavia, a escolha adequada de genótipos, arranjos de cultivo e épocas de semeadura pode contribuir significativamente para a sustentabilidade da produção em ambientes com restrição hídrica. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desempenho produtivo, com base na produção de biomassa e nos indicadores de uso eficiente da água e da terra, em sistemas de cultivo solteiros e consorciados com feijão-caupi e dois genótipos de milho (híbrido e variedade), estabelecidos em diferentes épocas de semeadura, em condições de sequeiro no semiárido cearense, visando elucidar os efeitos das variações da disponibilidade hídrica, com fator determinante da produção de biomassa pelas culturas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre fevereiro e maio de 2025, na área experimental do Instituto Federal do Ceará – Campus Iguatu, em Iguatu, Ceará (6°39' S, 39°26' O; 218 m), em um Argissolo de textura areia franca (0 – 0,20 m), sob clima semiárido quente (BSh). Adotou-se um delineamento em blocos casualizados, em parcelas subdivididas  $2 \times 7$ , com três repetições, totalizando 42 unidades experimentais (15 m<sup>2</sup> cada). As parcelas corresponderam a duas épocas de semeadura (20/02 e 21/03/2025), e as subparcelas a sete sistemas de cultivo: (1) feijão-caupi solteiro; (2) milho híbrido solteiro; (3) milho variedade solteiro; (4) milho híbrido consorciado com feijão-caupi; (5) milho variedade consorciado com feijão-caupi; (6) feijão-caupi consorciado com milho híbrido; e (7) feijão-caupi consorciado com milho variedade. Utilizaram-se os genótipos BRS Pujante (feijão-caupi), PR27D28 (milho híbrido) e BRS Caatingueiro (milho variedade), recomendados pelo programa Hora de Plantar 2025. O solo foi preparado com aração e gradagem, seguido de semeadura manual. A adubação seguiu recomendações baseadas na análise de solo. Os tratos culturais incluíram capinas manuais e controle fitossanitário conforme práticas locais. A biomassa seca (BS) das culturas foram determinadas aos 69 dias após a semeadura, por meio da coleta de quatro plantas por parcela para os genótipos de milho. Para o feijão-caupi, utilizou-se um gabarito de 0,25 m<sup>2</sup>. Em ambos os casos, as amostras foram secas a 65 °C em estufa de circulação forçada, sendo a BS expressa em kg ha<sup>-1</sup>. A produtividade da água da chuva (PABS) foi calculada como a razão entre BS e precipitação acumulada (kg m<sup>-3</sup>), conforme Gebremedhin et al. (2023), e a eficiência do uso da terra (UETBS), segundo Willey (1979). A evapotranspiração da cultura (ETc) foi estimada pela multiplicação entre a evapotranspiração de referência (ETo) calculada pelo método FAO

Penman-Monteith e os coeficientes das culturas ( $K_c$ ) conforme as sugestões de  $K_c$ 's de Souza et al. (2005) e de Santos et al. (2014) para feijão-caupi e milho, respectivamente. A necessidade suplementar de água (NSA) foi calculada pela diferença entre a  $ET_c$  e a precipitação efetiva ( $P_e$ ) e a satisfação relativa de água (SRA) pela razão entre a  $P_e$  a  $ET_c$ , conforme Gebremedhin et al. (2023). Os dados das variáveis respostas das culturas foram submetidos à análise de variância e quando denotados efeitos significativos, adotou-se o teste de Tukey para comparação das médias, utilizando-se do software ASSISTAT.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (dados não apresentados) revelou efeito significativo da época de semeadura apenas sobre a UETBS. Os sistemas de cultivo influenciaram significativamente todas as variáveis (BS, PABS e UETBS), assim como a interação entre épocas e tratamentos, indicando respostas diferenciadas em função da sazonalidade hídrica local propiciada pelos estabelecimentos dos cultivos nas diferentes épocas. Durante os ciclos do feijão-caupi e do milho, ambas as épocas de semeadura tiveram precipitação efetiva acima da evapotranspiração, gerando excedente hídrico (NSA negativa). No milho-verde, a Época 1 apresentou NSA total de -82,08 mm e a Época 2, -14,94 mm, com SRA sempre acima de 100%, exceto na floração da Época 2 (68,78%), indicando possível restrição hídrica nesse estágio. As necessidades suplementares totais foram -128,13 mm (Época 1) e -76,33 mm (Época 2), com déficit maior na floração da Época 2 (NSA 43,36 mm e SRA 76,03%), evidenciando maior estresse hídrico nessa época. Houve excesso de água nos estádios iniciais em ambas as épocas, com SRA acima de 200% neste estágio, sugerindo risco de saturação do solo e prováveis efeitos adversos para as plantas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Precipitação efetiva (PPT, mm período<sup>-1</sup>), evapotranspiração da cultura (ETc, mm período<sup>-1</sup>), necessidade suplementar de água (NSA, mm período<sup>-1</sup>) e satisfação relativa de água (%) em feijão-caupi e em genótipos de milho (híbrido e variedade), cultivados solteiros e consorciados, sob sequeiro, em duas épocas de semeadura na estação chuvosa de 2025, Iguatu, Ceará

Feijão-caupi									
Estádios	DAS	Época 1				Época 2			
		PPT	ETc	NSA	SRA	PPT	ETc	NSA	SRA
		(mm período <sup>-1</sup> )				(%)			
Vegetativo	0 – 34	145,20	127,42	-17,78	113,95	151,93	119,43	-32,50	127,21
Floração	35 – 50	110,93	92,53	-18,40	119,88	63,71	92,63	28,92	68,78
Enchimento das vagens	51 – 64	110,34	58,77	-51,57	187,75	116,96	94,93	-22,03	123,21
Maturação	65 – 69	0,00	5,67	5,67	0,00	0,00	10,67	10,67	0,00
Totais	(-)	366,47	284,39	-82,08	128,86	332,60	317,66	-14,94	104,70
Milho-verde									
Inicial	0 – 16	109,90	39,93	-69,97	275,25	115,34	39,04	-76,30	295,40
Desenvolvimento	17 – 37	131,81	61,33	-70,48	214,93	108,70	56,38	-52,32	192,81
Floração	38 – 65	130,44	138,18	7,74	94,40	137,55	180,91	43,36	76,03
Maturidade fisiológica	66 – 69	0,00	4,58	4,58	0,00	0,00	8,92	8,92	0,00
Totais	(-)	372,15	244,02	-128,13	152,51	361,59	285,26	-76,33	126,76

A produção de biomassa seca (BS) foi maior na Época 1 para o feijão-caupi solteiro (7.802 kg ha<sup>-1</sup>) e para o milho híbrido consorciado com feijão-caupi (13.169 kg ha<sup>-1</sup>), refletindo o melhor suprimento relativo de água (SRA) nos estádios vegetativos e reprodutivos do feijão. O milho híbrido e variedade solteiros mantiveram alta BS em ambas as épocas, com destaque para o milho híbrido na Época 2 (11.886 kg ha<sup>-1</sup>). A queda da BS do feijão em consórcio com milho variedade na Época 2 (4.669 kg ha<sup>-1</sup>) está associada à menor disponibilidade hídrica durante a floração do feijão-caupi. A produtividade da água na BS (PABS) acompanhou o padrão da BS, mas mostrou maior sensibilidade ao suprimento hídrico, com ganhos para o milho híbrido solteiro e consórcios na Época 2, mesmo com menores precipitações, e queda para o feijão-caupi solteiro e consorciado com milho variedade, devido à restrição hídrica (SRA < 70%). A eficiência do uso da terra (UETBS) foi alta e semelhante entre consórcios na Época 1, com destaque para feijão-caupi com milho variedade (2,80). Na Época 2, a UETBS caiu significativamente nos consórcios com feijão, especialmente com milho variedade (0,44), mostrando menor eficiência sob restrição hídrica durante a fase reprodutiva do feijão. Em resumo, na Época 1, todos os consórcios apresentaram UETBS > 1, indicando vantagem produtiva sobre monocultivos com bom suprimento hídrico; na Época 2, apenas consórcios com milho mantiveram essa vantagem (UETBS = 2,13), enquanto o feijão-caupi em consórcio teve UETBS < 1, evidenciando a desvantagem produtiva da cultura sob restrição hídrica, especialmente quando incidente na floração (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios de produção de biomassa seca (BS, kg ha<sup>-1</sup>), produtividade da água na produção de biomassa seca (PABS, kg m<sup>-3</sup>) e uso eficiente da terra na produção de biomassa seca (UETBS) de plantas de feijão-caupi e de genótipos de milho (híbrido e variedade), cultivados em sistema solteiro e consorciado, sob condições de sequeiro, em duas épocas de semeadura durante a estação chuvosa de 2025, no município de Iguatu, Ceará

Variável	Épocas de semeadura	Tratamentos						
		Feijão-caupi solteiro	Milho híbrido solteiro	Milho variedade solteiro	Milho híbrido consorciado com feijão-caupi	Milho variedade consorciado com feijão-caupi	Feijão-caupi consorciado com milho híbrido	Feijão caupi consorciado com milho variedade
BS (kg ha <sup>-1</sup> )	Época 1	7.801,94 <sup>aABC</sup>	11.488,74 <sup>aAB</sup>	7.011,62 <sup>aBC</sup>	13.169,39 <sup>aA</sup>	4.767,08 <sup>bc</sup>	7.490,01 <sup>aBC</sup>	8.305,09 <sup>aABC</sup>
	Época 2	5.119,12 <sup>aBC</sup>	11885,55 <sup>aA</sup>	9.020,43 <sup>aABC</sup>	13.088,41 <sup>aA</sup>	10.575,56 <sup>aAB</sup>	5.267,36 <sup>aBC</sup>	4.668,69 <sup>bc</sup>
PABS (kg m <sup>-3</sup> )	Época 1	1,51 <sup>aABC</sup>	2,22 <sup>aAB</sup>	1,35 <sup>aBC</sup>	2,54 <sup>aA</sup>	0,92 <sup>bc</sup>	1,44 <sup>aABC</sup>	1,60 <sup>aABC</sup>
	Época 2	1,02 <sup>aBC</sup>	2,39 <sup>aA</sup>	1,81 <sup>aABC</sup>	2,63 <sup>aA</sup>	2,12 <sup>aAB</sup>	1,05 <sup>aBC</sup>	0,93 <sup>aC</sup>
UETBS (-)	Época 1	-	-	-	2,13 <sup>aA</sup>	1,79 <sup>aA</sup>	1,66 <sup>aA</sup>	2,80 <sup>aA</sup>
	Época 2	-	-	-	2,13 <sup>aA</sup>	1,60 <sup>aAB</sup>	0,40 <sup>bb</sup>	0,44 <sup>bb</sup>

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si, conforme o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade; DMS: diferença mínima significativa.

## CONCLUSÕES

Os sistemas consorciados entre feijão-caupi e milho, especialmente com milho híbrido, apresentaram maior produção de biomassa e eficiência no uso da água e da terra quando semeados no início da estação chuvosa. A segunda época de semeadura, com restrição hídrica durante a floração do feijão-caupi, reduziu o desempenho dos consórcios. Recomenda-se, portanto, a adoção de consórcios com milho, preferencialmente híbrido, semeados mais antecipadamente, como estratégia eficiente para agricultura de sequeiro no semiárido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, D. A.; ANDRADE, E. M. de. Seasonal trend of climate variables in an area of the Caatinga phytogeographic domain. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 15, e06833, 2021.
- GEBREMEDHIN, T.; HAILE, G. G.; GEBREMICAEL, T. G.; LIBSEKAL, H.; WELDE REDA, K. Balancing crop water requirements through supplemental irrigation under rainfed agriculture in a semi-arid environment. **Heliyon**, v. 9, n. 8, p. e18727, 2023.

LIGARRETO-MORENO, GA; ARENAS-OCHOA, EG. Biomass, yield and competitiveness of maize and bean crops in an association system. **Revista Ceres**, v. 70, n. 2, p. 23–31, mar. 2023.

SANTOS, W.O.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MEDEIROS, J. F.; MOURA, M. S. B.; COSTA NUNES, R. L. Coeficientes de cultivo e necessidades hídricas da cultura do milho verde nas condições do semiárido brasileiro. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 4, p. 559-572, 2014.

SOUZA, M. D. S. M.; BEZERRA, F. M. L.; TEÓFILO, E. M. Coeficientes de cultura do feijão caupi na região litorânea do Ceará. **Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 3, p. 241-248, 2005.

WILLEY, R. W. Intercropping - its importance ad research needs. Part 1, competition and yield advantage. **Field Crop Abstracts**, Slough, v. 32, n. 1, p. 1-10, 1979.