

Lâminas de irrigação e coberturas vegetais mortas no consórcio entre feijão-caupi e milho

Irrigation levels and mulching in the consortium between cowpea and corn

Niveles de riego y coberturas vegetales muertas en el consorcio entre caupí y maíz

Recebido: 26/05/2020 | Revisado: 28/05/2020 | Aceito: 09/06/2020 | Publicado: 20/06/2020

Wesley Lívio Viana Torres

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2429-6876>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: wesleylivio91@gmail.com

Thales Vinícius de Araújo Viana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0722-6371>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: thales@ufc.br

Geocleber Gomes de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1466-6458>

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Brasil

E-mail: sousagg@unilab.edu.br

João Valdenor Pereira Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9018-5755>

Universidade Estadual do Piauí, Brasil

E-mail: joao_valdenor@hotmail.com

Krishna Ribeiro Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6713-1759>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: krishnaribeiro@yahoo.com.br

Benito Moreira de Azevedo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7391-1719>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: benito@ufc.br

Resumo

O uso da irrigação em consórcio entre feijão-caupi e milho é uma alternativa rentável para atender a demanda de alimentos. Neste sentido, objetivou-se avaliar a produtividade do feijão-caupi e milho, cultivados em consórcio, sob diferentes lâminas de irrigação e coberturas vegetais mortas. O estudo foi realizado na área experimental da Estação Agrometeorológica, da Universidade Federal do Ceará (UFC), no período de agosto a dezembro de 2018. Utilizou-se o delineamento em bloco casualizado em parcelas subdivididas, em arranjo fatorial 5 x 4, referente a cinco lâminas de irrigação (25%, 50%, 75%, 100% e 125% da evapotranspiração do consórcio - ETc) e quatro tipos de coberturas vegetais mortas (casca de arroz, bagana de carnaúba, mista e sem cobertura), com quatro repetições. Avaliou-se o número e o comprimento de vagens por planta e a produtividade para a cultura do feijão-caupi e o comprimento e massa da espiga com palha e a produtividade para a cultura do milho. O efeito da interação das coberturas vegetais mortas casca de arroz e mista em função das lâminas de irrigação proporcionou aumento significativo no número de vagens por planta, comprimento da espiga, massa da espiga com palha e produtividade das culturas feijão-caupi e milho para as lâminas de irrigação equivalente a 125% da ETc.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata* L. Walp.; *Zea mays* L.; Estresse hídrico; Proteção do solo.

Abstract

The use of irrigation in a consortium between cowpea and corn is a profitable alternative to meet the demand for food. In this sense, the objective was to evaluate the productivity of the cowpea and corn consortium, under different irrigation depths and dead vegetation cover. The study was carried out in the experimental area of the Agrometeorological Station, at the Federal University of Ceará (UFC), from August to December 2018. A randomized block design was used in subdivided plots, in a 5 x 4 factorial arrangement, referring to five irrigation depths (25%, 50%, 75%, 100% and 125% of the consortium evapotranspiration - ETc) and four types of dead vegetable coverings (rice husk, carnauba straw, mixed and without cover), with four repetitions. The number and length of pods per plant and the productivity for the cowpea culture and the length and mass of the cob with straw and the productivity for the corn culture were evaluated. The effect of the interaction of dead vegetable coverings, rice husk and mixed, depending on the irrigation depths provided a significant increase in the number of pods per plant, ear length, ear mass with straw and

productivity of cowpea and corn crops for the irrigation depths equivalent to 125% of the ETc.

Keywords: *Vigna unguiculata* L. Walp.; *Zea mays* L.; Hydrical stress; Soil protection.

Resumen

El uso de riego en consorcio entre caupí y maíz es una alternativa rentable para satisfacer la demanda de alimentos. En este sentido, el objetivo de ese estudio fue evaluar la productividad de caupí y maíz, cultivados en consorcio, bajo diferentes láminas de riego y cubierta vegetal muerta. El estudio se realizó en el área experimental de la Estación Agrometeorológica, de la Universidad Federal de Ceará (UFC), de agosto a diciembre de 2018. Se utilizó un diseño de bloques al azar en parcelas subdivididas, en un arreglo factorial de 5 x 4, en referencia a cinco láminas de riego (25%, 50%, 75%, 100% y 125% de la evapotranspiración del consorcio - ETc) y cuatro tipos de cubiertas vegetales muertas (cáscara de arroz, paja de carnauba, mixtas y sin cubierta), con cuatro repeticiones. Se evaluó la cantidad y longitud de vaina por planta y la productividad para el cultivo de caupí y la longitud y masa de la mazorca con paja y la productividad para el cultivo del maíz. El efecto de la interacción de las coberturas vegetales muertas cáscara de arroz y mixtas, en función de las láminas de riego proporcionaron un aumento significativo en el número de vainas por planta, longitud de la mazorca, masa de mazorca con paja y productividad de los cultivos de caupí y maíz para las láminas de riego equivalentes al 125% de la ETc.

Palabras clave: *Vigna unguiculata* L. Walp.; *Zea mays* L.; Estrés hídrico; Protección del suelo.

1. Introdução

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é caracterizado como uma cultura de clima tropical, conhecido popularmente como feijão-macassar e feijão-de-corda, sendo cultivado em todos os estados da região Nordeste, colhido seco ou verde, a depender do mercado que se pretende atingir (Bezerra, Júnior, Paiva, Santos, Feitosa, & Silva, 2017; Blanco, Cardoso, Freire Filho, Veloso, Nogueira, & Dias, 2011). Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB] (2019), a área plantada de feijão-caupi no Ceará na safra 2018/2019 foi de 359,5 mil hectares com produtividade de aproximadamente 305 kg ha⁻¹, enquanto no Brasil a área total cultivada foi de 1276,2 mil hectares alcançando uma produtividade média de 500 kg ha⁻¹.

O milho (*Zea mays* L.), planta da família da Poaceae, pertence ao grupo de plantas com metabolismo fotossintético do tipo C4, que se caracteriza pelo elevado potencial produtivo é utilizado desde a alimentação humana e animal até a indústria de alta tecnologia. O Brasil distingue-se como terceiro maior produtor mundial de milho. No ano de 2019 a produtividade média de milho no Ceará foi de aproximadamente 792 kg ha⁻¹ cultivados em uma área de aproximadamente 501,9 mil hectares, e a produtividade nacional foi de 5.715 kg ha⁻¹, cultivados em uma área de 17.495,4 mil hectares (CONAB, 2019).

A consorciação de culturas, que consiste no cultivo de duas ou mais culturas em uma mesma área, pelo menos em parte do ciclo, visa o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis na propriedade e a minimização dos riscos de quebra de produtividade. A prática da consorciação entre milho e feijão é de grande relevância, principalmente entre os agricultores familiares envolvendo culturas de subsistência e tradicional (Araújo, Araújo Filho, & Maranhão, 2017). É importante salientar que o sistema consorciado proporciona vantagens como o melhor uso da água e da terra, melhor aproveitamento da mão-de-obra, proteção do solo e menor risco de perda de produção (*Ibidem*, 2017).

O conhecimento das necessidades hídricas da cultura é fundamental para maximizar a produtividade, no entanto, o manejo da irrigação requer uma estimativa sistemática do estado energético de água no solo para que a lâmina total de água necessária para cada cultura atenda às exigências hídricas das plantas cultivadas em sistema solteiro (Lima, Moraes, Ribeiro, & SILVA, 2016; Souza, Solto, Sá, Paiva, Brito, & Mesquita, 2016), ou consorciado (Osti, Dallacort, Tieppo, Grzebieluckas, & Conceição, 2019), de maneira que o excesso ou déficit de água não implique em estresse para as plantas causando perdas na produção.

Uma alternativa que vêm crescendo no meio científico para atenuar o estresse hídrico em sistema agrícola, é o uso da cobertura morta vegetal. Essa prática aplicada é muito importante para as regiões árida e semiárida, pois protege a superfície do solo e pode manter o solo úmido por mais tempo favorecendo o desenvolvimento da cultura, atenuando a evaporação do solo e reduzindo a taxa de evapotranspiração das culturas, (Araújo, Rodrigues, Fernandes, Sobreira, Souza Alves, & Silva, 2019; Fernandes, Lacerda, Andrade, Neves, & Sousa, 2015).

Com base no que foi explanado, o presente trabalho objetivou avaliar a produtividade do feijão-caupi e milho, cultivados em consórcio, sob diferentes lâminas de irrigação e coberturas vegetais mortas.

2. Metodologia

O trabalho se trata de uma pesquisa de campo que possibilitou a obtenção de dados de natureza quali-quantitativa (Pereira, Shitsuka, Parreira, & Shitsuka, 2018) realizada em duas etapas. Inicialmente conduziu-se um experimento em campo para avaliar o desenvolvimento de plantas de milho e feijão cultivadas em consórcio. Ao final do experimento, as plantas foram coletadas e levadas ao laboratório onde passaram por procedimentos que possibilitaram a obtenção dos dados a serem avaliados estatisticamente.

O experimento foi conduzido no período de agosto a dezembro de 2018, em uma área experimental na Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, localizada nas coordenadas geográficas 03°44'45" Latitude Sul e 38°34'55" de Longitude Oeste, com altitude média de 19,5 metros.

Segundo a classificação climática de Köppen (1923), o clima local é classificado como Aw', tropical chuvoso, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono, com médias anuais registradas entre o período de 1971 a 2010 de: precipitação, 1.523 mm; temperatura, 26,9 °C; umidade relativa do ar, 69%; e evapotranspiração, 1.747 mm.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo de textura areia franca (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [EMBRAPA] 2018). Para a análise do solo foi retirada uma amostra na camada de 0-20 cm que apresentou os seguintes atributos químicos do solo: $\text{Ca}^{2+} = 1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{2+} = 1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Na}^+ = 0,13 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+} = 0,99 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K}^+ = 0,88 \text{ mg dm}^{-3}$; PST = 4%; pH = 7,1; CE = 0,55 dS dm^{-1} ; P = 10,3 g kg^{-1} ; C = 1,71 g kg^{-1} e N = 0,48 g kg^{-1} , seguindo a metodologia (Teixeira, Donagemma, Fontana, & Teixeira, 2017).

O delineamento utilizado foi o de bloco casualizado em parcelas subdivididas, em arranjo fatorial 5 x 4, referentes a cinco lâminas de irrigação (25%, 50%, 75%, 100% e 125% da evapotranspiração do consórcio - ETc) e quatro tipos de coberturas vegetais mortas (casca de arroz, bagana de carnaúba, mista e sem cobertura), com 4 repetições.

A cultivar de feijão-caupi utilizada foi a Marataoã e a do milho uma Crioula. Antes do plantio foi realizada uma aração e uma gradagem. As fileiras com plantas foram espaçadas de 1,0 m e, nestas, alternaram-se covas de milho e de feijão espaçadas a cada 0,5 m. O plantio foi realizado semeando-se 4 sementes por cova para o consórcio. Aos 10 Dias Após a Semeadura (DAS), realizou-se o desbaste, deixando-se apenas uma planta por cova.

Também aos 10 DAS, o solo foi levado à capacidade de campo. Em seguida foram colocadas as coberturas utilizadas: casca de arroz, bagana de carnaúba, mista - casca de arroz

+ bagana de carnaúba (altura de 5 cm) e sem cobertura morta no solo em toda a área útil da subparcela. Nesse mesmo período iniciaram-se os tratamentos com as diferentes lâminas de irrigação.

O experimento foi irrigado por meio de um sistema de irrigação localizada, do tipo gotejamento, com uma linha de irrigação por fileira de plantas, tendo um emissor por planta, espaçado de acordo com o espaçamento supracitado com vazão por emissor de 2,0 L h⁻¹ a uma pressão de serviço de 1,0 kgf cm⁻².

A irrigação foi aplicada diariamente e quantificada a partir da evaporação medida no Tanque Classe “A”. O tempo de irrigação foi calculado a partir da Equação (1). Os valores de coeficientes de cultivo do consórcio, K_c, utilizados variaram de 0,9 a 1,2, conforme proposição de Souza, Moura, Sedyama, e Silva (2015).

$$Ti = 60 \times \frac{f \cdot ETc \cdot Ap \cdot Fr}{Ea \cdot qi} \quad (1)$$

Em que: Ti – Tempo de irrigação (minutos); f – Fator de ajuste dos regimes de irrigação (0,25; 0,50; 0,75; 1,0 e 1,25, adimensionais); ETc – Evapotranspiração do consórcio (mm dia⁻¹); Ap – Área de ocupada por cada planta (0,5 m²); Fr – fator de redução em função da projeção das plantas (adimensional); Ea – Eficiência do sistema de irrigação (adimensional); q_i – Vazão por tratamento (L h⁻¹).

Aos 80 DAS realizou-se a colheita do feijão e se analisaram as seguintes variáveis: comprimento das vagens (CV) medido com a régua em cm, o número de vagens por planta (NVP) aferido através da contagem manual de cada tratamento, número de grãos por vagem (NGV) e a produtividade (PROD_F).

Já aos 120 DAS foi colhido o milho e realizados as seguintes variáveis: comprimento da espiga (CE), mensurado com uma régua, diâmetro da espiga (DE), medido com um paquímetro digital em mm, a massa da espiga com palha (MECP) e a produtividade do milho (PROD_M) obtido pela produção de grãos por área.

Os dados observados foram submetidos à análise de variância (Anova). Os dados quantitativos, referentes às lâminas de irrigação, quando significativos pelo teste F, foram submetidos à análise de regressão utilizando-se o nível de 1 ou 5% (P < 0,01 ou 0,05). Para os dados qualitativos, referentes às coberturas vegetais mortas, realizaram-se testes de médias (Tukey, ao nível de 5%). Quando significativo, para as interações entre os dados quantitativos e qualitativos, realizaram-se os gráficos de interação. Os dados foram processados com o

auxílio do programa Assisat 7.7 BETA (Silva, 2016).

3. Resultados e Discussão

O resumo da análise da variância, para as variáveis analisadas no o feijão-caupi e no milho encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para os dados de comprimento da vagem (CV) em cm, número de grãos por vagem (NGV), número de vagem por planta (NVP) e produtividade (PROD_F) em kg ha⁻¹ do feijão-caupi e o comprimento da espiga (CE), diâmetro da espiga (DE), massa da espiga com palha (MECP) e a produtividade do milho (PROD_M) em função de diferentes lâminas de irrigação e coberturas vegetais mortas.

FV	GL	Quadrado Médio dos dados do feijão-caupi			
		CV	NGV	NVP	PROD _F (kg ha ⁻¹)
Lâmina (L)	4	0,16ns	0,17 ^{ns}	90,13**	1880624,38**
Resíduo (A)	12	0,49	1,245	2,15	229095,52
Cobertura (C)	3	0,49ns	0,55 ^{ns}	39,12**	1671189,16**
Resíduo (B)	45	0,31	1,023	2,65	135527,8
LxC	12	0,48ns	1,50 ^{ns}	56,22**	2179415,87**
C.V. (L) (%)	-	3,64%	6,89%	6,24%	12,54%
C.V. (C) (%)	-	2,90%	6,24%	6,93%	9,64%
		Quadrado Médio dos dados do milho			
		CE	DE	MECP	PROD _M (kg ha ⁻¹)
Lâmina (L)	4	52,89**	0,58ns	1114,27**	1503713,75**
Resíduo (A)	12	0,98	0,12	52,77	16646,04
Cobertura (C)	3	2,29ns	0,2863	1073,389**	1214253,31**
Resíduo (B)	45	1,35	0,06	111,33	72240,91
LxC	12	11,57ns	0,3390ns	1073,39**	777750,50**
C.V. (L) (%)	-	6,04%	10,82%	7,53%	8,24%
C.V. (C) (%)	-	7,06%	7,37%	15,69%	11,97%

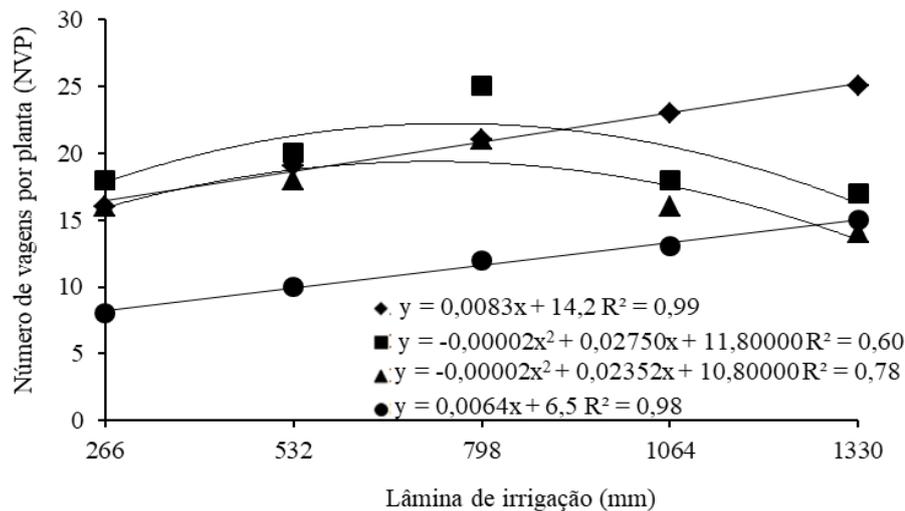
FV - fonte de variação; GL - Grau de liberdade; CV: Coeficientes de variação; ns não significativo, ** e * significativa a 0,01 e 0,05 pelo teste de F, respectivamente. Fonte: Dados da presente pesquisa.

Na Tabela 1 pode-se observar que, para a cultura do feijão-caupi, a interação entre os fatores (lâminas e coberturas) foi significativa para as variáveis: número de vagens por plantas e a produtividade do feijão-caupi a 1% de probabilidade pelo teste F, não sendo observada interação significativa para o comprimento das vagens e o número de grãos por vagem.

Já na cultura do milho, houve interação significativa a 1% de significância entre os fatores lâminas e coberturas vegetais para as variáveis analisadas: massa da espiga com palha e a produtividade do milho e efeito significativo do fator isolado (lâmina de irrigação) para o comprimento da espiga, porém não houve efeito significativo para o diâmetro da espiga por nenhum dos tratamentos aplicados (Tabela 1).

Os valores médios do número de vagens por planta do feijão-caupi cultivado em sistema de consórcio com milho, irrigado com diferentes lâminas de irrigação e submetido a diferentes coberturas vegetais mortas podem ser observados na Figura 1.

Figura 1. Número de vagens por planta do feijão-caupi cultivado em sistema de consórcio com milho, irrigado com diferentes lâminas de irrigação e submetido a diferentes coberturas vegetais mortas.



Legenda: (◆) cobertura de casca de arroz; (■) cobertura de bagana de carnaúba; (▲) cobertura mista = casca de arroz + bagana de carnaúba; (●) sem cobertura. Fonte: Dados da presente pesquisa.

Para o NVP observa-se que o modelo polinomial quadrático foi o que melhor se ajustou em solo que recebeu a cobertura morta de bagana de carnaúba e mista, apresentando valores máximos de 21 e 18 vagens por planta quando se aplicaram as lâminas de irrigação de 588 mm e 687,5 mm, respectivamente. Enquanto, as coberturas vegetais mortas de casca de arroz e sem cobertura apresentaram tendência linear crescente para o NVP, na medida em que se aumentaram as lâminas de irrigação, com a maior lâmina de irrigação aplicada, equivalente a 1330 mm foram observados os valores máximos de 25 e 15 NVP, respectivamente (Figura 1).

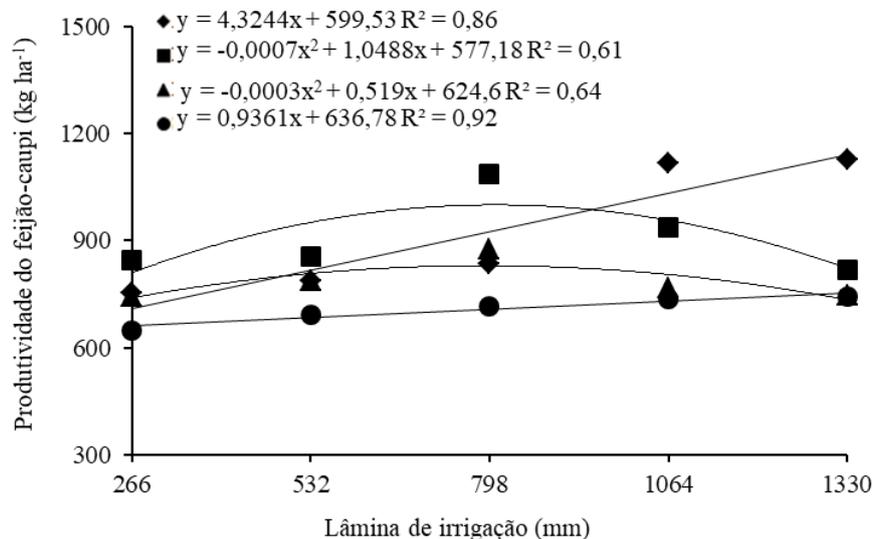
Os resultados podem estar relacionados ao fato de que as coberturas mortas bagana de carnaúba e mista, evidenciaram maior manutenção da umidade do solo, reduzindo assim a temperatura do solo em níveis adequados para o desenvolvimento da cultura (Souza et al., 2016), além de proporcionarem maior quantidade de água disponível para as plantas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Conceição, Parizi, Gomes, Bitencourt, e Conceição (2017), ao avaliar a influência de diferentes lâminas de irrigação na cultura do feijão. Esses autores observaram que tanto maior foi o número de vagens por planta de feijão quanto maior foi a lâmina de água aplicada, sendo observados valores máximos de aproximadamente 20 vagens por planta.

Contrariando esse estudo, Locatelli, Medeiros, Smiderle, Albuquerque, Araújo, e Souza (2014), estudando diferentes cultivares de feijão, obtiveram valores máximos de 12 vagens por plantas aplicando a lâmina de 108,6% da ETo sob palhada com cobertura.

Os valores médios de produtividade do feijão-caupi cultivado em sistema de consórcio com milho, irrigado com diferentes lâminas de irrigação e submetido a diferentes coberturas vegetais mortas podem ser observados na Figura 2.

Figura 2. Produtividade do feijão-caupi cultivado em sistema de consórcio com milho, irrigado com diferentes lâminas de irrigação e submetido a diferentes coberturas vegetais mortas.



Legenda: (◆) cobertura de casca de arroz; (■) cobertura de bagana de carnaúba; (▲) cobertura mista = casca de arroz + bagana de carnaúba; (●) sem cobertura. Fonte: Dados da presente pesquisa.

Conforme a Figura 2, o modelo que melhor se ajustou aos dados para produtividade do feijão-caupi dos tratamentos com as coberturas mortas de carnaúba e mista, foi o polinomial

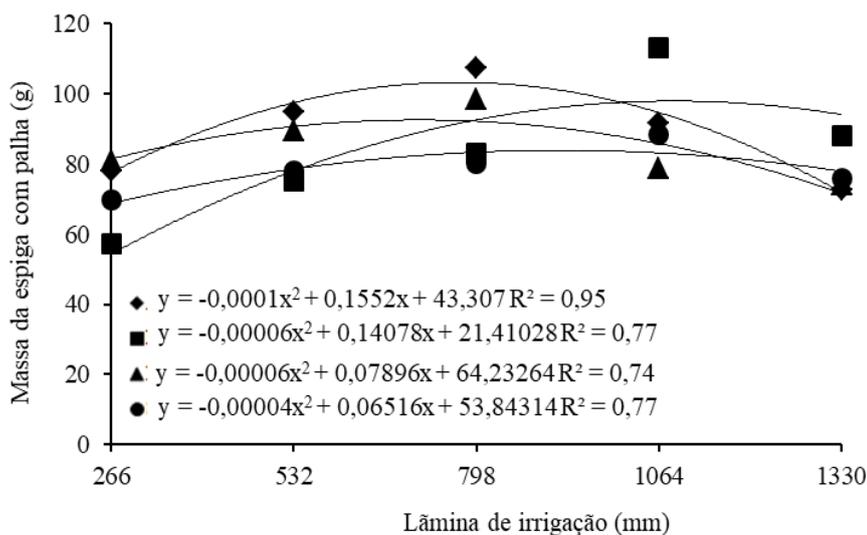
quadrático com valores de 749 mm para uma CEa de 970,03 kg ha⁻¹ e 865 mm para uma 849,07 kg ha⁻¹, respectivamente, e linear decrescente para o tratamento com cobertura morta de casca de arroz (1127,78 kg ha⁻¹) e sem cobertura (994,4 kg ha⁻¹) para uma lâmina de 1330 mm.

Os melhores resultados para o tratamento com casca de arroz devem-se à sua decomposição mais rápida que os demais, devido à sua baixa relação C/N, incorporando seus nutrientes mais rapidamente no solo e favorecendo dessa maneira o enchimento dos grãos, sendo esse resultado semelhante aos obtidos por Cruz, Marques, Costa, Doutel, e Vital (2017) que trabalharam com diferentes coberturas mortas na cultura do feijão mungo (*Vigna radiata* L.).

Em resultado semelhante aos obtidos com as coberturas casca de arroz e mista, Dutra, Melo, Filgueiras, Silva, Oliveira, e Brito (2015), avaliando a mesma cultivar, a BRS Maratão, sob diferentes lâminas de irrigação no semiárido paraibano, observaram que a produtividade dos grãos aumentou linearmente, tendo obtido com a lâmina de irrigação equivalente a 100% da ETo uma produtividade de 1.699,1 kg ha⁻¹.

Os valores médios da massa da espiga com palha (MECP) do milho cultivado em sistema de consórcio com feijão, em função de diferentes lâminas de irrigação e submetido a diferentes coberturas vegetais mortas, podem ser observados na Figura 3.

Figura 3. Massa da espiga com palha (MECP) do milho cultivado em sistema de consórcio com feijão, em função de diferentes lâminas de irrigação e submetido a diferentes coberturas vegetais mortas.



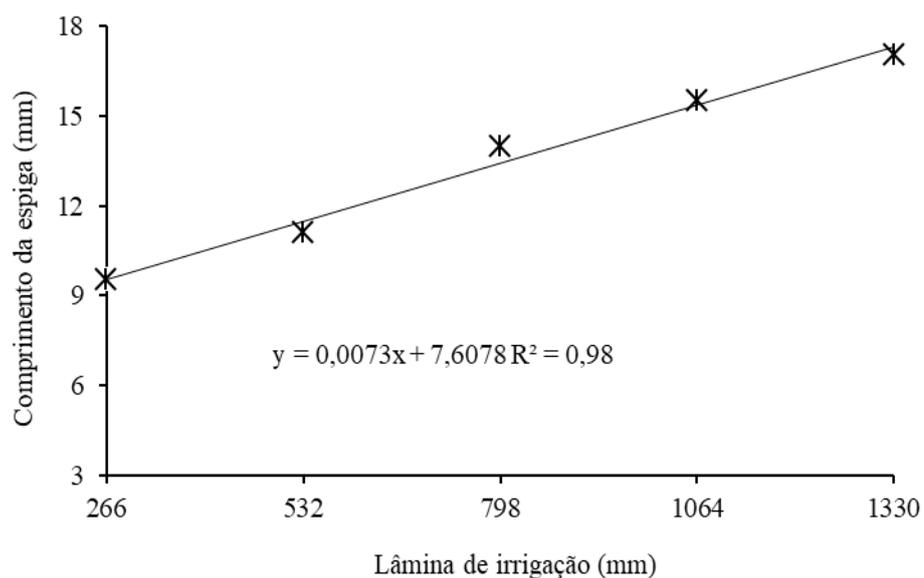
Legenda: (◆) cobertura de casca de arroz; (■) cobertura de bagana de carnaúba; (▲) cobertura mista = casca de arroz + bagana de carnaúba; (●) sem cobertura. Fonte: Dados da presente pesquisa.

Para os valores de MECP (Figura 3) observaram-se ajustes quadráticos para as coberturas casca de arroz, carnaúba, mista e sem cobertura apresentando valores máximos de 103 g, 113,38 g, 90,21 g e 80,38 g, para as lâminas de irrigação de 776 mm, 1173,16 mm, 658 mm e 814,5 mm, respectivamente. Sendo possível constatar que apesar de terem sido aplicadas diferentes lâminas de irrigação as coberturas mortas possibilitaram uma maior disponibilidade de água no perfil do solo para as plantas avaliadas, valores estes que variaram com as diferentes coberturas utilizadas.

Francelino (2018), avaliando o consórcio entre essas mesmas culturas, sob diferentes lâminas de irrigação, em Tocantins, obteve para a massa da espiga com palha, resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho. Esse autor observou que ao aplicar as lâminas de irrigação equivalentes a 0, 50, 75, 100 e 125 % da evapotranspiração de referência (ET_o) as espigas de milho cultivadas em consórcio apresentaram valores médios de MECP de 57,22 g, 95,30 g, 80,68 g, 103,59 g e 100,85 g, respectivamente.

O CE das plantas de milho cultivadas em sistema de consórcio com feijão, em função de diferentes lâminas de irrigação, pode ser observado na Figura 4.

Figura 4. Comprimento da espiga de milho cultivado em sistema de consórcio com feijão, em função de diferentes lâminas de irrigação.



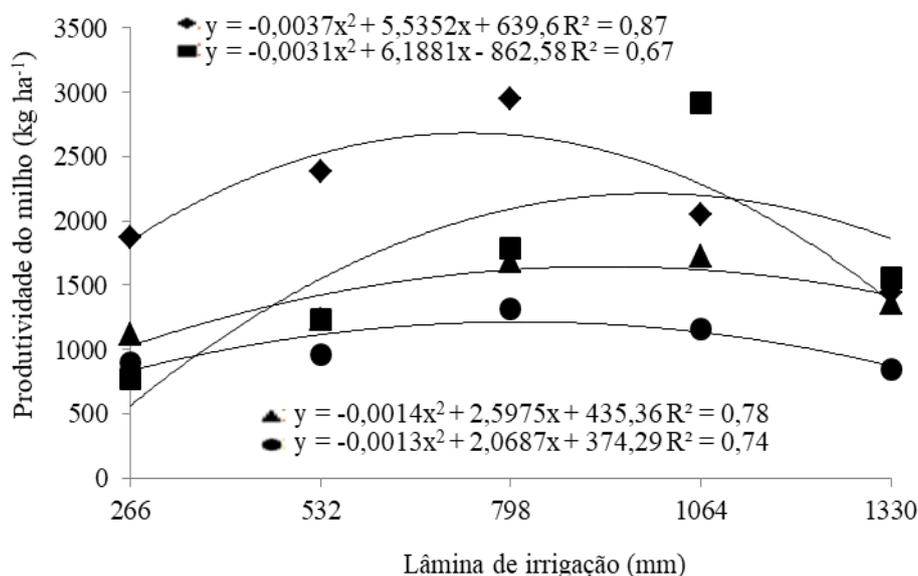
Fonte: Dados da presente pesquisa.

Para o CE, o modelo linear crescente foi o que melhor se ajustou (Figura 4), sendo observado um maior comprimento da espiga quanto maior foi a lâmina de irrigação aplicada. O solo na capacidade campo proporciona maior disponibilidade de água no solo e para

plantas, resultando em maiores fotoassimilados disponíveis para a planta, ocasionando, assim, maior translocação de nutrientes para a formação das espigas, consequentemente, maior tamanho das mesmas.

E a produtividade do milho ($PROD_M$) cultivado em sistema de consórcio com feijão, em função de diferentes lâminas de irrigação e submetido a diferentes coberturas vegetais mortas pode ser observada na Figura 5.

Figura 5. Produtividade do milho cultivado em sistema de consórcio com feijão, em função de diferentes lâminas de irrigação e submetido a diferentes coberturas vegetais mortas.



Legenda: (◆) cobertura de casca de arroz; (■) cobertura de bagana de carnaúba; (▲) cobertura mista = casca de arroz + bagana de carnaúba; (●) Sem cobertura. Fonte: Dados da presente pesquisa.

Observa-se na Figura 5 que o modelo polinomial quadrático foi o que melhor se ajustou os dados para as coberturas casca de arroz, carnaúba, mista e sem cobertura com valores máximos de 2708,27 kg ha⁻¹, 2225,53 kg ha⁻¹, 1590,25 kg ha⁻¹ e 1197,28 kg ha⁻¹, para lâmina de irrigação de 748 mm, 998,08 mm, 738,82 mm e 795,65 mm, respectivamente.

Os resultados da pesquisa foram bem superiores a produtividade média da cultura do milho para o estado do Ceará, de 792 kg ha⁻¹ (CONAB, 2019), bem como aos de Araújo et al. (2017) que, realizando estudo com consórcios de milho, feijão e mandioca, com presença de bagana de carnaúba no litoral do Ceará, observaram produtividade do milho de 662,7 kg ha⁻¹.

Ao trabalhar com a cultura do milho e aplicação de lâminas de irrigação com base em Evapotranspiração da cultura (ETc), Melo, Oliveira, Simões, e Santos (2018) obtiveram valores crescentes na produtividade com o aumento da lâmina de irrigação, registrando produtividades médias que variavam de 2.888,89 kg ha⁻¹ para a menor lâmina de irrigação

aplicada (30% da ETc) a 3.977,78 kg ha⁻¹ para a maior lâmina de água aplicada (120 % da ETc), valores estes que estão bem acima da média nacional. A divergência dos valores apresentados pelos referidos autores em relação aos do presente trabalho podem ter ocorrido por diferentes fatores, como variedade de milho utilizado, localização, clima, tipo de solo, dentre outros fatores.

4. Considerações Finais

O trabalho nos permite afirmar que a aplicação de diferentes coberturas ao solo proporciona melhor desempenho de algumas características de produção das culturas do feijão e do milho cultivados em consórcio.

Foi possível constatar que as plantas desenvolvidas com os tratamentos que possuíam as coberturas mortas casca de arroz e bagana de carnaúba apresentaram destaque em relação aos tratamentos com cobertura mista e sem nenhum tipo de cobertura do solo, o que nos possibilita inferir que a aplicação isolada dessas coberturas mortas em sistema de consórcio implica em benefício para as plantas.

É importante que sejam realizadas pesquisas futuras que permitam avaliar, em longo prazo, os efeitos, no solo e em outras culturas, da aplicação dessas diferentes coberturas mortas de maneira que seja possível determinar a quantidade mais adequada a ser aplicada, estabelecendo uma finalidade a esses rejeitos, que represente menor impacto ao ecossistema.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

Araújo, F. M. L., Rodrigues, A. M. G., Fernandes, C. N. V., Sobreira, A. E. A., de Souza Alves, J. L., & da Silva, A. R. A. (2019). Cultivo de rabanete sob diferentes lâminas de irrigação e cobertura do solo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 13(2), 3327-3335.

Araújo, A. K., de Araújo Filho, J. A., & Maranhão, S. R. (2017). Consórcios de milho, feijão e mandioca em presença de bagana de carnaúba em um argissolo no litoral norte do Ceará sob

condições de sequeiro. *Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA*, 18(1), 2-23.

Bezerra, M. J. M., Júnior, F., de Paiva, S., Santos, P. R. A., Feitosa, E. O., & Silva, L. S. (2017). Desempenho Agronômico de Cultivares Crioulos do Feijão Caupi para a região do Cariri Cearense. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI*, 11(7), 2022-2030.

Blanco, F. F., Cardoso, M. J., Freire Filho, F. R., Veloso, M. E. D. C., Nogueira, C. C. P., & Dias, N. D. S. (2011). Milho verde e feijão-caupi cultivados em consórcio sob diferentes lâminas de irrigação e doses de fósforo. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 46(5), 523-529.

Companhia Nacional de Abastecimento. (2019). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Safra 2018/19, Décimo segundo levantamento, Brasília*, 6(12), 1-47.

Conceição, C. G., Costenaro Parizi, A. R., Santos Gomes, A. C. D., de Bitencourt, G. B., & da Conceição, J. A. (2017). Influência de lâminas de irrigação sobre a produção do feijão comum conduzido na 2ª safra. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI*, 11(6), 1876-1883.

Cruz, A. R. M., Marques, V. B., Costa, N. M., Doutel, V. A., & Vital, J. X. (2017). Coberturas vegetais mortas no desenvolvimento do feijão mungo (*Vigna Radiata L.*) em Redenção – CE. In: IV Semana Universitária, 2017, Acarape. II Encontro de Práticas Docentes. PROGRAD.

Dutra, A. F., de Melo, A. S., Filgueiras, L. M. B., da Silva, Á. R. F., de Oliveira, I. M., & Brito, M. E. B. (2015). Parâmetros fisiológicos e componentes de produção de feijão-caupi cultivado sob deficiência hídrica. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 10(2), 189-197.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

Fernandes, F. B. P., Lacerda, C. F., Andrade, E. M., Neves, A. L. R., & de Sousa, C. H. C. (2015). Effect of soil management on water deficit, gas exchange and cowpea yield in the semi-arid region. *Revista Ciência Agronômica*, 46(3), 506-515.

Francelino, F. M. A. (2018). *Efeito de diferentes lâminas de irrigação nos monocultivos e no consórcio feijão-caupi (Vigna unguiculata L.) e milho (Zea mays L.) no Tocantins*. Tese de doutorado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

Köppen, W. P. (1923). *Die klimate der erde: Grundriss der klimakunde*. Berlin: Walter de Gruyter & So.

Lima, J. F., Morais, E., Ribeiro, V., & da Silva, E. E. (2016). Cultivo consorciado de milho e feijão caupi sob diferentes espaçamentos em transição agroecológica em Roraima. In: Embrapa Roraima-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Semana Nacional de Ciência e Tecnologia no Estado de Roraima, Boa Vista, RR. Resumos... UERR.

Locatelli, V. D. E., Medeiros, R. D. D., Smiderle, O. J., de Albuquerque, J. D. A., Araújo, W. F., & de Souza, K. T. (2014). Componentes de produção, produtividade e eficiência da irrigação do feijão-caupi no cerrado de Roraima. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(6), 574-580.

Melo, R. F., Oliveira, A. R., Simões, W., & Santos, M. D. S. (2018). Desenvolvimento e produtividade do milho BRS Gorutuba sob diferentes lâminas de irrigação e adubação orgânica. *Revista Científica Intelletto*, 3(1), 1-14.

Osti, A. M., Dallacort, R., Tieppo, R. C., Grzebieluckas, C., & Conceição, A. M. (2019). Rentabilidade do milho e do feijão submetido a diferentes lâminas de irrigação em Mato Grosso. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 57(4), 505-518.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Acesso em: 16 maio 2020. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Silva, F. D. A. (2016). *ASSISTAT: Versão 7.7 beta*. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Departamento de Engenharia Agrícola.

Souza, L. S. B., Moura, M. S. B., Sediya, G. C., & Silva, T. G. F. (2015). Requerimento hídrico e coeficiente de cultura do milho e feijão-caupi em sistemas exclusivo e consorciado. *Revista Caatinga*, 28(4), 151-160.

Souza, T. M. A., Souza, T. A., Solto, L. S., da Silva Sá, F. V., de Paiva, E. P., Brito, M. E. B. & de Mesquita, E. F. (2016). Crescimento e trocas gasosas do feijão caupi cv. BRS Pujante sob níveis de água disponível no solo e cobertura morta. *Irriga*, 21(4), 796-805.

Teixeira, P. C., Donagemma, G. K., Fontana, A., & Teixeira, W. G. (2017). *Manual de Métodos de Análise de Solo*, 3rd ed., Brasília: Embrapa.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Wesley Lívio Viana Torres – 50%

Thales Vinícius de Araújo Viana – 15%

Geocleber Gomes de Sousa – 15%

João Valdenor Pereira Filho – 10%

Krishna Ribeiro Gomes – 5%

Benito Moreira de Azevedo – 5%