

CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS DO SORGO FORRAGEIRO SUBMETIDO À LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E COBERTURA MORTA NO SEMIÁRIDO

Paulo Gleisson Rodrigues de Sousa¹, Thales Vinícius de Araújo Viana², Clayton Moura de Carvalho³, Benito Moreira de Azevedo², José de Paula Firmiano de Sousa⁴, David de Holanda Campelo⁵

RESUMO

Esta pesquisa visou avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação associado a diferentes níveis de cobertura morta em função do comportamento das variáveis: porcentagem de matéria seca total, acúmulo de água pelas plantas, porcentagem de matéria seca da folha, caule e panícula na cultura do sorgo (*sorghum Bicolor* L.). O experimento foi conduzido na fazenda Floresta, pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE) – Campus de Umirim, no período de setembro de 2016 a janeiro de 2017. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas, 5 lâminas x 5 níveis de cobertura com 5 repetições. As irrigações foram realizadas diariamente e as lâminas aplicadas calculadas com base na evapotranspiração da cultura (ETc). Os tratamentos primários foram 50, 75, 100, 125 e 150% da ETc. Já os tratamentos secundários foram constituídos pela aplicação de bagana nos níveis de 0,00; 2,50; 3,75; 5,00 e 6,25 cm de cobertura. Por fim, os parâmetros testados demonstraram que analisando os resultados obtidos é possível perceber que o percentual de matéria seca da folha foi a mais sensível ao aumento da lâmina aplicada; Os percentuais de massa seca do caule e da panícula demonstraram um aumento linear crescente com o incremento das lâminas de irrigação, alcançando maiores valores com a maior lâmina aplicada; O efeito da cobertura do solo apresentou resultado não significativo para as variáveis analisadas; O percentual de matéria seca total e acúmulo de água na planta foram expressivos na avaliação como variáveis parâmetros de controle de qualidade da produção.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* L, cobertura morta, lâminas de irrigação.

¹Mestrando em Eng. Agrícola, UFC, e-mail: paulo.ufc.agro@gmail.com

²Doutor em Agronomia, Professor da UFC, e-mail: thales@ufc.br; benito@ufc.br

³Doutor em Eng. Agrícola, Professor do IF baiano, Campus Xique-xique, e-mail: cmcarvalho78@gmail.com

²Doutor em Agronomia, Professor da UFC, e-mail: thales@ufc.br; benito@ufc.br

⁴Especialista em Agroecologia, Universidade Federal do Ceará, e-mail: zefirmiano@yahoo.com.br

⁵Doutorando em Eng. Agrícola, Universidade Federal do Ceará, e-mail: davidcampelo@alu.ufc.br

AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF THE FORAGING SORGHUM SUBMITTED TO THE IRRIGATION LEVELS AND MULCH IN SEMIARID REGIONS

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of different irrigation depths associated with different levels of mulching, depending on the behavior of the variables: percentage of total dry matter, water accumulation by plants, leaf dry matter, stem and panicle sorghum (*Sorghum Bicolor L.*). The experiment was conducted at the Fazenda Floresta, belonging to the Federal Institute of Education, Science and Technology (IFCE) - Umirim Campus, from September 2016 to January 2017. The treatments were arranged in subdivided plots, 5 slides x 5 levels coverage with 5 replicates. Irrigations were performed daily and applied slides calculated based on crop evapotranspiration (ETc). The primary treatments were 50, 75, 100, 125 and 150% of the ETc. The secondary treatments were constituted by the application of bagana at levels of 0.00; 2.50; 3.75; 5.00 and 6.25 cm coverage. Finally, the parameters tested showed that by analyzing the results obtained it is possible to perceive that the percentage of dry matter of the leaf was the most sensitive to the increase of the applied blade; The percentage of dry mass of the stem and panicle showed an increasing linear increase with the increase of the irrigation slides, reaching higher values with the highest applied blade; The effect of soil cover presented a non-significant result for the variables analyzed; The percentage of total dry matter and water accumulation in the plant were expressive in the evaluation as variable parameters of production quality control.

Keywords: *Sorghum bicolor L.*, mulch, irrigation levels.

INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor L.*) tem sido utilizada no processo de ensilagem com maior intensidade pela sua facilidade de cultivo, alta produção de biomassa, resistência a doenças e pela grande tolerância ao déficit hídrico (MAGALHÃES et al., 2007; NETO et al., 2010). Adicionalmente, o sorgo pode ser considerado uma extraordinária fábrica de energia, com alta potencialidade para cultivo em regiões menos favoráveis ao estabelecimento de plantios, ou seja, regiões muito quentes e muito secas, podendo assim proporcionar uma excelente produtividade de grãos ou de forragem nessas regiões (RIBAS, 2003).

Quanto à sua produção para forragem a cultura é considerada bem qualificada, especialmente, pela qualidade da silagem produzida sem a necessidade de aditivo para se estimular sua fermentação. Além disso, existe a possibilidade de cultivar a rebrota dessa cultura, desde que seja submetida a manejo adequado. Sendo tal fato de grande valia para

o produtor que poderá colher mais rapidamente um novo ciclo de sorgo. (XIN et al., 2009; ALMEIDA et al., 2015).

Em geral, no Nordeste do Brasil, grande parte da produção de cultivos agrícolas nessa região é realizada por pequenos agricultores de base familiar (propriedades, em sua maioria, com menos de 10 ha) e com produtores de baixo nível de escolaridade e tecnológico (Dos SANTOS et al., 2007).

Dessa forma, o cultivo de plantas como o sorgo pode ser uma alternativa para viabilizar a produção animal no semiárido, aliado a outras plantas forrageiras adaptadas e produtivas nessas condições (EDVAN et al., 2011; RAMOS et al., 2011).

Ainda neste contexto, podem ser utilizadas técnicas como a de cobertura do solo, como, por exemplo, a bagana, a qual proporciona maior retenção da água no solo, mantendo-o úmido por mais tempo e possibilitando maiores intervalos entre irrigações. Além disto, o material utilizado

CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS DO SORGO FORRAGEIRO SUBMETIDO À LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E COBERTURA MORTA NO SEMIÁRIDO

para a cobertura do solo também pode atuar como agente isolante, impedindo oscilações bruscas na temperatura do solo, contribuindo para a menor evaporação da água armazenada, propiciando um aproveitamento superior do conteúdo de água pelas plantas (LÓPEZ-MATA et al., 2010; MANTOVANI et al., 2013; DACCACHE et al., 2014; FARIAS et al., 2015).

Nesse sentido, a utilização de culturas com menor demanda hídrica, como sorgo, atrelada à redução da área cultivada constituem uma combinação alternativa para regiões secas ou que apresentam condição chuvosa escassa. Além disso, se a estas condições citadas anteriormente estiverem associadas ao uso de irrigação deficitária, possivelmente esta situação implicará em um aumento positivo na eficiência do uso da água que irá impactar diretamente na produção (KLOCKE et al., 2012; ALBUQUERQUE; MENDES, 2011).

Assim, avaliar o estresse hídrico no desempenho das culturas é de suma importância para a determinação de indicadores de desenvolvimento das mesmas. Visto que a diminuição da disponibilidade hídrica no solo minimiza a média de todas as características agrônômicas relevantes da cultura. Ademais, no caso dos híbridos que se desenvolvem mais rapidamente, apresentam uma tendência de serem mais produtivos quando submetidos às condições de estresse hídrico (TARDIN et al., 2013).

Dessa forma, a fim de lançar luz a esta problemática em questão, a pesquisa realizada objetivou avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação associadas a diferentes níveis de cobertura morta avaliando o comportamento das variáveis: porcentagem de matéria seca total, acúmulo de água pelas plantas, porcentagem de matéria seca da folha, caule e panícula, tomando como uso a cultura do sorgo, no município de Umirim – CE.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Floresta, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – Campus de Umirim, localizado no município de Umirim, CE coordenadas (3°41'7.96"S; 39°20'25.52"O); altitude de 76 m, no intervalo compreendido entre setembro de 2016 a janeiro de 2017, perfazendo um total de 102 dias de cultivo. Conforme a classificação climatológica de Köppen, o clima local é BSw'h', o que corresponde ao clima semiárido, com chuvas irregulares e temperaturas elevadas. Perfazendo um total anual médio de chuva de 807,1 mm (1978-2016).

Para avaliar o experimento, calculou-se a evapotranspiração de referência (ET_o) através do método de Penman-Monteith, Allen et al., (1998), com o auxílio do software Cropwat. Ademais, os dados de entrada para o cálculo de ET_o foram obtidos de uma série histórica para o município de Pentecoste – CE relativa ao período 1970–1998 (CABRAL, 2000), nos meses de janeiro, a dezembro foram respectivamente (6,15; 5,33; 4,14; 4,14; 4,28; 4,61; 5,21; 6,85; 7,83; 7,97; 7,77; 7,27).

Já os coeficientes de cultivo nos diversos estádios fenológicos da cultura foram obtidos por Allen et al., (1998), sendo as fases I, II, III, IV foram respectivamente (0,40; 0,68; 1,14; 1,10).

Quanto às lâminas de irrigação, estas foram equivalentes a 50%, 75%, 100%, 125% e 150% da (ET_c), o que resultou ao longo do ciclo (102 Dias) nos totais de 273,71; 410,57; 547,42; 684,28; 821,14 mm, respectivamente Figura 1.

Onde essa foi calculada pela equação 01:

$$ET_c = K_c \cdot ET_o \quad (01)$$

Em que: ET_c é a evapotranspiração da cultura, em mm dia⁻¹; K_c é o coeficiente da cultura, adimensional, tabelado; ET_o é a evapotranspiração de referência, em mm dia⁻¹.

Logo assim, a Figura 1 representa as lâminas de irrigação exigidas em função das ET_c e as aplicadas em função dos tratamentos.

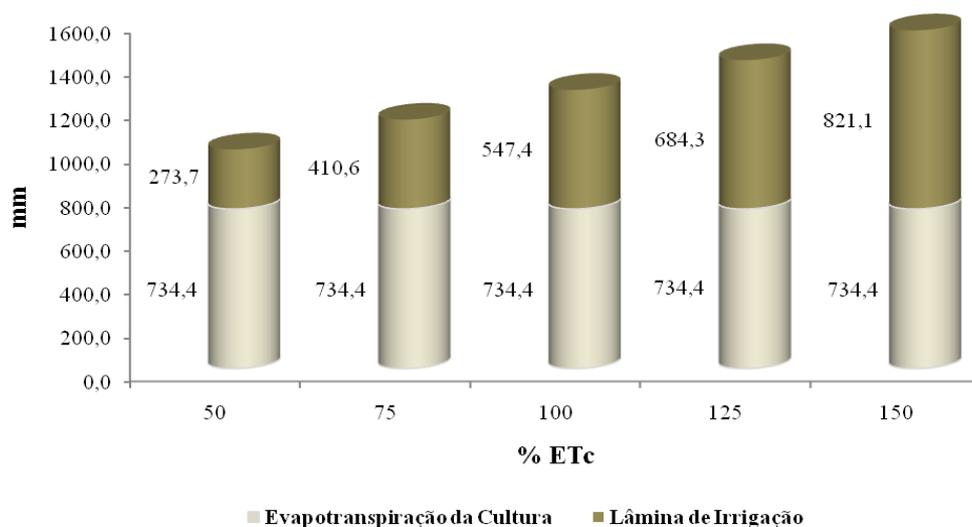


Figura 1. Lâminas de irrigação exigida pela ETc e lâminas aplicadas nos tratamentos de irrigação.

O fator Kr, sugerido por Keller e Karmelli (1974), foi aplicado ao cálculo usual de consumo de água pela equação 02:

$$Kr = \frac{\%AC}{0,85} \quad (02)$$

Onde: Kr – fator de redução de molhamento, devendo-se adotar o valor menor ($Kr \leq 1$); %AC – porcentagem de área coberta pela projeção da copa, sendo que essa foi feita pela projeção da copa da planta (sombra) ao meio dia.

Já o fator secundário, níveis de cobertura, foi avaliado em função resposta da altura de bagana aplicada (altura de 0,00; 2,50; 3,75; 5,00 e 6,25 cm, denominados C₁, C₂, C₃, C₄ e C₅ respectivamente), sendo que essa gerou os volumes 0,00; 250,00; 375,00; 500,00 e 625,00 m³ ha⁻¹ respectivamente em relação a cada nível aplicado.

Este experimento foi conduzido em uma área total de 1.000 m² (40 m x 25 m), cultivados com sorgo. O delineamento experimental adotado foi no esquema de parcelas subdivididas; os tratamentos foram compostos a partir da combinação de cinco lâminas de irrigação (parcelas) e cinco níveis de cobertura morta (subparcelas) totalizando 25 tratamentos com cinco repetições.

Ademais, as parcelas experimentais (blocos) mediram 200 m² (25 m x 8 m), compostas de 5 subparcelas de 40 m² (5 m x 8 m), com dez fileiras de plantas espaçadas 0,8

m entre linha e uma densidade média de 12 plantas por metro linear.

Foi utilizado apenas cinco das dez fileiras como úteis para a obtenção de dados, sendo as demais consideradas como bordadura. Na fileira de plantas úteis também foram consideradas as plantas das extremidades como bordadura, ou seja, dos cinco metros linear de cada subparcela apenas os dois centrais de cada fileira foi utilizados para análise, sendo 1,5 m do início e do final foi considerado como bordadura.

Os atributos físicos e químicos do solo na camada de 0 - 0,2 m foram determinados no Laboratório de Solos e Água do Departamento de Ciências do Solo, pertencente ao Centro de Ciência Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Os atributos químicos do solo na camada arável (0 - 0,20 m) para P (mg kg⁻¹), K⁺ (cmol_c kg⁻¹), Na⁺ (cmol_c kg⁻¹), Ca²⁺ (cmol_c kg⁻¹), Mg²⁺ (cmol_c kg⁻¹), Al³⁺ (cmol_c kg⁻¹), M.O. (g kg⁻¹), pH, CE (dS m⁻¹) e PST são respectivamente (1,00; 0,36; 0,09; 1,80; 1,20; 0,20; 16,96; 5,60; 0,09; 1,00). Já os atributos físicos: (%) Areia, (%) Silte, (%) Argila, são respectivamente (53,80; 22,40; 23,80), sendo que esses dados foram adaptados de Silva, (2016).

O sistema de irrigação utilizado foi do tipo gotejamento com emissores espaçados de 0,3 m, operando a uma vazão de 1,6 L h⁻¹, com pressão de 1 kgf cm⁻². O sistema foi constituído de uma linha principal de tubos de PVC (diâmetro de 50 mm), com linhas laterais

CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS DO SORGO FORRAGEIRO SUBMETIDO À LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E COBERTURA MORTA NO SEMIÁRIDO

constituídas por mangueiras de polietileno (diâmetro de 16 mm).

O requerimento hídrico da cultura foi calculado para os diferentes meses e estádios conforme equação 03 a seguir:

$$Ti = 60 \cdot \frac{fi \cdot ETo \cdot Kc \cdot Ap \cdot Kr}{N \cdot qe} \quad (03)$$

Sendo, Ti: tempo de irrigação, em minutos; fi: fator de ajuste em conformidade com os tratamentos com lâminas, 0,50; 0,75; 1,00, 1,25 e 1,50 adimensional; ETo: evapotranspiração de referência diária, mm; Kc: coeficiente de cultivo da cultura adimensional; Ap: área útil por planta, m²; Kr: coeficiente de redução, em porcentagem adimensional; N: número de emissores por planta adimensional; qe: vazão do emissor, L h⁻¹.

Antes do estabelecimento da cultura do sorgo no campo foi verificada a necessidade de calagem para a correção do pH do solo, tomando como referência o manual de recomendação de adubação e calagem para o Estado de Pernambuco, 2º aproximações. As adubações de cobertura foram realizadas via fertirrigação com os seguintes adubos: uréia; mono-amônio fosfato (MAP) e cloreto de potássio branco.

Nesse sentido, neste trabalho foram avaliadas variáveis relacionadas à porcentagem de matéria seca total (%MS), acúmulo de água pelas plantas (ACA), porcentagem de matéria seca da folha (%MSF), porcentagem de matéria seca do caule (%MSC), porcentagem de matéria seca da panícula (%MSP) da cultura do sorgo.

Ao final do ciclo (102 dias) foi realizada a colheita, sendo retirado três plantas por subparcela para pesagem e extraído a média de massa verde em (g por planta), adicionalmente, o material vegetal em questão foi previamente seco em estufa de ventilação forçada a 65 °C e

seu peso médio de matéria seca foi expresso em (g por planta).

A variável porcentagem de matéria seca (%MS) foi determinada pela razão entre matéria seca total e massa verde total e posteriormente convertida em porcentagem. O acúmulo de água pelas plantas (ACA), em kg ha⁻¹ mm⁻¹ foi estimado pela diferença entre a matéria seca total e massa verde total, posteriormente, dividida pelo total da lâmina aplicada em mm. As porcentagens de matéria seca da folha, caule e panícula seguiu o mesmo molde obtenção para as três, onde foi obtida pela razão entre a massa seca de uma das partes pelo somatório das três partes e posteriormente convertido a porcentagem.

As variáveis foram submetidas à análise de variância (Anova). Posteriormente, quando significativas pelo teste F, para os efeitos das lâminas de irrigação e dos níveis de cobertura morta foram submetidos à análise de regressão. No caso de efeitos significativos entre a interação dos dois fatores (lâminas de irrigação e cobertura morta) foram realizadas as superfícies de resposta. Na análise de regressão, as equações que melhor se ajustaram aos dados foram selecionadas com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% (***) e 5% (*) de probabilidade pelo teste F e no maior coeficiente de determinação (R²). Os estudos da análise de variância e análise de regressão foram realizados com o auxílio do software “ASSISTAT 7.7 BETA” (SILVA; AZEVEDO, 2016) e Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados das variáveis analisadas referente ao período de condução do experimento (102 Dias) foram aglutinados na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo da ANOVA para (%MS), (ACA), (%MSF), (%MSC) e (%MSP) em função das lâminas de irrigação e cobertura morta. Umirim – CE. 2016.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		%MS	ACA	%MSF	%MSC	%MSP

Lâmina (L)	4	0,76 ^{ns}	14581,08 ^{**}	248,09 ^{**}	170,81 ^{**}	29,40 ^{ns}
Regressão linear	1	-	10396,99 ^{**}	169,30 ^{**}	113,97 ^{**}	-
Regressão quadrática	1	-	1234,49 ^{**}	2,17 ^{ns}	3,92 ^{ns}	-
Resíduo (L)	16	0,47	310,17	11,27	26,36	20,11
Cobertura Morta (CM)	4	0,15 ^{ns}	583,93 ^{ns}	12,54 ^{ns}	52,35 ^{ns}	53,87 ^{ns}
L x CM	16	0,25 ^{ns}	193,95 ^{ns}	29,13 ^{ns}	49,74 ^{ns}	16,43 ^{ns}
Resíduo (CM)	80	0,25	253,88	26,89	46,97	21,91
CV (L)	(%)	10,40	29,23	11,75	10,94	18,57
CV (CM)	(%)	7,67	26,45	18,16	14,60	19,39

(**) Efeito significativo a 0,01 e (*) a 0,05 de probabilidade; (ns) não significativo a nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F

Avaliando os resultados da análise de variância Tabela 1, foi observado que ocorreu efeito significativo em lâminas de irrigação a 1% de significância para o teste F para as variáveis ACA, %MSF e %MSC, de modo que não ocorreu efeito significativo a 5% de probabilidade pelo teste F em função das lâminas de irrigação para as variáveis %MS e %MSP. Todas as variáveis analisadas em função dos níveis de cobertura morta não responderam estatisticamente, analisadas pelo teste F de ao nível de significância de 5% probabilidade. Sendo que também não ocorreu interação (L x CM) para as variáveis analisadas pelo teste F de probabilidade ao nível de significância de 5%.

A variável %MS não apresentou diferença significativa ($P < 0,5$) em de (L e CM) sendo o tratamento com maior porcentagem de matéria seca total L₄ (684,29mm) com 47,21%. Perazzo et al., (2013) avaliaram as

características agrônomicas do sorgo no semiárido, obtiveram um percentual de MS, variando de 23,25% a 33,34%, com diferenças ($P < 0,05$) entre os genótipos avaliados, sendo a cultivar 'IPA 1011' com maior teor de MS, sendo esses valores inferiores ao encontrado no presente trabalho. E também superiores aos de Gomes et al., (2006) os quais avaliaram o comportamento agrônomico de cultivares de sorgo forrageiro no estado do Ceará e obtiveram um percentual de (MS) variando de 26,69 a 41,70%.

Conforme se observa a Figura 2, é possível perceber que o modelo que mais se ajustou ao foi do tipo quadrático com um coeficiente de determinação de 0,99, onde o máximo acúmulo de água na planta dado em ($\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$) ocorreu na lâmina L₁ (273,71mm) com um valor de 97,86 e o menor valor foi encontrado de 39,00.

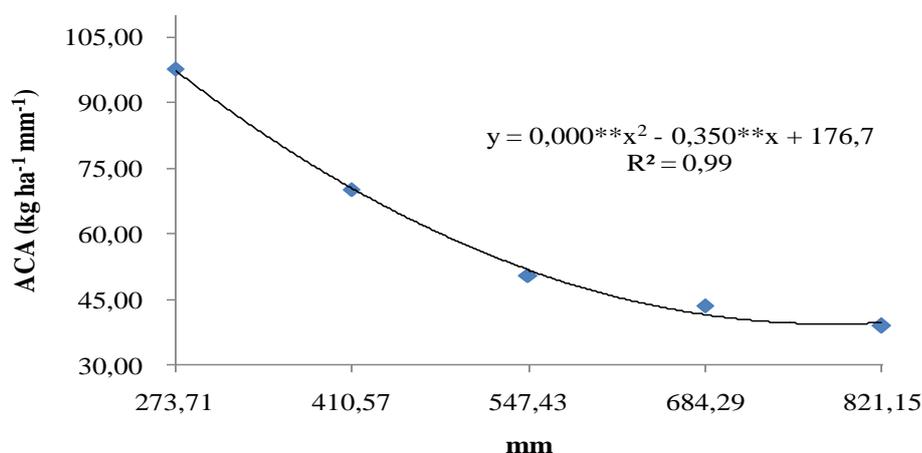


Figura 2. Acúmulo de água pelas plantas em função das lâminas de irrigação.

Perazzo et al., (2013) avaliaram as características agrônomicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo

no semiárido, afirmam que a ACA variou estatisticamente a ($P > 0,05$) com variação nos valores médios obtidos para os genótipos

CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS DO SORGO FORRAGEIRO SUBMETIDO À LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E COBERTURA MORTA NO SEMIÁRIDO

trabalhados de 220,60 a 348,41kg ha⁻¹ mm⁻¹ de chuva.

Para a variável (%MSF) o modelo linear decrescente Figura 3, foi o que melhor se ajustou com um coeficiente de determinação de 0,85, onde ocorreu uma variação de 32,40% à 24,54% respectivamente para a L₁ (273,71mm) e L₅ (821,15mm)

correspondendo a uma variação de 24,26%. Percebe-se nessa variável pelo seu comportamento que a mesma não responde positivamente ao aumento da lâmina aplicada, sendo essa cultivar nas condições de cultivo muito acima dos valores encontrados na literatura.

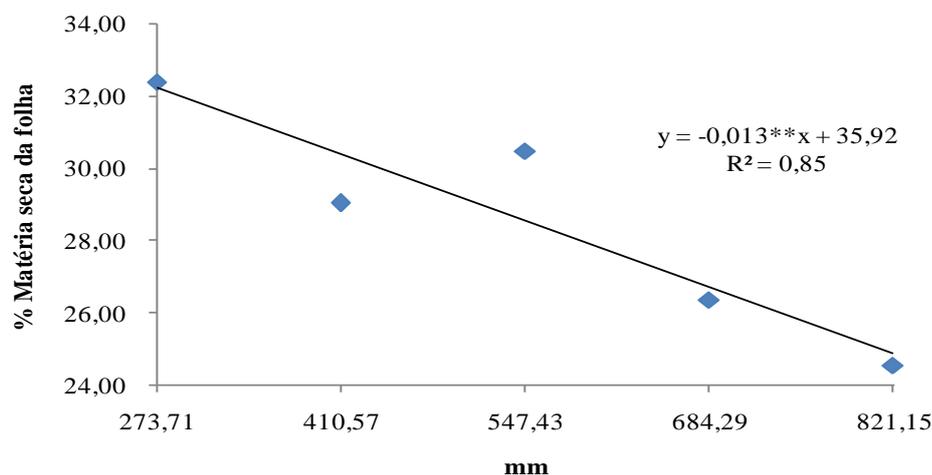


Figura 3. Porcentagem de matéria seca da folha em função das lâminas de irrigação.

Gomes et al., (2006) afirmaram não haver diferença estatística para porcentagens de folhas nas cultivares SHS 500, BRS 506, BR 601 e IPA 467-4-2, onde os valores variaram de 7,50 a 11,75%. Com percentuais muito abaixo dos obtidos no presente trabalho. Já Perazzo et al (2013) obtiveram um percentual de lâmina foliar, não

significativo ($P > 0,05$) entre as médias.

A variável (%MSC) o modelo linear crescente Figura 4, foi o que melhor se ajustou com um coeficiente de determinação de 0,83, onde ocorreu uma variação de 43,85% a 49,85% respectivamente para a L₂ (410,57mm) e L₅ (821,15mm) correspondendo a uma variação de 12,03%.

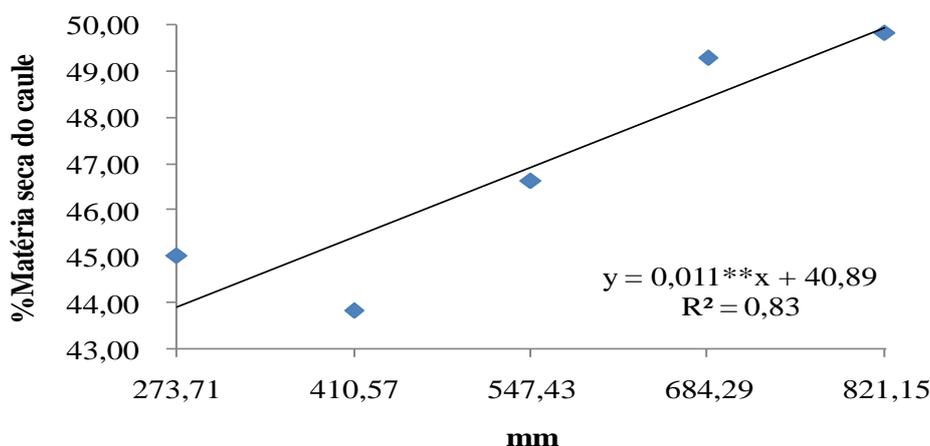


Figura 4. Porcentagem de matéria seca caule em função das lâminas de irrigação.

Gomes et al., (2006) afirmam não haver diferença estatística entre as cultivares, para o percentual do colmo na matéria seca total,

onde os maiores valores obtidos foram para as cultivares IPA 467-4-2 e BRS 506 de 79,7 e 78,0%, respectivamente. Porém, embora

maiores do que os valores observados no presente trabalho, percentual de colmo com menores valores foram encontrados por Perazzo et al., (2013) para as cultivares 'Ponta Negra' e 'IPA 46742', com médias de 61,21 e 65,49%.

De modo que Zanine et al., (2007) afirma essa variável como importante para a produção de silagem, pois é onde está localizada a maior parte dos carboidratos solúveis, que são os principais substratos para a fermentação láctica, responsável pela adequada preservação da massa ensilada.

Não variando estatisticamente, a (%MSP) a cultivar ponta negra respondeu em percentual de 22,85% para L₁ (273,71mm) e 25,81 para L₅ (821,15mm). Variação essa muito abaixo dos valores obtidos por (GOMES et al., 2006) com as cultivares AG 2005 (52,25%), BRS 701 (51,75%), BR 700 (50,25%), VOLUMAX (47,25%), as quais apresentaram maiores percentuais de panícula.

Perazzo et al., (2013) afirma que os maiores valores médios (P>0,10) para o percentual de panícula foram observados para as cultivares 'IPA 1011' e 'IPA 2502', já que os resultados foram, respectivamente, 52,81 e 38,08%. Sendo que SILVA et al., (2011), a maior participação de panícula na planta de sorgo pode resultar em maior valor nutritivo das silagens, devido à maior quantidade de nutrientes digestíveis totais.

CONCLUSÕES

Analisando os resultados obtidos é possível perceber que o percentual de matéria seca da folha foi a mais sensível ao aumento da lâmina aplicada;

Os percentuais de massa seca do caule e da panícula demonstraram um aumento linear crescente com o incremento das lâminas de irrigação, alcançando maiores valores com a maior lâmina aplicada;

O efeito da cobertura do solo apresentou resultado não significativo para as variáveis analisadas;

O percentual de matéria seca total e acúmulo de água na planta foram expressivos

na avaliação como variáveis parâmetros de controle de qualidade da produção.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; MENDES, M. C. Época de semeadura do sorgo forrageiro em duas localidades do estado de Minas Gerais. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v. 4, n. 1 p. 116-125, 2011.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Evapotranspiração da cultura: Diretrizes para a computação das necessidades de água da cultura. **FAO Irrigation and Drainage Paper 56**. Rome: FAO, p. 174, 1998.

ALMEIDA, E. F.; MOTA, J. H.; MENEZES, C. B.; YURI, J. E.; RESENDE, G. M. Desempenho agrônomo de híbridos de sorgo granífero na safrinha em Jataí-GO. **Scientia Plena**, v. 11, n. 12, 2015.

CABRAL, R. C. **Evapotranspiração de referência de Hargreaves (1974) corrigida pelo método Penman-Monteith/FAO (1991) para o estado do Ceará**. 2000. 83 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.

DACCACHE, A.; KNOX, J. W.; WEATHERHEAD, E. K.; DANESHKHAH, A.; HESS, T. M. Implementando irrigação de precisão em clima úmido - Experiências recentes e desafios em andamento. **Agricultural Water Management**, v. 147, n. C, p.135-143, 2015.

Dos SANTOS, F. G.; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E.; DE LIMA, J. M. P.; PITTA, G. V. E.; CASELA, C. R.; DA SILVA FERREIRA, A. **BRS Ponta Negra Variedade de Sorgo Forrageiro**. Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 2007.

EDVAN, R. L.; SANTOS, E. M.; VASCONCELOS, W. A.; SOUTO FILHO, L.

CARACTERÍSTICAS AGRONOMICAS DO SORGO FORRAGEIRO SUBMETIDO À LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E COBERTURA MORTA NO SEMIÁRIDO

- T.; BORBUREMA, J. B.; MEDEIROS, G. R.; ANDRADE, A. P. Utilização de adubação orgânica em pastagem de capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* cv. 'Molopo'). **Archivos de Zootecnia**, v. 59, n. 228, p.499-508, 2010.
- FARIAS, D. B. dos S.; LUCAS, A. A. T.; MOREIRA, M. A.; NASCIMENTO, L. F. de A.; SÁ FILHO, J. C. F. de. Avaliação da umidade do solo em função da presença de matéria orgânica e cobertura do solo no cultivo da alface crespa (*lactuca sativa l.*). **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, n. 5, p. 287-291, 2015.
- GOMES, S. O.; PITOMBEIRA, J. B.; NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D. Comportamento agrônomo e composição químico-bromatológico de cultivares de sorgo forrageiro no estado do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 2, p. 221-227, 2006.
- KELLER, J.; KARMEI, D. Trickle irrigation design. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 17, n. 4, p. 678-684, 1974.
- KLOCKE, N. L.; CURRIE, R. S.; TOMSICEK, D. J.; KOEHN, J. W. Resposta do rendimento de sorgo à irrigação deficitária. **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, v. 55, n. 3, p. 947-955, 2012.
- LÓPEZ-MATA, E.; TARJUELLO, J. M.; JUAN, J. A.; BALLESTEROS, R.; DOMÍNGUEZ, A. Efeito da uniformidade da irrigação sobre a rentabilidade das culturas. **Agricultural Water Management**, v. 98, n. 1, p.190-198, 2010.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. Ecofisiologia. In: Cultivo do Sorgo. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**. Sistemas de Produção 2. Versão Eletrônica, 2007.
- MANTOVANI, E. C.; DELAZARI, F. T.; DIAS, L. E.; ASSIS, I. R.; VIEIRA, G. H. S.; LANDIM, F. M. Eficiência no uso da água de duas cultivares de batata-doce em resposta a diferentes lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 602-606, 2013.
- Mc DONALD, P. et al. The biochemistry of silage. 2. ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340p.
- NETO, R. C. A; MIRANDA, O. N; DUDA; P. G; GÓES, B. G; LIMA S. A. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 14, n. 2, p. 124-130, 2010.
- PERAZZO, A. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. de F.; AQUINO, M. M. de.; SILVA, T. C. da.; BEZERRA, H. F. C. Características agrônômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p.1771-1776, 2013.
- RAMOS, J. P. de F.; LEITE, M. L. de M. V.; OLIVEIRA JUNIOR, S. de.; NASCIMENTO, J. P. do.; SANTOS, E. M. Crescimento vegetativo de *Opuntia fi cusindica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 41-48, 2011.
- RIBAS, P. M. **Sorgo: introdução e importância econômica**. Embrapa Milho e Sorgo, 2003.
- SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. O Assistente de Software Versão 7.7 e seu uso na análise de dados experimentais. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.
- SILVA, T. C.; SANTOS, E. M.; AZEVEDO, J. A. G.; EDVAN, R. L.; PERAZZO, A. F.; PINHO, R. M. A.; RODRIGUES, J. A. S.; SILVA, D. S. da. Divergência agrônômica de híbridos de sorgo para produção de silagem na região semi-árida da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1886-1893, 2011.

SILVA, W. C. **Respostas do feijão-caupi a diferentes lâminas de irrigação com água salina e doses de biofertilizante**. 2016. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia), Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.

TARDIN, F. D.; ALMEIDA FILHO, J. E.; OLIVEIRA, C. M.; LEITE, C. E. do P.; MENEZES, C. B.; MAGALHÃES, P. C.; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E. Avaliação agrônômica de híbridos de sorgo

granífero cultivados sob irrigação e estresse hídrico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 2, p. 102-117, 2013.

XIN, Z.; AIKEN, R.; BURKE, J. Diversidade genética da eficiência de transpiração no sorgo. **Field Crops Research**, v. 111, p. 74-80, 2009.

ZANINE, de M.; A., SANTOS, E. M., de J. F. D.; PEREIRA, O. G. Populações microbianas e nutricionais nos órgãos do capim-tanzânia antes e após a ensilagem. **Ciências Agrárias**, v. 28, n. 1, p. 143-150, 2007.