

**DESEMPENHO PRODUTIVO DE COUVE-FLOR SUBMETIDA A DIFERENTES MANEJOS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE BORO EM AMBIENTE PROTEGIDO**

Ana Rosa Ferreira¹, Joaquim Alves de Lima Júnior², Pedro Daniel de Oliveira³, William Lee Carrera de Aviz⁴ & Helane Cristina Aguiar Santos⁵

1 - Engenheira Agrônoma, Mestre em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém-PA, admanferreira@yahoo.com.br.

2 - Professor Adjunto, Universidade Federal Rural da Amazônia, *campus* Capanema, Capanema-PA, joaquim.junior@ufra.edu.br.

3 - Professor Adjunto, Universidade Federal Rural da Amazônia, *campus* Capanema, Capanema-PA, daniel.oliveira@ufra.edu.br.

4 - Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém-PA, william.aviz@gmail.com.

5 - Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém-PA, aguiar.helane@gmail.com.

Palavras-chave:

Brassica oleracea var. *botrytis*
fertilização
gotejamento
tensiometria

RESUMO

Com objetivo de fornecer informações técnicas sobre a produção da couve-flor irrigada em casa de vegetação no nordeste paraense, instalou-se um experimento na Fazenda Experimental da UFRA, no município de Igarapé-Açu, com a cultivar híbrida Desert, que apresenta adaptabilidade para o clima da região. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 3, com 12 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro tensões de água no solo (15, 30, 45 e 60 kPa), com indicativo no momento de irrigar e três doses de boro (0, 3 e 6 kg ha⁻¹) aplicadas via foliar. O método de irrigação utilizado foi o gotejamento e o manejo de irrigação foi via tensiometria. As parcelas experimentais apresentaram 3,6 m² constituídas de 8 plantas, com espaçamento de 0,8 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. Em cada parcela, foram avaliadas 4 plantas centrais, totalizando 288 plantas. De acordo com os dados obtidos, a cultivar híbrida Desert mostrou-se promissora para o cultivo nas condições edafoclimáticas da região nordeste do Pará. A tensão que apresentou melhores resultados foi a de 37 kPa, obtendo produtividade de cabeça de 11,3 t ha⁻¹, massa fresca de 450 g, massa seca de 31,48 g, diâmetro de 15,6 cm, circunferência de 50,99 cm e altura de 9,87 cm. As doses de boro não apresentaram diferença significativa.

Keywords:

brassica oleracea var. *botrytis*
fertilization
dripping
tensiometry

PRODUCTION PERFORMANCE OF CAULIFLOWER SUBMITTED TO DIFFERENT IRRIGATION MANAGEMENT AND BORON DOSES IN PROTECTED ENVIRONMENT**ABSTRACT**

With the purpose of providing technical information on the production of irrigated cauliflower in a greenhouse in northeast Pará, a project was implemented in the experimental farm of UFRA, in Igarapé-Açu Town, with the hybrid Desert cultivar, which has some adaptability to the region's weather. The design used was composed of randomized blocks in a 4 x 3 factorial scheme, with 12 treatments and 3 replicates. Treatments consisted of four soil water yields (15, 30, 45 e 60 kPa), indicative of when to irrigate, and three doses of boron (0, 3 e 6 kg ha⁻¹) applied via leaf. The irrigation method used was drip irrigation and the irrigation management was via tensiometry. The experimental plots had 3.6 m² consisting of 8 plants, with an 0.8 m spacing between rows and 0.5 m spacing between plants. Four plants were evaluated in each plot, totaling 288 plants. According to the data obtained, the hybrid cultivar Desert was promising for cultivation in the edaphoclimatic conditions of the northeastern region of Pará. The yield with the best results was 37 kPa, with yielding head yield of 11.3 t ha⁻¹, 450 g fresh mass, 31.48 g dry mass, 15.6 cm diameter, 50.99 cm circumference and 9.87 cm height. The boron doses showed no significant difference.

INTRODUÇÃO

Devido à grande procura por alimentos mais saudáveis o consumo de couve-flor apresentou uma grande demanda no mercado nos últimos anos. Apresenta alguns compostos antioxidantes, como no caso das vitaminas A e C e vários minerais (SUNARSIH et al., 2012), e os glucosinolates, que atuam minimizando o risco de câncer e de várias outras doenças em humanos (KUMAR & ANDY, 2012).

No Brasil, é uma cultura de grande importância, principalmente para agricultores familiares, tendo como principais produtores nacionais as regiões Sul e Sudeste com (94%) e a região Norte contribuindo com apenas 1% da produção nacional (IBGE, 2014).

A região Norte, especificamente o estado do Pará, tem uma produção de couve-flor insignificante em relação às regiões Sul e Sudeste, mas apresenta um mercado consumidor promissor. A região nordeste do estado do Pará é considerada umas das regiões de maior destaque no cultivo de hortaliças tradicionais, mas não apresenta tradição de cultivar couve-flor entre os produtores. Um dos fatores dessa pequena produção é a falta de informação técnica sobre a cultura, prejudicando sua expansão na região. A oferta escassa no mercado regional faz com que seja necessária sua importação de outras regiões brasileiras para suprir a demanda do mercado consumidor local. Essa importação faz com que o produto tenha um valor de mercado elevado.

O aumento do cultivo de couve-flor no estado é uma das principais alternativas para redução do valor de mercado da hortaliça, porém, são essenciais conhecimentos técnicos sobre a cultivar que será implantada e sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região, por ser uma cultura muito sensível ao clima para formação de cabeças comerciais (MORAIS JÚNIOR et al., 2013). Atualmente, o cultivo vem ganhando espaço em regiões de clima tropical graças ao melhoramento genético, que possibilitou seleção de cultivares capazes de tolerar altas temperaturas

(MAY et al., 2007; ZANUZO et al., 2013). O cultivo em ambiente protegido é uma alternativa para o aumento da produção no estado, por apresentar uma série de vantagens para produção *in natura* e de boa qualidade.

Embora haja vantagens, o manejo inadequado da irrigação e da adubação constitui uma das principais causas de perdas nas condições de cultivo protegido (SOUSA et al., 2011). Apesar da importância do cultivo em ambiente protegido para a olericultura brasileira, ainda são insuficientes os resultados de pesquisas que subsidiem o aproveitamento do potencial dessa tecnologia nas diferentes regiões climáticas do país.

A deficiência de água é um dos fatores mais limitantes para a obtenção de elevadas produtividades, sobremaneira no cultivo de hortaliças em ambiente protegido ou em campo (PATANÈ & COSENTINO, 2010). Logo, as tomadas de decisões do momento de irrigar podem ser baseadas em função do potencial de água no solo.

Outro fator de extrema importância para a produção de couve-flor é a nutrição, que exerce grande influência na produtividade e na qualidade de hortaliças. O boro é o micronutriente mais importante para a cultura em solos brasileiros e, mesmo sendo exigido em baixas quantidades, 2 a 4 kg ha⁻¹, em solos arenosos causa sintomas característicos e graves quando está na faixa de deficiência ou excesso. Com isso, deve-se ter bastante cuidado, já que o limite entre deficiência de boro e toxicidade em plantas de couve-flor é muito estreito (PEREIRA et al., 2016).

Devido à falta de informações técnicas e do equacionamento computacional da operabilidade do plantio da couve-flor no Norte, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes tensões hídricas e doses de boro na produção de couve-flor irrigada por gotejamento na região nordeste do estado do Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de

vegetação situada na área experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, com coordenadas geográficas de 1° 07' 48,47" S e 47° 36' 45,31" W, elevação 54 m, no período de dezembro de 2015 a março de 2016, no município de Igarapé-Açu, Pará, Nordeste Paraense. O solo da região foi classificado originalmente como Argissolo Amarelo distrófico, com textura arenosa.

De acordo com a classificação climática de Koppen, a região apresenta clima quente e úmido (Ami), com temperatura do ar média entre 25 e 32 °C e precipitação anual entre 2.000 e 3.000 milímetros.

Os resultados das análises de fertilidade e granulométrica da área experimental foram obtidos por meio de análises de amostras coletadas de solo na profundidade de 0 a 0,20 m. pH_{H_2O} : 5,2; N: 0,06%; M.O: 13,76 g kg^{-1} ; P: 21 mg dm^{-3} ; Ca: 1,8 $cmol_c dm^{-3}$; Mg: 0,5 $cmol_c dm^{-3}$; K: 0,013 $cmol_c dm^{-3}$; Na: 0,013 $cmol_c dm^{-3}$; SB: 2,33 $cmol_c dm^{-3}$; H+Al: 2,48 $cmol_c dm^{-3}$; CTC: 4,81; V: 48 %; B: 0,52 mg dm^{-3} ; Cu: 2 mg dm^{-3} ; Fe: 168 mg dm^{-3} ; Mn: 1,9 mg dm^{-3} ; Zn: 2,9 mg dm^{-3} ; e 801, 19 e 180 g kg^{-1} de Areia, Silte e Argila, respectivamente. Com base na análise da fertilidade do solo e na recomendação de TRANI & RAIJ (1997), procedeu-se à correção do solo com calcário para elevar a saturação de bases (V%) a 80%. O calcário foi aplicado em área total e incorporado por meio de aração e gradagem. O preparo do solo da área experimental foi feito com calagem 90 dias antes do transplante das mudas.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 3, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro tensões de água no solo (15, 30, 45 e 60 kPa), com indicativo do momento de irrigar (tensão crítica), e três doses de boro (0, 3 e 6 $kg ha^{-1}$), sendo a aplicação via foliar. Cada parcela teve dimensões de 2 m x 1,8 m (3,6 m^2). O espaçamento foi de 0,50 m entre plantas e 0,80 m entre linhas, totalizando 8 plantas. Como parcela útil foram consideradas as plantas centrais (4 plantas), sendo descartadas duas no início e duas no final.

A adubação de plantio e cobertura foi feita também de acordo com TRANI & RAIJ (1997) e

correspondeu à aplicação de fósforo (600 $kg ha^{-1}$ de P_2O_5) com Superfosfato Simples e esterco de galinha (15 t ha^{-1}) aplicado nas covas com 20 cm de profundidade, enquanto o potássio (410 $kg ha^{-1}$ de K_2O) na forma comercial de cloreto de potássio e o Nitrogênio (310 $kg ha^{-1}$ de N) na forma de ureia foram fornecidos parcelados em 15, 30, 45 e 60 dias após o transplante das mudas. O boro foi aplicado na forma comercial de Bórax via foliar em duas parcelas (45 e 60 DAT) de acordo com os tratamentos. As condições ambientais dentro da casa de vegetação foram monitoradas diariamente por meio de dados de temperatura e umidade relativa do ar, com auxílio de uma estação meteorológica de modelo Vantage pro2 automática, cujas leituras foram armazenadas diariamente.

A cultivar utilizada no experimento foi a híbrida Desert, com ciclo entre 85 e 90 dias, formato globular e plantio recomendado para o verão. Para formação das mudas, utilizou-se o sistema de semeadura em bandejas. A semeadura foi realizada no dia 01/11/2015 em bandejas de polietileno, com capacidade de 280 células, com composto orgânico preparado na própria fazenda experimental, colocando-se uma semente por célula, sendo a irrigação feita diariamente e manualmente.

O transplante foi realizado aos 34 dias após a semeadura, quando as plântulas apresentavam quatro a cinco folhas definitivas. Para controle de pragas e doenças, foram utilizados inseticidas (actara e karatezeon) e fungicida natural (izaria) recomendados para a cultura, de acordo com a ocorrência do agente, inseto ou patógeno na área experimental, adotando-se a dose recomendada pelo fabricante. A aplicação foi feita com uso de pulverizador costal manual.

O controle de plantas invasoras foi feito com capina manual periodicamente. Após o transplante, as mudas foram irrigadas por 20 dias antes do início da diferenciação dos tratamentos para a adaptação das plantas com aproximadamente 3 $mm dia^{-1}$, totalizando cerca de 63 mm de água aplicada diariamente.

As irrigações foram feitas durante todo o ciclo da cultura e utilizou-se o sistema via gotejamento,

com vazão de 1,42 L h⁻¹, e emissores espaçados 15 cm entre si. A irrigação foi feita via mangueiras gotejadoras autocompensantes, diâmetro nominal de 16 mm, com pressão de serviço de 80000 Pa no final de cada mangueira, e com emissores do tipo *in-line*. As mangueiras ficaram posicionadas pelo lado de dentro da parcela, atendendo o total de 8 plantas, apresentando 6,6 emissores por metro (totalizando 13 emissores/parcela).

As mangueiras gotejadoras foram conectadas nas linhas de derivação de polietileno (DN16) e estas aos tubos de PVC (DN50; 40) conectados à linha principal com registro de esfera. Foi utilizada uma caixa d'água de 5000 L, uma bomba elétrica de ½ cv, filtro de disco e uma válvula reguladora de pressão de 80000 Pa posicionada na saída da tubulação principal.

Para avaliar o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), foram feitas avaliações hidráulicas com recipientes coletores de 50 mL em quatro parcelas, sendo uma de cada tratamento de diferentes tensões. Foram realizadas coletas nos seis emissores centrais pelo período de 1 minuto, com duas repetições (CALGARO & BRAGA 2008).

Instalou-se um conjunto de quatro tensiômetros de punção em duas parcelas de cada tratamento de tensões, para determinação da tensão crítica. Foram instalados três a 15 cm de profundidade (que indicou o momento de irrigar em cada tratamento) devido à concentração de raízes ser maior na superfície do solo; e dois a 30 cm de profundidade (para verificar a ocorrência de percolação). Os tensiômetros ficaram posicionados na linha de plantio. As leituras foram feitas uma vez ao dia pela manhã, no mesmo horário, utilizando-se um tensímetro de punção. O manejo da irrigação foi baseado na curva característica de água no solo obtida no perfil de 0 a 30 cm de profundidade; os resultados de retenção de água no solo foram obtidos por meio de câmara de pressão de Richards (RICHARDS, 1941). Calculou-se o tempo de funcionamento do sistema de irrigação a partir da lâmina bruta, de acordo com CABELLO (1996), considerando-se a profundidade efetiva do sistema

radicular igual a 0,20 m. A eficiência de aplicação de água do sistema de irrigação foi adotada como 95%. Foram feitas manutenções periódicas para controlar o nível de água destilada no interior de cada tensiômetro, e a curva de retenção de água no solo foi ajustada segundo o modelo proposto por Van Genuchten (1980), sendo representada pela Equação 1:

$$\theta = 0,1615 + \frac{(0,0991)}{\left[1 + (0,0252 \times |\psi|)^{1,9872}\right]^{0,4968}} \quad (1)$$

em que,

θ = umidade atual (cm³. cm⁻³), e

Ψ = tensão de água no solo (kPa).

A colheita foi realizada à medida que as cabeças começaram a atingir o ponto ideal de colheita, isto é, cabeças compactas com botões florais ainda unidos. Iniciou-se aos 100 dias após o transplante e se estendeu por mais 20 dias. As plantas centrais de cada parcela foram mensuradas ainda em campo, antes da colheita, quanto ao número de folhas, altura da planta (cm), diâmetro da planta (cm). Após a colheita, foram levadas ao laboratório para avaliações de massa fresca da cabeça (kg), massa seca da cabeça (g), diâmetro da cabeça (cm), circunferência da cabeça (cm) e produtividade média estimada por hectare (kg.ha⁻¹).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (teste F) e análise de regressão no caso em que houve significância, a 5% de probabilidade, com auxílio do *software* Excel 2010.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de condução do experimento, as médias de temperatura e a umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação foram de 27,2 °C e 68%, respectivamente. O referido valor da temperatura encontra-se fora da faixa ótima recomendada por MONTEIRO (2010), que relata que temperaturas acima de 25 °C poderão retardar a formação da cabeça da couve-flor.

As lâminas de água aplicada antes (Inic) e após

Tabela 1. Tensões de água a 15 cm de profundidade, lâminas de água aplicada antes da diferenciação dos tratamentos (Inic), lâmina de água após a diferenciação dos tratamentos (Irrig), lâmina de água total fornecida à cultura (Tot), número de irrigações (NI), turno de regra (TR) e demanda hídrica diária (DHD)

Tratamentos	Tensão	Lâmina (mm)			NI	TR	DHD
	(kPa)	Inic	Irrig	Tot	(un)	(dia)	(mm/dia)
T15	15	62,07	220,01	282,08	62	1,93	4,5
T30	30	62,07	246,15	308,22	35	3,42	8,8
T45	45	62,07	263,18	325,25	29	4,13	11,2
T60	60	62,07	195,65	257,72	16	7,5	16,1

a diferenciação dos tratamentos (Irrig), a lâmina de água total fornecida para cultura (Tot), o número de irrigações (NI), o turno de regra (TR) e a demanda hídrica diária (DHD) durante o experimento são apresentados na Tabela 1.

Verificou-se que as lâminas de água nos tratamentos tiveram comportamento quadrático, sendo que as maiores lâminas foram apresentadas nas tensões intermediárias (T30 e T45). Isso pode ser explicado porque nessas tensões houve maior demanda de água pela couve-flor para satisfazer suas necessidades hídricas devido ao maior crescimento, o que fez as tensões alcançarem rapidamente os valores preestabelecidos.

Os dados encontrados neste trabalho estão de acordo com os resultados obtidos por PEREIRA et al. (2016), que, estudando o cultivo de couve-flor influenciado por diferentes manejos de irrigação e doses de boro no nordeste paraense, encontraram comportamento quadrático das lâminas de água aplicada, sendo que a maior lâmina de água aplicada foi obtida no tratamento de 45 kPa, que corresponde a uma lâmina de 347,79 mm.

Conforme a Tabela 1, a frequência de irrigação foi maior no tratamento de baixa tensão, semelhante a PEREIRA et al. (2016), mas o tempo de operação do sistema de irrigação foi menor quando comparado a outros tratamentos em que o sistema teve que trabalhar mais tempo para aplicar a lâmina de água necessária para aumentar a umidade do solo para a sua capacidade de campo.

A quantidade de água aplicada durante todo o ciclo da couve-flor neste experimento se encontra

abaixo do intervalo necessário para a produção indicado por MAY et al. (2007), que citam que é necessária a aplicação de 380-500 mm de água para a produção da couve-flor durante todo o seu ciclo. Portanto, observa-se com os dados demonstrados que houve economia de água neste experimento.

Segundo MAY et al. (2007), a cultura da couve-flor em condições favoráveis, com temperatura e umidade, pode ter crescimento e desenvolvimento dividido em quatro estádios: primeiro (0 a 30 dias), crescimento inicial; segundo (30 a 60 dias), expansão das folhas; terceiro (60 a 90 dias), diferenciação e desenvolvimento dos primórdios florais e das folhas externas; e quarto (90 a 120 dias), desenvolvimento da inflorescência. Esses estádios fenológicos podem variar de acordo com as condições ambientais e características da cultivar utilizada.

A colheita iniciou-se 100 dias após a semeadura, 10 dias após recomendação do fabricante das sementes, possivelmente por conta das diferenças edafoclimáticas da região da origem das sementes e a do nordeste Paraense. PEREIRA et al. (2016), em mesmas condições edafoclimáticas, tiveram sua colheita iniciada 120 dias após a semeadura, 30 dias após o recomendado pelo fabricante. Períodos prolongados de temperatura acima de 25 °C podem retardar a formação da cabeça de plantas de couve-flor. Assim, o período de colheita da cultura da couve-flor é influenciado pelo ambiente, variando entre regiões (MONTEIRO et al., 2010).

Os resultados obtidos com o uso de diferentes tensões na cultura da couve-flor podem ser vistos nas Figuras 1 e 2.

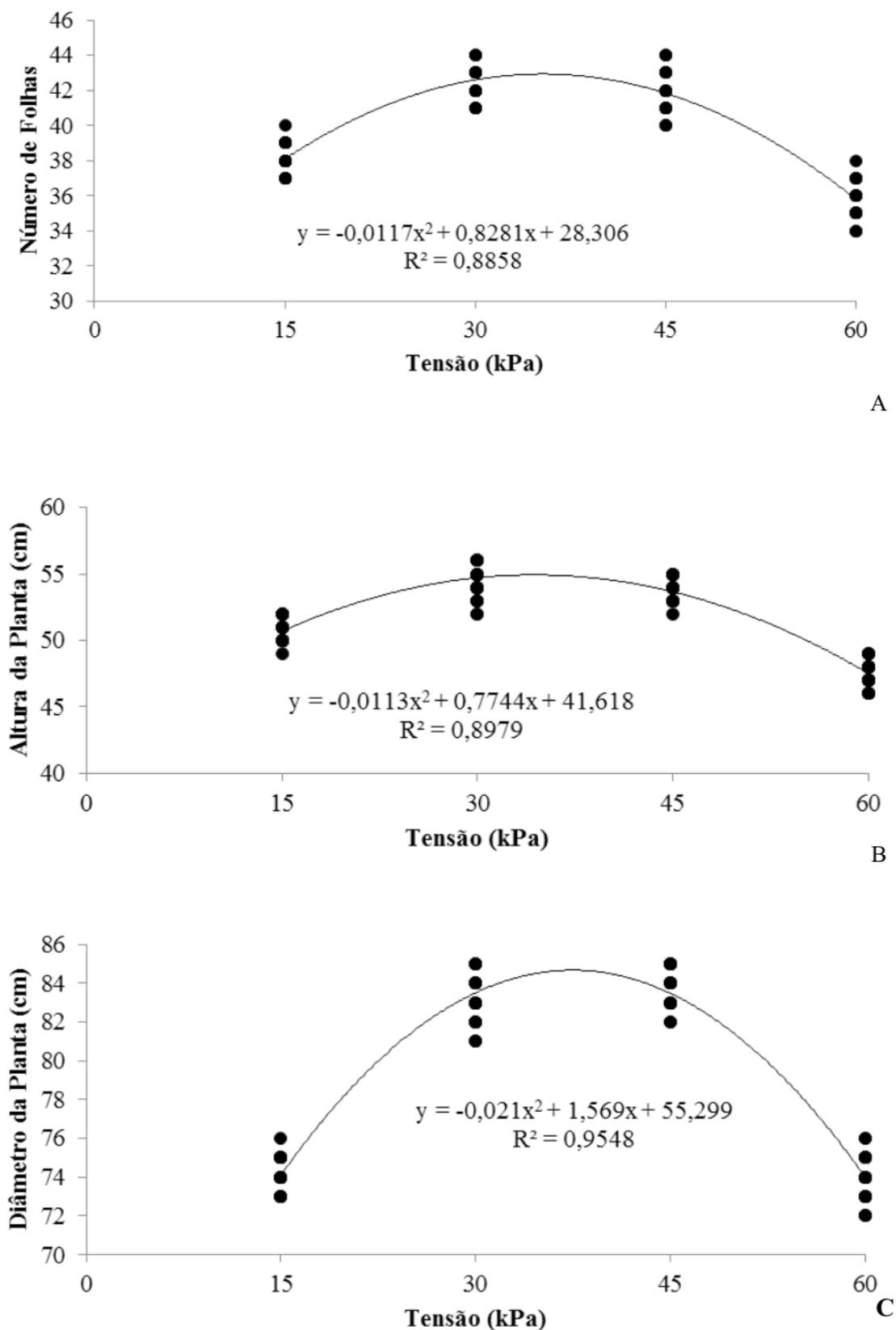
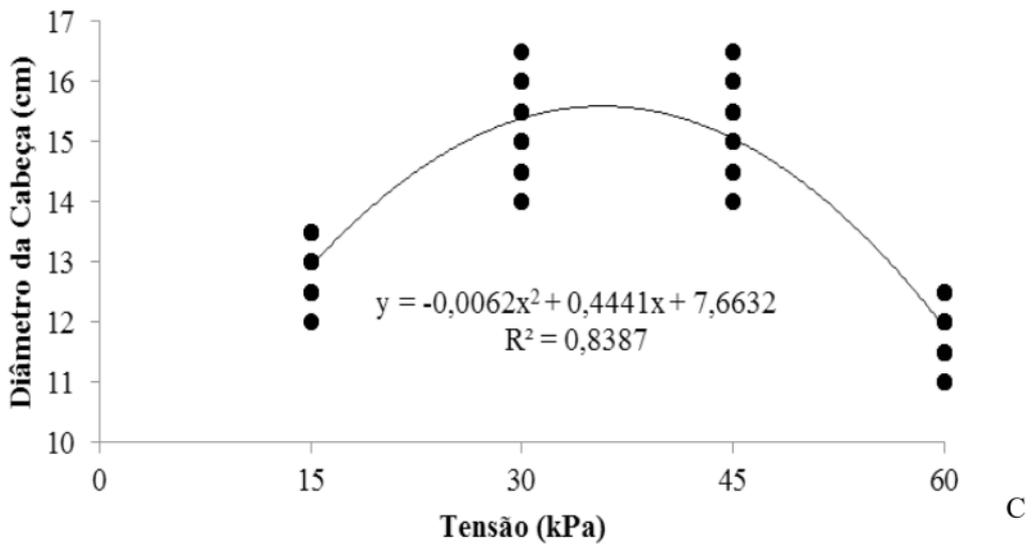
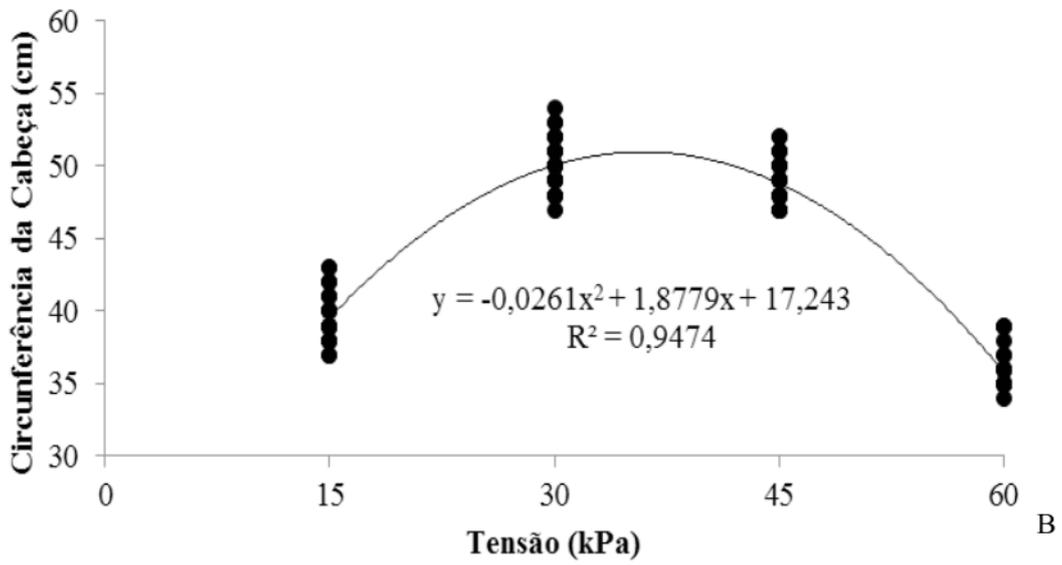
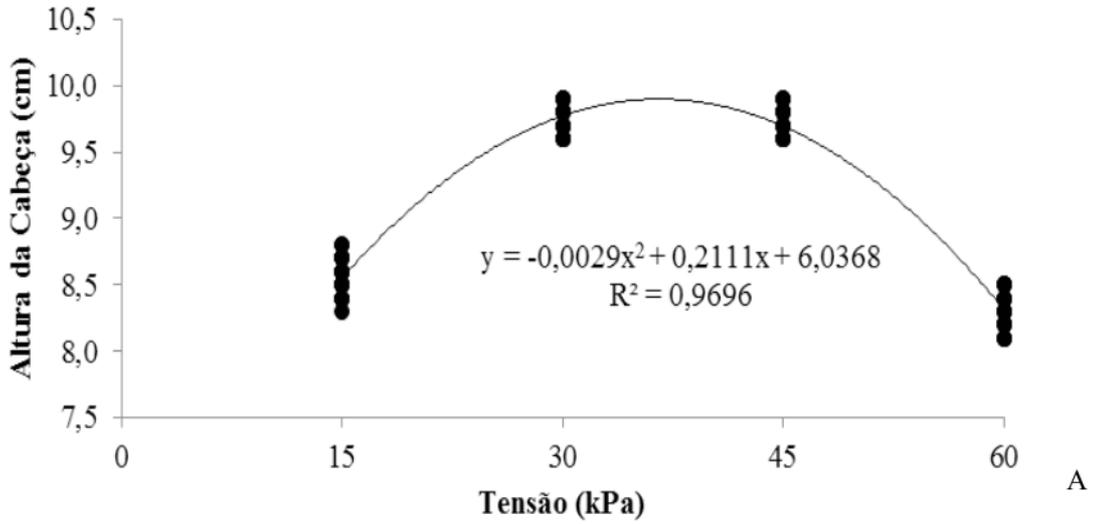


Figura 1. Efeito de diferentes tensões da água no solo no número de folhas (A), altura de planta (B) e diâmetro da planta (C) (valores médios)



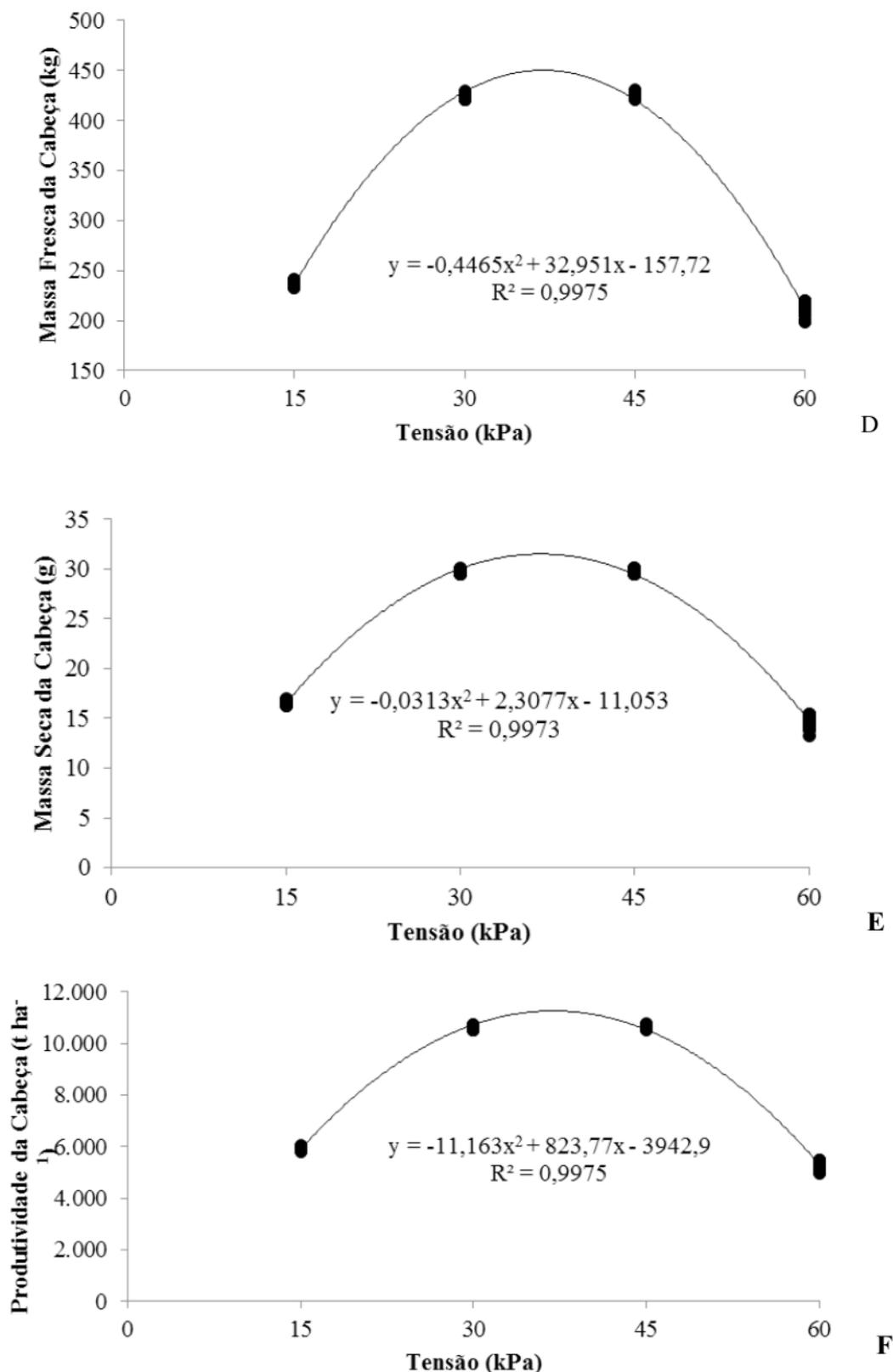


Figura 2. Efeito da tensão de água no solo na altura de cabeça (A), circunferência da cabeça (B), diâmetro da cabeça (C), massa fresca da cabeça (D), massa seca da cabeça (E) e produtividade da cabeça (F) (valores médios)

Observou-se que não houve diferença significativa para a interação entre as tensões de água no solo e as doses de boro. Houve diferença significativa de 5% em todas as variáveis entre os níveis de tensão de água no solo: número de folhas (NF) ($p > 0,05$); altura da planta (AP) ($p > 0,05$); diâmetro da planta (DP) ($p > 0,05$); massa fresca da cabeça (MFC) ($p > 0,05$); circunferência da cabeça (CC) ($p > 0,05$); altura da cabeça (AC) ($p > 0,05$); massa seca da cabeça (MSC) ($p > 0,05$); diâmetro da cabeça (DC) ($p > 0,05$) e produtividade da cabeça (PC) ($p > 0,05$) (Tabela 2). Para os níveis da variável dose de boro não foi observada diferença significativa.

De acordo com a análise de regressão, a tensão de água no solo se comportou de forma quadrática para todas as variáveis. Houve aumento das variáveis até a tensão de 37 kPa, e em seguida o aumento de tensão promoveu a redução das variáveis. Tensões próximas à capacidade de campo também ocasionaram a redução das variáveis.

O valor máximo estimado a partir da equação de ajuste no início da formação da inflorescência para o número de folhas foi de 42,95 (Figura 1a); altura da planta, 54,87 cm (Figura 1b); e diâmetro da planta, 84,60 cm (Figura 1c). Os resultados encontrados foram superiores aos relatados por GONDIM *et al.* (2011), que utilizaram o híbrido Verona em Jaboticabal-SP, em relação ao número de folhas (24,2) e altura da planta (37,1 cm). A diferença entre os resultados pode ser explicada

pela diferença edafoclimática dos trabalhos e pela utilização de diferentes híbridos. Entretanto, PEREIRA *et al.* (2016), nas mesmas condições edafoclimáticas, encontraram valores inferiores para o mesmo híbrido Desert no número de folhas (38,3), diâmetro da planta (73,6 cm) e altura da planta (43,2), com isso, evidencia-se que o cultivo protegido utilizado neste experimento promoveu melhor e maior desenvolvimento vegetativo da cultura da couve-flor.

A porcentagem de água encontrada na inflorescência foi de 93% em todos os tratamentos e está de acordo com o descrito por TACO-UNICAMP (2011).

Os valores máximos obtidos por meio da equação de ajuste para as variáveis relacionadas à inflorescência foram de 9,87 cm de altura da cabeça (Figura 2a), 50,99 cm de circunferência da cabeça (Figura 2b), 15,60 cm de diâmetro da cabeça (Figura 2c), 450g de massa fresca da cabeça (Figura 2d), 31,48g de massa seca da cabeça (Figura 2e) e 11,3 t ha⁻¹ de produtividade da cabeça (Figura 2f). Porém, para o mesmo híbrido, Pereira *et al.* (2016) encontraram valores superiores para as variáveis massa fresca da cabeça (852g), circunferência da cabeça (56,1cm), altura da cabeça (11,5 cm), massa seca da cabeça (59,2g), diâmetro da cabeça (18,1cm) e produtividade da cabeça (17,1 t ha⁻¹). Os resultados apresentados neste trabalho estão abaixo dos citados por MAY *et al.* (2007), de 15 a 25 t ha⁻¹. Esses resultados foram provavelmente

Tabela 2. Resumo das estimativas dos parâmetros e modelos ajustados para as variáveis: número de folhas, diâmetro da planta, massa fresca da cabeça, circunferência da cabeça, altura da cabeça, massa seca da cabeça, diâmetro da cabeça e produtividade da cabeça em função da tensão

Variável	Tipo do Modelo	Resumo do Modelo				
		R ²	F	gl 1	gl2	p-valor
Número de folhas	Quadrático	0,89	546,57	2	141	0,000
Altura da planta	Quadrático	0,90	619,88	2	141	0,000
Diâmetro da planta	Quadrático	0,95	1490,51	2	141	0,000
Massa fresca da cabeça	Quadrático	1,00	28301,13	2	141	0,000
Circunferência da cabeça	Quadrático	0,95	1269,24	2	141	0,000
Altura da cabeça	Quadrático	0,97	2248,74	2	141	0,000
Massa seca da cabeça	Quadrático	0,70	163,79	2	141	0,000
Diâmetro da cabeça	Quadrático	0,84	366,56	2	141	0,000
Prod. da cabeça	Quadrático	1,00	28319,01	2	141	0,000

*Significativo a 5% de probabilidade.

influenciados por uma infestação de mosca branca no início do desenvolvimento das inflorescências, causando danos diretos mediante a retirada da seiva do floema e inoculação de toxinas, provocando alterações no desenvolvimento reprodutivo da planta, além de atrair fungos saprófitos que causam fumagina pela secreção eliminadas por eles (SILVA et al., 2017). Entretanto, a tensão de água no solo que proporcionou maior produtividade está dentro da faixa para solos arenosos (20 a 40 kPa) (SOUSA et al., 2011).

A máxima produtividade obtida com a tensão de 37 kPa está diretamente relacionada com as variáveis de massa fresca da cabeça, massa seca da cabeça, altura da cabeça, diâmetro da cabeça, circunferência da cabeça, altura da cabeça, diâmetro da planta e número de folhas. Essas variáveis demonstram maior crescimento vegetativo e, conseqüentemente, maior acúmulo de biomassa que as tensões abaixo e acima de 37 kPa.

Valores acima de 37 kPa apresentaram redução na produtividade provocada pelo aumento da tensão de água no solo e, conseqüentemente, colocando a planta em déficit hídrico. À medida que a água se torna mais fortemente retida no solo, reduz a disponibilidade da mesma para as plantas, requerendo uma maior quantidade de energia gasta para absorver água necessária às suas necessidades metabólicas (TEIXEIRA et al., 2013). À medida que o solo seca, torna-se mais difícil às plantas absorverem água; devido ao aumento da tensão, a água fica retida nos colóides do solo, diminuindo assim a disponibilidade de água no solo às plantas, e a planta gastará mais energia para absorver esta água (TEIXEIRA et al., 2013). A exposição de plantas ao estresse hídrico induz ao declínio do potencial de água na folha, da condutância estomática e do fluxo de CO₂, podendo representar um impacto adverso sobre o acúmulo de fotoassimilados e a produtividade (GEISENHOFF et al., 2016). TANGUNE et al. (2013) observaram também que maiores valores de tensão afetam negativamente a produtividade em experimento de brócolis.

Para a redução de produtividade nas tensões abaixo de 37 kPa, Pereira et al. (2016) atribuem que os valores da baixa produtividade nas tensões

inferiores a 38 kPa são devidos às características da própria couve-flor em responder negativamente a uma exposição prolongada à condição de baixa porosidade de aeração do solo. A baixa porosidade de aeração deve estar envolvida na redução da taxa de absorção de oxigênio pelas raízes das plantas, limitando a respiração das raízes, reduzindo a produtividade da couve-flor, sendo o possível fator de diminuição da produtividade do experimento em questão.

ZANUZO et al. (2013), trabalhando com genótipos de couve-flor de verão em Sinop-MT, observaram produtividade dos híbridos (Verona, Veneza, Sarah e First Snow) superiores ao presente trabalho, com média de produtividade de 17 t ha⁻¹. Entre as cultivares de verão utilizadas, a cultivar Piracicaba Precoce com produtividade de 6,67 t ha⁻¹ apresentou-se inferior aos resultados encontrados neste experimento (11,25 t ha⁻¹). MORAIS JUNIOR et al. (2012) apresentam valores de produtividade superiores aos deste trabalho, com média entre 26,81 a 34,17 t ha⁻¹, e ZANUZO et al. (2013), com média de 30,34 t ha⁻¹. Esta diferença na produtividade dos trabalhos citados pode evidenciar que o fator temperatura tem uma correlação com a produtividade de couve-flor, em que temperaturas amenas tendem a favorecer o desenvolvimento das inflorescências.

CONCLUSÃO

- Para garantir maior desenvolvimento e produção de couve-flor em casa de vegetação e irrigada por gotejamento, deve-se irrigar quando a tensão atinge 37 kPa na região Nordeste do Pará.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq – Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Desenvolvimento Tecnológico, pelo financiamento da pesquisa (nº 477711/2013-8) e da concessão da Bolsa de Mestrado; à Universidade Federal Rural da Amazônia, pela ajuda à publicação desta pesquisa; e à Ana Carla Ferreira de Oliveira (*in memoriam*), pelo empenho e dedicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CABELLO, F.P. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación.** 3ª ed. Madrid: Mundi-Prensa. 511p. 1996.

CALGARO M.; BRAGA, M.B. **Determinação da Uniformidade de Distribuição de Água em Sistema de Irrigação Localizada.** Petrolina, PE: Embrapa semi-árido, 2008.

GEISENHOF, L.O.; PEREIRA, G.M.; LIMA JUNIOR, J.A.; SILVA, A.L.P.; AVIZ, W.L.C. Greenhouse crisphead lettuce grown with mulching and under different soil water tensions. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.36, n.1, p.46-54, jan./fev. 2016.

GONDIM, A.R.O.; PRADO, R.M.; CORREIA, M.A.R.; ALVES, A.U.; CECÍLIO FILHO, A.B.; POLITI, L.S. Curva de crescimento e acúmulo de matéria seca em couve-flor cultivada em substrato. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.1, p.88-94, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Censo Agropecuário, 2006.

KUMAR, S.; ANDY, A. Mini Review Health promoting bioactive phytochemicals from Brassica. **International Food Research Journal**, Malásia, v.19, n.1, p.141-152, 2012.

MAY, A.; TIVELLI, S.W.; VARGAS, P.F.; SAMRA, A.G.; SACCONI, L.V.; PINHEIRO, M. **A Cultura da Couve-Flor.** Campinas, Instituto Agrônômico. 36p. (Boletim Técnico IAC, 200), 2007.

MONTEIRO, B.C.B.A.; CHARLO, H.C.O.; BRAZ, L.T. Desempenho de híbridos de couve-flor de verão em Jaboticabal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p.115-119, 2010.

MORAIS JÚNIOR, O.P.; CARDOSO, A.F.; LEÃO, E.F.; PEIXOTO, N. Desempenho de cultivares de couve-flor de verão em Ipameri. **Ciência Rural**,

Santa Maria, v.42, n.11, p.1923-1928, 2012.

PATANÈ, C.; COSENTINO, S.L. Effects of soil water deficit on yield and quality of processing tomato under a Mediterranean climate. **Agricultural Water Management**, Nova Zelândia, v.97, p.131-138, 2010.

PEREIRA, M.E.M.; LIMA JUNIOR, J.A.; SOZA, R.O.R.M.; GUSMÃO, S.A.L.; LIMA, V.M. Irrigation management influence and fertilizer doses with boron on productive performance of cauliflower. **Engenharia agrícola**, Jaboticabal, v.36, n.5, p.811-821, set./out, 2016.

RICHARDS, L.A. A pressure membrane extraction apparatus for soil solution. **Soil Science**, Baltimore, v.51, p.377-386, 1941.

SILVA, A.G.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; SOUZA, B.H.S.; COSTA, E.N.; HOELHERT, J.S.; ALMEIDA, A.M.; SANTOS, L.B. Mosca-Branca, Bemisia tabaci (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro: Características gerais, bioecologia e métodos de controle. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v.10, n.1, p.01-08, 2017.

SOUSA, V.F.; MAROUELLI, W.A.; COELHO, E.F.; PINTO, J.M.; COELHO FILHO, M.A. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças.** 2. Ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011.

SUNARSIH, E.S.; HAKIM, L.; SUGIYANTO, S.; SUMANTRI, S. Efeito protetor de *Brassica oleracea* var. *botrytis* L. contra anormalidades hepatocelulares induzidas pela teofilina em ratos. **Universa Medicina**, Indonésia, v.31, n.1, p. 12-19, 2012.

TACO – Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação) – UNICAMP (2011) 4 ed. rev. ampl. Campinas: NEPA-UNICAMP. 161 p.

TANGUNE, B.F. **Produção de brócolis irrigado por gotejamento, sob diferentes tensões de água no solo.** Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Universidade

Federal de Lavras – UFLA, Lavras, 2013. 73p.

TEIXEIRA, R.P. PEREIRA, G.M.; SOUZA, R.J.; GARCIA, H.H.; GAMA, G.B.N. Análise das tensões de água no solo cultivado com morangueiro sob poda. **Irriga**, Botucatu, v.18, n.1, p.25-42, 2013.

TRANI, P.E.; VAN RAIJ, B. Hortaliças. In: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ed. Campinas: Instituto Agronômico. p.175, 1997.

VAN GENUCHTEN, M. Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, n.5, p.892-898, 1980.

ZANUZO, M.R. RIBEIRO, L.M.; LANGE, A; MACHADO, R.A.F.; MASSAROTO, J.A. Desempenho agronômico de genótipos de couve-flor nas condições edafoclimáticas de Sinop. **Horticultura brasileira**, Brasília, v.31, n.2, p.332-337, 2013.