

## DIMENSÕES DE BULBO MOLHADO EM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO EM ÁREA CULTIVADA COM ATEIRAS<sup>1</sup>

WELLINGTON FARIAS ARAÚJO<sup>2</sup>; RAFAEL JORGE DO PRADO<sup>3</sup>; DANIEL LUCAS LIMA TAVEIRA<sup>4</sup>; RAPHAEL HENRIQUE DA SILVA SIQUEIRA<sup>5</sup>; EDVAN ALVES CHAGAS<sup>6</sup> E SILVESTRE LOPES DA NÓBREGA<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Extraído da tese de doutorado do segundo autor;

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Professor Titular da Universidade Federal de Roraima (UFRR), Av. Ene Garcez, 2413 – Bairro Aeroporto, CEP: 69310-000, Boa Vista, RR, Brasil, e-mail: [wellington.araujo@ufrr.br](mailto:wellington.araujo@ufrr.br);

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Professor Adjunto da Escola Agrotécnica (EAgro) da UFRR e CODAI/UFRRPE, BR 174, km37, S/N, PA Nova Amazônia, CEP: 69300-000, Campus Murupu, Boa Vista, RR, Brasil, e-mail: [rafael.prado@ufrr.br](mailto:rafael.prado@ufrr.br);

<sup>4</sup> Graduando em Agronomia/UFRR, Bolsista de IC, Av. Ene Garcez, 2413 – Bairro Aeroporto, CEP: 69310-000, Boa Vista, RR, Brasil, e-mail: [lucas-agr@hotmail.com](mailto:lucas-agr@hotmail.com);

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, Professor do Instituto Federal de Roraima (IFRR), Rua Fernão Dias Paes Leme, nº11, bairro Calungá, CEP: 69303-220, Boa Vista, RR, e-mail: [raphael\\_manejosolo@hotmail.com](mailto:raphael_manejosolo@hotmail.com);

<sup>6</sup> Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa/Roraima, BR 174, km8, Distrito Industrial, CEP: 69301-970, Boa Vista, RR, e-mail: [edvan.chagas@embrapa.br](mailto:edvan.chagas@embrapa.br);

<sup>7</sup> Eng. Civil, Professor Adjunto da UFRR, Av. Ene Garcez, 2413 – Bairro Aeroporto, CEP: 69310-000, Boa Vista, RR, e-mail: [silvestre.lopes@ufrr.br](mailto:silvestre.lopes@ufrr.br).

### 1 RESUMO

O estudo do bulbo molhado é recomendado como parte do manejo da água e no dimensionamento de sistemas de irrigação por gotejamento. A pesquisa teve como objetivo avaliar a formação do bulbo molhado, em solo de textura média sob irrigação por gotejamento superficial, na condição inicial de solo seco, em área cultivada com ateiras (*Annona squamosa* L.) no estado de Roraima. As ateiras foram plantadas num espaçamento de 3 x 5m e irrigadas por gotejamento, por emissores com vazão nominal de 2,0 L h<sup>-1</sup> (100 kPa) e espaçados 50cm entre si. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos, dados pelos tempos de irrigação (0,5; 1; 1,5 e 2 horas), com quatro repetições. As variáveis analisadas foram diâmetro superficial, diâmetro máximo e profundidade máxima, no método da trincheira. O tempo de aplicação apresentou efeito significativo sobre o diâmetro superficial, diâmetro máximo e a profundidade máxima, obtendo-se equações representativas do fenômeno. O percentual de área molhada mostrou-se inadequado para as plantas, nas condições estudadas.

**Palavras-chave:** relação solo-água-plantas, tempo de irrigação, percentual de área molhada (PAM).

ARAÚJO, W.F.; PRADO, R.J.; TAVEIRA, D.L.L.; SIQUEIRA, R.H.S.; CHAGAS, E.A.; NÓBREGA, S.L.

DIMENSIONS OF WETTED BULB IN DRIP IRRIGATION SYSTEM IN AN AREA CULTIVATED WITH SUGAR APPLES

## 2 ABSTRACT

The study of the wet bulb is recommended as part of water management and in the design of drip irrigation systems. The research had the objective of evaluating the dimensions of the wet bulb in soil of medium texture, under irrigation by surface drip, in the initial condition of dry soil, in an area cultivated with sugar apples (*Annona squamosa* L.) in the state of Roraima. The trees were planted in 3 x 5m spacing and drip irrigated, whose emitters had a nominal flow of 2.0 L h<sup>-1</sup> (100 kPa) and spaced 50cm apart. The experimental design was completely randomized with four treatments, given by the irrigation times (0.5, 1, 1.5 and 2 hours), with four replications. The analyzed variables were surface diameter, maximum diameter and maximum depth, in the trench method. The application time had a significant effect on the surface diameter, larger diameter and the maximum depth, obtaining equations representative of the phenomenon. The percentage of wet area was unsuitable for the plants, under the studied conditions.

**Keywords:** drip irrigation, irrigation time, wetted area percentage (WAP), *Annona squamosa* L.

## 3 INTRODUÇÃO

O conhecimento das dimensões do bulbo molhado em irrigação por gotejamento tem importância para se evitar perdas de água e nutrientes por lixiviação e superposição exagerada dos emissores (PIZARRO, 1996).

Agronomicamente, a forma e o volume de solo molhado que se obtêm com a aplicação de água pelos emissores são características importantes em um dimensionamento de sistema localizado. Eles representam uma quantidade de solo na profundidade e extensão que será explorada pelo sistema radicular da cultura que se está irrigando e, portanto, não devem restringir ou limitar seu desenvolvimento.

Os principais fatores que afetam a formação do bulbo molhado são as características do solo: condutividade hidráulica, textura, capacidade de retenção e umidade inicial do solo (MAIA *et al.*, 2010).

O objetivo deste trabalho foi determinar as dimensões do bulbo molhado em um Latossolo sob irrigação localizada por gotejamento superficial em área cultivada com ateira no Estado de Roraima e verificar sua adequação para a cultura plantada.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Roraima (UFRR), localizadas em Boa Vista, RR, cujo solo é classificado como Latossolo Amarelo distrocoeso (EMBRAPA, 2018; TEIXEIRA *et al.*, 2017), de textura média (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição granulométrica do solo da área experimental.

Profundidade (cm)	Areia grossa	Silte	Argila	Classificação
0,0 – 40,0	68	6	26	Textura média

O experimento foi instalado em uma área com ateiras (*Annona squamosa* L.), num espaçamento de 5 x 3m, irrigadas por gotejamento de superfície, cujos emissores distam 50cm entre si e possuem vazão nominal de 2 L h<sup>-1</sup> a 100 kPa. de pressão.

Antes da implantação do experimento, o sistema de irrigação foi avaliado, procedendo-se à coleta da vazão do primeiro emissor, do emissor localizado a 1/3 da lateral, do emissor localizado a 2/3 da lateral e do último emissor, como sugerem Keller e Karmeli (1975). Os valores foram tabulados e procedeu-se o cálculo dos coeficientes de Christiansen (CUC), e de uniformidade (CUD), conforme preconizado por (BERNARDO *et al.*, 2006). Após a determinação dos coeficientes utilizou-se a classificação dos valores propostos na literatura para cada coeficiente (MANTOVANI *et al.*, 2009).

Para as dimensões do bulbo, procedeu-se de forma aleatória à escolha dos emissores na área. Após, o emissor anterior e posterior ao escolhido foram vedados para que no bulbo molhado formado pelo funcionamento do emissor preterido não houvesse interferência dos vizinhos. A medição da pressão na linha lateral ocorreu por meio de um manômetro de Bourdon instalado no fim da linha.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos, dados pelos tempos de irrigação (0,5; 1; 1,5 e 2 horas), com quatro repetições. No bulbo molhado, as variáveis analisadas foram diâmetro superficial (DS), diâmetro máximo (DM) e a profundidade máxima (PM), medidos em centímetros. Após 30 minutos cessadas as irrigações de cada tratamento, uma trincheira foi aberta no solo exatamente no ponto logo abaixo do emissor, conforme adaptação das recomendações de Battam *et al.* (2003), visando seccionar o bulbo ao meio. Em seguida, procederam-se as determinações do DS, DM e PM com auxílio de uma fita métrica. Os diâmetros a cada 5 cm de profundidade foram medidos, considerando-se dois sentidos em relação a linha lateral (Longitudinal e transversal), continuando a medição até a profundidade máxima do bulbo molhado. Após as medições, uma média foi feita com os valores lidos nas duas direções.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade, e os fatores que apresentaram diferença significativa foram analisados no ajuste da regressão para obtenção de uma equação que melhor explique o fenômeno com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2011). As equações utilizadas tomaram como base o modelo potencial:  $y = a.t^b$ , em que “t” é o tempo de aplicação de água (h) e “a” e “b” são parâmetros do modelo, para a vazão do emissor de 2 L h<sup>-1</sup> a 100 kPa.

Considerando as equações obtidas e de posse dos valores médios ajustados da dimensão do bulbo molhado, foi estimada a área molhada (Am) e calculado a percentagem de área molhada (PAM) para a cultura em questão. O cálculo do Am e PAM foram baseados nas fórmulas citadas por Mantovani *et al.* (2009).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A uniformidade de aplicação na área mostrou-se adequada, sendo CUC classificado como excelente (97,5%) e o CUD classificado como bom (81,2%).

A Análise de Variância foi significativa ao nível de 1% de probabilidade para os tempos de irrigação (tratamentos) em relação às dimensões do bulbo molhado (DS, DM e PM), sendo possível ajuste das seguintes equações: para o diâmetro superficial,  $DS = 39,942 T^{0,283}$  ( $R^2 = 0,812$ ); para o diâmetro máximo,  $D_{max} = 39,897 T^{0,3478}$  ( $R^2 = 0,870$ ); e para a profundidade máxima,  $PM = 22,62 T^{0,3891}$  ( $R^2 = 0,966$ ).

**Tabela 2.** Valores médios da dimensão de bulbo molhado em função do tempo de irrigação em um solo de textura média. Boa Vista, RR.

Tempo de Irrigação (Hora)	PM	DM	DS
	----- (cm) -----		
0,5	17,0	31,1	32,8
1,0	22,3	39,9	39,9
1,5	26,1	45,9	44,8
2,0	29,2	50,8	48,6

PM – Profundidade Máxima; DM – Diâmetro Máximo; DS – Diâmetro Superficial.

Em linhas gerais, as equações ajustadas representam bem o fenômeno, cujos coeficientes de correlação variaram de cerca de 80% a 96%. Substituindo os tempos testados nas respectivas equações obtidas observa-se que somente no tempo de irrigação de 2 horas haverá a formação de uma faixa molhada contínua no solo, posto que a distância entre os emissores no campo foram de 50cm e o diâmetro do bulbo foi de 50,8cm. Com essa informação, obtemos o Percentual de Área Molhada (PAM) para a ateira de 10,16%, que é inferior ao recomendado Mantovani *et al.* (2012).

Sistemas de irrigação localizada naturalmente limitam o desenvolvimento radicular das culturas à região úmida, e por isso deve-se trabalhar com atenção quanto à faixa de molhamento do solo, pois influencia diretamente no desenvolvimento radicular com possíveis reflexos para o crescimento e a produção da cultura. Sugere-se, assim, que seja instalada uma segunda linha de irrigação por gotejo na linha de plantio da área cultivada.

## 6 CONCLUSÕES

O tempo de aplicação tem efeito sobre as dimensões do bulbo molhado (diâmetro superficial, diâmetro máximo e profundidade máxima).

Foi possível a formação de uma faixa contínua de umidade apenas no maior tempo de irrigação, porém, o percentual da área molhada (PAM) determinado ficou abaixo do recomendado tecnicamente para as condições de cultivo estudadas.

## 7 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), via edital universal (Processo 408673/2016-8), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e a UFRR, pelo apoio financeiro e estrutural.

## 8 REFERÊNCIAS

- BATTAM, M. A.; SUTTON, B.G.; BOUGHTON, D.G. Soil pits as a simple aid for subsurface drip irrigation systems. **Irrigation Science**, New York, v.22, p.135-141, 2003.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

Embrapa - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Sistema brasileiro de classificação de solos: 5. ed. EMBRAPA: Brasília, 2018. 353p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: Um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133 p.

MAIA, C. E.; LEVIEN, S. L. A. Estimativa de dimensões de bulbo molhado em irrigação por gotejamento superficial aplicando modelo de superfície de resposta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.6, p.1302-1308, 2010.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação princípios e métodos**. 3ª ed. Viçosa, MG: UFV, 2009.

PIZARRO, F. **Riegos Localizados de Alta Frecuencia: Goteo, microaspersión, exudación**. Madrid: Mundi-Prensa, 1996, 511p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G.; **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª edição revisada e ampliada. Brasília, DF. Embrapa, 2017. 574p.