

## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (4)

April 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/13420201023>

Article link

<http://sea.ufr.edu.br/index.php?journal=SEA&page=article&p=view&path%5B%5D=1023&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES.



## Desempenho de sistemas de irrigação localizada na cultura da batata doce em Guaraciaba do Norte-CE

### Performance of irrigation systems located in the culture of sweet potato in Guaraciaba do Norte-CE

J. B. Martins Filho, M. F. Farias

Universidade Federal do Maranhão

Author for correspondence: [boni.martins@outlook.com](mailto:boni.martins@outlook.com)

**Resumo:** Os sistemas de irrigação podem apresentar variações no desempenho quando mal dimensionados ou em função do tempo de uso. Nesse sentido, objetivou-se nesse trabalho avaliar o desempenho de sistemas de irrigação localizada por microaspersão e gotejamento na cultura da batata doce numa propriedade de caráter familiar no município de Guaraciaba do Norte-CE. A propriedade objeto de estudo desta pesquisa possui uma área total de 2,5 ha. A área cultivada com batata doce é de 120 m<sup>2</sup> sendo 50% da área irrigada via gotejamento e o restante irrigada por microaspersão. Para analisar o desempenho dos sistemas de irrigação adotou-se a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975), na qual são determinadas as vazões dos emissores em posições preestabelecidas. Foram determinados os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC); coeficiente de uniformidade estatístico (CUE); coeficiente de uniformidade de Hart e coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD). Os sistemas de irrigação apresentaram coeficientes de uniformidade superiores a 90%, para todas as equações aplicadas neste trabalho, ambos também apresentaram eficiência de aplicação superior a 85%. Em função dos altos coeficientes de uniformidade encontrados concluiu-se que os sistemas de irrigação localizada da propriedade foram bem dimensionados e montados. **Palavras-Chave:** *Ipomoea batatas*, uniformidade de distribuição, agricultura irrigada, agricultura familiar.

**Abstract:** Irrigation systems may exhibit variations in performance when poorly dimensioned or depending on the time of use. In this sense, the objective of this study was to evaluate the performance of irrigation systems located by micro sprinkler and drip irrigation in the sweet potato crop in a family property in the municipality of Guaraciaba do Norte-CE. The property under study in this research has a total area of 2.5 ha. The area cultivated with sweet potatoes is 120 m<sup>2</sup> with 50% of the area irrigated by drip irrigation and the remainder irrigated by micro sprinkler. In order to analyze the performance of the irrigation systems, the methodology proposed by Keller and Karmeli (1975) was adopted, in which the flow rates of the emitters are determined in pre-established positions. Were determined the coefficients of uniformity of Christiansen (CUC); coefficient of statistical uniformity (CUE); Hart uniformity coefficient and distribution uniformity coefficient (CUD). Irrigation systems presented uniformity coefficients higher than 90%, for all the equations applied in this work, both also presented application efficiency higher than 85%. Due to the high coefficients of uniformity found it was concluded that the irrigation systems located on the property were well sized and mounted

**Keywords:** distribution uniformity, irrigated agriculture, family farming.

### Introdução

A relevância da irrigação para o aumento da produção agrícola é um fato constatado em muitos estudos que corroboram que irrigação tem por objetivo proporcionar a produção de alimentos em períodos com ausência de chuvas (MORAES et al., 2014; LOPES et al., 2008). Nesse sentido, ela se torna um forte aliado para produção de alimentos em regiões áridas e semiáridas, a exemplo tem-se os perímetros irrigados no Nordeste brasileiro com produção expressiva com utilização de pivôs,

aspersão convencional e irrigação localizada (ANDRADE et al., 2019; RIGOTTO et al., 2016; GIRÃO et al., 2001).

O estado do Ceará mesmo com déficit hídrico comum da região consegue produzir uma série de culturas agrícolas. O município de Guaraciaba do Norte que está situado na Serra da Ibiapaba, juntamente com municípios vizinhos formam um polo de produção de hortaliças, frutas e olerícolas alicerçado na agricultura familiar com

produção em sistemas orgânicos e convencionais com a utilização de sistemas de irrigação (ALENCAR et al., 2013).

Para o cultivo de hortaliças e olerícolas, e demais lavouras temporárias, usualmente, é recomendada a implantação de sistemas de irrigação localizada, pois ela apresenta como vantagens a aplicação da água diretamente na região do sistema radicular das plantas, e são caracterizados como sistemas mais eficientes quando comparados a irrigação convencional, pois há um maior controle da lamina d'água fornecida e menos perdas da água de irrigação por evaporação e percolação, os métodos de irrigação por gotejamento e microaspersão são as formas mais amplamente disseminadas da irrigação localizada (BERNADO et al., 2008).

A agricultura irrigada é alvo de muitos estudos que visam avaliar a viabilidade econômica do uso de sistemas de irrigação nas propriedades rurais, nessas pesquisas autores corroboram que para que a atividade agrícola seja rentável e sustentável é preciso assegurar o uso racional da água e a otimização dos sistemas de irrigação promovendo a minimização de desperdícios e redução de custos operacionais (SOUZA et al., 2013; VILASBOAS et al., 2011), com base nessa premissa compreende-se ser necessário avaliar o desempenho dos sistemas de irrigação afim de evitar prejuízos econômicos para os agricultores, minimizando o desperdício de água, pois é um recurso natural indispensável para a vida.

O desempenho de sistemas de irrigação é influenciado diretamente por aspectos operacionais, climáticos e/ou pelo mau dimensionamento do projeto de irrigação. Um dos parâmetros que denuncia o desempenho de um sistema de irrigação é a uniformidade de distribuição, que é conceitualmente uma medida referente a distribuição da água de irrigação pelos emissores em diferentes áreas de um campo irrigado (BARRETO et al., 2004).

A determinação do desempenho de um sistema de irrigação é uma tarefa a ser executada após a implantação do sistema afim de monitorar a eficiência do uso da água de irrigação, bem como a desuniformidade de distribuição e causa de perdas de água (MANTOVANI et al., 2009a). No entanto, a avaliação do desempenho de sistemas de irrigação também deve ser realizada periodicamente, principalmente, nos sistemas que fazem uso de gotejadores e microaspersores, pois são mais susceptíveis a congestionamentos e entupimentos (MANTOVANI et al., 2009b), principalmente, quando submetidos a águas de baixa qualidade com presença de sólidos em suspensão (PERBONI et al., 2018; RIBEIRO, et al., 2012).

Portanto, dada a importância da temática, objetivou-se nesse trabalho avaliar o desempenho de sistemas de irrigação localizada por microaspersão e gotejamento na cultura da batata

doce numa propriedade no município de Guaraciaba do Norte-CE.

## Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido em uma propriedade de caráter familiar no município de Guaraciaba do Norte, situada nas coordenadas Latitude: 04° 10' 01" S e Longitude: 40° 44' 51" W, interior do estado do Ceará, o qual possui uma extensão territorial de 611,464 km<sup>2</sup> e população estimada de 39.713 (IBGE, 2018).

A propriedade objeto de estudo desta pesquisa possui uma área total de 2,5 ha. A área plantada corresponde a 0,5% (0,012 ha) do total da propriedade, que produz batata doce roxa cultivada com espaçamento entre plantas de 40 cm e entre leiras de 100 cm, e altura da leira de 40 cm. O setor irrigado por gotejamento foi dimensionado para a essa cultura, entretanto, para a irrigação do setor irrigado por microaspersão foi reutilizado um sistema antigo, em operação há mais de um ano, anteriormente implantado para irrigação de maracujá.

A área irrigada foi dividida em dois lotes de áreas iguais (20 m x 30 m), portanto, 60 m<sup>2</sup> nos quais cada lote foi irrigado por um tipo de sistema de irrigação localizada. O sistema de gotejamento contém 20 linhas laterais espaçadas entre si por 1 metro de distância, com um gotejador por planta, distantes entre si por 40 cm, totalizando 75 emissores por linha lateral com vazão nominal de 1,30 L h<sup>-1</sup> cada gotejador.

O sistema de irrigação por microaspersão é constituído de 10 linhas laterais espaçadas entre si a uma distância de 1 metro. Os microaspersores possuem raio de alcance de 2 metros e vazão nominal de 42 L h<sup>-1</sup>, ao todo são 15 emissores por linha lateral, irrigando cerca de 5 plantas cada um.

Para analisar o desempenho dos sistemas de irrigação adotou-se a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975), na qual as medições da vazão dos emissores são obtidas em quatro pontos ao longo da linha lateral (primeiro emissor, emissores situados a 1/3 e 2/3 do comprimento da linha lateral e do último emissor). Semelhantemente, as linhas laterais são selecionadas da seguinte maneira: 1º linha, linhas laterais situadas a 1/3 e 2/3 da linha de derivação e a última linha lateral.

Procedeu-se a medição das vazões dos emissores com três repetições, o tempo padronizado para coleta do volume de água em cada emissor amostrado teve duração de 1 minuto. A água foi previamente armazenada em coletores e posteriormente medida com uma proveta graduada.

Para a análise do desempenho dos sistemas de irrigação foram utilizados os coeficientes de uniformidade de Christiansen (CUC) (CHRISTIANSEN, 1942); coeficiente de uniformidade estatístico (CUE) (WILCOX & SWAILES, 1947); Coeficiente de uniformidade de Hart (HART, 1961) e coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) (MERRIAN & KELLER, 1978),

tais coeficientes são mensurados, respectivamente, pelas equações de 1, 2, 3 e 4:

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n X_i - X}{N \cdot X}\right) \cdot 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

N = número de coletores ou pluviômetros;

X<sub>i</sub> = lâmina de água aplicada no i-ésimo ponto sobre a superfície do solo;

X = lâmina média aplicada.

$$CUE = \left(1 - \frac{S}{X}\right) 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

S = desvio-padrão dos dados de vazão;

X = lâmina média dos emissores.

$$CUH = \left\{1 - \sqrt{\frac{2}{\pi} \left(\frac{S}{X}\right)}\right\} \cdot 100 \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

S = desvio-padrão dos dados de vazão;

X = lâmina média dos emissores.

$$CUD = \frac{X_{25\%}}{X} \cdot 100 \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

X 25% = lâmina média de 25% dos pluviômetros com as menores precipitações;

X = média das precipitações, considerando todos os pluviômetros.

A eficiência de aplicação (EA) da água de irrigação foi determinada a partir da equação proposta por Merriam & Keller (1978):

$$EA = 0,9 * CUD \quad (\text{Equação 5})$$

## Resultados e discussões

Os resultados obtidos das vazões médias coletadas nos dois sistemas de irrigação encontram-se na Tabela 1. Observa-se valores médios de vazão inferiores as vazões nominais de 1,30 L h<sup>-1</sup> para gotejamento e 42 L h<sup>-1</sup> para a microaspersão. Santos et al. (2015) ao avaliar o desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento na cultura do inhame também observaram vazões coletadas inferiores a vazão nominal dos emissores utilizados.

Há inúmeras razões pelas quais os emissores podem apresentar vazão no campo diferente da vazão nominal dada pelo fabricante, como dimensionamento errado da bomba do projeto, congestionamento de emissores, perdas de carga por atrito, desnível elevado entre outros motivos (SANTOS et al., 2015; PALARETTI, et al., 2016).

**Tabela 1.** Vazões médias coletadas nos gotejadores e microaspersores (L h<sup>-1</sup>).

Posição na linha de derivação	Posição gotejadores na linha lateral				Posição microaspersores na linha lateral			
	Início	1/3	2/3	Final	Início	1/3	2/3	Final
Início	1,24	1,22	1,2	1,22	41,82	38,4	40,2	37,8
1 terço	1,18	1,16	1,14	1,2	39,48	38,64	40,02	38,4
2 terços	1,22	1,2	1,18	1,16	39,48	38,64	37,8	38,76
Final	1,18	1,28	1,16	1,24	39,12	39,18	39,18	38,82

Os sistemas de irrigação apresentaram coeficientes de uniformidade superiores a 90%, para todas as equações adotadas neste trabalho, ambos também apresentaram eficiência de

aplicação superior a 85%. Esses resultados sugerem um bom desempenho para os sistemas analisados (Tabela 2).

**Tabela 2.** Coeficientes de uniformidade para os sistemas de irrigação localizada por gotejamento e microaspersão e eficiência de aplicação.

Sistema de Irrigação	Coeficientes de Uniformidade				Eficiência de aplicação
	CUC	CUE	CUH	CUD	Ea
Gotejamento	99,97%	96,92%	97,54%	96,35%	86,72%
Microaspersão	98,89%	97,46%	97,97%	97,42%	87,68%

Com uma proposta semelhante a esse trabalho Caitano et al. (2011), ao avaliarem a uniformidade e a eficiência de aplicação de água nos sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão no perímetro irrigado do Baixo Acaraú-CE, constataram que em 8 lotes irrigados, apenas 50% destes estavam com excelente grau de aceitabilidade, 25% razoável, 12,5% ruim e 12,5% inaceitável.

No que tange a irrigação via gotejamento, adotou-se o critério proposto por Mantovani (2001)

(Tabela 3). Os coeficientes de uniformidade obtidos CUC, CUE e CUD foram, respectivamente, 99,97%; 96,92%; 96,35% estando na faixa considerada "Excelente", logo, indicando que o sistema opera com excelente grau de uniformidade de distribuição.

O desempenho de sistemas via gotejamento foi estudado por Cunha et al. (2014) que ao comparar os dados obtidos, ordenaram os coeficientes de distribuição de maneira decrescente, sendo observado que CUC > CUE > CUH > CUD. Semelhantemente, constatou-se neste trabalho

maior valor de CUC e menor de CUD, sendo encontrado a seguinte configuração CUC > CUH > CUE > CUD.

Para a interpretação dos coeficientes de uniformidade CUD e CUE do sistema de irrigação do tipo microaspersão foi utilizado o critério proposto pela ASAE (1997), o qual é recomendado para sistemas que estejam em operação a partir de

um ano ou mais (Tabela 4). Ambos coeficientes CUD (97,42%) e CUE (97,46%) são classificados como “Excelente”, portanto, expressam o bom desempenho do sistema no setor irrigado via microaspersão, o qual já era utilizado há mais de um ano.

Tabela 3. Grau de aceitabilidade de coeficientes.

Grau de Aceitabilidade	CUC (%)	CUD (%)	CUE (%)
Excelente	> 90	> 84	90 – 100
Bom	> 80 – 90	> 68 – 84	80 – 90
Normal	> 70 – 80	> 52 – 68	70 – 80
Ruim	60 – 70	36 – 52	60 – 70
Inaceitável	< 60	< 36	< 60

Fonte: Mantovani (2001).

Tabela 4. Grau de aceitabilidade de coeficientes.

Grau de Aceitabilidade	CUD (%)	CUE (%)
Excelente	100 - 94	100-95
Bom	87 - 81	90 – 85
Normal	75 – 68	80 – 75
Ruim	62 – 56	70 – 65
Inaceitável	< 50	< 60

Fonte: ASAE (1997).

O desempenho de sistema de irrigação por microaspersão em campo foi avaliado por Macedo et al. (2010) no perímetro irrigado Araras Norte, Varjota – CE, sendo constatado bons valores de coeficiente de uniformidade de irrigação na cultura do mamão, resultados semelhantes foram obtidos por Benício et al. (2009) que avaliou um sistema de irrigação por microaspersão na cultura da goiaba em Barbalha-CE em campo experimental obtendo valores satisfatórios de CUD (85,6%) e de Ea (83,62%).

No que diz respeito a eficiência de aplicação, os resultados encontrados são considerados mais que satisfatórios, haja visto que o valor mínimo aceitável é de 80% (KELLER; BLIESNER, 1990). Geralmente, a eficiência reduzida possui relação direta com a desuniformidade de distribuição, sendo admitido que na prática em todo sistema haverá perdas que podem ser atribuídas a evaporação e percolação da água de irrigação (FRIZZONE, 1992).

### Conclusões

Em função dos altos coeficientes de uniformidade encontrados concluiu-se que os sistemas de irrigação localizada da propriedade foram bem dimensionados e instalados na área.

A avaliação de desempenho deve ser realizada periodicamente, além da limpeza dos componentes dos sistemas, haja visto que naturalmente o desempenho de sistemas de irrigação diminuem relativamente ao longo do tempo.

### Referências

- ANDRADE, S. A.; SILVA, E. L.; SILVA, M. R. C.; MELO, E. M.; SOUSA, M. C. M. B. S.; CAVALCANTI, I. L. R. As relações de poder que permeiam o Perímetro Irrigado Várzeas de Sousa-PB (PIVAS). Res., Soc. Dev., v. 8, n. 3, p. 1-18, 2019.
- ASAE – AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Field Evaluation of Microirrigation Systems. St. Joseph, p.792-797. 1997.
- ALENCAR, G. V.; MENDONÇA, E. S.; OLIVEIRA, T. S.; JUCKSCH, I.; CECON, P. R. Percepção Ambiental e Uso do Solo por Agricultores de Sistemas Orgânicos e Convencionais na Chapada da Ibiapaba, Ceará. Rev. Econ. Sociol. Rural, v.51, n.2, p. 217-236, 2013.
- BARRETO, A. N.; SILVA, A.A.G.; BOLFE, E. L. Irrigação e drenagem na empresa agrícola. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004, p. 214.
- BENÍCIO, F. R.; CARVALHO, C. M.; ELOI, W. M., GONÇALVES, F. M.; BORGES, F. R. M. Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão na cultura da goiaba em Barbalha-CE. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.3, n.2, p.55–61, 2009.
- BERNADO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. Viçosa: UFV, 2008, 8<sup>a</sup> ed. 625 p.
- CAITANO, R. F.; LOPES, F. B.; SOUZA, F.; MENDONÇA, M. A. B. Desempenho dos sistemas de irrigação na cultura da banana no perímetro

- irrigado Baixo Acaraú, Ceará. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.5, n. 2, p.113–122, 2011.
- CHRISTIANSEN, J. E. Irrigation by sprinkling. Berkeley: California Agricultural Station, 1942. 124 p.
- CRIDDLE, W. D.; DAVIS, S.; PAIR, C.H.; SHOCKLEY, D. G. Methods for evaluating irrigation systems. Washington: Soil Conservation Service - USDA, Agricultural Handbook, 82, 1956. 24 p.
- CUNHA, F. N.; SILVA, N. F. TEIXEIRA, M. B.; CARVALHO, J. J.; MOURA, L. M. F.; SANTOS, C. C. Coeficientes de uniformidade em sistema de irrigação por gotejamento. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.8, n.6, p.444 - 454, 2014.
- FRIZZONE, J.A. Irrigação por aspersão: Uniformidade e eficiência. Piracicaba – ESALQ: Departamento de Engenharia Rural, 1992. 53p. Série Didática, 03
- GIRÃO, A. R.; DUTRA, I. E.; SOUZA, F. Área irrigada e métodos de irrigação no estado do Ceará, segundo o censo agropecuário de 1995-1996. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.5, n.1, p.161-165, 2001.
- HART, W.E. Overhead irrigation pattern parameters. Transactions of the ASAE, v.42, n.7, p.354-355, 1961.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/guaraciaba-do-norte/panorama>>. Acesso em: 24 dez. 2018.
- LOPES, J. F. B.; ANDRADE, E. M.; CHAVES, L. C.G. Impacto da irrigação sobre os solos de perímetros irrigados na bacia do Acaraú, Ceará, Brasil. Eng. Agríc., v.28, n.1, p.34-43, 2008.
- KELLER, J.; BLIESNER, R. D. Sprinkle and trickle irrigation. New York: Avibook, 1990. 649p.
- KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.17, n.4, p.678-684. 1975.
- MACEDO, A. B. M.; GOMES FILHO, R. R.; LIMA, S. C. R. V.; VALNIR JÚNIOR, M.; CAVALCANTE JÚNIOR, J. A. H.; ARAÚJO, H. F. Desempenho hidráulico de um sistema de irrigação por microaspersão utilizando dois tipos de emissores. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.4, n.2, p.82–86, 2010.
- MANTOVANI, E. C. AVALIA: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada. Viçosa, MG: UFV. 2001.
- MANTOVANI, E. C.; BERNADO, S.; PALARETTI, L. F. Irrigação princípios e métodos. Viçosa: Ed. UFV, 2009b, 3ª ed. 355 p.
- MANTOVANI, E. C.; FACCIOLI, G. G.; LEAL, B. G.; SOARES, A. A.; COSTA, L. C.; FREITAS, P. S. L. Influence of the water distribution uniformity and irrigation depth on the yield of irrigated bean crop. Irriga, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 458-469, 2009a.
- MERRIAN, J.L.; KELLER, J. Farm irrigation system evaluation: A guide for management. Logan: Agricultural and Irrigation Engineering Department, Utah State University, 1978. 271p.
- MORAES, M. J; OLIVEIRA FILHO, D.; MANTOVANI, E. C.; MONTEIRO, P. M. B.; MENDES, A. L. C.; DAMIÃO, J. H. A. C. Automação em sistema de irrigação tipo pivô central para economia de energia elétrica. Eng. Agríc., v.34, n.6, p. 1075-1088, 2014.
- PALARETTI, L. F.; ZANINI, J. R. 1; VECCHIATO, D. A.; DALRI, A. B.; FARIA, R.T. Análise dos coeficientes de uniformidade de aplicação de microaspersores. Irriga, Edição Especial, Irrigação, p. 89-98, 2016.
- PERBONI, A.; FRIZZONE, J. A.; COELHO, R. D.; LAVANHOLI, R.; SARETTA, E. Sensibilidade de gotejadores à obstrução por partículas de areia. Irriga, v. 23, n. 2, p. 194-203, 2018.
- RIBEIRO, P. A. A.; TEIXEIRA, M.B.; COELHO, R. D.; FRANCO, E. M.; SILVA, N. F.; CARVALHO, L. C. C.; ALVES, M. E. B. Gotejadores submetidos a condições críticas de qualidade da água. Irriga, Edição Especial, p. 368 - 379, 2012.
- RIGOTTO, R. M.; FREITAS, B. M. C.; MAIA, R. C. C.; GADELHA, D.; VERÍSSIMO, A. G. P.; TEIXEIRA, M. M.; COSTA, D. S. Perímetros irrigados e direitos violados no Ceará e Rio Grande do Norte: “por que a água chega e a gente tem que sair?”. Revista Pegada, v. 17, n.2, p. 122-144, 2016
- SANTOS, M. A. L.; SANTOS, D. P. SILVA, D. S.; SILVA, M. S.; CAVALCANTE, P. H. S. Avaliação da uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por gotejamento em inhame (*dioscorea cayennensis lam.*). Ciência Agrícola, v. 13, n. 1, p. 7-13, 2015.
- SOUZA, R. O. R. M.; AMARAL, M. A. C. M.; SILVESTRE, W. V. D.; SACRAMENTA, T. M. Avaliação econômica da irrigação em pomares de açaí. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.7, n. 1, p. 54 - 65, 2013.
- VILASBOAS, Renato C.; Pereira, G. M.; REIS, R. P.; LIMA JUNIOR, J. A.; CONSONI, R. Viabilidade econômica do uso do sistema de irrigação por

gotejamento na cultura da cebola. Ciênc. agrotec., v. 35, n. 4, p. 781-788, 2011.

WILCOX, J. C.; SWAILES, G. E. Uniformity of water distribution by some under tree orchard sprinklers. Scientific Agriculture, v.27, n.11, p.565-583, 1947.