




Gabriel Retuci DAL RI\*

 <https://orcid.org/0000-0002-8635-8913>


Higor de Paiva FERREIRA\*\*

 <https://orcid.org/0000-0003-0987-6378>

Letícia Monteiro LEITE\*\*\*

 <https://orcid.org/0009-0007-6474-6986>

Camila Fernandes F. APARECIDO\*\*\*\*

 <https://orcid.org/0000-0002-8429-950X>

Recebido em: 22 de novembro de 2024.

Aprovado em: 22 de outubro de 2025.

## AVALIAÇÃO DA UNIFORMIDADE DE IRRIGAÇÃO EM DIFERENTES SISTEMAS NA CITRUCULTURA\*

### RESUMO

A importância da irrigação para cultivos de alto valor agregado, como a citricultura, se faz evidente por razões como: ganhos de produtividade; antecipação de produção; fitossanidade; proteção contra estiagem e altas temperaturas. É necessário garantir a qualidade do sistema de irrigação para que a quantidade de água fornecida seja adequada e a mais homogênea possível, de modo que não ocorram prejuízos econômicos causados por déficit hídrico e, tampouco, excesso de irrigação. O presente trabalho tem como objetivo a avaliação de uniformidade de três sistemas de irrigação, por microaspersão, pivô central com energia elétrica e pivô central com fonte energética motor diesel na cultura de laranja pera-rio no noroeste paulista. Os valores amostrados foram submetidos a três métodos de análise baseados em coeficientes de uniformidade: coeficiente de uniformidade de Christiansen - CUC, coeficiente de uniformidade estatístico - CUE e coeficiente de uniformidade de distribuição - CUD. Os resultados de uniformidade apontaram maior desuniformidade nas áreas com sistema de microaspersão com CUC, CUE e CUD de 0,92, 0,46 e 0,86, respectivamente, e melhor uniformidade foi o sistema de pivô central com sistema elétrico, fazenda São Lucas com coeficiente médio de CUC 0,94. Todos os sistemas devem passar por manutenção para melhoria das uniformidades e reavaliados, mediante a idade dos sistemas e equipamentos não projetados para área em que estão em funcionamento.

**Palavras-chave:** Coeficiente de Uniformidade de Christiansen - CUC. Coeficiente de Uniformidade Estatístico - CUE. Coeficiente de Uniformidade de Distribuição - CUD.

## EVALUATION OF IRRIGATION UNIFORMITY IN DIFFERENT SYSTEMS IN CITRUS PRODUCTION

### ABSTRACT

The importance of irrigation for high-value crops such as citrus is evident for several reasons, including increased productivity, earlier production, improved plant health, and protection against drought and high temperatures. It is essential to ensure the quality of the irrigation system so that the amount of water supplied is adequate and as uniform as possible, thus preventing economic losses caused by either water deficit or excessive irrigation. This study aimed to evaluate the uniformity of three irrigation systems microsprinkler, center pivot powered by electricity, and center pivot powered by a diesel engine in *Citrus sinensis* (Pera-rio orange) cultivation in northwestern São Paulo State, Brazil. The sampled values were analyzed using three methods based on uniformity coefficients: Christiansen's Uniformity Coefficient (CUC), Statistical Uniformity Coefficient (CUE), and Distribution Uniformity Coefficient (CUD). The results indicated greater non-uniformity in the areas irrigated by the microsprinkler system, with CUC, CUE, and CUD values of 0.92, 0.46, and 0.86, respectively. The highest uniformity was found in the electric center pivot system at São Lucas Farm, with an average CUC of 0.94. All systems should undergo maintenance to improve uniformity and be reassessed, considering the age of the systems and the fact that some equipment was not originally designed for the areas where they are currently operating.

**Keywords:** Christiansen's Uniformity Coefficient (CUC). Statistical Uniformity Coefficient (CUE). Distribution Uniformity Coefficient (CUD).

\* Graduado em Engenharia Agrônoma pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP-BR – Unifunec, e-mail: gabrielrdalri@gmail.com

\*\* Graduado em Engenharia Agrônoma pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP-BR – Unifunec, e-mail: higordepaiva25@gmail.com

\*\*\*Graduada em Engenharia Agrônoma pelo Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP-BR – Unifunec, e-mail: leticiamonteiro2309@gmail.com

\*\*\*\* Doutora, Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP-BR – Unifunec, camilaff\_gyn@hotmail.com

\* Programa Pesquisador Docente – PPD/Unifunec e Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP - Pibic/Unifunec



## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com os resultados da Agência Nacional de Águas (2020), a agricultura brasileira utiliza cerca de 10 mil m<sup>3</sup>/s de água, sendo 92,5% oriunda do ciclo hidrológico local (água verde) enquanto apenas 7,5% são provenientes de irrigação (água azul), ou seja, predomínio da agricultura de sequeiro. Embora o Brasil detenha por volta de 12% da água doce disponível para uso no planeta, nossa área irrigada representa apenas 2% da área global. Kundhavi e Puspa Raj (2018) citam que 80% da produção de alimentos no Paquistão é obtida com o uso de irrigação. O mesmo ocorre na China (70%) e, acima de 50%, na Índia e Indonésia. Nos Estados Unidos, a irrigação derivada do Aquífero Ogallala contribui para cerca de 20% da produção agrícola do país (Little, 2009). Os benefícios da agricultura irrigada no aumento da produtividade, no número de safras/ano, na estabilidade da produção e na produção em áreas inaptas para a produção de sequeiro são inquestionáveis.

A diferenciação entre fruticultura de mercado e indústria é importante quanto aos tipos de tratamentos e investimentos realizados nos pomares com relação ao escopo de produção e venda. Vista essa questão, a irrigação se faz necessária para o abastecimento de um mercado mais competitivo.

A citricultura de mesa, que visa ao abastecimento desses mercados, apresenta exigências muito maiores quanto à qualidade do produto nos aspectos de aparência e porosidade de casca, firmeza de fruto, tempo de prateleira, coloração, doçura e acidez, formato, diâmetro, peso, entre outros. Boa parte desses fatores qualitativos depende, direta ou indiretamente, da disponibilidade hídrica durante o crescimento e maturação do fruto (Silveira, 2019).

Do ponto de vista produtivo, o déficit hídrico diminui a produtividade se ocorrer nos períodos de florescimento e pegamento de frutos (Doorenbos; Kassam, 1994; Ginestar; Castel, 1998). No noroeste paulista, as altas temperaturas e estiagem prolongada em anos mais secos podem causar o aborto de flores e chumbinhos e, não raramente, causam a morte de plantas de citros cultivadas em sequeiro (Fundecitrus, 2022).

Em locais de clima subtropical, em que os períodos de inverno têm pouca duração e as temperaturas, frequentemente, não atingem níveis baixos ideais para que a floração seja induzida naturalmente, o estresse hídrico é uma ferramenta de grande importância para a indução floral (Spiegel-Roy; Goldschmidt, 1996). Tal artifício permite o uso da irrigação para a indução precoce da florada e, conseqüentemente, a colheita durante uma janela de escassez de laranjas no mercado em que os preços são expressivamente mais altos (Vescove, 2017).

Vieira (1991) cita que a irrigação sistemática em citros tem proporcionado bons resultados, garantindo excelentes retornos, que compensam amplamente o investimento. De acordo com esse autor, os aumentos de produção em pomares cítricos irrigados são da ordem de 30 a 75%, variando com as condições da propriedade, do pomar, do manejo da irrigação e com a combinação copa/cavalo. Na Flórida (EUA), os incrementos de produção nos pomares irrigados em relação aos não irrigados foram da ordem de 35, 29 e 47% em variedades: Hamlin, Valência e Pomelo Marsh Seedless, respectivamente.

Além disso, a antecipação do florescimento por meio da irrigação auxilia na fitossanidade do pomar, uma vez que o florescimento ocorre antes do período das chuvas e diminui-se o risco de podridão floral (Vescove, 2017).

Definida a importância da irrigação para a cultura, é necessário que a distribuição da água pelo sistema seja avaliada para que não haja desperdícios e déficits em áreas diferentes da propriedade irrigadas pelo sistema. Dessa forma, garante-se que o investimento no sistema de irrigação atenda totalmente aos requisitos dimensionados e assegura-se o uso racional e econômico de água e energia sem desperdícios.

Um projeto de irrigação deve ser elaborado considerando-se situações críticas, que não ocorrem no dia a dia do citricultor. A quantidade de água a ser aplicada nas plantas não deve ser limitada a valores fixos e sim a parâmetros considerando a planta, o solo e o clima. O manejo da irrigação também envolve a tomada de decisão sobre quando irrigar e a quantidade de água a aplicar.

Na escolha do método, é necessário levar em conta sua eficiência no que diz respeito à economia de água e energia, sem comprometer a produtividade da cultura. Os sistemas de irrigação localizada, como gotejamento e microaspersão, são os mais utilizados mundialmente (Mendonça, 2022).

Segundo Santos *et al.* (2012), a estabilidade de emissão de água é primordial para cada projeto de irrigação, pois abala a eficácia do consumo de água, afetando assim a capacidade juntamente com a qualidade dessa produção e o gasto da irrigação. Nas regiões irrigadas por microaspersores, a consistência da aplicação de água pode ser demonstrada por meio de vários coeficientes, ressaltando o coeficiente de uniformidade de Christiansen - CUC, o coeficiente de uniformidade de distribuição - CUD e o coeficiente de uniformidade de emissão - CUE (Mantovani; Bernardo; Palaretti, 2009).

Para que a irrigação seja eficiente, é imperativo que os sistemas exibam alta uniformidade de aplicação da água. Uma vez instalado um projeto de irrigação, é necessário

verificar se as condições inicialmente previstas se confirmam no campo. Para isso, devem ser avaliadas as condições de pressão, vazão e lâminas de água aplicadas. Melhorar a uniformidade de um sistema de irrigação é uma das decisões mais importantes para o manejo adequado da água aplicada, pois o excesso de água, além da perda de água, pode transportar nutrientes para profundidades do solo não exploráveis pelas raízes (Valnir Junior *et al.*, 2016).

A inadequada uniformidade de aplicação da água em sistemas de irrigação proporciona excesso em parte da área de cultivo e carência em outra, diminuindo a disponibilidade de água à cultura e aumentando o custo de produção (Nascimento; Feitosa; Soares, 2017). Em projetos de irrigação, quando o sistema está devidamente dimensionado, uma boa uniformidade de distribuição é essencial, pois é a garantia de que todas as plantas receberão aproximadamente a mesma quantidade da solução aplicada (Andrade *et al.*, 2021)

Tendo em vista o aumento mundial da demanda por alimentos de qualidade e a crescente incorporação de frutas na mesa da população, que busca a diversificação e enriquecimento de sua alimentação, torna-se imprescindível a aplicação de tecnologias que propiciem a eficiência do sistema produtivo. Outro fator importante, dentro desse contexto, é o uso racional dos recursos naturais. Em especial, a água, cada vez mais determinante no sucesso produtivo das unidades de produção agropecuária (Schneider, 2016).

O objetivo desse trabalho foi realizar avaliações de uniformidade de irrigação em diferentes sistemas na citricultura.

## 2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado no período dos meses de julho a setembro em três propriedades, sendo o sistema de microaspersão na Fazenda Conquista, localizada no município de Santa Clara D'Oeste/SP, coordenadas geográficas 20°6'15,77"S 50°52'19,42"O, o sistema de pivô central com motor elétrico na Fazenda São Lucas, localizada no município de Aparecida do Taboado/MS, coordenadas geográficas 20°13'10,57" S 51°09'54,82" e sistema de pivô central com motor a diesel na Fazenda Santa Clara, no município de Sud Mennucci/SP, coordenadas geográficas 20°45'29,09"S 50°53'01,65"O. O clima da região é classificado, segundo Köppen, Geiger (1928), como Aw: tropical úmido com inverno seco e verão chuvoso.

As avaliações foram realizadas em julho, sendo uma avaliação em cada sistema irrigado. Em campo, a avaliação se iniciou após a ativação do sistema de irrigação, aguardando-se 20 minutos para estabilização da pressurização do sistema para início das medições. A medição da

vazão real e precisão dos emissores foram realizadas de acordo com a metodologia apresentada por Mantovani, Bernardo e Palaretti (2009). No sistema de microaspersão, os dados dos equipamentos foram coletados na primeira coleta de avaliação, as medidas foram realizadas nas linhas alto, meio e baixo, respectivamente em cada talhão para otimização e padronização das medidas. Foi coletada a água emitida por um microaspersor em 8 pontos distribuídos ao longo de cada uma das três mangueiras derivadas de 75 metros de cada talhão.

A determinação da uniformidade de distribuição de água nos sistemas de irrigação do tipo pivô central foi baseada na metodologia proposta por Merriam e Keller (1978), e consiste em coletar as precipitações por meio de pluviômetros colocados ao longo de dois raios.

Considerando a topografia plana e uniforme da região em estudo e visando à obtenção de uma repetição que traga maior confiabilidade nas medidas sem, no entanto, dificultar a operacionalidade da avaliação, os raios foram dispostos paralelamente, com espaçamento de um metro. Em cada um dos raios dos pivôs, os coletores foram numerados em ordem crescente a partir do centro e afastados entre si por 5 metros.

Foi determinada a velocidade de deslocamento da torre da extremidade do pivô na regulagem de 100%, estabelecendo-se, com estacas, um comprimento de 10 metros ao longo da trilha da roda da torre em questão e, com um cronômetro, foi medido o tempo necessário para que o equipamento percorra tal distância.

Além dos volumes de água emitidos pelos microaspersores e aspersores, foram anotadas as pressões manométricas nas pontas finais e no último lance do pivô, no balanço.

Com a variabilidade obtida pelas medidas de dispersão em relação ao valor médio, é possível utilizar o método CUC – Coeficiente de uniformidade de Christiansen (1942) para a determinação da uniformidade de distribuição de água pelo sistema. O CUC pode ser calculado por meio da equação 1.

$$CUC = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n \cdot \bar{X}} \quad (1)$$

Em que:

CUC é o coeficiente de uniformidade de Christiansen, em decimal;

n é o número de medições;

$X_i$  é a lâmina de água aplicada pelo i-ésimo ponto sobre a superfície do solo;

$\bar{X}$  é a lâmina média aplicada.

O CUE - coeficiente de uniformidade estatístico proposto por Wilcox, Swailes (1947) utiliza o desvio padrão  $s$  como medida de dispersão conforme a equação 2.

$$CUE = 1 - \frac{s}{\bar{X}} \quad (2)$$

Outra forma bastante utilizada de se medir a uniformidade da irrigação é por meio da razão entre a média dos 25% menores valores de lâminas de irrigação  $X_{25}$  e a lâmina média aplicada na superfície do solo. Determina-se o CUD - coeficiente de uniformidade de distribuição, segundo Kruse (1978) por meio da equação 3.

$$CUD = \frac{X_{25}}{\bar{X}} \quad (3)$$

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados levantados na Fazenda Conquista com sistema de microaspersão apresentou grande desuniformidade em todos os coeficientes avaliados, o sistema possui 10 anos de instalação e com grande demanda de melhor manejo de limpeza, pois, como mostra a Tabela 1, a uniformidade está baixa e a campo detectou microaspersores entupido e final de linha com acúmulo de sujeira.

Tabela 1 - Dados encontrados de CUC, CUE e CUD no sistema de microaspersão, Fazenda Conquista

SANTA CLARA	LINHA	CUC	CUE	CUD
Talhão 1	1	0,81	0,33	0,99
	2	0,84	0,45	
	3	0,84	0,46	
Talhão 2	1	0,85	0,46	0,86
	2	0,74	0,33	
	3	0,81	0,33	
Talhão 3	1	0,74	0,23	0,82
	2	0,82	0,48	
	3	0,85	0,55	
Talhão 4	1	0,71	0,73	0,77
	2	0,79	0,78	
	3	0,79	0,78	

Fonte: Dos próprios autores, 2024.

Os valores de CUE foram os piores, o que representa grande variação das vazões em relação ao desvio padrão do sistema. Baixos valores do CUD podem representar perda de água por percolação profunda quando a lâmina mínima aplicada corresponde à lâmina necessária ou ainda desuniformidade dos emissores e, se a cultura apresentar potencial econômico e sistema radicular raso, esse valor deve ser superior a 80% (Paulino *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2015).

O valor mínimo para CUC é de 90%, segundo Valnir Junior *et al.* (2016), que afirmam que Mantovani, Bernardo e Palaretti (2009) consideram que valores acima de 84% já podem ser considerados adequados para sistemas de irrigação. Corroborando com a classificação relatada neste estudo.

Os dados da Fazenda São Lucas, no município de Aparecida do Taboado/MS, com sistema de pivô central com fonte motor elétrico, apresentaram boa uniformidade no geral, necessitando poucos ajustes de bocais como mostra a Tabela 2, a avaliação de uniformidade foi de CUE, pois, para realizar o CUC, a metodologia é usada em pivôs com cobertura de aspersão em área total e os avaliados são localizados.

Tabela 2 - Dados de CUE parciais de cada número de bocal e sua respectiva vazão da fazenda São Lucas, sistema pivô central elétrico

Número do Bocal	CUE	Vazão ml.s <sup>-1</sup>	Número do lance	CUE	Vazão ml.s <sup>-1</sup>
6,5	0,97	61	22	0,95	854
9,5	0,83	149	22,5	0,95	872
11,5	0,82	232	23	0,97	790
12,5	0,89	283	23,5	0,93	990
13	0,76	317	24	0,88	962
13,5	0,94	369	24,5	0,94	1039
14	0,95	374	25	0,93	1142
14,5	0,88	372	26	0,97	1075
15	0,99	394	18,5-18,5	0,92	1160
15,5	0,97	437	19-19	0,95	1234
16	0,99	483	19-19,5	0,92	1184
16,5	0,94	493	19,5-20	0,95	1311
17	0,99	540	20,5-20,5	0,97	1304
17,5	0,95	567	21,5-22	0,96	1386
18	0,93	605	21,5-21,5	0,94	1297
19	0,96	612	22-22	0,87	1438
19,5	0,99	701	22-23	0,95	1472
20	0,97	747	23-23	0,97	1422
20,5	0,92	716	23-23,5	0,98	1392
21,5	0,73	839			

Fonte: Dos próprios autores, 2024.

Após a análise da uniformidade, foi diagnosticada e recomendada a troca dos bocais em que há grande desuniformidade de vazão, seguindo a contagem do primeiro ao último do lance do pivô.

Os dados da Fazenda Santa Clara, no município de Sud Menucci/SP, com sistema pivô central com fonte de combustível o diesel, seguem na Tabela 3. A avaliação de uniformidade foi de CUE, pois, para realizar o CUC, a metodologia é usada em pivôs com cobertura de aspersão em área total e os avaliados são localizados.

Tabela 3 - Dados de CUE parciais de cada número de bocal e sua respectiva vazão da fazenda Santa Clara, sistema de microaspersão

NÚMERO DO BOCAL	CUE	VAZÃO ML.S <sup>-1</sup>
6	0,79	49
7	0,94	66
8	0,73	74
9	0,82	108
10	0,88	141
11	0,9	186
12	0,73	218
13	0,87	234
14	0,87	229
15	0,86	356
16	0,74	349
17	0,88	440
18	0,92	576
19	0,92	619
20	0,93	651
21	0,87	661
22	0,94	793
23	0,96	868
24	0,91	835

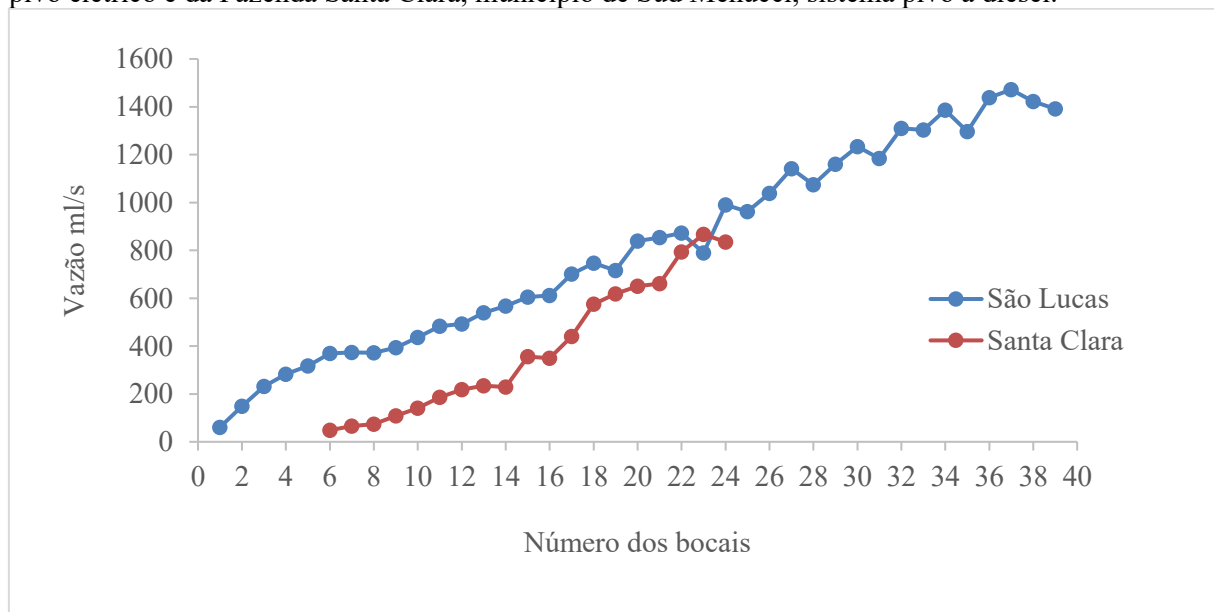
Fonte: Dos próprios autores, 2024.

Os reguladores de pressão de ambos os pivôs são de 10 PSI (68947,6 Pa) e padronizados da marca Senninger, porém, na Fazenda Santa Clara, há variação de 5 a 15 GPM (9, 46. 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>) entre os reguladores, variando a vazão entre o mesmo número de bocal, proporcionando grande desuniformidade de irrigação e baixa eficiência na aplicação das lâminas. Foi recomendada, devido à alta desuniformidade desse pivô, a troca geral dos bicos de aspersão, com reguladores e GPM padrões, para melhor reposição e eficiência de aplicação.

Vale ressaltar que o CUC é um índice baseado no desvio médio absoluto, para expressar a dispersão das lâminas e o CUD e CUE são baseados no desvio-padrão como medida de dispersão, dessa forma, valores semelhantes são esperados e assim demonstram que há distribuição normal referente às lâminas aplicadas pelos emissores (Santos *et al.*, 2015).

Ao comparar a vazão dos dois sistemas de aspersão por pivô, que possuem áreas e idade de plantas bem semelhantes, notou-se que a vazão total do pivô da Fazenda São Lucas é o dobro da Fazenda Santa Clara, como mostra o Gráfico 1, recomendou-se avaliar a capacidade de armazenamento de água no solo e o monitoramento do balanço hídrico de cada área para encontrar a melhor curva de irrigação para cada pivô.

Gráfico 1 - Análise comparativa de vazão das fazendas São Lucas em Aparecida do Taboado, sistema pivô elétrico e da Fazenda Santa Clara, município de Sud Menucci, sistema pivô a diesel.



Fonte: Dos próprios autores, 2024.

#### 4 CONCLUSÃO

Todos os sistemas devem passar por manutenção para melhoria das uniformidades e reavaliados mediante a idade dos sistemas e equipamentos não projetados para área em que estão em funcionamento.

A avaliação da necessidade hídrica nas fazendas São Lucas e Santa Clara é fundamental, visto a grande variação de vazão em áreas e plantas de idade semelhantes.

As avaliações e monitoramentos dos sistemas garantem conhecimento da real lâmina aplicada e planejamento de manutenção, custo e eficiência de aplicação, permitindo maior liquidez na produtividade e preservação do recurso natural.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Uso da água na agricultura de sequeiro no Brasil (2013-2017)**. Brasília: ANA, 2020. 63 p. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-e-ibge-lancam-levantamento-sobre-uso-da-agua-na-agricultura-de-sequeiro-no-brasil-1/uso-da-agua-na-agricultura-de-sequeiro.pdf/view>
- ANDRADE, A. R. S. de. *et al.* Performance evaluation of drip irrigation system in passion fruit cultivation. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e21710414034, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14034>.
- CHRISTIANSEN J. E. **Irrigation by Sprinkling**. Bulletin No. 670. Berkeley, CA: University of California, 1942.
- DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Trad. GHEYI, H. R. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33).
- FUNDECITRUS. **Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro: retrato dos pomares em março de 2022** / Fundo de Defesa da Citricultura. Araraquara, SP: Fundecitrus, 2022. 116 p. Disponível em: [https://www.fundecitrus.com.br/wp-content/uploads/2025/05/07.2022\\_Inventario\\_e\\_Estimativa\\_do\\_Cinturao\\_Citricola\\_2022-2023.pdf](https://www.fundecitrus.com.br/wp-content/uploads/2025/05/07.2022_Inventario_e_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2022-2023.pdf).
- GINESTAR, C.; CASTEL, J. R. Use of stem dendrometers as indicators of water stress in drip-irrigated citrus trees. **Acta Horticulturae**, v. 421, n. 22, p. 209-222, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.421.22>.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.
- KRUSE, E. G. Describing irrigation efficiency and uniformity. **Jornal of the Irrigation and Drainage Division**. ASCE, New York, v. 104, n. IR1, p. 35-41, 1978.
- KUNDHAVI, K.; PUSPA RAJ, K. Rethinking irrigation for global food security. **Irrigation and Drainage**, v. 67, n. 1, p. 8-11, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ird.2219>.
- LITTLE, J. B. Saving the Ogallala Aquifer. **Scientific American**, v. 19, n. 1, p. 32-39, 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/250805561\\_Saving\\_the\\_Ogallala\\_Aquifer](https://www.researchgate.net/publication/250805561_Saving_the_Ogallala_Aquifer).
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3 ed. Atual. Viçosa-MG, Ed. UFV, p. 355, 2009.

MENDONÇA, V. Z. de. Irrigação aumenta a produtividade em citrus. **Revista Campo e Negócio Online**, 2022. Disponível em <https://revistacampoenegocios.com.br/irrigacao-aumenta-produtividade-em-citros/>.

MERRIAM, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan, Utah (USA). Utah State University, 1978. 271 p.

NASCIMENTO, V. F.; FEITOSA, E. O.; SOARES, J. I. Uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por aspersão via pivô central. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 4, p. 65-69, dez. 2017. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v4i4.1643>. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1643>.

PAULINO, M. A. de O. *et al.* Avaliação da uniformidade e eficiência de aplicação de água em sistemas de irrigação por aspersão convencional. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 3, n. 2, p. 48-54, 2009. Disponível em: [https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/download/18/pdf\\_13](https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/download/18/pdf_13).

SANTOS, D. A. O. *et al.* Avaliação da uniformidade de aplicação da água na irrigação por microaspersão na cultura da banana em São João do Jaguaribe-CE. **Inovagri – Agricultura Irrigada**, Fortaleza, p.1-4, 28 maio 2012.

SANTOS, M. A. L. dos. *et al.* Avaliação da uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por gotejamento em inhame (*Dioscorea cayennensis* L.). **Revista Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 13, n. 1, p. 7-13, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.28998/rca.v13i1.1272>.

SCHNEIDER L. A. **Citricultura: respostas fisiológicas da irrigação e fertirrigação no sistema de produção**. 2016. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) -Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/151088>.

SILVEIRA, L. K. **Produtividade e qualidade de frutos de laranja pêra-IAC fertirrigada com déficit hídrico**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico. Campinas, 2019. 51 fls. Disponível em: [https://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/repositorio/storage/teses\\_dissertacoes/pb170717.pdf](https://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/repositorio/storage/teses_dissertacoes/pb170717.pdf).

SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, E. E. **Biology of Citrus**, Cambridge University Press, 1996.

VALNIR JUNIOR, M. *et al.* Análise comparativa de metodologia de coleta de dados para avaliação de sistemas de irrigação localizada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 10, n. 5, p. 965-975, 2016. Disponível em: <https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/477>.

VESCOVE, H. V. A viabilidade de antecipar o florescimento com a irrigação. **Ciência & Prática. GTACC - Grupo Técnico de Assistência e Consultoria em Citrus**. Bebedouro - SP, Ed. 62, 2017. Disponível em: <http://www.gtacc.com.br/revista/62a-edicao/a-viabilidade-de-antecipar-o-florescimento-com-a-irrigacao>.

VIEIRA, D. B. **Irrigação de citros**. Citricultura Brasileira, Campinas: Fundação Cargill, v.1, p.519-541, 1991.

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.