

EFEITOS DA IRRIGAÇÃO DE NOGUEIRA-PECÃ NO RIO GRANDE DO SUL

EZEQUIEL SARETTA

Professor da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul (Rodovia Taufik Germano, 3013, CEP 96503-205, Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil). E-mail: ezequiel.saretta@ufsm.br.

1 RESUMO

O cultivo de noqueira-pecã tem aumentado no Brasil, contudo pouco se conhece sobre a irrigação para essa cultura. Em climas semiáridos, a suplementação de água é obrigatória, e em climas úmidos, pesquisas indicaram resultados promissores na produção, porém com variedades e condições ambientais distintas daquelas presentes no Brasil. Por isso, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da irrigação na noqueira-pecã, em experimento conduzido em pomar com a variedade 'Barton' em Cachoeira do Sul, RS, entre as safras 2019-2020 e 2020-2021. Aplicaram-se doses de reposição da evapotranspiração da cultura (ETc) correspondentes a 0 (tratamento controle), 50, 100 e 150%, com microaspersão em blocos aleatorizados com três repetições. Avaliaram-se a circunferência do tronco, o tamanho, a quantidade e o peso de nozes e o peso e rendimento de amêndoas. Na primeira safra houve excedente de chuva na época de floração, e a irrigação não apresentou efeitos significativos. Por outro lado, na safra 2020-2021 houve incremento de circunferência do tronco das plantas irrigadas. Mesmo com maior quantidade de chuva no enchimento da amêndoa, a irrigação proporcionou maior tamanho e massa das nozes, com relação linear, indicando que as doses podem ser aumentadas para se obter a resposta máxima.

Palavras-chave: *Carya illinoienses*, microaspersão, irrigação localizada.

SARETTA, E.

IRRIGATION EFFECTS ON PECAN NUTS TREE IN THE RIO GRANDE DO SUL

2 ABSTRACT

Pecan cultivation has been increasing in Brazil; however, little is known about the irrigation of this crop. In semi-arid climates, water supplementation is mandatory, and in humid climates, research indicated promising results in the production; although, with varieties and environmental conditions different from those present in Brazil. Therefore, the objective of this work was to evaluate the irrigation effects on pecan nut tree at an experiment conducted in an orchard with 'Barton' variety in Cachoeira do Sul, RS, between 2019-2020 and 2020-2021 growing seasons. Replacement doses of crop evapotranspiration (ETc) corresponding to 0 (control treatment), 50, 100, and 150% of were applied via microsprinkler in randomized blocks with three replicates. The trunk circumference, nut size, weight and quantity, and weight and percentage of kernel were evaluated. In the first harvest, there was an excess of rain during the flowering stage and the irrigation did not show significant effects. However, in the 2020-2021 harvest, there was an increase in the trunk circumference of the irrigated trees. Even with more rainfall during the kernel-filling stage, the irrigation

contributed to enhancing the size and weight of nuts in a linear relationship, indicating that the doses can be increased to achieve the maximum response.

Keywords: *Carya illinoenses*; microsprinkler; localized irrigation.

3 INTRODUÇÃO

No Brasil, a noqueira-pecã [*Carya illinoenses* (Wangenh.) K. Koch] é uma cultura em expansão e apresenta 8 mil hectares de área plantada com mais de 40 variedades registradas para plantio, com maior produção na Região Sul, especialmente no Rio Grande do Sul (INTERNATIONAL NUT AND DRIED FRUIT COUNCIL, 2021; MARTINS *et al.*, 2018; HAMANN *et al.*, 2018). Porém, a irrigação permanece como uma incógnita, pois não há estudos sobre seus efeitos para o cultivo no país. A espécie é originária dos Estados Unidos da América (EUA), e nas regiões reconhecidas produtoras de noz-pecã, a irrigação é fundamental, mesmo com o manejo muitas vezes feito a partir da experiência dos agricultores (GANJEGUNTE; SHENG; CLARK, 2012; WELLS, 2015).

Em geral, a ocorrência de estresse hídrico durante a metade da estação de crescimento (dezembro e janeiro no Hemisfério Sul) tende a reduzir o tamanho e provocar queda de nozes; se ocorrer posteriormente (fevereiro), reduz o enchimento da amêndoa e prejudica a abertura do epicarpo (MIYAMOTO; HENGGELER; STOREY, 1995). A região sudoeste dos EUA é uma das principais produtoras mundiais, e a água é o elemento produtivo de maior demanda, por essa ser região semiárida, com apresentando chuva anual menor que 250 mm e evapotranspiração da cultura (ETc) que pode chegar a 1.400 mm no ciclo (SAMANI *et al.*, 2011; SAMMIS; MEXAL; MILLER, 2004). Em climas úmidos, a irrigação também apresenta resultados promissores tanto nos EUA (WELLS, 2015)

quanto em outros países (DE MARCO *et al.*, 2021). São pesquisas de longo período, por se tratar de árvore longeva, com início de produção após três anos do plantio, se enxertadas.

Em noqueiras-pecã adultas da variedade ‘Western Schley’ a produtividade média pode reduzir em até 20% se a quantidade de água fornecida for 50% inferior à máxima demanda (GARROT JÚNIOR *et al.*, 1993), e esse efeito redutivo se propaga tanto no peso das nozes quanto no crescimento vegetativo da planta.

Para plantas jovens, em início de produção, há uma pesquisa que aponta que a irrigação por microaspersão ou gotejamento enterrado não apresentou efeitos para a variedade ‘Pawnee’ ao longo de sete anos, no estado do Oklahoma (EUA) (SHALEKBRISKI *et al.*, 2019). Ainda segundo esse estudo, a irrigação também não foi suficiente para incrementar o diâmetro do tronco, o peso e o rendimento da noz. Por outro lado, plantas jovens com sete anos da variedade ‘Success’ ao serem irrigadas, responderam positivamente no tamanho e peso das nozes no Uruguai (DE MARCO *et al.*, 2021). Nota-se que as variedades apresentam respostas distintas em ambientes diferentes, por isso são necessários estudos locais.

Considerando a necessidade de pesquisas sobre a irrigação da noqueira-pecã no Brasil devido às respostas pontuais de variedades ao ambiente, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da irrigação no crescimento vegetativo e na produção dessa cultura em plantas jovens em início de produção.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre os anos de 2019 e 2021 em pomar com a variedade ‘Barton’ em Cachoeira do Sul, RS (29,95° S; 52,98° O, elevação média de 100 m), em solo com textura franco arenosa sem limitações quanto à drenagem. Essa variedade ocupa a maior área dos pomares de pecã brasileiros, especialmente, devido à boa produção de nozes e resistência à doença da sarna (USDA, 1984) em relação a outras variedades cultivadas nesse clima úmido.

O pomar apresentava área de três hectares e consistia de árvores jovens com cinco anos no início do experimento, plantadas em espaçamento quadrado de 7 m. Os tratamentos foram aplicados em parcelas com 16 árvores, sendo as quatro centrais utilizadas como unidade experimental, deixando àquelas do perímetro como bordadura.

Os quatro tratamentos consistiram de doses de irrigação correspondentes a 50, 100 e 150% da ET_c, e um sem aplicação de irrigação. O experimento foi conduzido no delineamento de blocos aleatorizados com três repetições. A aplicação das doses foi realizada diariamente por sistema de irrigação por microaspersão, com um microaspersor (RSB Plásticos Ltda.) por planta com vazão de 60 L/h.

A ET_c foi determinada a partir de medições locais diárias de evaporação em tanque Classe A (ECA), convertida para evapotranspiração de referência (ET_o), utilizando-se o valor de 0,70 para coeficiente do tanque (kp) na expressão $ET_o = ECA \cdot kp$ (CONCEIÇÃO, 2002; SENTELHAS; FOLEGATTI, 2003). Para a estimativa de ET_c, utilizaram-se valores de coeficiente de cultura (kc) adaptados para o Hemisfério Sul: 0,39 no período inicial, 1,24 no intermediário e 0,84 no final (IBRAIMO *et al.*, 2016; SAMANI *et al.*, 2011), acompanhando-se a fenologia das plantas (FRUSSO, 2018).

Por se tratar de irrigação localizada, corrigiu-se a ET_c para evapotranspiração localizada (ETI) com um fator de localização (kl), considerando a fração de cobertura (fc) do solo pela copa das plantas (FRIZZONE *et al.*, 2012), conforme as Equações 1 e 2.

$$ETI = ET_c \cdot kl \quad (1)$$

$$kl = fc + 0,5 (1 - fc) \quad (2)$$

Destaca-se que uma pesquisa utilizando sensoriamento remoto em pomares de noqueira-pecã com diferentes fc, obteve uma expressão para a determinação de kc que fornece resultados semelhantes às Equações 1 e 2 (SAMANI *et al.*, 2011). Para efeitos de ET_c, pode-se considerar que a cobertura é total quando fc supera 65% (SAMMIS; MEXAL; MILLER, 2004; WANG *et al.*, 2007), sem necessidade de correções. Pomares com espaçamento de até 10 m na região central do Rio Grande do Sul têm apresentado fc=100% com aproximadamente 10 anos, dependendo das condições de manejo. No experimento, o valor de fc no primeiro ano foi de aproximadamente 10% e de 19% no segundo ano.

A irrigação foi realizada a partir da brotação, no mês de setembro, e interrompida duas semanas antes da colheita, no início da abertura do epicarpo, no mês de março (SHALEKBRISKI *et al.*, 2019). Próximo à colheita, mediu-se a circunferência do tronco das árvores na altura de 1,2 m acima da superfície do solo. Todas as nozes produzidas foram coletadas, medindo-se o peso e a quantidade total. Posteriormente, as nozes foram descascadas para quantificação do peso da amêndoa e rendimento (peso de amêndoa em relação ao peso total da noz).

As medições de comprimento e diâmetro das nozes foram realizadas a partir do processamento de fotografias das nozes com o *software* ImageJ (propriedade do

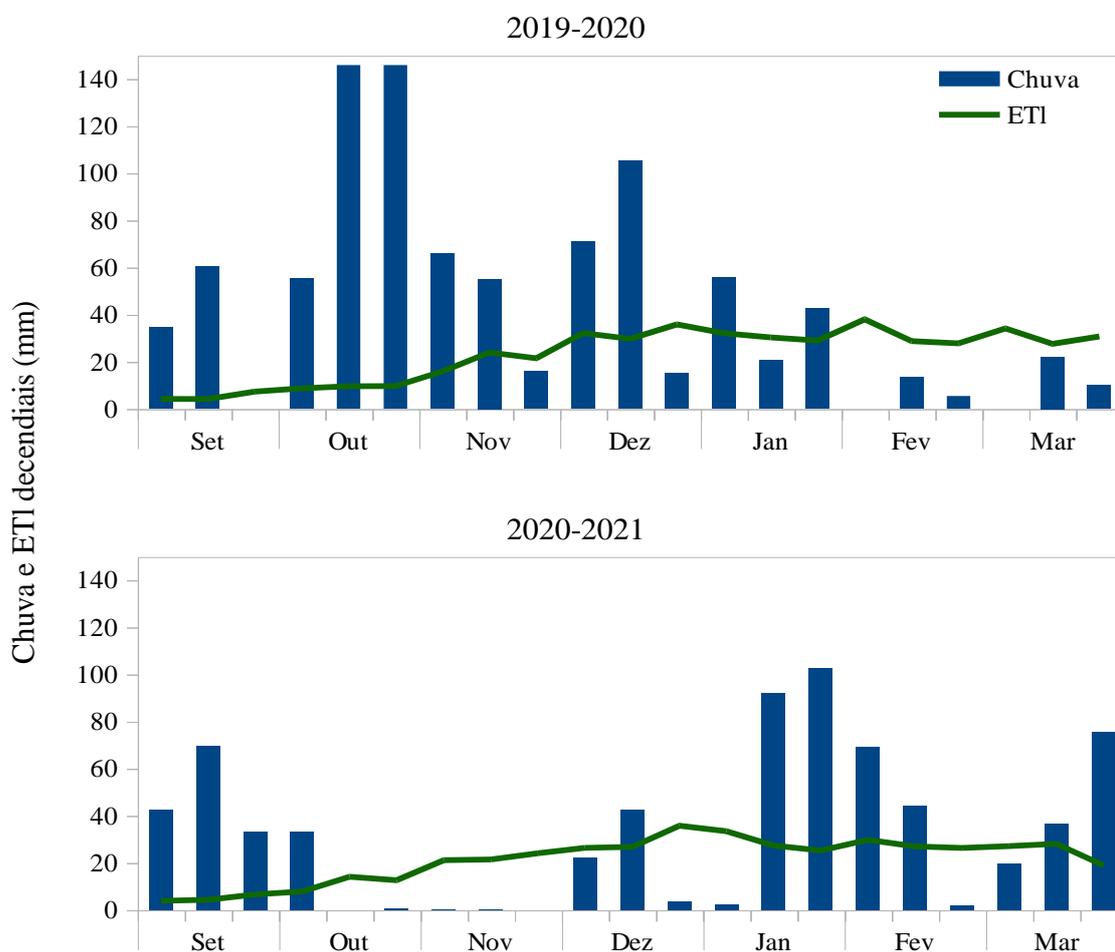
“National Institute of Health”). A área das nozes na imagem também foi obtida no *software*, pois está relacionada ao tamanho, uma vez que os frutos apresentam formato elíptico.

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância ao nível de probabilidade de 5%. Quando houve efeito significativo de tratamentos, utilizou-se a análise de regressão para a variável, também a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No mês de outubro de 2019 ocorreram dois decêndios de altura de chuva maior que 140 mm, seguidos de dois decêndios em novembro com mais de 50 mm (**Figura 1**). No estado do Rio Grande do Sul há possibilidade de ocorrência de excedente hídrico nesses meses, o que influencia diretamente na produtividade da cultura, uma vez que nesse período ocorre a floração (ROVANI, 2016; ROVANI; WOLLMANN, 2019).

Figura 1. Chuva e evapotranspiração da cultura (ETc) corrigida para irrigação localizada nas duas safras de cultivo.



Na safra 2019-2020, o total de chuva registrado foi de 939 mm, versus 479 mm de ETI da noqueira. Mesmo ocorrendo chuva na época de enchimento da amêndoa

em janeiro e fevereiro, a quantidade ocorrida não foi suficiente para atender a demanda (**Figura 1**), e houve período de estiagem no início de fevereiro.

Com o comprometimento da floração e menor quantidade de frutos fecundados, o potencial produtivo da cultura foi afetado, mesmo com a irrigação repondo a ETI. Esse foi um dos principais motivos pelo qual a safra de 2020 foi considerada a menor dos últimos anos (INTERNATIONAL NUT AND DRIED FRUIT COUNCIL, 2020).

Na safra 2020-2021, por outro lado, houve período de estiagem no período de floração, fato também de ocorrência conhecida no estado em anos denominados secos (ROVANI; WOLLMANN, 2019). O total de chuva em toda safra foi de 692,2 mm, portanto, menor que da safra 2019-2020. A ETI registrada foi de 447 mm, menor que na safra anterior, com maior reposição pela chuva em janeiro e fevereiro

(Figura 1). Dessa forma, o favorecimento da floração pela estiagem e uma maior quantidade de chuva no período de enchimento da amêndoa proporcionaram a maior colheita estimada de nozes (INTERNATIONAL NUT AND DRIED FRUIT COUNCIL, 2021), uma vez que há poucos pomares irrigados no Brasil.

Na safra 2019-2020 não houve diferença estatística entre tratamentos para as variáveis analisadas (Tabela 1). Isso foi resultado tanto do excedente e déficit hídrico (Figura 1) (WELLS, 2015), quanto pela idade das plantas. Alguns indivíduos estavam iniciando a produção com pequena quantidade de nozes, portanto, com potencial em desenvolvimento, o qual pode inclusive ser beneficiado pela irrigação nas safras seguintes.

Tabela 1. Valores de probabilidade das variáveis avaliadas a partir na análise da variância.

Fonte de variação	Safra 2019-2020							
	T	A	L	C	PPA	PM	PMA	R
Bloco	0,0001	0,5739	0,5289	0,4714	0,1176	0,6870	0,0323	0,5675
Dose	0,1129	0,5813	0,4914	0,5359	0,1563	0,3833	0,2843	0,2650
Safra 2020-2021								
Bloco	0,0136	0,1097	0,0659	0,1058	0,0257	0,2821	0,2314	0,2302
Dose	0,0466	0,0354	0,0428	0,0207	0,5135	0,0467	0,0444	0,8051

Valores de probabilidade menores que 0,05 representam diferença significativa. T: circunferência do tronco; A: Área da noz; L: largura da noz; C: Comprimento da noz; PPA: produção por árvore; PM: peso médio da noz; PMA: peso médio da amêndoa; e R: rendimento de amêndoas.

Essa variabilidade na produção na safra 2019-20 pode ser percebida nas produtividades médias de nozes por árvore, apresentadas na Tabela 2. São valores ainda considerados baixos em comparação com plantas em idade adulta que podem apresentar produtividade superior a 20 kg

por planta (SAMMIS; MEXAL; MILLER, 2004; WANG *et al.*, 2007), mas as medidas dimensionais das nozes e proporção de amêndoa nos frutos foram condizentes com estudo semelhante (DE MARCO *et al.*, 2021).

Tabela 2. Médias dos parâmetros medidos e produtividade na safra 2019-2020.

Dose (%ETc)	T (cm)	A (mm ²)	L (mm)	C (mm)	PPA (g)	PM (g)	PMA (g)	R (%)
-------------	--------	----------------------	--------	--------	---------	--------	---------	-------

0	20,78	561,45	20,72	34,43	34,98	4,96	2,06	41,5
50	22,23	603,43	21,00	36,18	227,98	5,15	2,07	40,2
100	23,21	597,03	20,83	36,07	171,15	5,08	2,01	39,6
150	19,86	592,63	21,41	35,13	21,04	6,09	3,14	51,6

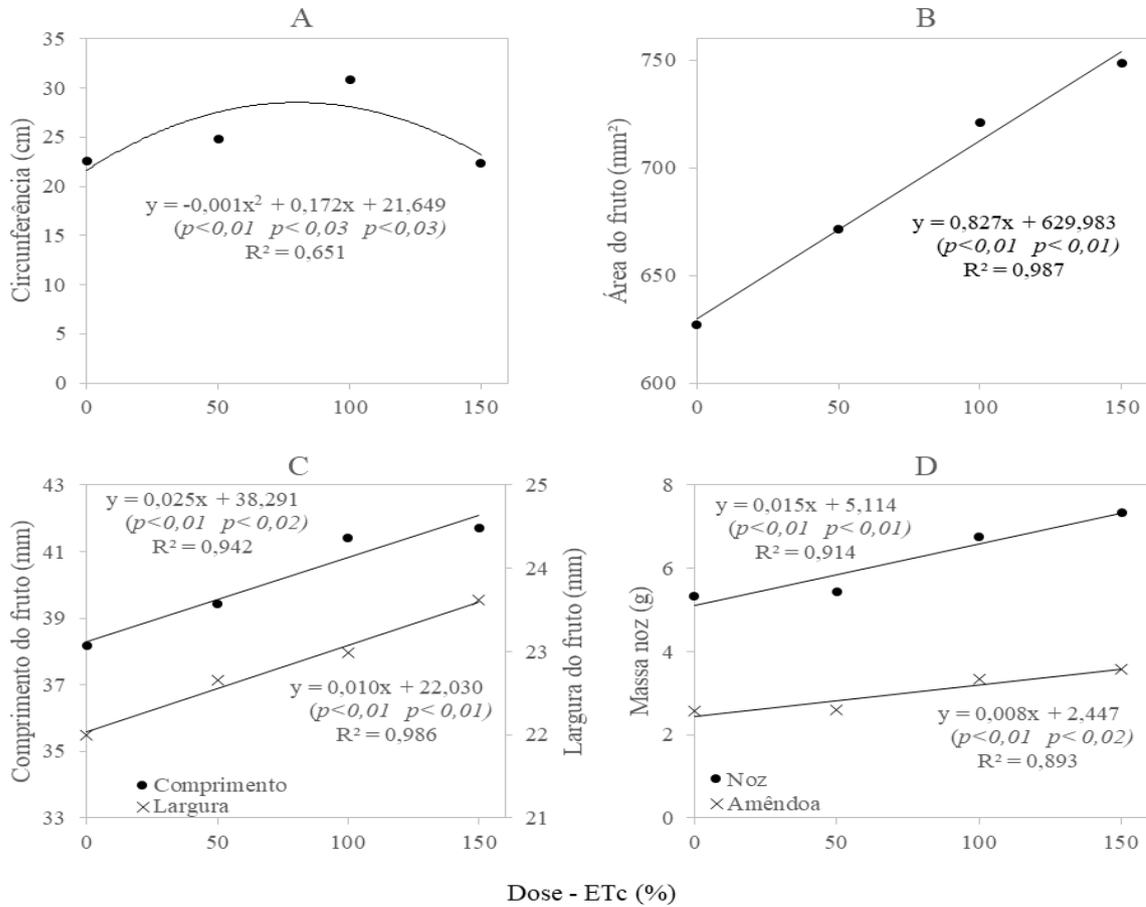
T: circunferência do tronco; A: Área da noz; L: largura da noz; C: Comprimento da noz; PPA: produção por árvore; PM: peso médio da noz; PMA: peso médio da amêndoa; R: rendimento de amêndoas; e ETc: Evapotranspiração da cultura.

Na segunda safra de avaliação (2020-2021), a irrigação apresentou efeitos significativos de incremento de circunferência do tronco, largura, comprimento e área da noz, além do peso médio e da amêndoa (**Tabela 1**). Mesmo com valores de chuva maiores que a ETI durante o estágio de enchimento de amêndoa (**Figura 1**), a irrigação proporcionou efeitos de incremento de circunferência do tronco da árvore, área, comprimento e largura da noz e peso médio da noz e da amêndoa.

Para essas variáveis com efeito significativo, as equações ajustadas em

função da dose de irrigação são apresentadas na **Figura 2**. Em termos de circunferência do troco (**Figura 2A**), as plantas não irrigadas apresentaram o menor valor de circunferência, 21,6 cm, em comparação com as irrigadas. As doses aplicadas referentes a 100 e 150% da ETc não maximizaram a circunferência, mas sim pela dose de 86% da ETI, que resultou no valor de 29 cm. Em plantas adultas, a aplicação apenas da metade da quantidade de água requerida pode representar em circunferência do tronco 25% inferior (GARROT JÚNIOR *et al.*, 1993).

Figura 2. Relações das variáveis medidas com irrigações com doses de reposição da evapotranspiração da cultura (ETc) na safra 2020-2021.



Obs.: Valores entre parênteses abaixo dos coeficientes das equações indicam a respectiva significância.

Mesmo a dose de 50% apresentou resultados positivos em relação às nozeiras não irrigadas, indicando resultados promissores em pomares irrigados com doses consideradas mínimas neste estudo. Dessa forma, a irrigação contribuiu para esse aumento, sendo um fator importante para a estruturação da produção da cultura.

Modelos de crescimento podem se valer desses resultados obtidos para circunferência tanto para projeções de produtividade quanto para práticas de manejo como poda (ANDALES *et al.*, 2006) e recomendação de adubação, no que diz respeito ao crescimento vegetativo (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2004). No caso de irrigação de plantas jovens com água subterrânea ou residuária, deve haver

cuidado apenas com a salinidade devido à susceptibilidade da cultura, que pode apresentar redução significativa do crescimento do tronco para condutividade elétrica maior que 3,5 dS m⁻¹ (DEB *et al.*, 2013).

A resposta da cultura à irrigação também pode ser observada no aumento de tamanho da noz, tanto de área (**Figura 2B**) quanto comprimento e largura (**Figura 2C**). Os aumentos dessas variáveis foram lineares em função da irrigação, indicando que o máximo não foi atingido e que as lâminas poderiam ser maiores. Em termos de área da noz, as plantas não irrigadas apresentaram valor de 630 mm², com incremento de 0,827 mm² para aumento de 1% na lâmina de irrigação, chegando a 754 mm² para a maior lâmina utilizada no experimento.

O comprimento médio foi de 38,3 mm no tratamento sem irrigação, aumentando para 42,0 mm quando irrigadas com lâmina com reposição de 150% ETc; e a largura de 22,0 mm aumentou para 23,5 mm. Nas condições dos Estados Unidos da América para a variedade 'Barton', o comprimento médio é de 38,3 mm e a largura de 22,6 mm (USDA, 1984). Resultados semelhantes foram encontrados para a variedade 'Success', reforçando efeitos de aumento do tamanho das nozes com a irrigação, que é um atributo importante para a comercialização dos frutos (DE MARCO *et al.*, 2021).

Assim como para o tamanho das nozes, a irrigação foi significativa para o aumento da massa dos frutos e da amêndoa das nozes (**Figura 2D**). Os maiores valores foram obtidos para a maior lâmina (150% ETc), com estimativas de 7,4 g de massa média da noz e 3,6 g de amêndoa, em concordância com as condições dos Estados Unidos da América (USDA, 1984). Contudo, o rendimento não foi significativo em relação às lâminas de irrigação (**Tabela 1** e **Tabela 3**), como já constatado em outras variedades jovens (SHALEKBRISKI *et al.*, 2019) e adultas (GARROT JÚNIOR *et al.*, 1993).

Tabela 3. Médias de produção na safra 2020-2021 em função da irrigação com doses de reposição da evapotranspiração da cultura (ETc), sem diferença estatística.

Dose (%ETc)	Produção por árvore (kg)	Rendimento de amêndoa (%)
0	0,64	48,0
50	0,67	47,3
100	0,71	49,2
150	0,43	48,3

Plantas adultas da variedade 'Western Schley', no Arizona (EUA), também apresentaram menor massa da noz quando houve redução da dose de irrigação (GARROT JÚNIOR *et al.*, 1993). Em plantas jovens, a resposta à irrigação também pode ter efeito positivo (DE MARCO *et al.*, 2021) ou neutro (SHALEKBRISKI *et al.*, 2019).

Um estudo recente com a variedade 'Success' no Uruguai, também reportou que a aplicação de água proporcionou aumento da massa da noz e da amêndoa em nogueiras jovens (DE MARCO *et al.*, 2021). Os incrementos dessas variáveis indicam que a irrigação apresentou papel significativo para o pomar, mesmo com maior quantidade de chuva durante o enchimento de amêndoa. Nesse contexto, doses de irrigação pequenas que não reponham toda a necessidade hídrica da cultura podem apresentar algum resultado positivo na região, podendo fazer parte de

alguma estratégia de irrigação do pecanicultor (FRIZZONE *et al.*, 2012).

Mesmo com o aumento da massa de noz e amêndoa, a produtividade por árvore não foi incrementada pela irrigação (**Tabela 3**), apresentando média geral de 0,61 kg. Porém, ao longo do tempo, maiores doses de irrigação tendem a aumentar a produtividade, o que ocorre para pomares adultos (GARROT JÚNIOR *et al.*, 1993).

A noqueira-pecã é conhecida por apresentar alternância de produção entre os anos, com intensidade dependente de uma série de fatores, além da própria variedade (ANDALES *et al.*, 2006; CONNER; WORLEY, 2000; WELLS, 2015). Entre as safras 2020-2021, além dos efeitos de deficit e excedente hídrico, esse efeito provavelmente ocorreu. Contudo, a cultura apresentou recuperação mesmo após uma safra desvantajosa em 2019-2020, com contribuição da irrigação na safra seguinte. Dentro da mesma safra, se ocorrer estresse

hídrico no período de desenvolvimento, mas a irrigação for realizada durante o enchimento da amêndoa, a produtividade não é comprometida (WELLS, 2015).

Portanto, em estudos futuros, pode-se avaliar a irrigação apenas no período de enchimento da amêndoa (DE MARCO *et al.*, 2021), com avaliação das características produtivas. Além disso, a irrigação pode ser fator importante para a redução da intensidade de alternância de produção, merecendo, assim, estudos aprofundados na região.

6 CONCLUSÕES

O excesso de chuva no período de floração da nogueira influenciou negativamente na produção na safra 2019-2020, e a irrigação não apresentou efeito significativo nas variáveis analisadas.

A irrigação proporcionou incremento do tamanho e massa da noz na safra 2020-2021, mesmo com maior quantidade de chuva na época de enchimento da amêndoa e estiagem no período de floração.

Houve aumento da circunferência do tronco com o aumento da dose de irrigação, obtendo-se o valor máximo com a dose de 86% da ETL.

Para as variáveis largura da noz, comprimento e área, além da massa da noz e da amêndoa, o aumento foi linear conforme a irrigação com doses crescentes de reposição da evapotranspiração da cultura, não atingindo o valor máximo mesmo com a maior dose.

7 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro, através do projeto 439123/2018-6 da Chamada Universal MCTIC/CNPq n.º 28/2018.

Ao Sr. Edson Ortiz e toda equipe da Divinut Indústria e Comércio de Nozes pelo apoio para realização do experimento; em especial ao Sr. Sérgio Cardoso e ao Sr. Carlos Talovitz pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Ao Professor Gilberto Collares, pelo empréstimo do micrômetro de gancho e do poço tranquilizador, que foram fundamentais para as medições de evaporação.

Aos servidores da UFSM Campus Cachoeira do Sul e estudantes do Curso de Engenharia Agrícola que contribuíram com a pesquisa.

8 REFERÊNCIAS

ANDALES, A.; WANG, J.; SAMMIS, T. W.; MEXAL, J. G.; SIMMONS, L. J.; MILLER, D. R.; GUTSCHICK, V. P. A model of pecan tree growth for the management of pruning and irrigation. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 84, n. 1/2, p. 77-88, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2006.02.012>>. Acesso em: 14 dez 2021.

CONCEIÇÃO, M. A. F. Reference evapotranspiration based on class A pan evaporation. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 3, p. 417-420, 2002.

CONNER, P. J.; WORLEY, R. E. Alternate bearing intensity of pecan cultivars. **HortScience**, Alexandria, v. 35, n. 6, p. 1067-1069, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.21273/hortsci.35.6.1067>>. Acesso em: 20 jul 2021.

DE MARCO, R.; GOLDSCHMIDT, R. J. Z.; HERTER, F. G.; MARTINS, C. R.; MELLO-FARIAS, P. C.; UBERTI, A. The irrigation effect on nuts' growth and yield of *Carya illinoensis*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 93, n. 1, p. 1-8, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0001-3765202120181351>>. Acesso em: 14 dez 2021.

DEB, S. K.; SHARMA, P.; SHUKLA, M. K.; SAMMIS, T. W.; ASHIGH, J. Drip-irrigated pecan seedlings response to irrigation water salinity. **HortScience**, Alexandria, v. 48, n. 12, p. 1548-1555, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.21273/hortsci.48.12.1548>>. Acesso em: 13 jul 2019.

FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; FARIA, M. A. **Microirrigação: gojetamento e microaspersão**. Maringá: EDUEM, 2012.

FRUSSO, E. A. **Características morfológicas y fenológicas del pecán, guía ampliada y resumida**. Buenos Aires: INTA, 2018.

GANJEGUNTE, G. K.; SHENG, Z.; CLARK, J. A. Evaluating the accuracy of soil water sensors for irrigation scheduling to conserve freshwater. **Applied Water Science**, Berlim, v. 2, n. 2, p. 119-125, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13201-012-0032-7>>. Acesso em: 10 nov 2021.

GARROT JÚNIOR, D. J.; KILBY, M. W.; FANGMEIER, D. D.; HUSMAN, S. H.; RALOWICZ, A. E. Production, growth, and nut quality in pecans under water stress based on the crop water stress index. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 118, n. 6, p. 694-698, 1993.

HAMANN, J. J.; BILHARVA, M. G.; BARROS, J.; MARCO, R.; MARTINS, C. R. **Cultivares de noqueira-pecã no Brasil**. Pelotas: Embrapa, 2018.

IBRAIMO, N. A.; TAYLOR, N. J.; STEYN, J. M.; GUSH, M. B.; ANNANDALE, J. G. Estimating water use of mature pecan orchards: A six stage crop growth curve approach. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 177, p. 359-368, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.08.024>>. Acesso em: 10 ago 2018.

INTERNATIONAL NUT AND DRIED FRUIT COUNCIL. **Nuts & dried fruits statistical yearbook 2019 / 2020**. Reus: INC, 2020.

INTERNATIONAL NUT AND DRIED FRUIT COUNCIL. **Nuts & dried fruits statistical yearbook 2020 / 2021**. Reus: INC, 2021.

MARTINS, C. R.; CONTE, A.; FRONZA, D.; ALBA, J. M. F.; HAMANN, J. J.; BILHARVA, M. G.; MALGARIM, M. B.; FARIAS, R. M.; MARCO, R.; REIS, T. S. **Situação e perspectiva da noqueira-pecã no Brasil**. Pelotas: Embrapa, 2018.

MIYAMOTO, S.; HENGGELER, J.; STOREY, J. B. Water management in irrigated pecan orchards in the Southwestern United States. **HortTechnology**, Alexandria, v. 5, n. 3, p. 214-218, 1995.

ROVANI, F. F. M. **Zoneamento de risco climático para o cultivo da noqueira pecã (*Carya illinoensis*) para o Rio Grande do Sul**. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

ROVANI, F. F. M.; WOLLMANN, C. A. Balanço hídrico do cultivo da noqueira pecã nos anos-padrão habitual, chuvoso e seco para o Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, ano 15, v. 25, p. 378-398, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5380/abclima.v25i0.65543>>. Acesso em: 15 jan 2019.

SAMANI, Z.; BAWAZIR, S.; SKAGGS, R.; LONGWORTH, J.; PIÑON, A.; TRAN, V. A simple irrigation scheduling approach for pecans. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 98, n. 4, p. 661-664, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/http://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.11.002>>. Acesso em: 10 ago 2018.

SAMMIS, T. W.; MEXAL, J. G.; MILLER, D. Evapotranspiration of flood-irrigated pecans. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 69, n. 3, p. 179-190, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2004.05.005>>. Acesso em: 05 ago 2018.

SENTELHAS, P. C.; FOLEGATTI, M. V. Class A pan coefficients (Kp) to estimate daily reference evapotranspiration (ET_o). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 111-115, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/https://doi.org/10.1590/s1415-43662003000100018>>. Acesso em 06 nov 2021.

SHALEKBRISKI, A.; BRORSEN, B. W.; BIERMACHER, J. T.; ROHLA, C. T.; CHANEY, W. Effect of irrigation method on tree growth, foliar nutrient levels, and nut characteristics of young pecan trees in the southern great plains. **HortTechnology**, Alexandria, v. 29, n. 2, p. 109-113, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.21273/HORTTECH04162-18>>. Acesso em: 10 out 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de química e fertilidade do solo - RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS, 2004.

USDA. **NCGR pecan/hickory database (Pecan Cultivars)**. College Station, TX: USDA, 1984. Disponível em: https://aggie-horticulture.tamu.edu/usda_pecan/plant_details.php?pid=Barton&acno=517997. Acesso em: 14 dez. 2021.

WANG, J.; MILLER, D. R.; SAMMIS, T. W.; GUTSCHICK, V. P.; SIMMONS, L. J.; ANDALES, A. A. Energy balance measurements and a simple model for estimating pecan water use efficiency. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 91, n. 1/3, p. 92-101, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2007.05.003>>. Acesso em: 07 ago 2018.

WELLS, L. Irrigation water management for pecans in humid climates. **HortScience**, Alexandria, v. 50, n. 7, p. 1070-1074, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.21273/hortsci.50.7.1070>>. Acesso em: 15 mai 2021.