



PRODUCCIÓN DE PALTA PERSEA AMERICANA MILL SUJETA LA CUATRO ESQUEMAS DE RIEGO EN TRES COSECHAS CONSECUTIVAS

Jorge Alves de Sousa¹, Rogério Dantas de Azevedo², Hugo Orlando Carvalho Guerra³

RESUMEN: este trabajo tuvo como objetivo evaluar los efectos de cuatro regímenes de riego en la producción de frutos durante tres cosechas en un huerto de palta Persea americana Mill. La investigación se realizó en la costa de Paraíba, ubicada en el municipio de Mamanguape – PB, ubicado en la Microrregión de Mamanguape, en la Mesorregión de la Mata Paraibana, en las coordenadas geográficas latitud 06°53'05 7" S y longitud 035°02'04" W, con una altitud media de 74 m, a 55 km de João Pessoa, con acceso por la BR-101. Los suelos de la zona pertenecen a la clase Argisol Rojo-Amarillo (EMBRAPA, 2006). El diseño experimental fue totalmente causalizado, con cuatro niveles de agua aplicadas (25, 50, 75 y 100% de la evapotranspiración de referencia, ETo), estimadas con base en la evaporación media diaria del tanque clase A de la semana anterior, y cuatro repeticiones, cada una compuesta por cuatro árboles en las cosechas 2018/2019, 2020/2021 y 2022/2023. Los rendimientos de palta aumentaron significativamente la medida que el agua aplicada aumentó al nivel equivalente al 75% de ETo y se postergaron los rendimientos de palta durante las tres temporadas de crecimiento. Para las cosechas 2018/2019 y 2020/2021, los mayores rendimientos fueron 29,6 y 26,9 tha^{-1} con 10.071 y 8.887 $\text{m}^3 \text{tha}^{-1}$ de cosecha, respectivamente. La menor producción se observó en la cosecha 2022/2023, cuando las condiciones climáticas fueron adversas, y la mayor producción se obtuvo con 100% ETo.

PALABRAS-CLAVE: evapotranspiración de referencia, niveles de agua, tanque clase A

¹Prof. Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, Paraíba, jorge.alves@professor.ufcg.edu.br

²Prof. Doutor em Engenharia Agrícola, Instituto federal do Rio Grande do Norte, Apodi, Rio Grande do Norte, marry.carmo@alunos.ufersa.edu.br

³Prof. PhD em Física do Solo, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, hugo_carvalho@hotmail.com

PRODUCTION OF PERSEA AMERICANA MILL AVOCADO SUBJECTED TO FOUR IRRIGATION SCHEMES IN THREE CONSECUTIVE HARVESTS

ABSTRACT: This work aimed to evaluate the effects of four irrigation regimes on fruit production during three harvests in a *Persea americana* Mill avocado orchard. The research was conducted on the coast of Paraíba, located in the municipality of Mamanguape – PB, located in the Microregion of Mamanguape, in the Mesoregion of Mata Paraíbana, at geographic coordinates latitude 06°53'05" S and longitude 035°02'04" W, with an average altitude of 74 m, 55 km away from João Pessoa, accessed via BR-101. The soils in the area belong to the Red-Yellow Argisol class (EMBRAPA, 2006). The experimental design was entirely causalized, with four water levels applied (25, 50, 75 and 100% of the reference evapotranspiration, ETo), estimated based on the average daily evaporation of the class A tank from the previous week, and four replications, each composed of four trees in the 2018/2019, 2020/2021 and 2022/2023 harvests. Avocado yields increased significantly as applied water increased to the level equivalent to 75% ETo and deferring avocado yields during the three growing seasons. For the 2018/2019 and 2020/2021 harvests, the highest yields were 29.6 and 26.9 tha^{-1} with 10,071 and 8,887 $\text{m}^3 \text{tha}^{-1}$ harvest, respectively. The lowest production was observed in the 2022/2023 harvest, when weather conditions were adverse, and the highest production was obtained with 100% ETo.

KEYWORDS: reference evapotranspiration, water levels, class A tank

INTRODUÇÃO

La producción de aguacate (*Persea americana* Mill.) está muy influenciada por el régimen hídrico, ya que el cultivo es sensible tanto al déficit como al exceso hídrico. Una adecuada gestión del riego es fundamental para garantizar la productividad y calidad de los frutos. El aguacate es originario de Centroamérica, donde las precipitaciones son abundantes, pero su producción se ha expandido a otras zonas subtropicales y templadas, como el noreste de Brasil, donde es necesario el riego.

En la agricultura moderna, donde el agua disponible para riego es cada vez más escasa y las precipitaciones son irregulares, la planificación hídrica de los cultivos se vuelve cada vez más importante. El agua disponible en el suelo es uno de los factores

limitantes en el desarrollo de las plantas. Por lo tanto, cuando el potencial hídrico disponible en el suelo se reduce por debajo del límite requerido por la planta, las raíces ya no pueden absorber suficiente agua para satisfacer las demandas de transpiración. En este rango, se dice que el cultivo tiene déficit hídrico.

El volumen de agua de riego es, por tanto, un factor relevante para obtener una adecuada producción y calidad de fruto. Todavía existen pocos informes de experimentos que evalúen la respuesta de los aguacates a diferentes cantidades de agua aplicadas. Ferreyra y Selles (2012) indican que los árboles de aguacate son muy sensibles al déficit hídrico; Si el agua es escasa, la caída del fruto puede ocurrir en cualquier momento entre la fructificación y aproximadamente el 50% del tamaño final del fruto.

Otra característica importante de la producción de aguacate es la alternancia de producción: ciclos estacionales de altos y bajos rendimientos (Garner et al. 2008; Lovatt 2011). Teniendo en cuenta que, una vez desencadenados, los ciclos alternos de rendimiento de entrada y salida de los cultivos se perpetúan (Lovatt 2011), esta situación hace que las experiencias de riego a largo plazo sean difíciles de entender (Carr 2013). Por lo tanto, existe la necesidad de caracterizar la respuesta de la producción de aguacate a diferentes niveles de riego y determinar su efecto sobre la producción alternativa.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de cuatro regímenes de riego en la producción de frutos durante tres cosechas en un huerto de palta *Persea americana* Mill.

MATERIAL E MÉTODOS

El estudio se realizó en un huerto comercial de palta (*Persea americana* Mill.) cv. Hass durante tres cosechas consecutivas (2005/2006, 2006/2007 y 2007/2008). El huerto ubicado en la costa de Paraibano en el municipio de Mamanguape – PB, ubicado en la Microrregión de Mamanguape, en la Mesorregión de Mata Paraibana, en las coordenadas geográficas latitud 06°53'05" S y longitud 035°02'04" W, con una altitud media de 74 m, a 55 km de João Pessoa, con acceso por la BR-101.

Los suelos de la zona pertenecen a la clase Argisol Rojo-Amarillo (EMBRAPA, 2006). El diseño experimental fue completamente al azar (DIC), con cuatro niveles de

agua aplicados (25, 50, 75 y 100% de la evapotranspiración de referencia, ETo). Las plántulas se sembraron en canteros elevados de 2,3 m de ancho y 0,6 m de alto, con orientación Este-Oeste, con un espaciamiento dentro de hilera de 4 m y entre hileras de 7 m, la cobertura de copa fue del 70% y la altura del árbol fue de 4 a 5 m. Cada hilera de árboles fue irrigada con dos emisores de microchorro sin compensación de presión por árbol; los emisores se ubicaron a 0.6 m del tronco a ambos lados de la hilera, cada uno con un caudal de 30 Lh⁻¹ y un diámetro mojado de 2m. Las tasas de descarga de los emisores se evaluaron mensualmente durante cada temporada de riego y los valores promedio oscilaron entre 30,2 y 29,8 L h⁻¹; el Coeficiente de Uniformidad de Christiansen (CUC) promedió 92,8% durante las tres temporadas.

La demanda teórica de agua de los árboles se calculó basándose en la evapotranspiración de referencia estimada a partir de mediciones diarias de un tanque de evaporación estándar USWB Clase A ubicado en el sitio del experimento. Además, se tuvo en cuenta el tamaño de la copa, ya que existe un efecto significativo del área de sombra en la evapotranspiración de los árboles (Holzapfel et al. 2017). En este estudio, la evapotranspiración de referencia se calculó como:

$$ETo = Ep Kp,$$

donde, ETo es la evapotranspiración de referencia estimada (mm día⁻¹), Ep es la evaporación media del reservorio de la semana anterior (mm día⁻¹) y Kp es el coeficiente del reservorio (se supone que es 0,8; Doorenbos y Pruitt 1977).

En el análisis estadístico, se aplicó inicialmente la prueba de Bartlett para evitar la no normalidad de los datos y la heterogeneidad de las varianzas (Snedecor y Cochran 1989). Una vez comprobada la inexistencia de presuposiciones mediante la prueba de Barlett, se utilizó la transformación de Box y Cox para normalizar los datos y homogeneizar las varianzas (Box y Cox 1964).

Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza (pruebas F) y cuando se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$), los datos se sometieron a análisis de regresión con el objetivo de identificar el mejor ajuste a los tratamientos estudiados. Los análisis de varianza y regresión se realizaron utilizando el software R versión 4.4.2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis conjuntos para la producción de aguacate para las tres temporadas del experimento se muestran en la Tabla 1. En esta tabla podemos ver que hubo una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para la producción promedio de aguacate en las tres cosechas anualizadas 2018/2019, 2020/2021 y 2022/2023, así como diferencias individuales estadísticamente significativas ($P < 0.05$) para la producción de aguacate dependiendo de los niveles de agua aplicados. No se encontró interacción año x tratamiento de agua. Según Pimentel-Gomes (2009), esto significa que los niveles de agua aplicados afectaron la producción de la misma manera todos los años. Esto es razonable porque todos los experimentos se realizaron en la misma área de investigación.

Tabla 1. Análiss de varianza conjunta de la producción de palta para las tres temporadas del experimento en función del los niveles de agua aplicados

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	P-value
Año	2	1.243.485	30.321	0.0000**
Tratamiento	3	0.170665	4.161	0.0455*
Año x Tratamiento	6	0.034660	0.845	0.5455
Año x Bloques	6	0.015333	0.374	0.8898
Error	30	0.041011		
Total	47			

*Significancia ($P < 0.05$) **Significancia ($P < 0.01$), CV = 12.16%

Em la Tabla 2 se muestran los análisis de varianza para la producción de aguacate en las cosechas 2005/2006, 2006/2007 y 2007/2008, según los efectos de los regímenes de riego. La producción de aguacate en las tres cosechas aumentó significativamente ($P < 0.05$) cuando se incrementó el nivel de agua aplicada. Las comparaciones de producción entre años se realizaron según la prueba de Tukey; los resultados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 2. Análiss de varianza de la producción de palta para los niveles de agua aplicados en las cosechas 2005/2006, 2006/2007 y 2007/2008

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	P-value
----------------------	--------------------	----------------	---	---------

2018/2019				
Bloques	3	0.005283	0.870	0.6528
Tratamiento	3	0.024336	4.005	0.0395*
Error	9	0.006076		
Total	15			
2020/2021				
		0.048262	0.563	0.6528
Bloques	3	0.33144	3.876	0.0471*
Tratamiento	3	0.085722		
Error	9			
Total	15			
2022/2023				
Bloques	3	0.036854	1.475	0.2859
Tratamiento	3	0.160875	6.436	0.0499*
Error	9	0.024994		
Total	15			

*Significancia ($P < 0.05$)

Los valores de producción de aguacate en el presente estudio concuerdan con los encontrados por Lahav y Whiley (2002), quienes observaron la relevancia de los niveles de agua en el crecimiento de los árboles y la producción de frutos.

Tabla 3. Producción de palta para los niveles de agua aplicados en las cosechas 2005/2006, 2006/2007 y 2007/2008

Niveles de agua aplicados (% Eto)	Producción de palta (tha^{-1})		
	2018/2019	2018/2019	2022/2023
25	20.83 ± 1.53	3.72 ± 0.72	18.85 ± 4.66
50	25.80 ± 2.01	7.15 ± 2.42	20.59 ± 1.56
75	29.40 ± 4.45	10.40 ± 4.41	26.55 ± 6.95
100	29.59 ± 1.69	12.67 ± 3.91	26.85 ± 3.52
Média	26.41a	8.49b	23.21a

Las medias con la misma letra dentro de la fila no son significativamente diferentes (Tukey $P < 0.05$). $\pm$ error estándar

CONCLUSIONES

Los rendimientos de la palta aumentaron significativamente a medida que el agua aplicada aumentó al nivel equivalente al 75% de ETo y se postergaron los rendimientos de palta durante las tres temporadas de crecimiento. Para las cosechas 2018/2019 y 2020/2021, los mayores rendimientos fueron $29,6$ y $26,9 \text{ tha}^{-1}$ con 10.071 y 8.887 m^3

tha⁻¹ de cosecha, respectivamente. La menor producción se observó en la cosecha 2022/2023, cuando las condiciones climáticas fueron adversas, y la mayor producción se obtuvo con 100% ETo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carr, M. K. V. (2013) The water relations and irrigation requirements of avocado (*Persa americana* Mill.): a review. *Expl Agric* 49(2):256–278. doi:10.1017/S0014479712001317

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

Ferreira, R.; Selles, G. (2012) Avocado. In: Steduto P, Hsiao TC, Fereres E, Raes D (eds) Crop yield response to water. FAO Irrigation and Drainage paper 66. Rome, Italy, pp 442–447

Garner, L. C.; Lovatt, C. J. (2008) The relationships between flower and fruit abscission and alternate bearing of ‘Hass’ avocado. *J Am Soc Hort Sci* 133:3–10

Holzapfel, E. A.; Alves, J. S.; Jara, J.; Carvalho, H. O. G. (2017) Effect of irrigation on fruit production in blueberry. *Agric Water Manag* 67:173–184

Lahav, E.; Whiley, A. W. (2002) Irrigation and mineral nutrition. In: Whiley AW, Schaffer, B.; Wolstenholme, B. N. (eds) The avocado: botany, production and uses. CBI Publishing, New York, pp 259–297

Lovatt, C. J. (2011) Alternate bearing of ‘Hass’ avocado. *California Avocado Society 2010 Yearbook* 93:125–140

Pimentel-Gomes, F. (2009) Curso de estatística experimental. 15^a edn. FEALQ, Piracicaba

R Core Team (2024). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Snedecor, G. W.; Cochran, W. G. (1989) Statistical methods. 8th edn. Iowa State University, Ames