

Evapotranspiración del cultivo y demanda de riego del aguacate en la región Güira de Melena-Alquizar, Cuba

Avocado Crops Evapotranspiration and Irrigation demand at Güira de Melena-Alquizar Region, Cuba

①Víctor M. Tejeda-Marrero^{1*}, ②Julián Herrera-Puebla¹ and ③Daniel E. Cepero-Torres²

¹Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

²Universidad Tecnológica de la Habana-CUJAE, Centro de Investigaciones Hidráulicas, Marianao, La Habana, Cuba.

*Autor para correspondencia: Víctor M. Tejeda-Marrero, e-mail: victor.tejeda@iagric.minag.gob.cu

RESUMEN: El aguacate es una fruta de importancia económica y nutricional, en Cuba la política sobre este cultivo está encaminada al incremento del rendimiento y de las áreas sembradas, y aunque se han realizado numerosos estudios agronómicos sobre este cultivo, no existen reportes en el país sobre las necesidades hídricas y de riego. En atención a lo anterior el presente trabajo se trazó como objetivo determinar la evapotranspiración del cultivo (ETc) y la demanda de riego para la zona comprendida en los municipios de Güira de Melena y Alquízar, Provincia de Artemisa, utilizando para ello el programa CropWat 8.0 con valores promedios decenales de las variables del clima obtenidos para la Estación Güira de Melena-Alquízar recogidos en el Boletín Agro meteorológico Nacional del Instituto de Meteorología y las series históricas de lluvias de 48 años del pluviómetro situado en el área de estudio. Los resultados indican que en las condiciones estudiadas la evapotranspiración del cultivo en los meses de noviembre a febrero adquiere los menores valores y a partir de esta fecha la ETc se incrementa hasta alcanzar su máximo valor en los meses de abril a mayo (4,5 mm/día) en coincidencia con el período de desarrollo y engrosamiento del fruto, la demanda total de riego para el período de cosecha a cosecha fluctuó en dependencia de la probabilidad de ocurrencia de las lluvias, con valores de 258,6 308,1 y 363,2 mm, distribuidos en 5, 7 y 7 riegos para los años de 25, 50 y 80 % de probabilidad, respectivamente.

Palabras clave: modelación, requerimientos de agua, solicitud de irrigación Artemisa.

ABSTRACT: Avocado is a fruit of economic and nutritional importance: and in Cuba, crop policy about this crop is aimed at increasing yields and planted areas. Although numerous agronomic studies have been conducted on this crop in the Country, there are no national reports on water and irrigation requirements. Therefore, this study aimed to determine crop evapotranspiration (ETc) and irrigation demand for the area comprised of the municipalities of Güira de Melena and Alquízar in Artemisa Province, using the CropWat 8.0 program with decadal average values of climate variables obtained for the Güira de Melena-Alquízar Station, collected from the National Agrometeorological Bulletin of the Institute of Meteorology, and 48 year historical rainfall series from a rain gauge located in the study area. The results indicate that under the conditions studied, crop evapotranspiration in the months of November to February reaches the lowest values and from this date onwards the ETc increases until reaching its maximum value in the months of April to May (4,5 mm/day) coinciding with the period of development and thickening of the fruit, the total irrigation demand for the harvest to harvest period fluctuated depending on the probability of rainfall, with values of 258,6, 308,1 and 363,2 mm, distributed in 5, 7 and 7 irrigations for the years of 25, 50 and 80% probability, respectively.

Keywords: Modeling, Water Requirements, Irrigation Request in Artemisa.

INTRODUCCIÓN

Las plantaciones de frutales en Cuba ocupan una superficie de 95 200 ha, de las cuales, el 10% (9 500 ha) se encuentran plantadas de aguacate (IIFT, 2021). Esta misma fuente, indica un rendimiento promedio de 9 t ha⁻¹, mientras que los rendimientos promedios mundiales oscilan alrededor de las 8 t ha⁻¹ (Ferreyra & Selles, 2012).

Entre los problemas planteados que causan la Insuficiente disponibilidad de frutas frescas y procesadas

para satisfacer la demanda de la población a nivel local, el turismo y la exportación, se plantea el escaso acceso a recursos financieros, tecnologías y riego IIFT (2021), por lo que en el "Programa para incrementar las áreas agrícolas con sistemas eficientes de riego de agua", en correspondencia con la proyección de desarrollo de la Agricultura hasta el año 2030, se ha propuesto incrementar el área bajo riego en frutales hasta 15 500 ha (MINAG-Cuba, 2018).

Recibido: 24/02/2025

Aceptado: 08/09/2025

Conflictos de intereses: Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Contribución de los autores: Conceptualización: V. Tejeda, J. Herrera; Data curation: V. Tejeda, J. Herrera, D. Cepero; Formal analysis: V. Tejeda, J. Herrera; Investigation: V. Tejeda, J. Herrera, Methodology: V. Tejeda, J. Herrera; Supervision: V. Tejeda, J. Herrera; Validación: V. Tejeda, J. Herrera; Writing original draft: V. Tejeda, J. Herrera, D. Cepero; Writing review and editing: V. Tejeda, J. Herrera.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



El aguacate es nativo de América Central donde las lluvias son abundantes, pero al expandirse su producción a regiones subtropicales y templadas se ha encontrado que el cultivo requiere de un adecuado riego para que alcance su mayor potencial productivo Holzapfel *et al.* (2017), mientras que Singh (2020) señala que muy poca o demasiada agua tiene impactos sobre el rendimiento y que por tanto conocer estos impactos es imprescindible en el desarrollo de decisiones adecuadas en cuanto al riego.

Uno de los problemas que más inciden en la respuesta de los aguacateros al agua radica en las características de su sistema radicular, el cual según Ferreyra & Selles (2007) es relativamente poco profundo en comparación con otros árboles frutales. Según estos autores, la profundidad máxima de arraigamiento en suelos profundos y bien drenados es de 1,2-1,5 m, sin embargo, el 70 a 80 % del sistema radicular se encuentra entre los 0-40 cm.

En Cuba, aunque existe bastante información sobre casi todos los aspectos del cultivo Cañizares (1973); Jiménez *et al.* (2005) no han sido estudiado los requerimientos hídricos del aguacate, aunque los instructivos del cultivo IIFT (2021) recomiendan una frecuencia de dos veces por semana durante el primer mes del trasplante y de 2 a 4 riegos por semana en los meses siguientes, con un volumen de agua entre 25 a 50 litros por plantas.

La planificación del agua (balance de agua) constituye una categoría del plan técnico económico del año exigido por el Ministerio de Economía y Planificación (MEP), La Resolución 17/2020 del INRH fija los índices de consumo de agua para las producciones, los servicios y el riego agrícola, en particular para el riego agrícola. Estos índices son fijados a través de las normas netas de riego del cultivo, las cuales son obtenidas a través de experimentos de campo; las mismas son utilizados para la elaboración del balance de agua desde la finca hasta la escala nacional. Por cuanto, en el país no se han estudiado los requerimientos de agua del aguacate, las normas netas de riego del aguacate no están incluidas en la resolución antes citada. En razón a lo anterior, el presente trabajo se trazó como objetivo determinar la evapotranspiración del cultivo (ETc) y la demanda de riego para la zona comprendida en los municipios de Güira de Melena y Alquizar, Provincia de Artemisa.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio comprende los municipios de Güira de Melena y Alquizar, ambos pertenecientes a la Provincia de Artemisa, de la región occidental de Cuba, con una extensión superficial de 197,9 y 194,4 km² para Güira de Melena y Alquízar, respectivamente (ONEI, 2019). A partir de los datos registrados en la estación agro climatológica que posee el Instituto de Meteorología, se indican promedios de las diferentes variables climáticas como se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales indicadores meteorológicos (Promedios del año 2013-2018, en la Estación Agro meteorológica de Güira de Melena, (ONEI, 2019)

Temperatura media °C		Viento	Humedad relativa	
Máxima	Mínima	Rumbo	Velocidad (m/s)	%
34,7	20,4	ESE	1,11	78,8

Los suelos más abundantes en el municipio son los suelos del agrupamiento Ferralítico del tipo Ferralítico rojo, representado mayormente por los sub tipos típico, hidratado y compactado. Este es el tipo de suelos más abundantes en la Provincia de Artemisa (34% de los tipos de suelos de la provincia) y ocupan el segundo lugar en el país con más de dos millones quinientas mil ha (24%) solo superado por los suelos pardos que ocupan el 27% (Figura 1)



Figura 1. Perfil del suelo ferralítico rojo típico.

La Tabla 2 muestra los datos de las propiedades físicas promedio de los suelos ferralíticos rojos, la misma fue preparada a partir de los datos de Cid *et al.* (2012).

Cálculo de las necesidades de agua del cultivo

Para el cálculo de las necesidades de agua del cultivo (ETc) y la demanda de riego se utilizó el programa CropWat 8.0 (Smith, 1992). Este programa, en soporte Windows, es un programa desarrollado para el cálculo de los requerimientos de agua y de riego de los cultivos basado en datos de suelo, clima y datos de cultivo. El programa además permite el desarrollo de calendarios de riego para diferentes condiciones y cálculos de esquemas de suministros de agua para diferentes combinaciones de cultivo. Los procedimientos de cálculo utilizados por CropWat 8.0 están basados en los procedimientos descritos en los boletines FAO 33 (Doorenbos & Kassan, 1979) y FAO 56 (Allen *et al.*, 2006).

Tabla 2. Propiedades hidrofísicas del suelo a Ferralítico Rojo (Cid et al. 2012)

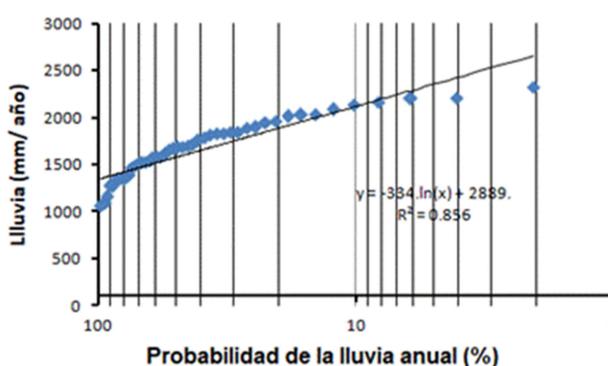
Profundidad (cm)	Humedad en volumen A capacidad de campo (cm ³ cm ⁻³)	Humedad gravimétrica (g g ⁻¹)	Da G cm ⁻³	Porosidad (%)	Disponibilidad de agua entre capacidad de campo (Cc) y 85 % de Cc (mm)	Norma de riego a aplicar (m ³ ha ⁻¹)	Velocidad de infiltración (cm h ⁻¹)
0-15	0,406	0,361	1,127	53,5	9,2	92	1,2
15-30	0,401	0,356	1,018	49,4	9,2	184	
30-45	0,387	0,343	1,078	51,8	8,7	271	
45-60	0,397	0,352	1,004	51,9	9	361	
60-100	0,388	0,345	1,004	51,5	23,2	593	

Tabla 3. Datos introducidos en el módulo "Cultivo" para el aguacate.

Cultivo Datos (Archivo:C:\ProgramData\cropwat\data\crops\aguacate.CRO)					
Etapa	Inicial	desarrollo	med	fin	total
Longitud (días)	61	92	152	31	336
Kc (valores)	0,60		0,85	0,75	
Prof. radicular (cm)	0,45		0,45	0,45	
Agotamiento critico	0,5		0,50	0,50	
Factor respuesta rend.	0,10	0,3	0,50	0,10	0,50

Se utilizaron los valores promedios decenales de temperaturas mínimas y máximas (°C), Humedad relativa (%), velocidad del viento (m/s) y brillo solar obtenidos para la Estación Güira de Melena-Alquizar recogidos en el Boletín Agro meteorológico Nacional del Instituto de Meteorología para los períodos de agosto a julio de los años 1974-1975, 2014-2015 y 2016-2017. Estos períodos fueron seleccionados teniendo en cuenta la probabilidad de ocurrencia de las lluvias (P), las que fueron calculadas utilizando el procedimiento propuesta por FAO (2016) y a partir de los datos de la Estación meteorológica del Instituto del Tabaco, con una serie de valores mensuales desde 1971 a 2019, siendo este pluviómetro representativo para la zona de estudio. Para el cálculo del año climático se asumió que la cosecha del cultivo se realizaba en el mes de agosto, y de este modo la lluvia anual se calculó desde agosto del año anterior hasta julio del año en que se realiza la cosecha.

La Figura 2 muestra la curva de probabilidad de la lluvia, la cual indica que, para los años del 25, 50 y 75 % de probabilidad se obtienen valores de 2013, 1576 y 1344 mm, respectivamente.

**Figura 2.** Curva de probabilidad de la lluvia por períodos de cosecha.

Módulos del Programa Cropwat 8.0

Módulo de cultivo. Dada la falta de datos sobre el Kc obtenidos en el país, se utilizarán los presentados en boletín 56 de FAO Allen et al. (2006), para plantaciones en producción. Los valores introducidos en el programa se muestran en la Tabla 3. En la misma puede observarse que se consideró una fecha de cosecha en el mes de agosto, la cual es común para muchos cultivares de aguacate en Cuba (Jiménez et al., 2005).

A partir de esta fecha comienza la fase vegetativa y de desarrollo (fase de siembra en la Tabla 3), la fase media se hizo coincidir con la fase de floración y desarrollo del fruto, que es cuando el cultivo alcanza su mayor consumo Ferreyra & Sellers (2012) con un ciclo del cultivo, de un año, considerando desde final de la recolección (julio-agosto) hasta inicios de la próxima cosecha (agosto del próximo año) (Holzapfel et al., 2017; Singh, 2020), la profundidad de riego para el aguacate no debe ser mayor de 45 cm (0,45 m) debido a su sistema radicular activo poco profundo.

Módulo de suelo

La Tabla 4 muestra los datos de las propiedades físicas promedio de los suelos ferralíticos rojos, la misma fue preparada a partir de los datos de Cid et al. (2012), mostrados en la Tabla 1. A partir de estos valores se conformó la Tabla 4 que recoge los datos de suelo tal y como fueron introducidos en el modelo CropWat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización climática (lluvias) del área de estudio

La Tabla 5 muestra los valores mensuales de lluvia según para los períodos de probabilidad de ocurrencia de 25 (año húmedo), 50 (año medio) y 80% (año seco).

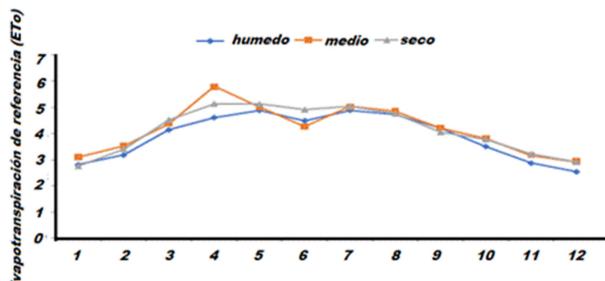
Tabla 4. Datos de suelos introducidos en el módulo pertinente de CropWat.

Suelo Datos (Archivo: C:\ProgramData\ CROPWAT \data\soils\Ferralitico rojo.SOIL)	
Nombre del suelo: Ferralítico Rojo	
Datos generales del suelo	
Humedad total disponible del suelo (CC-PM)	200,0 mm/metro
Tasa máxima de infiltración de la precipitación	288 mm/día
Profundidad radicular máxima	45 centímetros
Agotamiento inicial de humedad de suelo (%)	50 %
Humedad del suelo inicialmente disponible	100,0 mm/metro

Tabla 5. Valores mensuales de lluvia (mm) para los años de 25, 50 y 80 % de probabilidad de excedencia de la lluvia.

Años/ probabilidad	2012	2021	2015
Meses	25	50	80
enero	74,6	12,9	52,1
febrero	22,0	41,1	40,6
marzo	98,7	10,9	4,8
abril	116,8	34,7	74,2
mayo	305,4	169,7	176,3
junio	445,3	186,5	140,3
julio	260,9	149,3	165,8
agosto	249,0	359,5	265,3
septiembre	192,4	323,5	238,6
octubre	203,7	187,4	18,2
noviembre	44,3	48,7	122,8
diciembre	0,8	52,8	45,0

La Figura 3 muestra los totales por meses de La Evapotranspiración de referencia (ET₀), donde se observa que los menores valores de esta variable climática en la zona ocurren en el período invernal, coincidiendo con el inicio y mitad del período poco lluvioso del año (noviembre-febrero). El valor máximo de esta variable pertenece al mes de abril (5,8 mm) en correspondencia con el final del período seco, mientras que el mes de diciembre tuvo valores más bajos (2,54 mm).

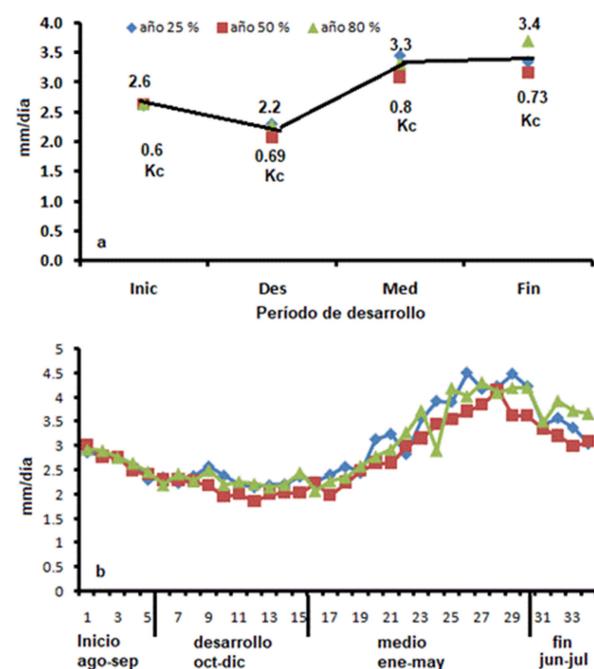
**Figura 3.** Distribución por meses de la Evapotranspiración de Referencia (ET₀).

Consumo de agua por el cultivo (ET_c)

La Figura 4 muestra el comportamiento de la ET_c a lo largo de los diferentes períodos de crecimiento del cultivo. Como puede observarse en la figura, hay un decrecimiento del consumo desde la decena 11 hasta la decena 19, que corresponde a los meses desde noviembre a febrero, que son

los meses más fríos del año y donde la ET₀ es la menor del año. A partir de esta fecha la ET_c se incrementa hasta alcanzar su máximo valor en los meses de abril a mayo (4,5 mm/día) en coincidencia con la mayor ET₀ y también con el período de desarrollo y engrosamiento del fruto.

Hoffman & du Plessis (1999), señalan valores de ET_c de los aguacates cv Hass y Fuerte de 3,5 y 4,5 mm/día, respectivamente, hacia el final de la fase 3, coincidente con el período medio mostrado en la Figura 4. Mientras que Singh (2020) en Australia encontró valores de máximo consumo de 5,4 mm/día, valores que coinciden con los encontrados en este trabajo.

**Figura 4.** Evapotranspiración del cultivo (ET_c) por períodos (a) y decenas de crecimiento (b) para los años estudiados.

Otros autores como Kaneko (2016) en Nueva Zelanda encontró valores de 2,5 mm/día para el mes de máximo consumo, lo cual puede estar influido por la edad de la planta, ya que en Cuba, en cultivo de cv Govin, trabajando con árboles de 2 años de edad Tejeda-Marrero et al. (2022) encontraron valores de 2,12 y 1,79 mm/día para la temporada de lluvias y seca, respectivamente.

De lo anterior es posible asumir que más que la variedad, influye en el consumo del cultivo el momento del ciclo de desarrollo, y la localidad donde se cultive.

Demanda de riego

Como era de esperar, la demanda de riego total varió en función de la probabilidad de excedencia de la lluvia y de la distribución de la misma a lo largo de cada año.

La Tabla 5 muestra los parámetros del riego para cada año considerado. De modo general, la demanda de agua del cultivo fluctuó entre 920 a 1007 mm anuales, pero la misma fue cubierta por la lluvia en un 79, 67 y 69 % para los años húmedo, medio y seco, respectivamente.

Tabla 5. Parámetros del régimen de riego del Aguacate según el año de disponibilidad de la lluvia.

Parámetro	Año Húmedo (P 25 %)	Año medio (P 50 %)	Año seco (P 80 %)
ETc (mm)	1006,1	920,6	1007,1
Precipitación Total (mm)	1751	1435	1177
Precipitación Efectiva (mm)	798,7	616,1	702,5
Requerimiento de riego bruto (mm año)	258,6	368,1	363,7
Número de riegos	5	7	7

A pesar de que la lluvia total en todos los casos sobrepasa el requerimiento de agua del cultivo, su distribución obliga a regar para mantener el cultivo dentro del límite de agua aprovechable del suelo sin que el mismo sufra estrés. Esto se observa claramente cuando se compara la lluvia en el año medio, que supera la del año seco en casi un 22 %, sin embargo, ambos años demandan el mismo número de riego, pero con una precipitación efectiva de un 12 % menor en el año medio.

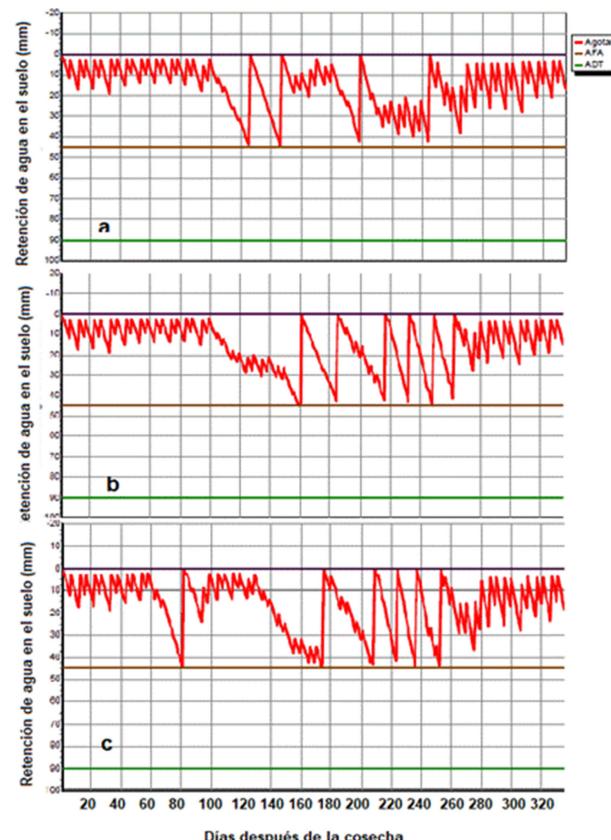
La Figura 5 muestra la distribución de los riegos a lo largo del año, en la misma debe considerarse que en todos los casos, el programa, según las indicaciones dadas al mismo y mostradas en la Tabla 5, parte de la aplicación de un riego inicial no mostrado en la figura.

Como muestra la Figura 5, hay una distribución irregular de la fecha del riego, así en la Figura 5a, se requieren dos riegos entre los 120 a 140 días después de la cosecha, los que corresponden al mes de diciembre, para luego necesitar riego otra vez en febrero y abril. Por su parte, para el año medio (Figura 5b) se requiere de un riego en enero y febrero y dos riegos en marzo y abril para el año seco. La Figura 5c indica que se requiere un riego en octubre, enero, febrero y abril, mientras que en el mes de marzo se demandan dos riegos, todo lo cual enfatiza que la importancia de la distribución de las lluvias a lo largo del año al calcular el régimen de riego de proyecto Singh (Fontova & García, 2000).

De igual modo, las diferencias en la distribución del riego en dependencia de la distribución de la lluvia a lo largo del año, indica lo nocivo, en cuanto al aprovechamiento del agua, y la energía, de aplicar riegos con intervalos fijos, como han demostrado varios autores al aplicar el riego teniendo en cuenta el balance de humedad en los suelos (Matos et al., 2020; Cisneros et al., 2020).

El aguacate está considerado un cultivo alto consumidor de agua, y muy criticado su cultivo en las zonas donde el agua es escasa. De acuerdo con la Comisión de aguacate de California Greenhalgh (2020), un árbol maduro de aguacate, en los estados de la costa oeste, puede necesitar alrededor de 91 litros de agua por día durante la estación de riego (alrededor de 8000 m³/ha).

Por su parte, Climent (2020) señala que las aportaciones de riego en plantaciones en plena producción que demanda el aguacate oscilan entre los 6000 y 7000 m³/ha y año. Los resultados obtenidos en este trabajo, que oscilan entre 2580 y 3637 m³/ha, están por debajo de los señalados por otros autores en diferentes países, lo cual está asociado indudablemente al alto valor de las lluvias.

**Figura 5.** Gráfico de programación de riegos.

CONCLUSIONES

- Para la región estudiada, el comportamiento de la evapotranspiración del cultivo a lo largo de los diferentes períodos de crecimiento muestra un decrecimiento del consumo en los meses desde noviembre a febrero, que son los meses más fríos del año y que coinciden con el período de formación del fruto, luego se produce un incremento de la ETc para meses de abril a mayo con un máximo de 4,5 mm/día, en coincidencia con el período de desarrollo y engrosamiento del fruto.
- La demanda total de riego en el período fluctuó en dependencia de la probabilidad de ocurrencia de las lluvias, con valores de 258,6 308,1 y 363,2 mm, distribuidos en 5, 7 y 7 riegos para los años de 25, 50 y 80% de probabilidad, respectivamente.
- Los resultados obtenidos en este trabajo son solo una guía de la demanda de agua del aguacate en una región de alta producción, el uso de los coeficientes de

- cultivo tomados del boletín 56 de FAO pueden haber enmascarado en algo los resultados obtenidos.
- La utilización de un programa de simulación del riego como el CropWat facilita en gran medida la estimación de las necesidades de agua de los cultivos y permiten generar criterios para el planeamiento y manejo del riego, pero para obtener un valor de los resultados más ajustados a las condiciones del sitio donde se trabaja requieren de datos de suelo, clima y cultivo lo más ajustados a las condiciones locales, lo cual en el caso de este trabajo se cumple en cuanto a suelo y clima, pero no así para las condiciones de cultivo, ya que no se dispuso de Kc propios de la región. No obstante, los resultados obtenidos demuestran, que a pesar de que la lluvia puede aportar entre el 69 al 79 % del requerimiento de agua del cultivo, durante la época de demanda crítica del mismo (engrosamiento del fruto), que coincide con el período seco en el país, se requiere riego para maximizar los rendimientos, si la aplicación o no de riego en esta época es económica, debe ser motivo de otra investigación.
 - No obstante, las limitaciones de este trabajo, en el mismo se muestran los primeros resultados obtenidos en el país sobre la ETc del cultivo del aguacate y sus requerimientos hídricos, lo cual ante un desarrollo del área a plantar del mismo y con vistas a maximizar el rendimiento agrícola y económico de esas futuras plantaciones requerirá de otros estudios al respecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos* (Estudio FAO Riego y Drenaje 56, Vol. 298). FAO.
- Cañizares, Z. J. (1973). *Los aguacateros*. Edición Revolucionaria.
- Cid, G., López, T., González, F., Herrera, J., & Ruiz, M. E. (2012). Características físicas que definen el comportamiento hidráulico de algunos suelos de Cuba. *Ingeniería Agrícola*, 2(2), 25-31.
- Cisneros-Zayas, E., González-Robaina, F., Herrera-Puebla, J., Duarte-Díaz, C., & Matos-Cremé, H. (2020). Influencia de la programación del riego en los consumos energéticos. *Ingeniería Agrícola*, 10(4), 3-11.
- Climent, J. (2020). *Cultivo del Aguacate*. Formación y Transferencia-Ficha Técnica. [https://agroambiente.juntaex.es/documents/163228750/169854881/Ficha+Aguacate.pdf/](https://agroambiente.juntaex.es/documents/163228750/169854881/Ficha+Aguacate.pdf)
- Doorembos, J., & Kassan, A. H. (1979). *Yield response to water* (FAO Irrigation and Drainage Paper No. 33). FAO.
- FAO. (2016). *Cropwat 8.0 Example*. https://www.fao.org/nr/water/docs/CROPWAT8.0_Ex.pdf
- Ferreysa, R., & Selles, V. (2007). *Manejo del riego y suelo en Palto* (Boletín INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias, No. 160). Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7110>
- Ferreysa, R., & Seller, G. (2012). Aguacate. Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua. En P. Steduto, T.C. Hsiao, E. Fereres, & D. Raes (Eds.), *Estudio FAO Riego y Drenaje N° 66* (pp. 442-447). FAO.
- Fontova, M., & García, E. (2000). *Ingeniería de Riego*. Editorial Félix Varela.
- Greenhalgh, T. (2020). *How much water does avocado farming consume?* <https://www.savemoneycutcarbon.com/learn-save/how-much-water-does-avocado-farming-consume/>
- Hoffman, H. F., & du Plessis, S. F. (1999). Seasonal water requirements of Avocados trees grown under sub-tropical conditions. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 5(%), 191-194.
- Holzapfel, E., Alves de Souza, J., & Carvallo-Guerra, H. (2017). Response of avocado production to variations in irrigation levels. *Irrigation Science*, 35, 205-215. <https://doi.org/10.1007/s00271-017-0533-0>
- IIFT. (2021). *Los frutales en la soberanía alimentaria y nutricional de Cuba*. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, IIFT.
- Jiménez, R., Parra, C., Pedrera, B., Hernández, L., Blanco, M., Martínez, F., & Álvarez, J. (2005). *Manual práctico para el cultivo del aguacatero en Cuba*. Unidad Científico Tecnológica de Base de Alquizar. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.
- Kaneko, T. (2016). *Water requirements for 'Hass' avocado flowering and fruit development in New Zealand* (Tesis de maestría, University of Waikato).
- Matos-Cremé, H., Cisneros-Zayas, E., Herrera-Puebla, J., González-Robaina, F., & Duarte-Díaz, C. (2020). Contribución a la protección del recurso agua en el municipio Güira de Melena. *Ingeniería Agrícola*, 10(2), 5-14.
- MINAG-Cuba. (2018). *Programa para incrementar las áreas agrícolas con sistemas eficientes de riego de agua* (Informe técnico 33). Ministerio de la Agricultura.
- ONEI. (2019). *Anuario Estadístico de Artemisa. Edición de 2019*. Oficina Nacional de Estadísticas e Información. <https://www.onei.cu>
- Smith, M. (1992). *CROPWAT: a computer program for irrigation planning and management* (Irrigation and Drainage Paper 46). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Singh, L. (2020). *Advocado Irrigation Literature Review*. <https://avocado.org.au/wp-content/uploads/2021/04/2020-Irrigation-Literature-Review-FINAL-Liz-Singh-AAL.pdf>
- Singh, S. (2019). *Irrigating avocados*. AgriHort. <https://avocado.org.au/wp-content/uploads/2019/12/6.-Irrigating-Avocados-Shane-Singh-CQ-Final-191127.pdf>
- Tejeda-Marrero, V. M., Herrera-Puebla, J., Sarmiento-García, O., Cruz-Cruz, K., & Chaterlán-Durruthy, Y. (2022). Consumo de agua y coeficientes de cultivo en plantaciones de fomento de aguacate cv Govin. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 31(4).