

Demanda de agua para el arroz (*Oryza sativa L.*) en un suelo Oscuro Plástico Gleyado

*Water demand for rice (*Oryza sativa L.*) in a Dark Plastic Gleyed soil*

⑩ Yoima Chaterlán Durruthy*, ⑩ Enrique Cisneros Zayas, ⑩ Julián Herrera Puebla,
 ⑩ Felicita González Robaina, ⑩ Reinaldo Cun González, ⑩ Carmen Duarte Díaz and ⑩ Calixto Domínguez Vento

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

E-mail: enrique.cisneros@iagric.minag.gob.cu, julian.herrera@iagric.minag.gob.cu, felicita.gonzalez@iagric.minag.gob.cu,
reinaldo.cun@iagric.minag.gob.cu, carmen.duarte@iagric.minag.gob.cu, calixtodominguex1986@gmail.com

*Autora para correspondencia: Yoima Chaterlán Durruthy, e-mail: yoima.chaterlan@iagric.minag.gob.cu

RESUMEN: Con el objetivo de conocer las necesidades de riego del arroz sembrado en un suelo Oscuro Plástico Gleyado, se desarrolló una investigación en áreas de la Empresa Agroindustrial de Granos “Fernando Echenique” ubicado en la provincia de Granma, Cuba. Para ello se realizó un estudio de las precipitaciones de la serie 2008-2020 del pluviómetro ubicado en la zona de estudio, donde se definen los años hidrológicos húmedo, medio y seco. Las variables climáticas para la determinación de la evapotranspiración de referencia fueron tomadas del Boletín Agrometeorológico Nacional emitido por el Instituto de Meteorología. Con el uso del programa CropWat se estiman las necesidades netas totales para el arroz en diferentes épocas de siembra y duración del ciclo del cultivo. Como resultados se tienen que para un año seco en la época mayo-diciembre el consumo de agua es de 9 110,4 m³ ha⁻¹, en la época mayo-septiembre el arroz necesita 7 913,0 m³ ha⁻¹ y para la época julio-octubre de 6 596,0 m³ ha⁻¹ para un ciclo de vida de 130 días. Para un ciclo de vida de 140 días las necesidades son las siguientes mayo-diciembre 9 654,0 m³ ha⁻¹, mayo-septiembre 4 399,0 m³ ha⁻¹ y para la época julio-octubre es de 7 072,0 m³ ha⁻¹. Al comparar las normas netas totales que propone la Resolución 17/2020 para un ciclo medio de 140 días y un año de 75% de probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones con las obtenidas en el presente estudio son superiores entre un 19,3 y 42,5% en función de la época de siembra.

Palabras clave: Precipitación efectiva, necesidades de riego, épocas de siembra, duración del ciclo del cultivo.

ABSTRACT: With the aim of determine the irrigation requirements of rice planted in a Dark Plastic Gley soil, a research was carried out in areas of the "Fernando Echenique" Agroindustrial Company located in the province of Granma, Cuba. To this end, a study was carried out of the 2008-2020 rainfall series from the rain gauge located in the study area, where the wet, medium, and dry hydrological years were defined. The climatic variables for determining the reference evapotranspiration were taken from the National Agrometeorological Bulletin issued by the Meteorology Institute. Using the CropWat program, the total net requirements for rice were estimated at different planting seasons and crop cycle durations. The results shows that for a dry year in the May-December period the water consumption is 9 110,4 m³·ha⁻¹, in the May-September period the rice needs 7913,0 m³·ha⁻¹ and for the July-October period it is 6 596,0 m³·ha⁻¹ for to life cycle of 130 days. For to life cycle of 140 days the requirements plows ace follows: May-December 9654,0 m³·ha⁻¹, May-September 4399,0 m³·ha⁻¹ and for the July-October period it is 7072,0 m³·ha⁻¹. When comparing the total net standards proposed by the Resolution 17/2020 for an average cycle of 140 days and to year with to 75 % probability of rainfall, the irrigation requirements obtained in this study are between 19,3 and 42,5 % higher depending on the planting season.

Keywords: effective rainfall, irrigation needs, planting seasons, crop cycle.

Recibido: 30/06/2025

Aceptado: 28/10/2025

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

Author contributions: **Conceptualización:** Yoima Chaterlán Durruthy, Enrique Cisneros Zayas. **Curación de datos:** Yoima Chaterlán Durruthy, Enrique Cisneros Zayas, Julián Herrera Puebla. **Análisis formal:** Yoima Chaterlán Durruthy, Julián Herrera Puebla, Felicita González Robaina. **Investigación:** Enrique Cisneros Zayas, Julián Herrera Puebla, Felicita González Robaina, Victor Manuel Tejeda Marrero, Reinaldo Cun González. **Methodología:** Yoima Chaterlán Durruthy, Enrique Cisneros Zayas. **Supervisión:** Victor Manuel Tejeda Marrero, Reinaldo Cun González, Carmen Duarte Díaz, Calixto Domínguez Vento. **Visualización:** Victor Manuel Tejeda Marrero, Reinaldo Cun González, Carmen Duarte Díaz, Calixto Domínguez Vento. **Escrutina-borrador inicial:** Yoima Chaterlán Durruthy, Enrique Cisneros Zayas, Julián Herrera Puebla. **Escrutina-revisión y edición:** Felicita González Robaina, Víctor Manuel Tejeda Marrero, Reinaldo Cun González, Carmen Duarte Díaz, Calixto Domínguez Vento.

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.



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/>



INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los alimentos principales a nivel mundial junto con el trigo y el maíz, con una producción de 509,2 millones de toneladas FAO (2020) que provienen, mayoritariamente, de países asiáticos como China e India.

Según Díaz *et al.* (2021), Cuba es uno de los países que registra altos valores de consumo de arroz con 72 kg per cápita al año, por lo que, apuesta a la producción nacional de este grano a pequeña y mediana escala, pero hasta el momento la producción nacional solo satisface el 50 % de las necesidades.

Como cualquier cultivo, el arroz tiene etapas durante el ciclo del cultivo que son más sensibles a la falta de humedad en el suelo, principalmente después del trasplante, en el macollamiento, durante la iniciación y desarrollo del primordio floral, en la floración y durante el desarrollo de la panícula, hasta dos semanas antes de la cosecha.

El riego es necesario para complementar las deficiencias hídricas del cultivo y cuando no se dispone de agua para riego, es mejor que el productor se dedique a otra clase cultivos, por las pérdidas que le puede ocasionar una siembra de arroz sin riego suplementario (Reyes, 2003).

En este contexto, el agua desempeña un papel importante en la producción de grano. Actualmente, un 80% de la superficie de arroz se cultiva bajo condiciones de inundación continua desde la siembra hasta madurez fisiológica, y el 20 % restante utilizando la metodología de siembra directa. En ambos casos se utilizan grandes volúmenes de agua que superan los 14 000 m³·ha⁻¹ (Hernaiz y Alvarado, 2007). En el cultivo del arroz se deben considerar las pérdidas de agua debido a la evapotranspiración de la planta, infiltración y percolación en el suelo, y a prácticas específicas de manejo del agua (por ejemplo, drenaje para aplicación de agroquímicos), como la preparación de suelo inicial y el drenaje del terreno antes del macollaje (Bouman *et al.*, 2007). Así, el cultivo de arroz es altamente demandante del recurso hídrico.

La expresión del resultado final del balance de agua para el cultivo del arroz durante todo su ciclo es la norma de riego neta, o sea la cantidad de agua total a planificar (sin tener en cuenta las pérdidas en el sistema de conducción, distribución y aplicación) para obtener el rendimiento deseado.

Según Herrera *et al.* (2020), los parámetros percolación y evapotranspiración por si solos ocupan entre el 80 % al 90% del agua aplicada como norma de riego, de ahí la importancia de la determinación de las características de la infiltración del suelo (determina la percolación) y del consumo de agua del cultivo, el cual es una función de la variedad, la duración del ciclo y de la demanda climática, en relación esta última con la época en que se desarrolle el cultivo.

El presente trabajo se llevó a cabo con el objetivo de conocer las necesidades de riego del arroz sembrado en un suelo Oscuro Plástico Gleysado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la Empresa Agroindustrial de Granos (EAG) “Fernando Echenique”, provincia de Granma, Cuba. tomando como base la información de las variables climáticas disponible en el Boletín Agrometeorológico Nacional del INSMET-Cuba (2024).

Para la selección de los años hidrológicos se realizó el estudio de una serie de 13 años (2008 - 2020) del pluviómetro ubicado en “Veguita”, provincia Granma, con coordenadas geográficas de 20°13'38,59" N y 76°57'3,40" W a una altura de 41 msnm donde se determinó la probabilidad empírica a partir de la siguiente expresión:

$$P = \left(\frac{m-0,3}{n+0,4} \right) 100 \quad (1)$$

donde: m: número de orden; n: número de miembros de la serie.

Se clasificaron cada uno de los años de la serie en función de su probabilidad y para cada época de siembra del cultivo. El de probabilidad 25 % denota un escenario húmedo, el 50 % medio y 75 % seco, según Pérez & Álvarez (2005), con el programa WINKOL.exe.

Para la estimación de la ET_0 se partió de la definición de las épocas de siembra más utilizadas en Cuba (Tabla 1) según IIG-Cuba (2020) las cuales resultaron ser las siguientes:

Tabla 1. Épocas de siembras y duración del ciclo vegetativo

No.	Época de siembra	Duración, días
1	diciembre - mayo	130 y 140
2	mayo - septiembre	
3	julio - octubre	

Se tomó como referencia para la determinación de las normas netas y totales los resultados de Maqueira (2014) & Herrera *et al.* (2020), donde se definen cuatro etapas de desarrollo vegetativo: inicial, desarrollo, medio y fin de temporada, con coeficientes de cultivo (K_c) para las etapas inicial, medio y final. Los K_c se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Coeficientes de cultivo del arroz ajustados según Herrera *et al.* (2020)

Fases de desarrollo	Kc
Inicial (GDCA 505 ± 5)	0,8
Vegetativa (GDA 1299 ± 21)	1,2
Reproductiva (GDCA 2136 ± 98)	1,4
Final (GDCA 2555 ± 168)	1,3

En la tabla 3, se resumen los parámetros de entrada del módulo de suelo a utilizar en la herramienta CropWat en función del tipo de suelo definido por Herrera *et al.* (2020).

Para la estimación de las normas netas totales se utilizó la herramienta CropWat versión 8.0, este software permite gestionar programas de riego tanto en condiciones de secano como de irrigación, por lo que se empleó para determinar la evapotranspiración de referencia ya que utiliza el método de la FAO Penman-Monteith.

Tabla 3. Parámetros para un suelo Oscuro Plástico Gleysado

Parámetro	Grupo I
Humedad total disponible en el suelo (CC-CM, mm/m)	270
Tasa máxima de infiltración de la lluvia (mm/día)	17
Profundidad radicular máxima del cultivo (cm)	50
Agotamiento inicial de la humedad del suelo (como % de ADT) (%)	100
Humedad del suelo inicialmente disponible (mm/m)	0
Porosidad drenable (SAT-CC) (%)	5
Agotamiento crítico para grietas del fangueo (fracción)	0,6
Tasa máxima de percolación después del fangueo (mm/día)	2,6
Disponibilidad de agua para la siembra (% de saturación)	0
Altura máxima de la lámina de agua (mm)	100

Para el cálculo de las normas netas totales se tuvo en cuenta lo siguientes criterios:

Momento del riego: Regar cuando se alcance el nivel de 50 mm de altura del agua.

Aplicación del riego: Aplicar la norma para alcanzar el nivel de 100 mm de altura del agua.

Fracción de agotamiento permisible: $p = 50\%$.

Eficiencia del riego (Field eff.) 60%: Riego superficial para el arroz, según [Resolución 17/2020 del INRH GOC-Cuba \(2020\)](#).

Una vez obtenidas las necesidades netas totales de riego del arroz para las tres épocas de siembra y un ciclo medio del cultivo (140 días) fueron comparadas con la que establece la [Resolución 17/2020](#) para la región de estudio ([Herrera et al., 2019](#)).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio hidrológico de los años para cada época de siembra

Del estudio hidrológico del sitio de trabajo se logró definir los años húmedo, medio y seco, de los cuales se procesaron las variables climáticas que intervienen en la determinación de la evapotranspiración de referencia y la precipitación efectiva para su posterior corrida en la herramienta de programación CropWat. En la [figural A, B y C](#) se muestran los estudios de las precipitaciones por épocas de siembra.

En la [tabla 4](#) se resumen los años hidrológicos por épocas de siembra y la precipitación efectiva en milímetros.

En las [figuras 2 \(A, B, C\)](#) se muestra el balance hídrico para la zona de estudio en las tres épocas de siembra para un año seco. Como se aprecia en la época diciembre-mayo la evapotranspiración de referencia (ET_0) supera la precipitación efectiva durante todo el ciclo de vida del cultivo. En la época mayo-septiembre solamente en el mes de septiembre la precipitación efectiva acumulada supera la ET_0 , mientras que en el ciclo julio-octubre igualmente en el mes de septiembre la precipitación acumulada es superior a la ET_0 , todo ello indica que el riego es imprescindible para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo.

Resultados similares a los obtenidos, son informados por [Herrera et al. \(2019\)](#) en el trabajo “Estudios sobre el balance hídrico del arroz en Cuba” y más reciente por en “Determinación del coeficiente de cultivo para la estimación de la evapotranspiración del arroz en Cuba”, en los cuales se hace referencia al déficit de precipitaciones en las tres épocas de siembra del arroz, y donde en sentido general para la mayoría de los meses, la evapotranspiración de referencia supera los acumulados de lluvia.

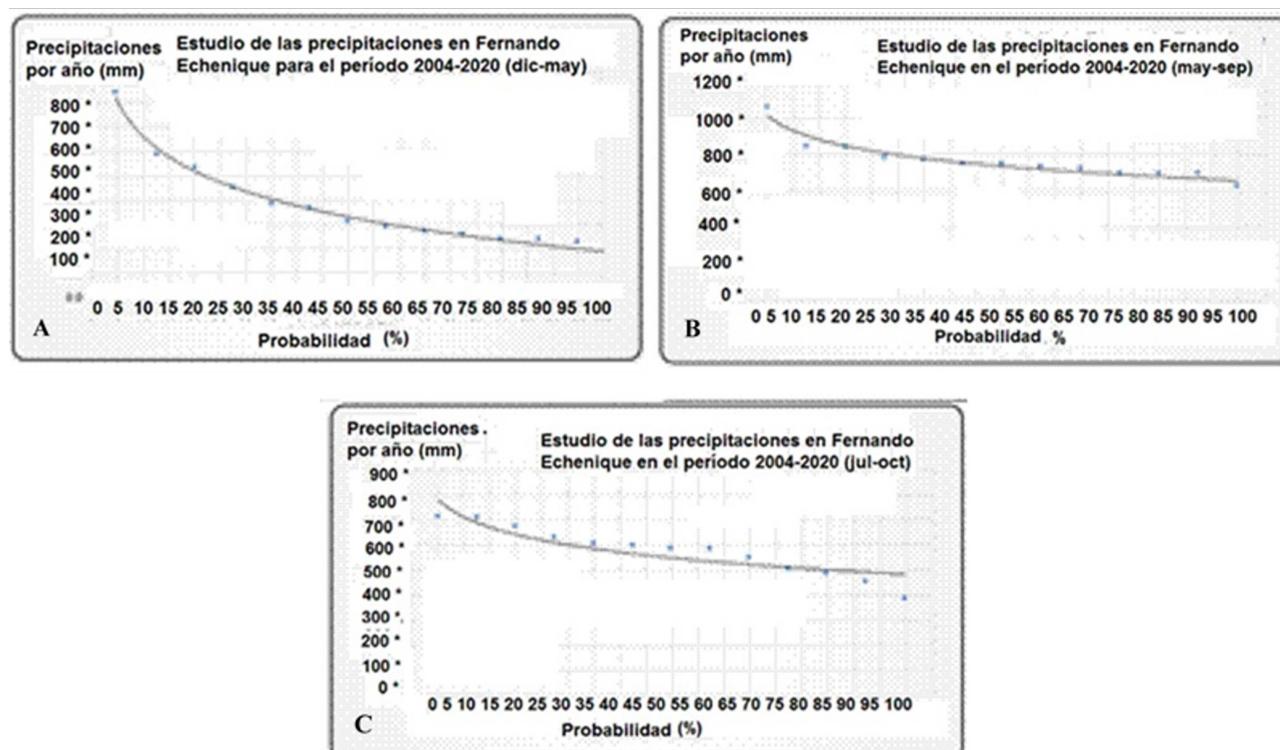


Figura 1. Gráfico de probabilidades A (época diciembre-mayo), B (época mayo-septiembre) y C (época julio-octubre).

Tabla 4. Resumen de la distribución de los años hidrológicos por épocas de siembra

Sitio	Diciembre - Mayo			Mayo - Septiembre			Julio - Octubre		
	H	M	S	H	M	S	H	M	S
EAG “Fernando Echenique”	2012	2010	2017	2019	2015	2010	2010	2012	2009
	281,4	267,5	203,7	568,5	540,4	501,7	442,4	425,6	352,5

Leyenda: H: húmedo (25%), M: medio (50%), S: seco (75 %).

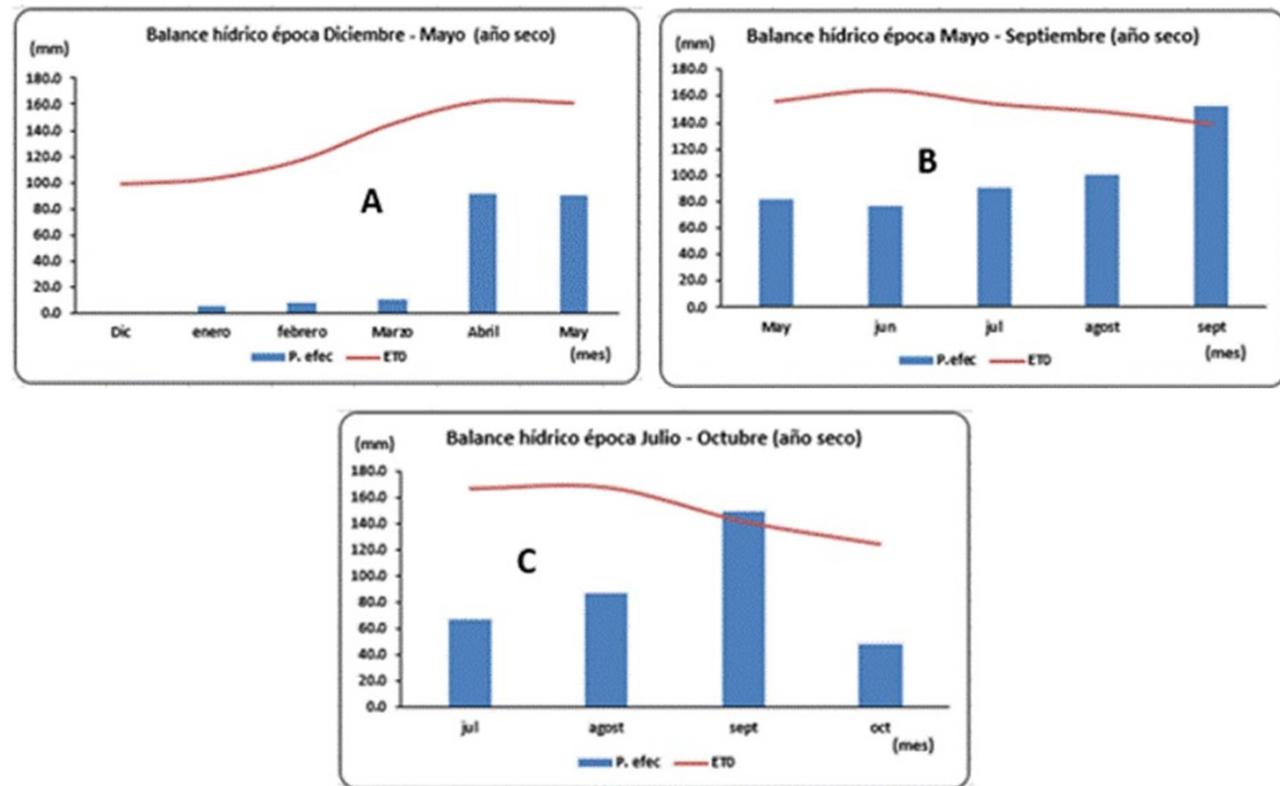


Figura 2. Balance hídrico para las tres épocas de siembra A (diciembre-mayo), B (mayo-septiembre) y C (julio-octubre) en la EAG “Fernando Echenique”, provincia Granma, Cuba.

Normas netas totales de riego estimadas para diferentes épocas de siembra y probabilidad de ocurrencia de la lluvia del 75 % (año seco)

En la [tabla 5](#) se muestran las normas netas totales estimadas para la época de siembra diciembre-mayo para los ciclos de vida del arroz de 130 y 140 días para un año seco. Las mencionadas normas variaron entre los 9 110,4 m³·ha⁻¹ para 130 días y 9654,0 m³·ha⁻¹ para 140 días. Resultados similares fueron informados por [Camejo et al. \(2017\)](#) en estudio realizado sobre el riego del arroz en suelos oscuros plásticos, quienes al comparar un sistema de manejo donde se dejó disminuir la lámina de agua en la terraza hasta 3 cm y reponiéndola posteriormente hasta 10 cm hasta el 50 % de panículación con el sistema tradicional de aniego permanente, obtuvieron una disminución de la norma de riego en un 50 % sin afectaciones en el rendimiento.

La evapotranspiración del cultivo (E_{ic}) en esta época fue de 5,75 mm·dia⁻¹ para 130 días y de 5,44 mm·dia⁻¹ para los 140 días. Resultados similares fueron informados por [Ruiz \(2014\)](#) en un trabajo realizado sobre requerimientos de agua

Tabla 5. Requerimientos de agua estimados del arroz en la EAG “Fernando Echenique”, para un año seco (75 % de probabilidad) en la época de siembra (diciembre-mayo)

Probabilidad Precipitación (%)	Lluvia efectiva (mm)	ET_c (mm)	Norma neta total (mm)	Pérdidas por percolación total (mm)
130 días				
75	118,2	747,1	911,04	157,8
140 días				
75	157,6	761,1	965,4	183,5

en el cultivo del arroz utilizando el programa CropWat 8.0 [FAO \(2009\)](#) y ([Steduto et al., 2012](#)) con los coeficientes (K_c) propuestos por [Allen et al. \(2006\)](#).

Para la época mayo-septiembre las normas netas totales estimadas variaron entre los 7 913,0 y 4 399,0 m³·ha⁻¹ para los ciclos de vida 130 y 140 días como aparece en la [tabla 6](#). La evapotranspiración del cultivo (ET_c) se incrementa en un 6 % cuando el ciclo varió de 130 a 140 días.

Tabla 6. Requerimientos de agua estimados del arroz en la EAG “Fernando Echenique”, para un año seco (75% probabilidad) en la época de siembra (mayo-septiembre)

Probabilidad de precipitaciones (%)	Lluvia efectiva (mm)	ET_c (mm)	Norma neta total (mm)	Pérdidas por percolación total (mm)
130 días				
75	637,2	865,2	791,3	233,8
140 días				
75	650,6	921,6	439,9	295,5

En un trabajo realizado por Bouman *et al.* (2012), refieren que, a la mitad del ciclo del cultivo, cuando ya existe una cobertura completa del cultivo, el arroz evaponatranspira a una tasa ligeramente superior a la evapotranspiración de referencia (ET_0), con tasas diarias de ET_c promedios de 4-5 mm dia⁻¹ en estación húmeda tropical y 6-7 mm·día⁻¹ en estación seca tropical, pero que pueden llegar hasta 10-11 mm·día⁻¹ en las regiones áridas.

En la época julio-octubre (Tabla 7), las normas netas totales estimadas variaron entre los 8078,0 y 7072,0 m³·ha⁻¹ para los ciclos de vida 130 y 140 días. La evapotranspiración del cultivo (ET_c) se incrementa en un 5,2 % cuando el ciclo varió de 130 a 140 días.

Tabla 7. Requerimientos de agua estimados del arroz en la EAG “Fernando Echenique”, para un año seco (75 % probabilidad) en la época de siembra (julio-octubre)

Probabilidad de precipitaciones (%)	Lluvia efectiva (mm)	ET_c (mm)	Norma neta total (mm)	Pérdidas por percolación total (mm)
130 días				
75	394,7	807,8	659,6	224,0
140 días				
75	402,9	852,3	707,2	249,7

Los resultados mostrados coinciden con los informados por Reyes (2003) en su trabajo de manejo del riego donde plantea que un suministro mínimo de 1 litro de agua/segundo/24 horas/hectárea en la parcela, es suficiente para un cultivo de arroz bajo riego, siempre y cuando los índices de evaporación, infiltración y filtración se mantengan al mínimo junto a un buen manejo del riego en la plantación.

Lo anterior equivale aproximadamente a unos 26-30 galones/minuto/10 horas diarias/manzana. O sea que para un proyecto de unas 10 manzanas se requiere contar con un mínimo de 300 galones/minuto/10 horas por día. El suministro anterior resulta en un consumo de aproximadamente de 6 000 a 7 000 m³ de agua por manzana, en aproximadamente 100 días de riego permanente o continuo durante el ciclo del cultivo (Pérez y Álvarez, 2005).

Comparación de las normas netas totales obtenidas con la programación del riego mediante el programa CropWat y la Resolución 17/2020 del INRH

En la tabla 8 se puede observar las normas netas totales aprobadas por el INRH en la Resolución 17/2020 del INRH GOC-Cuba (2020) para un ciclo medio (140 días) y diferentes épocas de siembra y las estimadas a través del programa CropWat. Al comparar las aprobadas en la resolución para la provincia de Granma en la Empresa Agroindustrial de Granos “Fernando Echenique” son superiores en el rango de 19,3 y 42,5% para las tres épocas de siembra.

Resultados similares a los obtenidos han sido informados por Camejo *et al.* (2017), quienes al comparar un sistema de manejo donde se dejó disminuir la lámina de agua en la terraza hasta 3 cm y reponiéndola posteriormente hasta 10 cm, además hasta el 50% de paniculación con el sistema tradicional de aniego permanente, obtuvieron una disminución de la norma de riego en un 50% sin afectaciones en el rendimiento.

En un estudio realizado por Herrera *et al.* (2019) sobre el balance hídrico del arroz en Cuba, informa que las demandas de agua en el arroz se realizan sobre la base de una norma bruta de 17 400 m³·ha⁻¹, y se calcula una eficiencia global del sistema que fluctúa entre 0,68 para la región occidental y central y 0,70 para la occidental, lo cual debiera indicar una norma neta de 11 832 y 12 180 m³·ha⁻¹ para la regiones oriental, central y occidental Polón (2003), respectivamente. El mismo autor refiere que las intensas sequías de los años 2014-2015, obligó a la reducción de estas normas con vistas a mantener el área de siembra a un nivel fijo de 14 000 m³·ha⁻¹. Esta reducción no se basó en estudios del balance hídrico del cultivo, sino más bien en los promedios históricos de los consumos reales de agua para riego.

Tabla 8. Comparación entre la norma neta total estimada para un año seco (75 % probabilidad) y la aprobada en la Resolución 17/2020 del INRH GOC-Cuba (2020)

Sitio	Época de siembra	Norma neta total estimada CropWat (mm)	Norma neta total (INRH) (mm)	Diferencia	% incremento
Empresa Agroindustrial de Granos “Fernando Echenique”, provincia Granma	130 días	911,04	1184,9	219,5	19,3
	Dic-May	791,3	1034,0	594,1	42,5
	May-Sept	659,6	940,0	232,8	24,7
	Jul-Oct				

CONCLUSIONES

Para un año seco del 75% de probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones en la época mayo-diciembre el consumo de agua es de 9 110,4 m³·ha⁻¹, en la época mayo-septiembre el arroz necesita 7913,0 m³·ha⁻¹ y para la época julio-octubre de 6596,0 m³·ha⁻¹ para un ciclo de vida de 130 días.

Para un ciclo de vida de 140 días y 75 % de probabilidad las necesidades netas totales son las siguientes: mayo-diciembre 9654,0 m³·ha⁻¹, mayo-septiembre 4399,0 m³·ha⁻¹ y para la época julio-octubre es de 7072,0 m³·ha⁻¹.

La evapotranspiración del cultivo (ET_c) para la zona de estudio se mantuvo en el rango de 5,4 y 6,21 mm·día⁻¹ en dependencia de la época de siembra y el ciclo de vida del arroz.

Al comparar las normas netas totales que propone la Resolución 17/2020 para un ciclo medio de 140 días y un año de 75 % de probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones, con las obtenidas en el presente estudio son superiores entre un 19,3 y 42,5 % en función de la época de siembra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M.: “Evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements”, *FAO Irrigation and drainage paper*, 56: 300, 2006, ISSN: 92-5-304219-2.
- BOUMAN, B.; LAMPAYAN, R.M.; TUONG, T.P.: *Water management in irrigated rice: coping with water scarcity*, Ed. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines, 2007, ISBN: 971-22-0219-4.
- BOUMAN, B.A.M.; HAEFELE, S.M.; HIZZI, G.; PENG, S.; HSIAO, T.C.: *Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua*, Ed. Estudio FAO Riego y Drenaje 56, Roma, Italy, Steduto, P.; T.C. Hsiao; E. Fereres&D. Raes Ed. ed., 2012, ISBN: 978-92-5-308564-4.
- CAMEJO, B.L.E.; DUARTE, N.L.; RIVERÓN, L.A.R.: “El riego del arroz (*Oryza sativa* L.) con limitación de agua en suelos oscuros plásticos del municipio Chambas”, *Universidad y Ciencia*, 6(Especial UNICA): 61-78, 2017, ISSN: 2227-2690.
- DÍAZ, S.S.H.; MOREJÓN, R.R.; PÉREZ, L.N.: “ISRA LP-24. Nuevo cultivar de arroz (*Oryza sativa* L.) de ciclo medio, obtenido por hibridaciones”, *Cultivos Tropicales*, 42(4), 2021, ISSN: 0258-5936.
- FAO: *Program CropWat 8.0*, Rome, Italy, 2009.
- FAO: *Perspectivas de cosechas y situación alimentaria - Informe trimestral mundial N° 2, julio 2020*, Inst. FAO, Roma, Italia., Roma, Italia., 2020.
- GOC-CUBA: “Resolución 17- 2020 Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INRH)”, *Gaceta Oficial de la República de Cuba*, : 35, GOC 2020-557-061, 2020, ISSN: 0864 I-0793, e-ISSN: 1682-7511.
- HERNAIZ, S.; ALVARADO, J.: “Manejo del agua en el arrozal”, *Arroz, Manejo Tecnológico. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillán, Chile*, : 49-68, 2007.
- HERRERA, J.; HERVIS, G.; GONZÁLEZ, F.; DUARTE, C.: “Estudio sobre el balance hídrico del arroz en Cuba”, *Ingeniería Agrícola*, 9(3), 2019, ISSN: 2227-8761.
- HERRERA, J.; MENESSES, J.; DUARTE, C.; GONZÁLEZ, F.; HERVÍS, G.: “Determinación del coeficiente de cultivo para la estimación de la evapotranspiración del arroz en Cuba”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 29(3): 5-20, 2020, ISSN: 2071-0054.
- IIG-CUBA: *Instructivo Técnico del cultivo del Arroz*, Inst. Instituto de Investigaciones de Granos (IIG), Imprenta EAS-MINAG, La Habana, Cuba, 142 p., 2020.
- INSMET-CUBA: *Reportes de las estaciones metereológicas de Cuba*, Inst. Instituto de Meteorología. La Habana. Cuba, La Habana, Cuba, 2024.
- MAQUEIRA, L.: “Relación de los procesos fisiológicos del desarrollo y de variables meteorológicas, con la formación del rendimiento en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en Los Palacios, Pinar del Río”, *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba*, 2014.
- PÉREZ, R.; ÁLVAREZ, M.: “Necesidades de Riego de la Caña de Azúcar en Cuba”, *Editorial Academia-IIRD, Formato digital. C. Habana, Cuba, Capítulos*, 2(3): 4, 2005.
- POLÓN, R.: “Prácticas agroecológicas para disminuir las afectaciones del arroz rojo (*Oryza sativa* L.). I. Rotación con Soya, manejo del agua y laboreo del suelo en húmedo”, *Cultivos Tropicales*, 24(2): 45-49, 2003, ISSN: 1819-4087.
- REYES, D.N.: *El cultivo de arroz. (*Oryza sativa*). Manual técnico para consultores agrícolas y productores*, La Habana, Cuba, 51 p., 2003.
- RUIZ, S.: “Requerimientos de agua en el cultivo del arroz en la UEB “Sierra Maestra”, Los Palacios, Pinar del Río, Universidad Tecnológica de La Habana, Facultad de Ingeniería Civil, Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH) Instituto de Investigaciones Agrícolas (IAgric), Eng”, 2014.
- STEDUTO, P.; C HSIAO, T.; FERERES, E.; RAES, D.: “Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua”, 2012, ISSN: 1020-4393.