



ARTÍCULO ORIGINAL

<https://cu-id.com/2284/v13n2e02>

Necesidades hídricas del frijol para las condiciones de “Laguna Blanca”, Cuba

Water Needs of Beans for “Laguna Blanca” Conditions in Cuba

MSc. Elaisa Rodríguez-Pérez¹, MSc. Zenén Placeres-Miranda, Dr.C. Enrique Cisneros-Zayas

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

RESUMEN. El presente trabajo se desarrolló en la Finca Semillero, perteneciente a la UBPC “El Cuartelito” de la Empresa Agropecuaria “Laguna Blanca”, provincia Santiago de Cuba durante la campaña 2018-2019 con el objetivo de definir la norma de riego parcial y total neta del frijol variedad Delicias 364. Para ello se efectuó un balance hídrico de la zona que permitió conocer el comportamiento de las precipitaciones respecto a la evapotranspiración de referencia. A partir del balance, se procedió a la determinación de las necesidades hídricas del frijol mediante el régimen de riego por el método de balance de humedad en el suelo, teniendo en cuenta las fases de desarrollo vegetativo del cultivo y utilizando los coeficientes obtenidos en trabajo de investigación para las condiciones de Cuba, las estimaciones de las necesidades de riego también se calcularon a través del programa *CropWat*. Los valores alcanzados fueron comparados con los que aparecen en la *Resolución 17/2020* del INRH para confeccionar el Plan de Riego y Uso del Agua. Como resultado se tiene que, según la programación por fases de desarrollo del cultivo y aplicando los *Kc* obtenido de resultados de investigación en Cuba, la norma promedio parcial neta es de $247,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ y la total de $3217,28 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, superior a las obtenidas con el programa *CropWat* en un 15% y en un 7%, comparadas con las que establece la *Resolución 17/2020* del INRH.

Palabras clave: manejo del riego, norma neta total, modelación, fases de cultivo.

ABSTRACT. The present work was developed in “Semillero” Farm, belonging to the UBPC “El Cuartelito” in “Laguna Blanca” Agricultural Enterprise, Santiago de Cuba province during the 2018-2019 campaign with the objective of defining the partial norm and total net irrigation for the Delicias 364 variety bean. For this, a water balance of the area was carried out that allows knowing the behavior of rainfall with respect to reference evapotranspiration. From the balance, we proceeded to determine the water needs of the bean through the irrigation regime by the soil moisture balance method, taking into account the phases of vegetative development of the crop and using the coefficients obtained in research work for Cuba conditions, the estimation of irrigation needs were also calculated through the *CropWat* program. The values reached were compared with those that appear in INRH Resolution 17/2020 to prepare the Irrigation and Water Use Schedule. As a result, according to the programming by phases of crop development, applying the *Kc* obtained from research results in Cuba, it was possible to define that the net partial average norm is $247.5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ and the total is $3217.28 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ higher than those obtained with the *CropWat* program by 15% and 7%, compared to those dictated by INRH Resolution 17/2020.

Keyword: Irrigation Management, Total Irrigation Duty, Models, Crop Phase.

INTRODUCCIÓN

De las leguminosas comestibles, el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) conocido como alubia fríjol, alubia de riñón, judía, poroto, caraota, es una de las más importantes en la alimentación humana, esencial en la dieta, fuente importante de pro-

teínas y elevado contenido de nutrientes (Lozano et al., 2010).

En la actualidad se producen cerca de 18 000 000 de toneladas anuales, en ambientes tan diversos como América Latina, norte de África, China, EUA, Europa y Canadá. América Latina

¹ Autora para correspondencia: Elaisa Rodríguez-Pérez, e-mail: elaisarodriguez65@gmail.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9459-1379>

Recibido: 18/09/2022.

Aprobado: 13/03/2023.

es el mayor productor y consumidor, liderado por Brasil, México, Centroamérica y el Caribe (González *et al.*, 2017).

En el año 2009, la producción mundial de frijol seco alcanzó 19 723 330 toneladas según D’Antoni *et al.* (2012), siendo los mayores productores Brasil (3 522 979 t), India (2 310 000 t), China (1 543 151 t), Estados Unidos (1 150 310 t) y México (1 051 400 t).

Según Montaña *et al.* (1995), los principales productores de frijol verde son: China, Turquía, India, España, Italia y Egipto, Los principales exportadores de frijol en vaina son: Francia, Estados Unidos, Irak y México y los exportadores de frijol fresco son: Estados Unidos (17,40 %), España (13 %), Francia (11,50 %) y México (10,90 %), mientras que los principales mercados de destino son: la Unión Europea (67 %), Estados Unidos (10,30 %) y Canadá (8,50 %). La producción mundial de frijol, muestra un crecimiento ascendente, siendo Sur América la de mayor producción por área cultivada, mientras que Estados Unidos, Canadá y Argentina muestran los mayores rendimientos por hectáreas 1,85 t·ha⁻¹, 1,75 t·ha⁻¹ y 1,06 t·ha⁻¹, respectivamente.

El cultivo del frijol en Cuba ha sido durante muchos años una práctica común del campesinado cuya producción es el sostén de la familia y en determinado grado, las necesidades del país (Minag-Cuba, 2017). Actualmente la producción es insuficiente como resultado de la elevación del nivel de vida de población. Durante varios años la producción de frijoles ha estado limitada a la pequeña producción del agricultor privado o sea que ha estado en manos del sector no estatal, por lo que el estado ha tenido que invertir grandes cantidades de dinero en la importación de este preciado y nutritivo alimento para el consumo poblacional (Olivet-Rodríguez, 2017).

Debido a que esta leguminosa forma parte importante de la dieta alimenticia de la población cubana, existe una estrategia para alcanzar 135 964 ha de superficie cultivable, con el objetivo de obtener una producción de 190 350 t, con un rendimiento de 1,40 t·ha⁻¹, lo que significa un gran reto para la economía del país (Benítez, 2011).

El agua constituye un factor limitante en la obtención de rendimientos altos y estables en el frijol. Según Zamora-Herrera *et al.* (2014) en las siembras tempranas (septiembre) las lluvias pueden suplir en gran medida las necesidades hídricas del cultivo, pero

cuando se realizan en la época óptima, es necesario aplicar el riego como una acción complementaria y decisiva en la producción.

En estudios recientes de Camejo (2016) y Díaz *et al.* (2016) utilizaron el modelo *CropWat* para el cálculo de los requerimientos de agua y las programaciones de riego de diferentes cultivos como el sorgo, maíz y frijol. Para evaluar la eficiencia en el uso del agua para riego en cualquier cultivo, es necesario conocer el volumen de agua que consumen las plantas en el proceso evapotranspiración y la cantidad de precipitación o de agua proveniente del riego que puede ser aprovechada en dicho proceso. Estimar estos componentes es muy difícil, debido a la cantidad de factores del clima, del suelo y de las plantas que influyen (Pereira *et al.*, 2021). En este contexto, *CropWat* se presenta como una herramienta con potencialidades probadas para determinar normas de riego del cultivo del frijol.

En la finca “Semillero” debido a la sequía agrícola en los últimos años, unido al desconocimiento de las necesidades hídricas del frijol Delicias 364 se está incurriendo en el uso ineficiente del agua y en la inadecuada planificación del riego en las máquinas de pivote central eléctricas provocando daños sensibles en el rendimiento del cultivo.

Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo de definir la norma de riego parcial y total neta del frijol variedad Delicias 364.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló durante la campaña de frío 2018-2019 en la Empresa Agropecuaria “Laguna Blanca” ubicada en la llanura interior del municipio Contramaestre donde comienza la llanura del Cauto, al Noroeste del Municipio Contramaestre, limitando por el Norte con la provincia de Holguín, por el Este limita con el Municipio de Palma Soriano, y al Sur con áreas del Complejo Agroindustrial (CAI) Dos Río (Caña) y, la Zona de los TITI, al Oeste limita con el Río Contramaestre y la provincia de Holguín. Figura 1.

La topografía es llana con pendientes uniformes entre 1-5% fundamentalmente en el sentido sur-norte, las coordenadas de ubicación son: Y– 192,00 Hasta 199500 y las X– 562000 Hasta 579300, Cruzada por numerosos arroyos que desembocan en el río Cauto.

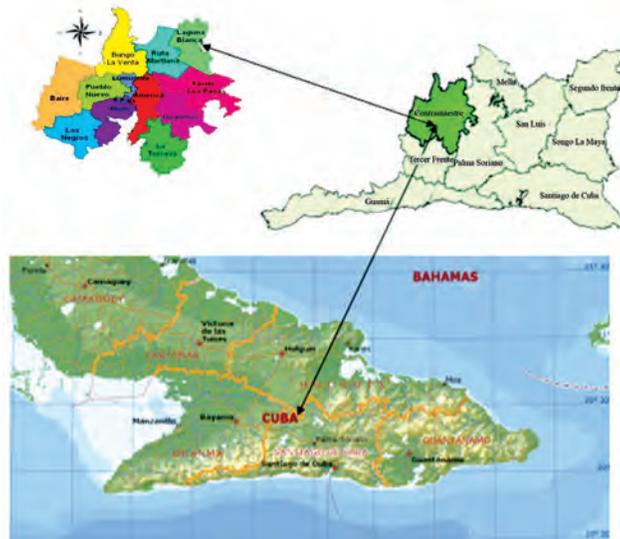


FIGURA 1. Mapa general “Laguna Blanca”. Fuente: Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios (ENPA) UEB Santiago de Cuba, (abril 2019).

Para el trabajo se realizó un balance hídrico de la zona que incluye el periodo de siembra del frijol (octubre – febrero) con la finalidad de conocer los meses donde existen déficit hídrico por tanto donde el riego es necesario como complemento de las precipitaciones, para el balance se utilizaron las variables del clima tomadas de la estación 363 del municipio Contramaestre perteneciente al (INSMET-Cuba, 2018, 2019). En el caso de la variable precipitación los valores se tomaron de un pluviómetro ubicado en el área de estudio. En la Tabla 1 se resumen los valores promedio mensuales del periodo de la campaña 2018-2019 comprendidos en el estudio, las que fueron utilizadas en la corrida del programa *CropWat*.

TABLA 1. Comportamiento de las variables climáticas en el periodo analizado

Variab climáticas	O	N	D	E	F	Promedio
T (C°)	31,8	32	30,8	30,7	32,1	31,5
H.R. (%)	97,0	97,0	97,0	95,0	96,0	96,4
Vv (Km/h)	2,9	2,2	2,6	1,1	4,4	2,6
Total						
Eto (m/mes)	115.7	101.2	90.6	90.2	106.2	503.9
P (mm/mes)	140.2	12.4	38.1	13.9	45.9	205.5

Leyenda: Tmax (temperatura máxima); Tmin (temperatura mínima); HR max (Humedad Relativa máxima); HR min (Humedad Relativa mínima) Vv (velocidad del viento); ET_r (evapotranspiración); Prec. (precipitación).

TABLA 3. Datos por fases de desarrollo del cultivo frijol variedad Delicias 364

Cultivo	Fases del Cultivo	Exigencia del cultivo	H (m)	Kc	Et ₀ mm·días ⁻¹	Et _c m ³ ·ha ⁻¹
Siembra 15/10/2018	Siembra-Germinación total	Exigente	0,2	0,55	3,85	21,1
	Germinación-inicio de la floración	Poco Exigente	0,2-0,3	1,26	3,37	18,5
	Floración –inicio de la Maduración	Exigente	0,3-0,40	1,26	3,02	38
	Maduración	Exigente	0,3-0,4	1,26	3,00	37,8
Cosecha 10/02/2019	Cosecha	Poco Exigente	0,3	0,63	3,57	22,4

Con la finalidad de estimar los requerimientos hídricos del frijol, fue utilizado el programa *CropWat* (Allen et al., 2006), versión 8.0, tomando como insumo los datos aportados por la estación meteorológica 363 de Contramaestre perteneciente al INSMET-Cuba (2018, 2019), además de las variables de cultivo y suelo en tiempo real.

Una vez obtenidos los resultados de las normas parciales netas totales a partir de la programación del riego por ambos métodos fueron comparadas con la que se establece en la *Resolución 17/2020* del INRH según la Gaceta Oficial de la República de Cuba (2020), para la elaboración del Plan de Riego y Uso del Agua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Balance hídrico de la zona de estudio

Al realizar el balance hídrico de la zona de estudio como se muestra en la Figura 2, se puede observar que para el periodo analizado solamente en el mes octubre no ocurre déficit, no siendo así en el resto de los meses, por tanto, en el área de tra-

El suelo predominante en la finca “El Semillero” de la Empresa de Agropecuaria “Laguna Blanca”, se clasifica como Fersialítico Pardo rojizo según Hernández et al. (1975, 1999) y las propiedades hidrofísicas disponibles fueron tomadas de los estudios realizados por el Departamento de Suelos de la Delegación Provincial de la Agricultura (Minag-Cuba, 2010) (Tabla 2).

TABLA 2. Propiedades hidrofísicas del suelo Fersialítico Pardo rojizo

Prof (cm)	Da (g·cm ³)	Cc (% bss)	Vi (mm·h ⁻¹)
0-10		45,7	
10-20		45,3	
20-30	1,10	45,0	30,0
30-40		44,0	
40-50		44,3	

Leyenda: Prof: Profundidad; DA Densidad aparente; CC Capacidad de campo; LP Limite productivo; Vi Velocidad de infiltración.

El régimen de riego del cultivo permite realizar una programación del mismo lo más precisa y ajustada a las condiciones del área. Por ello se tomó información de la campaña 2018-2019 que consistió en: precipitación, evapotranspiración de referencia (ET₀), fecha de siembra, tipo de suelo, profundidad a humedecer, coeficiente de cultivo (Kc) del frijol (*phaseolus*) por fases fenológicas según Zamora & Duarte (2022). En la Tabla 3 se resumen los datos utilizados por fases de desarrollo del cultivo.

bajo el riego juega un papel importante como potenciador de los rendimientos. Durante todo el periodo analizado precipitaron 250,5 mm en cinco eventos, mientras que la evapotranspiración de referencia alcanzo un total de 503,9 mm.

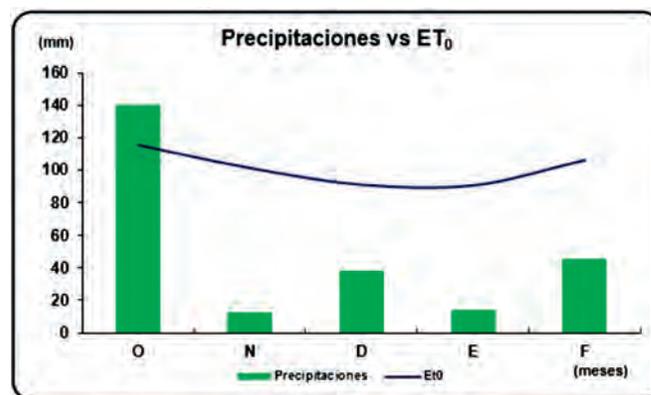


FIGURA 2. Balance hídrico en “Laguna Blanca” durante el periodo 2018-2019.

Necesidades hídricas del frijol Delicias 364 por fases de desarrollo

Como se puede observar en la Tabla 4, durante todo el ciclo vegetativo del frijol, se aplicaron normas netas parciales fijas que variaron entre 100,54 m³·ha⁻¹ y 301,62 m³·ha⁻¹ en 13 riegos, las normas netas están acordes a las fases de desarrollo del cultivo las que se obtienen utilizando los valores de Kc (0,55-1,26-0,63), lo que correspondería una norma neta total de 3217,28 m³·ha⁻¹, según programación. Este resultado es superior a los 2 560 m³·ha⁻¹ que mencionan Herrera *et al.* (2013), como norma total neta de riego al frijol y cercano a los 3 000 m³·ha⁻¹ que proponen Duarte *et al.* (2017). Sin embargo, están en correspondencia con los que refiere FAO (2017) donde se manifiesta que el requerimiento hídrico en el cultivo de frijol varía de 300 y 362,9 mm para el total del periodo vegetativo.

TABLA 4. Norma de riego por fase desarrollo del frijol variedad Delicias 364 en “Laguna Blanca”

Fase de desarrollo del cultivo (días)	Norma parcial neta (m ³ ·ha ⁻¹)	Intervalo de riego (días)	Número de Riegos
Siembra y germinación,	100,54	5	2
Germinación – Inicio floración	201,08	11	3
Floración –inicio de la maduración	301,62	8	3
Maduración	301,62	8	4
Cosecha	301,62	13	1(opcional)
Total	3217,28		13

Estudiando el uso del agua en el riego del frijol según González *et al.* (2017) plantean que, para sus condiciones de estudio, según la programación del riego, fue necesario aplicar 14 riegos con una norma total neta a aplicar de 2 517,72 m³·ha⁻¹. Al compararlas con la aplicada en la unidad de producción donde pertenece el área experimental la misma se realizó con 11 riegos y aplicando una norma total neta de 4 843,3 m³·ha⁻¹ provocando un consumo de 762,4 m³ de agua más, para la producción de una tonelada de frijol que la necesaria aplicando la planificación del riego.

Resultados similares han sido informado por León-Ruiz *et al.* (2022) donde estudiando el régimen hídrico del frijol señalan que la etapa de mayor demanda es la final. Según Chavarría *et al.* (2020) y Párraga *et al.* (2020) en las etapas iniciales los cultivos como el frijol demandan menor cantidad de agua porque el área foliar es pequeña en comparación con las etapas de floración y fructificación. Esta mayor demanda de agua en las últimas etapas se debe a que es en este momento cuando se

están formando los órganos reproductivos y el cultivo presenta mayor área foliar.

Programación del riego a través del CropWat

La Figura 3, muestra los valores de la corrida de la campaña 2018-2019 utilizando el *CropWat*. Los datos utilizados de ET₀, precipitaciones por decenas y coeficiente de cultivo Kc, fueron elementos necesarios para el procesamiento de los requerimientos hídricos del cultivo de frijol en la programación, donde se obtuvo como resultado un valor de necesidades hídricas de 380,7 mm que equivale a 3807,0 m³·ha⁻¹ con una diferencia de 719,28 m³·ha⁻¹ con respecto a la norma total determinada por fases del cultivo, que representa un 15% superior. Diferencias similares fueron informadas por González *et al.* (2017) donde plantean que para sus condiciones de estudio la diferencia entre la programación del riego y el ejecutado por la empresa donde realizo la investigación es de 762,4 m³.

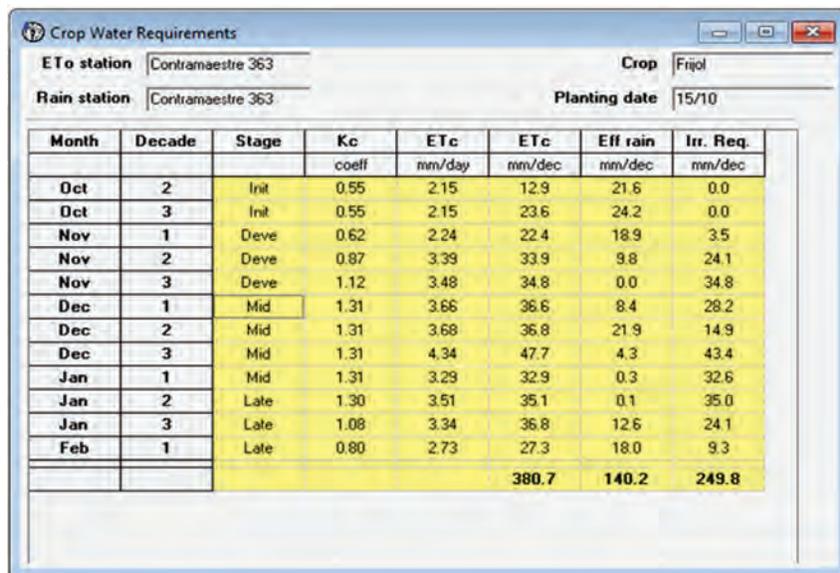


FIGURA 3. Ventana de salida del programa *CropWat* con la estimación de los requerimientos de riego del frijol Delicias 364.

En estudios realizados por González-Robaina et al. (2019) trabajando con el modelo *AquaCrop* para el cultivo del frijol informan que los mejores rendimientos se pueden obtener aplicando láminas de riego entre 216 y 247,9 mm.

Según Beebe et al. (2013) el ciclo vegetativo del frijol está entre 90 a 110 días en los cuales el cultivo requiere entre 350 a 500 mm de agua en dependencia de la profundidad del suelo, clima y el cultivar. La falta de agua durante las etapas de pre floración, formación y llenado de vainas afecta seriamente el rendimiento (Muñoz et al., 2007).

Para esta planta una cantidad de agua entre 300 y 400 mm, incluidos riegos y precipitación, son suficientes para obtener una buena producción de frijol. El mayor consumo de agua se presenta durante los periodos de floración y formación del grano (Ríos-Betancourt et al., 2003).

Al comparar la norma total neta obtenida por fases de desarrollo del cultivo con la que propone la *Resolución 17/2020* del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos de la Gaceta Oficial de la República de Cuba (2020), donde plantea que para la provincia de Santiago de Cuba dicha norma es de 3000 m³·ha⁻¹. La obtenida en el régimen de riego es superior en un 7% a la propuesta en dicha resolución, elemento a tener en cuenta en la Empresa Agropecuaria “Laguna Blanca” ya que el Plan

de Riego y Uso del Agua se realiza en base a la resolución del INRH, lo que puede conllevar a un déficit hídrico del cultivo en alguna de sus fases de desarrollo al no disponer de los volúmenes de agua necesarios.

CONCLUSIONES

- Del balance hídrico para la zona de estudio durante la época de siembra se pudo definir que solamente en el mes de octubre las precipitaciones superan la evapotranspiración de referencia, lo que justifica el riego del frijol variedad Delicias 364.
- El riego del frijol variedad Delicias 364 durante todo el ciclo vegetativo con norma parcial neta promedio de 247,5 m³·ha⁻¹ distribuida en 13 riegos, equivale a una norma neta total de 3217,28 m³·ha⁻¹ y mantiene niveles adecuados de agua en el suelo.
- En el diseño agronómico por fases de desarrollo del cultivo aplicando los Kc obtenidos en investigaciones para las condiciones de Cuba, permite corroborar que la norma neta total definida en el presente estudio es superior en un 15% con respecto a las obtenidas por el programa *CropWat* y en un 7% comparada con las que dicta la *Resolución 17/2020* del INRH.

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. *FAO*, Roma, Italia, 298.
- Beebe, S. E., Rao, I. M., Blair, M. W., & Acosta-Gallegos, J. A. (2013). Phenotyping common beans for adaptation to drought. *Frontiers in physiology*, Publisher: *Frontiers Media SA*, ISSN: 1664-042X, 4, 35.
- Benítez, R. (2011). Nuevas variedades de frijol común para la producción comercial en Cuba. *Libro Resumen*, 5, 109-120.
- Camejo, N. (2016). *Requerimientos de agua de los cultivos sorgo, maíz y frijol en la “UEB Sierra Maestra” en el municipio Los Palacios* [Tesis en opción al título de Ingeniero Hidráulico]. Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE), Marianao, La Habana, Cuba.
- Chavarría, J., Ugando, M., Sabando, A., Muños, J., Bravo, R., & Villalón, A. (2020). Necesidades hídricas del frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Calculadas con el coeficiente de cultivo utilizando lisímetro de drenaje. *Ciencia y Agricultura*, 17(3), 111-121. <https://dx.doi.org/10.19053/01228420.v17.n3.2020.11746>
- D’Antoni, M. J., Vento, B., Moreno, G., & Porra, C. (2012). Determinación del período crítico de interferencia de malezas en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*), San Juan, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 111(1), 23-30, ISSN: 1669-9513.
- Díaz, Y., Herrera, P. J., & González, R. F. (2016). Estimación de los requerimientos de agua del sorgo (*Sorghum vulgare* L. Monech) en la región Los Palacios en 58 Cuba. *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(4), 3-10, ISSN-2306-1545, e-ISSN-2227-8761.
- Duarte, D. C., Herrera, P. J., López, S. T., González, R. F., & Zamora, H. E. (2017). Nuevas normas netas de riego para los cultivos agrícolas en Cuba. *Revista Ingeniería Agrícola*, 5(4), 46-51, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- Gaceta Oficial de la República de Cuba. (2020). Resolución 17/2020 del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH). Gaceta Oficial No. 61 Ordinaria de 20 de agosto de 2020. (GOC-2020-557-O61). *Gaceta Oficial de la República de Cuba*, ISSN: 2412-6012, e-ISSN:2414-8431.
- González, O., Abreu, B., Herrera, M., & López, E. (2017). Water Use for Bean Irrigation on Eutric Cambisol Soils. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26(1), 70-77, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- González-Robaina, F., López-Vargas, D., Cisneros-Zayas, E., Herrera-Puebla, J., & Cid-Lazo, G. (2019). Calibración y análisis de sensibilidad del modelo *Aquacrop* para frijol en suelo Ferralítico Rojo Compactado. *Revista Ingeniería Agrícola*, 9(4), 3-12, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- Hernández, A., Pérez, J., Bosch, D., Rivero, L., Camacho, E., Ruiz, J., & Jaime, E. (1999). Clasificación genética de los suelos de Cuba. *Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR, La Habana, Cuba*.
- Hernández, A., Pérez, J., & Bosch, O. (1975). Segunda clasificación genética de los suelos de Cuba. *Academia de Ciencias de Cuba. Serie Suelos*, 23, 1-25.
- Herrera, J., García, A., Cum, R., Rodríguez, M. R., Pujo, R., Cid, G., Cisneros, E., Alemán, C., & Roque, R. (2013). *Uso eficiente de sistemas de riego. Manual práctico sobre el riego de los cultivos*. MINAG-Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, La Habana, Cuba, ISBN: 978-959-285-021-7.
- INSMET-Cuba. (2018). *Instituto de Meteorología: Reportes climáticos de la estación 363 en Contramaestre* [Reporte Climático]. CITMA, Instituto de Meteorología, Contramaestre, Santiago de Cuba, Cuba.

Rodríguez-Pérez *et al.*: Necesidades hídricas del frijol para las condiciones de “Laguna Blanca”, Cuba

- INSMET-Cuba. (2019). *Instituto de Meteorología: Reportes climáticos de la estación 363 en Contramaestre* [Reporte Climático]. CITMA, Instituto de Meteorología, Contramaestre, Santiago de Cuba, Cuba.
- León-Ruiz, J. E., Bastos, V. J., Silva-Orozco, J. S., Peña-Murillo, R., & Román-Robalino, D. A. (2022). Requerimientos hídricos para el cultivo de fréjol variedad Calima en Riobamba, Ecuador. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 43(1), 25-37, ISSN: 1680-0338.
- Lozano, Z., Romero, H., & Bravo, C. (2010). Influencia de los cultivos de cobertura y el pastoreo sobre las propiedades físicas de un suelo de sabana. *Agrociencia*, 44(2), 135-146, Publisher: Colegio de Postgraduados, ISSN: 1405-3195.
- Minag-Cuba. (2010). *Propiedades hidrofísicas de un suelo Fersialítico Pardo rojizo* (p. 34) [Informe técnico]. Delegación Provincial de la Agricultura, Santiago de Cuba.
- Minag-Cuba. (2017). *Producción sostenible de frijol común en Cuba* [Informe Técnico]. Ministerio de Agricultura, La Habana, Cuba. http://www.minag.gob.cu/sites/default/files/publicaciones/produccion_sostenible_del_frijol_comun_en_cuba
- Montaño, N., Marcano, M., & León, G. (1995). Efecto de cuatro distancias de siembras entre plantas en tres cultivares de pimentón (*Capsicum annum* L.) en la localidad de Jusepín, Estado Monagas, Venezuela. *Acta Científica venezolana*, 46(Sup, N°1), 6XLV Convención Anual de la AsoVAC, Estado Monagas, Venezuela.
- Muñoz, C. G., Allen, R. G., Westermann, D. T., Wright, J. L., & Sing, S. P. (2007). Water use efficiency among dry beans landraces and cultivars in drought stressed and non-stressed environments. *Euphytica*, 155, 393-402.
- Olivet-Rodríguez, Y. E. (2017). Balance energético de la preparación del suelo para el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)(original). *REDEL. Revista Granmense de Desarrollo Local*, 1(3), 144-154, ISSN: 2664-3065.
- Párraga, J. E., Peñate, M. U., Sabando-García, A. R., Muñoz-Parraga, J. P., Bravo-Ferrín, R. X., & Villalón-Peñate, A. (2020). Necesidades hídricas del frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Calculadas con el coeficiente de cultivo utilizando lisímetro de drenaje. *Ciencia y Agricultura*, 17(3), Publisher: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Pereira, L., Paredes, P., Hunsaker, D., López-Urrea, R., & Shad, Z. M. (2021). Standard single and basal crop coefficients for field crops. Updates and advances to the FAO56 crop water requirements method. *Agricultural Water Management*, 243(106466), 1-33, ISSN: 0378-3774. <https://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106466>
- Ríos-Betancourt, M. J., Quirós-Dávila, J. E., & Árias-Restrepo, J. H. (2003). *Frijol: Recomendaciones generales para su siembra y manejo*. Publisher: Corporación colombiana de investigación agropecuaria-AGROSAVIA, Cartilla ilustrada 2. Colombia.
- Zamora, E., & Duarte, C. (2022). Coeficientes únicos de cultivo (Kc) de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cuba. *Convención de Ingeniería Agrícola. La Habana, Cuba 2022*.
- Zamora-Herrera, E., Duarte-Díaz, C., Cun-González, R., Pérez-Hernández, R., & León, M. (2014). Coeficientes de cultivos (Kc) en Cuba. *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(3), 16-22, Publisher: Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.

Elaisa Rodríguez-Pérez: MSc., Inv., Especialista del Grupo de Extensión Agraria del IAgriC en Santiago de Cuba, e-mail: elaisarodriguez65@gmail.com
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9459-1379>

Zenén Placeres-Miranda, MSc. Especialista, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgriC), Carretera de Fontanar, km 2 1/2, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba. Teléf.: (53) (7) 645-1731; 645-1353, e-mail: zenen.placeres@iagric.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-3679-1663>,

Enrique Cisneros-Zayas, Dr.C., Inv. Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgriC), Carretera de Fontanar, km 2 1/2, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba. Teléf.: (53) (7) 645-1731; 645-1353, e-mail: enrique.cisneros@iagric.minag.gob.cu, cisneroszayasenrique@gmail.com
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1021-0680>

CONTRIBUCIONES DE AUTOR:

Conceptualización: E. Rodríguez, Z. Placeres, E. Cisneros
Curación de datos: E. Rodríguez
Análisis formal: E. Rodríguez, Z. Placeres, E. Cisneros
Investigación: E. Rodríguez, Z. Placeres, Metodología: E. Rodríguez, Z. Placeres, E. Cisneros
Supervisión: Z. Placeres, E. Cisneros
Validación: E. Rodríguez, Z. Placeres, E. Cisneros
Redacción–borrador original: E. Rodríguez, Z. Placeres, E. Cisneros
Redacción–revisión y edición: E. Cisneros

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

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

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.