



NOTA TÉCNICA

<https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/1521>

Estrategias de riego deficitario controlado para el cultivo del frijol

Strategies of Controlled Deficit Irrigation for the Bean's Crop

MSc. Dania Rodríguez-Correa, Dr.C. Camilo Bonet-Pérez, MSc. Bárbara de la Caridad Mola-Fines,
MSc. Pedro Alberto Guerrero-Posada, Ing. Charissa Martínez-Der, Ing. Miguel Machado-Carballo
Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial Camagüey, Cuba.

RESUMEN. En los últimos años se le ha dado un gran peso al estudio sobre Riego Deficitario Controlado (RDC) siendo la forma de aplicar el agua a los cultivos de manera más eficaz, cuando no se dispone de toda el agua necesaria para garantizar un régimen de riego óptimo en periodos fenológicos poco sensibles, con la menor afectación del rendimiento ni la calidad de los frutos. Este escenario de menor disponibilidad de agua para el riego y mayor demanda de producción, se traduce en la necesidad de aumentar la productividad del agua, siendo el objetivo de la investigación valorar la aplicación de estrategias de RDC en el cultivo del frijol y su efecto en la productividad del agua. El estudio se realizó en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "Victoria II", empleando tecnología de máquinas de pivote central sobre suelo Fersialítico pardo rojizo. Los resultados obtenidos muestran el mayor valor de rendimiento ($1\ 600\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en el cuadrante C1 regado al 100% de la demanda, el menor valor ($1\ 300\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en el cuadrante C4 regado según estrategia tradicional en la unidad productiva y valores intermedios ($1\ 400$ y $1\ 500\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) en los cuadrantes C2 y C3 en los que se aplicaron diferentes estrategias de RDC. Los resultados de productividad del agua obtenidos muestran el mayor valor en el cuadrante C3 ($0,53\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$), confirmando la importancia de conocer la respuesta del cultivo al agua en sus distintas etapas fenológicas.

Palabras clave: uso del agua, déficit de agua, rendimiento.

ABSTRACT. In recent years has been given great weight to the study on Controlled Deficit Irrigation (CDI), being the way to more effectively apply water to crops, when all the water necessary to guarantee an irrigation regime is not available in order to guarantee an optimal irrigation pattern in low sensitive phenologic periods, with the least impact on the yield or the quality of the fruits. This scenario of less availability of water for irrigation and greater demand for production, convey to the need to increase water productivity, being the objective of the research to assess the application of CDI strategies in bean production and its effect on water productivity. The study was carried out at the Victoria II Basic Unit of Cooperative Production (UBPC), using technology of central pivot machines on reddish-brown Fersialitic soil. The results show the highest yield value ($1\ 600\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) obtained in quadrant C1 irrigated at 100% of the demand, the lowest value ($1\ 300\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in quadrant C4 irrigated according to traditional strategy in the productive unit and intermediate values ($1\ 400$ and $1\ 500\ \text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in quadrants C2 and C3 in which different CDI strategies were applied. The results obtained on water productivity show the highest value in quadrant C3 ($0,53\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$) confirming the importance of knowing the response of the crop to water in its different phenological stages.

Keywords: Use of Water, Water Deficit, Yield.

INTRODUCCIÓN

Para el año 2030 la demanda de agua ascenderá a un 40% superior al agua disponible y el 46% de las áreas cultivables en el mundo necesitan ser irrigadas debido a factores relacionados con el cambio climático y con las condiciones meteorológicas

en general (Betancourt, 2017).

A nivel mundial, la mayoría de las zonas de regadío mantienen el criterio de programación del riego para satisfacer las necesidades hídricas máximas del cultivo permitiendo obtener el rendimiento

¹ Autora para correspondencia: Dania Rodríguez-Correa, e-mail: esp.ext.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0475-5868>

Recibido: 10/09/2020.

Aprobado: 12/11/2021.

máximo de la explotación, pero no la máxima productividad del agua; según Cánovas (2012) esta estrategia resulta claramente insostenible en regiones con escasos recursos hídricos donde la agricultura de regadío comienza a no ser prioritaria frente a la creciente demanda hídrica de otros sectores, el desafío que la agricultura de regadío debe afrontar en el futuro inmediato requiere de una mejora sustancial en la eficiencia en el uso del agua de riego (Cánovas, 2012; Martínez, 2013; Lagos *et al.*, 2017).

Prieto *et al.* (2017), hacen referencia a la existencia a nivel mundial de un escenario de menor disponibilidad de agua para riego y mayor demanda de producción que ponen a la agricultura bajo riego ante el desafío de producir más con menos agua, estrategias de riego tales como el riego deficitario controlado (RDC) permitirían alcanzar el desafío antes planteado y traduciéndose también en la necesidad de aumentar la productividad del agua.

Durante los últimos años se ha dado un gran peso a los estudios sobre RDC que consiste en la forma de aplicar el agua a los cultivos de la manera más eficaz posible, cuando no se dispone de toda el agua necesaria para garantizar un régimen de riego óptimo reduciendo la cantidad de agua aplicada en períodos fenológicos poco sensibles a la falta de humedad, o sea, períodos en los que el déficit hídrico no afecta significativamente el rendimiento ni la calidad de los frutos (Bonet, 2019).

El RDC requiere conocimiento preciso de la respuesta del cultivo al estrés hídrico y tolerancia a la sequía, aspectos que varían según el genotipo y etapa fenológica; para diseñar estrategias de RDC exitosas desde una perspectiva de desarrollo y de optimización se deben combinar con la modelación de la productividad agrícola y la investigación de campo (Geerts y Raes, 2009, citados por Lagos *et al.* (2017).

Se ha demostrado en estudios realizados en el cultivo del frijol que, mediante reducciones controladas de volúmenes de agua de riego, junto con modificaciones en las técnicas de aplicación a los cultivos, es posible mejorar el control del estado hídrico de las plantas y permitir que se incremente su eficiencia en el uso del agua. De esta forma, el riego deficitario controlado (RDC) podría ser una estrategia de riego reducido más exitosa para el cultivo del frijol (Vega y Mejía, 2017).

En investigación realizada durante tres años se donde el cultivo de frijol sometiendo a estrés de agua en el suelo en la fase vegetativa, se observó un comportamiento positivo, a favor de esta variante respecto al tratamiento testigo con riego normal (Polón *et al.*, 2014).

El uso eficiente del agua es uno de los factores fundamentales para poder garantizar la producción alimentaria siendo la productividad del agua (PA) la relación existente entre la producción de un cultivo por unidad de agua utilizada en un determinado momento, es un indicador importante en áreas con recursos hídricos esenciales y permite calcular el valor económico del agua que puede ser maximizado y por lo tanto será uno de los requisitos para las políticas de su uso en la producción de alimentos (Salazar *et al.*, 2014).

El término productividad del agua puede relacionarse al valor de la producción, el valor del producto podría ser expresado en diferentes términos: biomasa, grano y dinero, el enfoque del llamado «cultivo por gota» se refiere a la cantidad de producto obtenido por unidad de agua consumida (Kijne, 2003).

Para el mejor uso económico y social del agua se requieren de métodos para evaluar su productividad, a fin de tomar mejores decisiones en cuanto a políticas y estrategias de utilización de manera sostenible, los administradores del agua para el riego necesitan identificar tendencias en los patrones de uso y niveles de eficiencia con vistas a fijar metas y mejorar la productividad por unidad de volumen utilizado y/o consumido y por unidad de superficie de suelo (González *et al.*, 2014).

El objetivo del presente estudio es valorar la influencia de la aplicación de estrategias de RDC en el cultivo del frijol y su efecto en la productividad del agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló entre los años 2019-2020 en áreas de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Victoria II, perteneciente a la Empresa Agropecuaria Camagüey, se encuentra ubicada geográficamente en el municipio Camagüey, entre las coordenadas N (310.00-315.00) y E (403.00- 408.00) en la hoja cartográfica San Serapio (4680-II-A) a escala 1:25 000, limitando al norte con el polígono militar Lesca, al sur con la carretera de Nuevitas, al este con el camino a la pollera La Lucha y al oeste con la Granja Estatal de Nuevo Tipo (GENT), Victoria I.

La unidad cuenta con un área total de 403 ha distribuidas en 17 fincas, de ellas 144,0 ha bajo riego, que incluyen 82,0 ha con riego por aspersión vinculadas a seis sistemas semi estacionarios (media presión) y 62,0 ha de riego con cinco máquinas de pivote eléctricas (Rodríguez *et al.*, 2018). Mediante la actualización del estudio realizado por el Instituto de Suelos (2010), se precisó la existencia de seis tipos de suelos en la UBPC Victoria II de los cuales el predominante en el área de investigación es el suelo Fersialítico pardo rojizo. El área total que ocupa la máquina de pivote se dividió en cuatro cuadrantes, con una dimensión por cuadrantes de 3,1 ha para un área total de 12,4 ha (Figura 1).

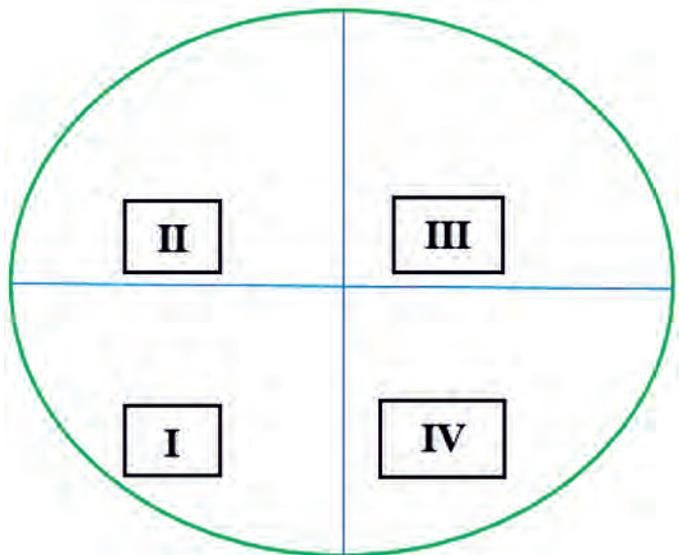


FIGURA 1. Disposición de los cuadrantes en el área experimental.
Leyenda: I –II-III- IV División de los cuadrantes del área experimental

Las propiedades hidrofísicas del suelo son las siguientes (Tabla 1).

TABLA 1. Propiedades hidrofísicas del suelo Fersialítico pardo rojizo

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g/cm ³)	Porosidad (%)	Capacidad de Campo (% bss)	Velocidad de Infiltración (mm/h)
00 – 10	1,26	52,4	31,4	21
20 – 30	1,26	52,4	34,9	21
30 – 40	1,42	47,1	31,3	21
40 - 50	1,42	47,2	27,4	21

Fuente: Instituto de Suelos y Fertilizantes de Camagüey (Instituto de Suelos, 2018).

Se efectuó la evaluación de la máquina según la NC ISO 11545: 12 (2012), obteniéndose valores de uniformidad y eficiencia que fueron utilizados para la determinación del régimen de trabajo en cada una de las fases de desarrollo del cultivo.

La organización del riego se realizó a partir de la norma de riego parcial bruta a aplicar por etapa de desarrollo del cultivo obtenida a partir de las características del suelo, del cultivo, la carta de regulación del pivot y la eficiencia de aplicación obtenida.

Previamente al inicio del estudio se procedió a realizar la calibración del equipo del TDR-300 utilizando el método gravimétrico para la determinación de la humedad presente.

Se realizó la ubicación de la posición control en el cuadrante uno (C-I) con un área de 4 m², en la misma se efectuaron los muestreos de humedad del suelo presente cada cinco días.

En el área de investigación se aplicaron cuatro estrategias de riego deficitario controlado (RDC):

1. Cuadrante I. Riego según la demanda del cultivo, garantizando un nivel de humedad superior al 80% CC.
2. Cuadrante II. Se aplicó la estrategia de RDC consistente en la aplicación de riegos alternos de acuerdo a la programación de riego en comparación al riego realizado en el cuadrante I en la etapa desde la germinación hasta el inicio de la floración.
3. Cuadrante III. Se aplicó la estrategia de RDC consistente en la aplicación de riegos alternos de acuerdo a la programación de riego en comparación al riego realizado en el cuadrante I en la etapa comprendida desde la formación de vainas hasta la cosecha.
4. Cuadrante IV. Testigo: este tratamiento se regó según la programación empleada tradicionalmente en la UBPC.

Se determinó el momento del cambio de etapa de desarrollo del cultivo teniendo como criterio para la misma el 70% de la población realizada en 10 muestras de 1 m² por cuadrante.

El valor del volumen de lluvia ocurrida se midió con un pluviómetro ubicado en el área de investigación realizándose la lectura diaria en un mismo horario. Para el cálculo de la lluvia aprovechable se realizó a partir del balance de humedad teniendo en cuenta la lluvia (L) y el riego (R) durante todo el ciclo del cultivo.

Para el cálculo de la productividad del agua en la investigación el numerador se expresó en términos de rendimiento del cultivo (kg/ha), mientras que en el denominador se usó el agua utilizada por lluvia y riego (m³ ha⁻¹), según muestra la siguiente ecuación (Molden *et al.*, 2003, citado por González *et al.* (2014):

$$P = \frac{R}{A}$$

donde:

P- productividad del agua aplicada (kg m⁻³);

R- rendimiento obtenido para el cultivo del área evaluada (kg ha⁻¹);

A- Agua utilizada (m³ ha⁻¹).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la evaluación de la máquina se obtuvo un Coeficiente de Uniformidad de 78%, adecuado para esta tecnología, en tanto la Eficiencia de Aplicación fue de 75%, valor utilizado para la determinación del régimen de trabajo de la máquina.

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos del cálculo de la lluvia aprovechable y el porcentaje de aprovechamiento en cada uno de los cuadrantes.

TABLA 2. Valores de la lluvia aprovechable por cuadrantes

Cuadrante	Lluvia (mm)	Lluvia aprovechable (mm)	%
I		32,5	51
II	62,5	43,7	70
III		50,0	80
IV		28,1	45

La Figura 2 refleja el resultado de la calibración del TDR para las condiciones del suelo estudiado, resultando la ecuación lineal la de mejor ajuste con un coeficiente de determinación de 0,96. A partir de la misma se pudo determinar la humedad presente en cada muestreo.

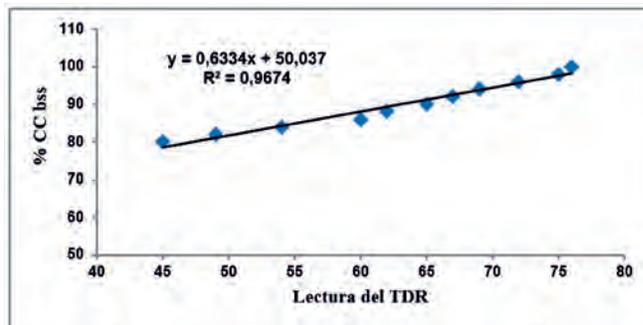


FIGURA 2. Resultado de la Calibración de TDR.

Leyenda: % CC bss- Porcentaje de Capacidad de Campo en base del suelo seco

A partir de la calibración del TDR-300 se confeccionó la tabla que sirvió de guía para la determinación de la humedad presente en cada muestreo (Tabla 3).

TABLA 3. Escala para programación de riego a partir de la lectura del TDR – 300

%CC bss	Lectura TDR	%CC bss	Lectura TDR
100	75	88	62
98	75	86	60
96	72	84	54
94	69	82	49
92	67	80	45
90	65		

Leyenda: % CC bss- Porcentaje de Capacidad de Campo en base del suelo seco

Como resultado de la programación del riego aplicada, en la posición control se logró mantener durante todas las etapas de desarrollo un porcentaje de humedad satisfactorio con el objetivo de conseguir la máxima producción y mejorar la calidad de los granos en el cultivo del frijol como se muestra en la Figura 3.

Servín *et al.* (2012; 2017) plantean que teniendo en cuenta que con una programación adecuada del riego se pueden lograr objetivos múltiples como ahorrar agua, disminuir costos por ahorro de energía y mano de obra, minimizar estrés hídrico y maximizar rendimiento, los muestreos realizados en el área de investigación cada cinco días con el equipo TDR- 300 permitieron cumplir los objetivos antes planteados.

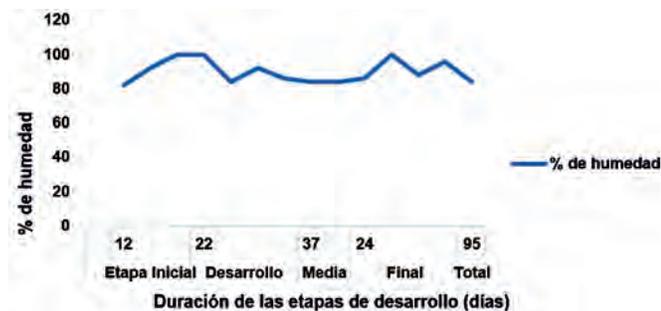


FIGURA 3. Porcentaje de humedad en las etapas de desarrollo del frijol.

Para la realización de esta investigación se tomó información base a partir del control que se realiza de la actividad de riego en la UBPC como se muestra en la Tabla 4.

TABLA 4. Información base para cálculo de productividad del agua

Cuadrantes	Área (ha)	A (m ³ ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Productividad (kg m ⁻³)
I	3,1	3056	1 600	0,52
II	3,1	2837	1 400	0,49
III	3,1	2810	1 500	0,53
IV	3,1	3085	1 300	0,42

Leyenda: A. Agua utilizada (agua de riego y lluvia)

A partir de los valores de rendimiento y volumen de agua aplicado se determinó la productividad del agua para el cultivo del frijol por cuadrantes observándose que el mayor resultado obtenido fue en el cuadrante C3 (0,53 kg m⁻³) y el valor más bajo fue el obtenido en el cuadrante C4 (0,42 kg m⁻³).

Cárdenes (2007), en investigaciones realizadas en el cultivo del frijol aplicando estrategias de RDC concluyó que se pueden realizar riegos restringidos durante la fase de desarrollo vegetativo hasta el momento de la primera floración, y si el cultivo es para producción de grano seco se podrá restringir el riego durante la fase de maduración de la vaina en los últimos 20 - 25 días de desarrollo del cultivo.

Plantean López *et al.* (2006) que no solo es importante definir la cantidad de agua que necesita cada cultivo de estudio para obtener rendimientos máximos, sino también es necesario conocer cómo debe distribuirse esta agua entre las diferentes fases del desarrollo del cultivo para lograr un manejo del riego óptimo.

Estudios realizados plantean que el rendimiento en el cultivo del frijol resultaron ser estadísticamente superiores cuando el cultivo no sufrió déficit hídrico durante el ciclo vegetativo del cultivo, en la investigación realizada se alcanzó el mayor rendimiento en la estrategia donde se aplicó riego según la demanda del cultivo cuadrante I, donde se garantizó un nivel de humedad superior al 80% CC coincidiendo lo planteado por Boicet (2010), citado por (Polón *et al.*, 2014).

El valor de la productividad del agua para un mismo cultivo es muy variable en dependencia del comportamiento de otros factores que inciden en el rendimiento, así, la mayor producción obtenida será una función del factor que limite este rendimiento (ley del mínimo), y que puede variar en función de la adaptación del cultivo al medio donde se desarrolla, de la productividad del suelo, de los niveles de aplicación de fertilizantes, y también de la técnica de riego que se emplee González *et al.* (2015) citados por Ricardo *et al.* (2018).

En la investigación se aplicaron las estrategias de RDC según ha sido recomendado por Cárdenes (2007), quien reporta para el cultivo del frijol la posibilidad de aplicación de estrategias de RDC durante la fase de desarrollo vegetativo hasta el momento de la floración y la fase posterior a la formación de las vainas hasta la cosecha.

Los valores de productividad del agua obtenidos manifestaron diferencias entre los cuadrantes. El resultado más favorable obtenido en el cuadrante C3 confirma el concepto del RDC, en el cual se procura reducir los aportes hídricos sin crear condiciones de estrés hídrico en la etapa de máxima demanda de agua del cultivo, con lo cual se pretende no afectar de forma marcada el rendimiento y alcanzar una mayor productividad del agua, demostrando que la estrategia aplicada resultó óptima para el cultivo del frijol.

Este resultado confirma reportes de González *et al.* (2015), donde exponen que el mejor efecto del riego deficitario se obtiene cuando se aplica en el momento oportuno y la cantidad necesaria.

CONCLUSIONES

- Los resultados confirman la posibilidad de aplicar estrategias de RDC en el cultivo del frijol en condiciones de limitaciones de agua.
- La estrategia de RDC en el cultivo del frijol de mejor comportamiento fue aquella en la que se limitó el riego en la etapa comprendida desde el 70% de la formación de vainas hasta la cosecha, donde se obtuvo la mayor productividad del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BETANCOURT, A.C.B.: “El manejo integrado del agua en la agricultura: necesidad de implementación y aspectos vinculados”, *Revista Científica Agroecosistemas*, 5(2): 40-54, 2017, ISSN: 2415-2862.
- BONET, C.: *Operación de sistemas de riego y drenaje. Elementos básicos*, Ed. Editorial. Académica Española, primera ed., Madrid, España, 2019, ISBN: 978-620-0-03825-8.

- Ingeniería Agrícola, ISSN-2306-1545, E-ISSN-2227-8761, Vol. 12, No. 1 (enero-febrero-marzo, pp. 54-58), 2022
- CÁNOVAS, R.E.: *Influencia del riego deficitario controlado y agua regenerada en árboles jóvenes de pomelo*, Murcia Universidad Politécnica de Cartagena, Tesis de maestría, Cartagena, Murcia, España, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial. Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC), 2012.
- CÁRDENAS, M.: *Riego Deficitario Controlado en investigaciones realizadas en el cultivo del frijol*, Investigación científica, Camagüey, Cuba, 2007.
- GONZÁLEZ, R.F.; HERRERA, P.J.; LÓPEZ, S.T.; CID, L.G.: “Productividad del agua en algunos cultivos agrícolas en Cuba”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(4): 21-27, 2014, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- GONZÁLEZ, R.F.; LÓPEZ, S.T.; HERRERA, P.J.: “Indicadores de productividad del agua por cultivos y técnicas de riego en Cuba”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(4): 57-63, 2015, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- INSTITUTO DE SUELOS: *Informe sobre la actualización de los suelos en la UBPC Victoria II para el Programa de Polígonos de Conservación de Suelos*, Inst. Instituto de Suelos, Camagüey, Informe institucional, Camagüey, Cuba, 2010.
- INSTITUTO DE SUELOS: *Propiedades hidrofísicas de los suelos*, Inst. Instituto de Suelos, Camagüey, Informe institucional, Camagüey, Cuba, 2018.
- KIJNE, J.W.: *Descubrir el potencial del agua para la agricultura*, Ed. Food & Agriculture Org., Roma, Italia, 2003, ISBN: 92-5-304911-1.
- LAGOS, L.O.; LAMA, W.; HIRZEL, J.; SOUTO, C.; LILLO, M.: “Evaluación de riego deficitario controlado sobre la producción de kiwi (*Actinidia deliciosa*)”, *Agrociencia*, 51(4): 359-372, 2017, ISSN: 1405-3195.
- LÓPEZ, S.T.; GONZÁLEZ, R.F.; DUEÑAS, G.; CID, L.G.; SIERRA, J.; OZIER, L.H.: “Modelación del manejo óptimo del agua en suelos Ferralíticos del sur de la Habana”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 15(4): 37-41, 2006, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- MARTÍNEZ, V.R.: “Efecto del riego deficitario controlado en la productividad del banano”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(2): 51-55, 2013, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- NC ISO 11545: 12: *Máquinas agrícolas para riego—pivotes centrales y máquinas de avance frontal equipadas con boquillas difusoras o aspersores—determinación de la uniformidad de distribución del agua*, Inst. Oficina Nacional de Normalización, La Habana, Cuba, Vig. de 2012.
- POLÓN, P.R.; MIRANDA, C.A.; RAMÍREZ, A.M.A.; MAQUEIRA, L.L.A.: “Efectos del estrés de agua sobre el rendimiento de granos en la fase vegetativa en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(4): 33-36, 2014, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- PRIETO, A.S.; PRIETO, G.D.R.; ANGELLA, G.A.: *Evaluación de diferentes estrategias de riego deficitario controlado en el cultivo de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]*, Inst. INTA EEA Santiago del Estero. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Informe científico, Santiago del Estero, Argentina, 2017.
- RICARDO, C.M.P.; LIMERS, J.T.; LORIÉ, F.A.; CÚN, G.R.; AGUILAR, P.Y.: “La productividad del agua indicador para el monitoreo y evaluación del Manejo Sostenible de Tierras”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 8(4): 60, 2018, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- RODRÍGUEZ, C.D.; BONET, P.C.; GUERRERO, P.; MOLA, B.: “Propuesta de estrategia de extensión de buenas prácticas de riego en una unidad productiva agrícola”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 8(2): 35-40, 2018, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- SALAZAR, M.R.; ROJANO, A.A.; LÓPEZ, C.I.L.: “La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada”, *Tecnología y ciencias del agua*, 5(2): 177-183, 2014, ISSN: 2007-2422.
- SERVÍN, M.; MEDINA, G.; CASAS, I.; CATALÁN, E.: *Sistema en línea para programación de riego de chile y frijol en Zacatecas*, Ed. CIRNOC-INIFAP, vol. Folleto Técnico No. 42, Campo Experimental Zacatecas, México, 42 p., 2012, ISBN: 978-607-425-887-5.
- SERVÍN, P.M.; TIJERINA, C.L.; MEDINA, G.G.; PALACIOS, V.O.; FLORES, M.H.: “Sistema para programar y calendarizar el riego de los cultivos en tiempo real”, *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(2): 423-430, 2017, ISSN: 2007-0934.
- VEGA, P.E.C.; MEJÍA, M.J.A.: “Desempeño del *Phaseolus vulgaris* bajo riego parcial cultivado en un sistema de respuesta hidrogavitrópica”, *Scientia Agropecuaria*, 8(2): 137-147, 2017, ISSN: 2077-9917.

Dania Rodríguez-Correa, Inv. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), filial Camagüey, Cuba. Teléfono: (53) 6917595, 32 252305 32 282013 (Ext. 163), e-mail: esp.ext.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0475-5868>

Camilo Bonet-Pérez, Inv. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), filial Camagüey, Cuba. Teléfono: (53) 6917595, 32 252305 32 282013 (Ext. 163), e-mail: esp.ext.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu camilobp51@gmail.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5025-9892>

Bárbara de la Caridad Mola-Fines, Inv. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), filial Camagüey, Cuba. Teléfono: (53) 6917595, 32 252305 32 282013 (Ext. 163), e-mail: esp.ext.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-2782-964X>

Pedro A. Guerrero-Posada, Inv. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), filial Camagüey, Cuba. Teléfono: (53) 6917595, 32 252305 32 282013 (Ext. 163), e-mail: esp.ext.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0235-9327>

Charissa Martínez-Der, Inv. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), filial Camagüey, Cuba. Teléfono: (53) 6917595, 32 252305 32 282013 (Ext. 163), e-mail: esp.ext.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4840-7064>

Miguel Machado-Carballo, Inv. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), filial Camagüey, Cuba. Teléfono: (53) 6917595, 32 252305 32 282013 (Ext. 163), e-mail: esp.ext.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8873-6367>

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.