

El uso del TDR - 300 en la programación de riego para el cultivo del frijol

The Use of the TDR-300 in Irrigation Scheduling for Bean Crop

 Dania Rodríguez Correa*,  Camilo Bonet Pérez,  Bárbara De la Caridad Mola Fines y  Yordanis Rojas Ramírez

Instituto de Investigaciones Ingeniería Agrícola (IAgric), Camagüey, Cuba.
E-mail: daniarc1975@gmail.com, camilobp51@gmail.com, barbaramola35@gmail.com

*Autora para correspondencia: Dania Rodríguez Correa, e-mail: daniarc1975@gmail.com

RESUMEN: La programación del riego es una de las principales responsabilidades que el técnico de riego debe atender. Para ello deberá tener toda la información de las necesidades hídricas de los cultivos, las propiedades hidrofísicas del suelo y las condiciones climáticas del lugar. El estudio se realizó en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Victoria II” durante el periodo 2019-2020. El objetivo de la investigación fue: determinar los parámetros de programación de riego en el cultivo del frijol con el uso del TDR-300 sobre suelo Fersialítico pardo rojizo. La determinación de la programación de riego se realizó a partir del balance de humedad del suelo con empleo del equipo TDR-300, el cual fue previamente calibrado al inicio del estudio, se definió una posición control que ocupó un área de 4 m², en la misma se efectuaron los muestreos de humedad del suelo presente a una profundidad de 10 y 20 cm según las etapas de desarrollo del cultivo, tomando como referencia el 80 % de la capacidad de campo del suelo. Durante el periodo del estudio se produjeron seis eventos de lluvia con un total de 65 mm, obteniéndose un 51 % aprovechable. La programación de riego aplicada a partir del balance de humedad del suelo demostró ser una estrategia eficiente, se aplicaron 16 riegos con una norma total neta de 2 760 m³/ha, y con una frecuencia media de cinco días; el mayor valor de evapotranspiración (ETc) fue de 3,98 mm/día en la etapa de floración-formación de las vainas.

Palabras clave: Uso eficiente del agua, balance de humedad del suelo, etapas de desarrollo.

ABSTRACT: Irrigation scheduling is one of the main responsibilities of an irrigation technician. To do this, they must have all the information regarding the water requirements of the crops, the hydrophysical properties of the soil, and the climatic conditions of the area. The study was conducted at the “Victoria II” Basic Unit of Cooperative Production (UBPC) during the 2019-2020 period. The objective of the research was to determine the irrigation scheduling parameters for bean cultivation using the TDR-300 system on reddish-brown Fersialitic soil. The irrigation schedule was determined based on the soil moisture balance using the TDR-300 instrument, which was calibrated at the beginning of the study. A control plot covering an area of 4 m² was established, where soil moisture samples were taken at depths of 10 and 20 cm, depending on the crop development stage, using 80% of the soil's field capacity as a reference. During the study period, six rainfall events occurred, totaling 65 mm, with 51% of the available water being usable. The irrigation schedule applied based on the soil moisture balance proved to be an efficient strategy. Sixteen irrigations were applied with a total net application rate of 2,760 m³/ha, at an average frequency of five days. The highest evapotranspiration (ETc) value was 3.98 mm/day during the flowering-pod formation stage.

Keywords: Efficient water use, soil moisture balance, development stages.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso renovable que no tiene sustitutos, es escaso y vulnerable, cumple funciones ecológicas, económicas, sociales y culturales. Dada su escasez relativa o absoluta, que se manifiesta en el tiempo y en el espacio, origina que la asignación del agua disponible en una región debe atender no sólo los requerimientos ambientales y las necesidades básicas del ser humano,

sino también mejorar su calidad de vida, poniendo el recurso hídrico al servicio del desarrollo y bienestar de la sociedad Guerrero (2012), citado por Rodríguez-Correa & Bonet-Pérez (2018).

El agua es un recurso natural vital para la supervivencia de las poblaciones, su creciente escasez y progresiva degradación exigen cambios que mejoren la eficiencia con que la que se utiliza este recurso.

Recibido: 04/04/2025

Aceptado: 15/01/2026

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

Contribución de los autores: Conceptualización: Dania Rodríguez. Curación de datos: Dania Rodríguez. Formal analysis: Dania Rodríguez, Camilo Bonet, Bárbara Mola, Yordanis Roja. Investigation: D. Rodríguez, Yordanis Roja, Camilo Bonet, Bárbara Mola. Methodology: Dania Rodríguez. Supervision: Camilo Bonet, Bárbara Mola. Writing original draft: Dania Rodríguez, Camilo Bonet, Bárbara Mola, Yordanis Roja. Writing review and editing: Dania Rodríguez.

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/>



Uno de los retos urgentes del siglo XXI es la racionalización económica de la gestión de las aguas para garantizar la sostenibilidad de los diferentes usos compatibles con los objetivos básicos de igualdad social García (2009), citado por Rodríguez-Correa et al. (2023).

La demanda creciente por el recurso hídrico en el sector de la agricultura acentúa la necesidad de su manejo cada vez más racional, de modo que permita asegurar el equilibrio del medio ambiente, por lo que, la operación adecuada de los sistemas de riego consiste en suministrar agua de forma óptima al cultivo, en el momento apropiado y la cantidad suficiente para satisfacer sus necesidades hídricas, con el objetivo de maximizar la productividad del cultivo y minimizar el uso del agua Mantovani et al. (2012), citado por López et al. (2017).

Estudios de Conde (2011), citado por Duarte et al. (2021) reflejan para América Latina y el Caribe la probabilidad de que los recursos hídricos se vean disminuidos (entre el 10 y 30 %) y la necesidad de hacer un ajuste de los mismos para la producción agrícola. Situación similar se presenta en Cuba, lo que justifica la necesidad de aplicar estrategias que garanticen un uso eficiente del agua de riego.

Los recursos hídricos disponibles en Cuba son limitados y están heterogéneamente distribuidos. Son diversos los problemas relacionados con la gestión sostenible del agua debido al bajo volumen disponible, el bajo índice de reposición anual, la baja eficiencia en el uso del agua y las pérdidas en las redes de distribución. Ha expresado Díaz (2018), citado por Rodríguez-Correa et al. (2023) que el agua constituye para Cuba el principal desafío ambiental para garantizar su sostenibilidad en el desarrollo, así como su seguridad ambiental y alimentaria, teniendo en cuenta que el cambio climático agudiza este reto.

Plantean Servín et al. (2012), citado por Bonet (2019), que la programación de riego es un proceso orientado a determinar la cantidad de agua a aplicar y en el momento de cada riego para minimizar deficiencias o excesos de humedad en el suelo que pudieran causar efectos adversos sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos. Con la programación adecuada del riego se pueden lograr objetivos múltiples como ahorrar agua, disminuir costos por ahorro de energía, mano de obra, minimizar el estrés hídrico y maximizar el rendimiento en los cultivos, así como maximizar la calidad y la rentabilidad.

La baja eficiencia en la operación de los sistemas de riego constituye uno de los problemas más agudos que afectan a las áreas bajo riego en Cuba y en muchos otros países que desarrollan una agricultura de regadío López et al. (2011), citado por Rodríguez-Correa et al. (2023).

Para el manejo apropiado del riego se requiere de la evaluación por parte del agricultor de las necesidades de riego de cada cultivo en base a varios parámetros físicos del suelo. Algunos productores utilizan equipos sofisticados mientras que otros se basan en métodos empíricos, cualquiera que sea el método usado cada uno tiene sus propios méritos (Martín, 2019).

La programación de riego es proceso de determinar cuánta agua aplicar y cuando aplicarla para satisfacer las necesidades del cultivo, maximizando la eficiencia en el uso del agua, no es solo regar mejor, es una herramienta de gestión precisa que transforma el agua de un recurso que no se utiliza eficientemente, en un insumo estratégico y eficientemente utilizado. En el contexto de la escasez hídrica para el cultivo del frijol, su implementación es una de las soluciones más directas, efectivas para garantizar la producción de alimentos y hacer que la agricultura sea más resiliente y sostenible. La programación del riego en los cultivos normalmente se ejecuta sin soporte técnico y se requiere una mayor sistematización y difusión de las técnicas disponibles para realizarla de una manera adecuada Catalán et al. (2007), citado por Martín (2019).

Objetivo de la investigación fue: determinar los parámetros de programación de riego en el cultivo del frijol con el uso del TDR-300 sobre suelo Fersialítico pardo rojizo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante la campaña 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 II (Figura 1).

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”. El suelo predominante en el área de investigación es el Fersialítico pardo rojizo cuyas principales características se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Características del suelo predominante en el área de investigación. Clasificación Genética: Fersialítico Pardo Rojizo.

Profundidad (cm)	Densidad aparente (g cm ⁻³)	Porosidad (%)	Capacidad de Campo (% bss)	Velocidad Infiltración (mm h ⁻¹)
00 - 10	1,26	52,4	31,4	21
10 - 20	1,26	52,4	30,0	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

La tecnología de riego utilizada para el estudio fue la de máquinas de pivot central, las mismas son del modelo BAYATUSA y poseen las siguientes características: 4 torres, 202 m de longitud, 2,90 m de altura del pivó y 102 boquillas difusoras; previamente al estudio fueron revisadas las condiciones de riego, incluyendo distribución de boquillas según modelo de la máquina, presión de trabajo y altura de boquillas Rodríguez et al. (2022).

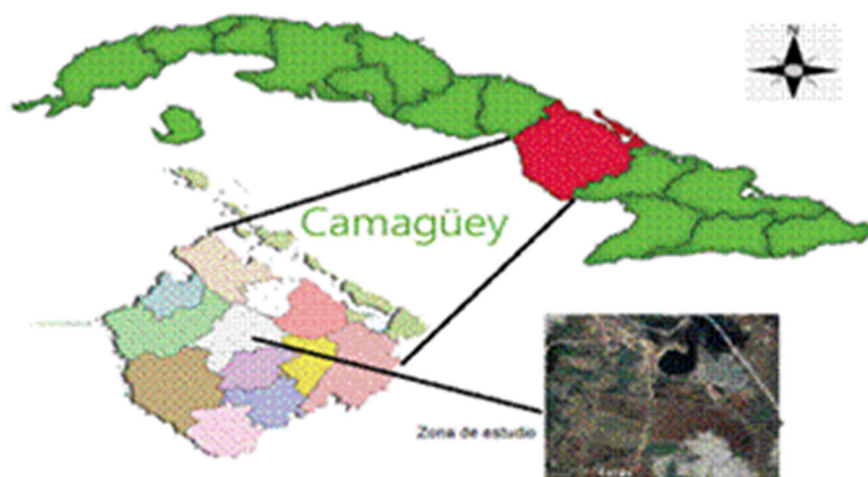
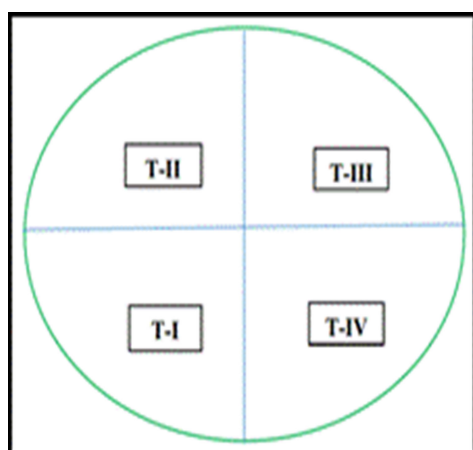


Figura 1. Imagen satelital de la unidad objeto de estudio UBPC “Victoria II”. Fuente: [Mapa Satélite de Altares \(2020\)](#).

Se realizó el diseño de la investigación a partir del área total que ocupa la máquina de pivote central eléctrica la cual se dividió en cuatro tratamientos, con una dimensión por tratamiento de 3,1 ha para un área total de 12,4 ha (figura 2).



Legenda: T- I, T-II, T -III, T- IV División de los tratamientos del área de investigación.

Figura 2. Diagrama del área de investigación para cada tratamiento.

La variedad de frijol utilizada en la investigación fue La Cuba-154, adaptada a condiciones de sequía y baja fertilidad, con un marco de plantación de 0,70 x 0,15 m. La siembra se realizó en el mes de diciembre y las labores agrotécnicas se realizaron de acuerdo con lo establecido por el Instructivo Técnico del Frijol (MINAG, 2019), citado por [Rodríguez \(2023\)](#).

En el área de investigación se aplicaron estrategias de riego deficitario controlado (RDC) las cuales se muestran a continuación:

- Tratamiento I. Riego según la demanda del cultivo, garantizando un nivel de humedad superior al 80 % CC, lo cual se determinó según el balance de humedad.

- Tratamiento II. RDC. Se empleó la estrategia de RDC consistente en la aplicación de riegos alternos en la etapa desde la germinación hasta el inicio de la floración, el resto del ciclo se regó según el balance de humedad.
- Tratamiento III. RDC. Se empleó la estrategia de RDC consistente en la aplicación de riegos alternos en la etapa comprendida desde la formación de vainas hasta la cosecha, el resto del ciclo se regó según el balance de humedad.
- Tratamiento IV. Testigo: este tratamiento se regó según la programación empleada tradicionalmente en la UBPC.

Se determinó la norma de riego a partir de la información de las propiedades hidrofísicas del suelo predominante y la profundidad a humedecer según la ecuación:

$$Nnp = 100 \cdot H \cdot DA \cdot (CC - LP) \quad (1)$$

donde: Nnp. Norma parcial neta de riego (m³/ha) H. Capa activa de suelo a humedecer (m) DA. Densidad aparente (g/cm³) CC. Capacidad de campo (% b.s.s.). LP. Límite Productivo (% b.s.s.)

La frecuencia de riego se determinó en función de la evapotranspiración del cultivo (ETc) calculada a partir de los datos climáticos utilizando la siguiente ecuación:

$$Fr = Nnp / ETc \quad (2)$$

donde: Fr- Frecuencia de riego (días) Nnp - Norma neta parcial (mm) ETc - Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

Se obtuvo con frecuencia semanal desde el Centro Meteorológico Provincial (CMP) en la provincia de Camagüey el pronóstico del comportamiento de la evapotranspiración de referencia (ETo) diaria para el área de estudio. Con los datos de ETo obtenidos en la investigación para el mismo período y lugar se realizó el cálculo de la ETc por períodos de diez días,

siendo agrupados en correspondencia con las etapas de desarrollo fisiológico (Allen et al., 2006). Los datos de Kc utilizados fueron los obtenidos para la región central del país

$$ETc = Eto * Kc \quad (3)$$

Previamente al inicio del estudio se procedió a realizar la calibración del equipo TDR-300 con empleo de varillas de 12 cm, utilizando el método gravimétrico para la determinación de la humedad presente. Se empleó una balanza digital Sartorius Signum 1 con rango de pesada hasta 35 g y precisión de 0,1 g. Con la calibración del TDR-300 se obtuvieron valores que reflejan la relación entre la lectura del equipo y la humedad del suelo en el área de investigación, esta calibración es un proceso crucial para garantizar la precisión de sus mediciones de humedad del suelo. Para la determinación de la humedad del suelo a emplear en el balance de humedad se definió una posición control que ocupó un área de 4 m² (Figura 3). En la misma se efectuaron los muestreos de humedad del suelo presente con el equipo TDR-300, cada cinco días, a una profundidad de 10 y 20 cm según las etapas de desarrollo.



Figura 3. Ubicación de la posición control para los muestreos de la humedad del suelo. Fuente: propia.

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. El cálculo de la lluvia aprovechable se realizó a partir del balance de humedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las necesidades hídricas del cultivo se obtuvieron teniendo en cuenta las distintas fases fenológicas del frijol, para lo cual se realiza la planificación del riego que sea capaz de satisfacer la demanda durante todo el desarrollo del cultivo.

Como resultado de la programación del riego aplicada, en la posición control se logró mantener durante todo el ciclo un nivel de humedad satisfactorio con el objetivo de conseguir la máxima producción y mejorar la calidad del grano en el cultivo del frijol como se muestra en la Figura 4 la cual permitió realizar el riego en la investigación según el balance de humedad en todo el ciclo del cultivo.

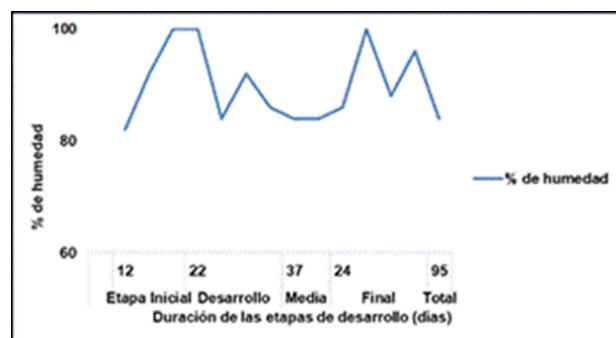


Figura 4. Porcentaje de humedad en las distintas etapas de desarrollo. Fuente: Propia.

La Figura 5 muestra los resultados de la evapotranspiración del cultivo (ETc) del frijol por etapas de desarrollo fisiológico calculada a partir del balance de humedad, para lo cual se contó con la información diaria de la Evapotranspiración potencial (ETo).

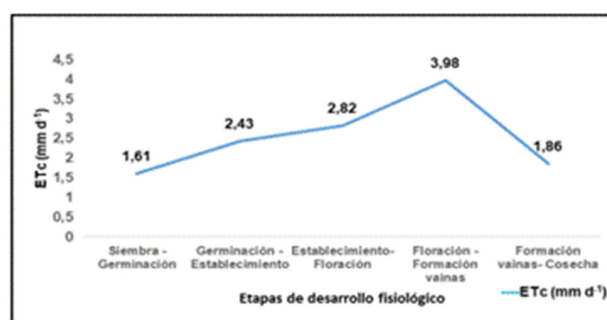


Figura 5. Evapotranspiración del cultivo (ETc) del frijol calculada a partir del balance de humedad. Fuente: Propia.

Los valores de la ETc variaron en todas las etapas de desarrollo del cultivo aumentando a medida que el cultivo fue creciendo y desarrollándose alcanzando su valor máximo en el momento la floración y formación de las vainas. Estos resultados de la investigación están en correspondencia con reportes de González et al. (2016) respecto a que, independientemente de la época de siembra, la mayor tasa de evapotranspiración de los cultivos de ciclo corto se produce en las fases de floración y maduración, que son las etapas de desarrollo de mayor actividad fisiológica.

Los resultados de humedad del suelo obtenidos con la lectura del TDR- 300 a las profundidades correspondientes al desarrollo del sistema radical del cultivo del frijol en sus diferentes etapas de desarrollo fisiológico, unido al control de los riegos efectuados según la programación prevista y el control de las precipitaciones ocurridas, permitieron calcular la lluvia aprovechable.

Se muestran los resultados obtenidos de la lluvia total y aprovechable durante la campaña 2019 - 2020. Durante el ciclo del cultivo se produjeron seis eventos de lluvias con una magnitud total de 62,5 mm y 51,0 % de aprovechamiento, resultando favorable para las plantas debido a la humedad que aporta al suelo. En la Figura 6 se muestran su distribución.

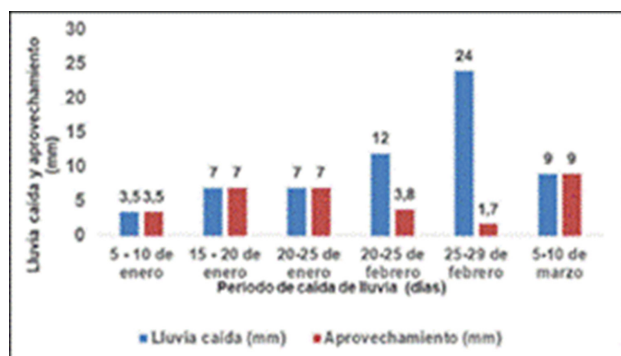


Figura 6. Lluvia total y aprovechable en el área de estudio. Fuente propia.

En informe emitido por el Ministerio de la Agricultura (MINAG, 2016), citado por [Rodríguez \(2023\)](#), se refiere a que la lluvia trae ventajas para los productores y productoras, ya que reduce la necesidad de riego y con ello los costos asociados a la actividad. Además, favorece la recuperación del agua que suelen perder los embalses durante la temporada de sequía. Aspecto de importancia teniendo en cuenta que la presión sobre los recursos hídricos ha aumentado debido a los efectos del cambio climático y al uso intensivo en el sector agrícola ([FAO, 2021](#)). Por lo que la programación de riego con el uso del TDR-300 diseñada en el estudio contribuye a utilizar con más eficiencia el agua disponible. Teniendo en cuenta que el cambio climático es uno de los fenómenos más importantes y estudiados de nuestra era y puede tener un profundo impacto en la agricultura, debido fundamentalmente a la ocurrencia de escasas precipitaciones ([Morales et al., 2024](#)).

Con la calibración del TDR- 300 se obtuvieron valores que reflejan la relación entre la lectura del equipo y la humedad del suelo en el área de investigación como se muestra en la [Tabla 2](#) que sirvió de guía para la determinación de la humedad presente en cada muestreo.

Tabla 2. Escala para programación de riego a partir de la lectura del TDR - 300

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

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

En el periodo transcurrido durante la investigación se pudo determinar la humedad presente en el suelo mediante el muestreo con el empleo del equipo TDR-300, lo cual posibilitó garantizar la aplicación del agua al cultivo en el momento oportuno y en la cantidad necesaria, como resultado de lo cual se logró una mayor eficiencia en el uso del agua.

La frecuencia de riego se comportó en un rango entre 4 y 7 días, con una media de cinco días, a partir de un manejo del riego basado en un límite inferior de humedad del suelo del 80 % CC, las condiciones climáticas y la norma de riego aplicada en las distintas etapas de desarrollo fisiológico.

Los resultados mencionados anteriormente coinciden con los obtenidos por [López et al. \(2011\)](#), citado por [Rodríguez \(2023\)](#) quienes realizaron un ajuste del intervalo de riego cada cuatro o cinco días, evidentemente, estos resultados están en dependencia del tipo de suelo y las condiciones climáticas de cada lugar estudiado.

En resultados obtenidos por estos autores en función de la humedad en el suelo tomada con la sonda TDR-300, se logró disminuir el consumo de agua y energía eléctrica y aumentar el rendimiento de los cultivos, manteniendo una lámina de agua entre los límites superior e inferior de la reserva fácilmente utilizable. El mismo autor hace referencia a que son diversos los estudios realizados que analizan la humedad del suelo empleando sondas TDR-300 para el manejo del agua en el riego lo que ha permitido ajustar las frecuencias de riego para las condiciones edafoclimáticas, lo que repercute en un uso racional de los recursos hídricos y energéticos.

[Servín et al. \(2012\)](#), citado por [Rodríguez \(2023\)](#) plantea 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 del contenido de humedad del suelo en el área de investigación permitieron cumplir los objetivos antes planteados, lo que es de vital importancia aplicar técnicas y métodos para mejorar la programación de riego.

Han expresado [Bonet-Pérez et al. \(2023\)](#) que, dado que el agua es un recurso natural cada vez más escaso, se hace imprescindible que la aplicación del agua de riego se realice de una manera eficiente para poder incrementar la producción agrícola con una menor disponibilidad de agua.

En la investigación se aplicaron 16 riegos con una norma total neta de 2 760 m³/ha, la cual es superior a lo mostrado en estudios realizados por [Herrera et al. \(2013\)](#) donde aplicaron 14 riegos con una norma de 2 560 m³/ha.

Diversos estudios se han realizado encaminados a la precisión de la demanda de agua de este cultivo; durante una investigación realizada por [González-Cueto et al. \(2017\)](#) citado por [Rodríguez \(2023\)](#), referida a la programación del riego durante todo el desarrollo fisiológico del cultivo del frijol, se concluye que los requerimientos hídricos se satisfacen aplicando 14 riegos con una norma total neta a aplicar de 2 517 m³/ha inferior a la obtenida en esta investigación. Hay que tener en cuenta que el cultivo del frijol es sensible al exceso y déficit de agua. Una mala programación de riego no solo se desperdicia agua, sino que afecta el rendimiento.

En estudios realizados por [Abreu \(2015\)](#), citado por [Rodríguez \(2023\)](#) plantea que se determinó que los requerimientos hídricos del cultivo del frijol se satisfacen aplicando 14 riegos, con una norma total neta a aplicar de 2 342 m³/ha, mientras que [Martínez-López et al. \(2023\)](#) exponen que, de acuerdo con las investigaciones realizadas incluyendo esta, los mejores resultados económicos y agrícolas se lograron cuando se suministró agua al cultivo en el momento de la floración y de formación de las vainas.

CONCLUSIONES

- La programación de riego para el cultivo del frijol con el empleo del TDR-300 aplicada a partir del balance de humedad del suelo demostró ser una estrategia eficiente, permitiendo establecer un intervalo óptimo de cinco días con un total de 16 riegos y una norma parcial neta de 2 760 m³/ha.
- Con el empleo del TDR-300 para la programación de riego en el cultivo del frijol se logró mantener los niveles de humedad por encima del 80 % de la CC, demostró ser una estrategia eficaz para garantizar el bienestar hídrico del cultivo adecuado durante todo el ciclo para este tipo de suelo y clima.

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. Roma: FAO, 298(0).
- Bonet, C. (2019). *Operación de sistemas de riego y drenaje. Elementos básicos*. Editorial Académica Española. Académica Española.
- Bonet-Pérez, C., Agramonte-Almanza, A. M., Mola-Fines, B., Rodríguez-Correa, D., & Guerrero-Posada, P. A. (2023). Adaptación de la producción agrícola al Cambio Climático. Estudio de caso. *Ingeniería Agrícola*, 13(4), cu-id.
- Duarte, C. E., Zamora, E., Herrera, J., González, F., & Chaterlán, Y. (2021). Manejo de las normas netas totales de riego en el frijol ante el cambio climático. *Revista Ingeniería Agrícola*, 11(4), 3-9.
- FAO. (2021). Climate-smart irrigation for resilient agriculture. FAO Water Reports 44. <https://www.fao.org/publications>.
- González, F., Herrera, J., López, T., & Cid, G. (2016). Factores que afectan la respuesta de los cultivos al agua. *Revista Ingeniería Agrícola*. Vol. 6, № 3. ISSN-2306-1545, E-ISSN-2227-8761. pp. 11-17.
- Herrera, J., Gacia, L., Cun, R., Rodríguez, M., Pujol, R., Cid, G., Cisneros, E., Alemán, C., & Roque, R. (2013). *Uso eficiente de sistemas de riego. Manual práctico sobre el riego de los cultivos*.
- Instituto de Suelos. (2010). *Informe sobre la actualización de los suelos en la UBPC Victoria II para el Programa de Polígonos de Conservación de Suelos*.
- López, M., Carmenate, D. s, Cervantes, A. M., & Paneque, P. (2017). Evaluación de la dinámica de humedad en suelo con sondas TDR para la operación del sistema de riego de pivote central. *Revista Ingeniería Agrícola*, 7(3).
- Mapa Satélite de Altagracia. (2020). *Ubicación de la UBPC Victoria II. Provincia de Camagüey* [Map]. Mapa Satélite de Altagracia. <https://www.google.com.cu>
- Martín, M. (2019). Revertir crisis en oportunidad. Ministerio de la Agricultura. *Diario Juventud Rebelde*.
- Martínez-López J., Montoya, F., Martínez-López H., Martínez-Romero, A., J. Pardo., & López- Urrea, A. (2023). Herramienta de programación de riego deficitario controlado para la sostenibilidad de cultivos leñosos en regiones semiáridas. XXXIX Congreso Nacional de Riegos ÚBEDA (JAÉN). B-03-2023 Comunicación científico-técnica. https://doi.org/10.17561/XXXIX_CNR.B-03.
- Morales, D., Dell'Amico J., Guerrero, L., & Santa Cruz, S. (2024). Respuesta del cultivo del frijol al riego deficitario controlado en diferentes momentos de su ciclo biológico. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*.vol.33 no.2.
- Rodríguez, C. (2023). Modelo de gestión integral del riego en sistemas con máquinas de pivote central eléctrico en el cultivo del frijol en suelos fersialítico pardo rojizo. *Universidad de Ciego de Ávila*.
- Rodríguez-Correa, D., & Bonet-Pérez, C. (2018). Propuesta de estrategia de extensión de buenas prácticas de riego en una unidad productiva agrícola. *Ingeniería Agrícola*, 8(2), 35-40.
- Rodríguez-Correa, D., Bonet-Pérez, C., & Mola-Fines, B. (2022). Productividad del agua de riego en el cultivo del frijol en condiciones de producción. *Revista Ingeniería Agrícola*, 12(3).
- Rodríguez-Correa, D., Bonet-Pérez, C., Mola-Fines, B., & Guerrero-Posada, P. A. (2023). Determinación de coeficientes del cultivo del frijol para las condiciones de las provincias centrales, Cuba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 32(2).
- Servín, M., Tijerina L., Medina G., Palacios., Oscar V& Flores H. (2017). Sistema para programar y calendarizar el riego de los cultivos en tiempo real. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* ,8(2), 423-430.