



ARTÍCULO ORIGINAL

<https://cu-id.com/2284/v13n1e04>

Evaluación técnica del riego localizado en una casa de cultivo de Santiago de Cuba

Technical Evaluation of Localized Irrigation in a Farming House in Santiago de Cuba

Ing. Ángel Luis Ramos-Tamayo¹, MSc. Reinaldo Cun-González, Dr.C. Carmen Duarte-Díaz
Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. El trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar la tecnología de riego localizado a través de indicadores técnicos de funcionamiento del sistema bajo condiciones protegidas en la Unidad de Cultivos Protegidos “Campo Antena”. Se aplicó una encuesta al personal encargado de la actividad de riego y a trabajadores para determinar el nivel de conocimiento sobre la tecnología de riego localizado, y se realizó una evaluación del coeficiente de uniformidad de riego, mediante el Método del Cuarto más Bajo en subunidades representativas del sistema en general, a partir de los resultados obtenidos se elaboró un plan de acciones generales que permitirán el mejoramiento de la explotación de estos sistemas de riego. Los resultados obtenidos mostraron que el 80% de los trabajadores no conocen sobre el manejo y explotación de dicha tecnología y han recibido poca capacitación. El coeficiente de uniformidad del sistema de riego fue de 87,09%, se clasifica de bueno según los valores recomendados por López et al., (1997). El valor medio de gasto obtenido por los emisores fue de 0,8 L·h⁻¹ muy bajo en comparación al valor nominal recomendado por el fabricante (2 L·h⁻¹). Se recomienda la implementación y seguimiento de un plan de acciones elaborado que permitirá el mejoramiento de la explotación de este sistema de riego y capacitar al personal que se encarga de explotar dicho sistema.

Palabras clave: riego localizado, coeficiente de uniformidad, sistema de riego, plan de acciones.

ABSTRACT. The work was developed with the objective of evaluating the localized irrigation technology through technical indicators of system operation under protected conditions in the “Campo Antena” Protected Crops Unit. A survey was applied to the personnel in charge of the irrigation activity and to workers to determine the level of knowledge about localized irrigation technology, and an evaluation of the coefficient of irrigation uniformity was carried out, using the Lowest Quarter Method in representative subunits of the system in general, based on the results obtained, a general action plan was developed that will allow the improvement of the exploitation of these irrigation systems. The results obtained showed that 80% of the workers do not know about the management and exploitation of said technology and have received little training. The uniformity coefficient of the irrigation system was 87.09%, it is classified as good according to the values recommended by López et al., (1997). The average flow value obtained by the emitters was 0.8 L·h⁻¹, very low compared to the nominal value recommended by the manufacturer (2 L·h⁻¹). The implementation and follow-up of an elaborated action plan that will allow the improvement of the exploitation of this irrigation system and to train the personnel that is in charge of exploiting said system is recommended.

Keywords: Localized Irrigation, Uniformity Coefficient, Irrigation System, Action Plan

INTRODUCCIÓN

Las evaluaciones técnicas de los sistemas de riego realizadas en condiciones de explotación permiten conocer los parámetros implicados en la aplicación del agua y determinar los cambios precisos para mejorar el proceso de riego (González & Ruz, 1999).

A finales de la primera década del 2000, los especialistas del Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (hoy Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, IAgric), proyectaron sistemas de riego por goteo para casas de cultivos protegidos.

¹ Autor para correspondencia : Ing. Ángel Luis Ramos-Tamayo, e-mail: angelluisramos92@gmail.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9929-2407>

Recibido: 12/02/2022.

Aprobado: 09/12/2022

En la actualidad en Cuba existen 673 casas de diferentes dimensiones, 12 m x 45 y 20 m x 40 m agrupadas en 24 módulos (42 ha) distribuidas en 13 provincias (Cun *et al.*, 2011).

Estos sistemas de riego por goteo fueron concebidos en una primera versión de un lateral con una hilera de plantas, separados a 0.40 m entre emisores y 1.00 m entre laterales. En la actualidad ya han sufrido muchas variaciones, ya que, se puede encontrar doble hileras de laterales con una hilera de plantas. Es el más generalizado en el país, se realiza sobre canteros altos, con distancia variable entre plantas de 0,40 m a 0,50 m (Casanova *et al.*, 2007).

El riego localizado posibilita un ahorro de aproximadamente el 55% del consumo de agua con relación a los métodos de riego tradicionales. Con esta técnica de riego se pretende maximizar la eficiencia de la aplicación de agua, entendiéndose como tal, la fracción del agua aplicada que es utilizada para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo. Ello requiere minimizar las pérdidas por evaporación, escorrentía, percolación profunda y otras pérdidas menores; para lo cual se necesita que el sistema esté bien diseñado, manejado y conservado (Aidi, 2007). La realización de evaluaciones de campo de los parámetros que definen la eficiencia en la operación del sistema de riego instalado, así como un diagnóstico general de la gestión de la calidad del manejo del agua; será lo que posibilitará conocer la calidad en el manejo del sistema de riego (Montero *et al.*, 2003).

Sumpsi *et al.* (1998), plantearon que la eficiencia de un sistema de riego depende fundamentalmente de la tecnología instalada, que se conoce como eficiencia técnica y del personal que lo opera. La realización de evaluaciones de campo de los parámetros que definen la eficiencia en la operación del sistema de riego instalado, así como un diagnóstico general de la gestión de la calidad del manejo del agua; será lo que posibilitará conocer la calidad en el manejo del sistema de riego (Montero *et al.*, 2003).

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. Por tal razón toda recomendación que tienda a la optimización en el aprovechamiento de los recursos hídricos y energéticos y a la preservación del medio ambiente, adquiere un valor considerable para las zonas de bajo regadío (González & Ruz, 1999).

Uno de los indicadores importantes en la determinación del buen funcionamiento de estos sistemas es la uniformidad del riego, ésta es una magnitud que interviene en su diseño hidráulico. En función de ella se definen los límites entre los que se permite que varíen los caudales de los emisores, de ahí la importancia de evaluar éste indicador en las instalaciones en funcionamiento (Rodrigo *et al.*, 1997).

Un sistema de riego debe distribuir el agua uniformemente por toda la superficie regada de manera que todas las plantas reciban la misma cantidad y satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos durante el intervalo entre riegos (Pizarro, 1990).

La uniformidad del riego es una magnitud que caracteriza a todos estos sistemas y que además interviene en su diseño, tanto agronómico como hidráulico. En función de ella se definen los límites entre los que se permite que varíen los caudales de los emisores y es importante su evaluación en las instalaciones en

funcionamiento (Labrada, 2008).

En la práctica es muy difícil que un sistema de riego opere con una uniformidad perfecta, una forma de evaluar la misma es mediante el Coeficiente de Uniformidad (Cu). Tomando en consideración los elementos antes expuestos, se desarrolla el presente trabajo con el objetivo de evaluar la situación de la tecnología de riego localizado a través de la determinación de indicadores técnicos de funcionamiento del sistema en un módulo de casas de cultivo protegido, utilizando laterales con goteros integrados a la tubería.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el período del 15 de noviembre de 2018 al 9 de enero de 2020 en la Unidad de Cultivos Protegidos “Campo Antena”, perteneciente a la Empresa Agroindustrial América Libre, Contramaestre, Santiago de Cuba, sobre un suelo Pardo sin carbonatos, según Mapa de Suelos 1: 25 000 del Instituto de Suelos (Instituto de Suelos-Cuba, 1979). Esta entidad está ubicada en la Autopista Nacional Santiago de Cuba km 3 ½, Santa María; la misma tiene un área total de 1,52 ha donde se encuentran ubicadas 19 casas de cultivos protegidos destinadas a la producción de hortalizas.

Se realizó un diagnóstico para evaluar el conocimiento de la tecnología de riego localizado en la unidad o módulo seleccionado (tres casas de cultivo protegido), dividida en las siguientes etapas:

1. Proceso de Sensibilización

Este consistió en sensibilizar a los trabajadores en el estudio a realizarse, es decir cómo se desarrollaría la misma, cuál es su objetivo y las fases a seguir. Se analizó el objetivo del trabajo para lograr una mayor motivación, participación y obtener la mayor información posible.

2. Conformación de Encuestas

En la elaboración de las encuestas se tuvo en cuenta los criterios de diferentes especialistas en riego y drenaje del IAgric y de la Delegación Provincial del MINAG, para lograr en ellas toda la

Información que permitiera entender la situación de los participantes en el trabajo. Los resultados de dicha encuesta fueron analizados en grupos de trabajo hasta ir adaptándolas a la información que se quería recopilar. Para la confección de las mismas se tomó como base lo expuesto por Sagastume *et al.* (2006); quienes plantearon que las preguntas pueden ser abiertas y cerradas, claras y específicas. En éste caso se aplicaron preguntas de carácter cerrado y abierto para darle la oportunidad al productor de explicar libremente aspectos que considerara importantes. La encuesta se le aplicó a un total de 4 obreros, 1 directivo y 1 técnico.

3. Definición de los indicadores considerados para realizar el diagnóstico

Los principales indicadores que se consideraron en el diagnóstico fueron los siguientes:

- Forma de producción a que pertenece. Especificar.
- Nombre de la unidad y de la entidad productiva a que pertenece.
- Ubicación.

- Estructura de la unidad y cultivos. Personal que trabaja en la unidad.
- Nivel Escolar.
- Edad.
- Tiempo de trabajo en la unidad.
- Personal que opera el sistema de riego.
- ¿Reciben o han recibido capacitación las personas que realizan la actividad del riego?
- Actividad del Riego.
- Tipo de emisor que se utiliza.
- Presión media de trabajo del emisor.
- Gasto medio del emisor.
- Cabezal de riego (elementos).
- Recursos hídricos que disponen para la actividad del riego.

Evaluación hidráulica del sistema de riego

Esta unidad cuenta con dos bombas; una electrobomba sumergible para trasladar el agua desde el pozo a la cisterna con gasto de 14 L·s⁻¹, y una electrobomba horizontal para transportar el agua desde la cisterna al cabezal de riego con un caudal de 3 atm. El cabezal de riego presenta una bomba AMIAD con un gasto de 2,5 atm. El emisor utilizado es el gotero autocompensante TWIN DRIP 15,50 x 13,50 mm, el cual entrega un caudal de 0,8 L·h⁻¹ con una presión de trabajo 10.0 m.c.a. (ecuación del emisor), separados a 0.40 m. El coeficiente de variación de fabricación CV es del 3,00% lo cual lo sitúa en la categoría A (IIRD-Cuba, 2005).

En este caso se seleccionó una casa de cultivo representativa de la unidad, tomando como criterio la casa que esté más cercana al cabezal de riego, según NC ISO 11545: (2012), metodología citada por otros autores como Montero et al. (2003), para la determinación del coeficiente de uniformidad de riego mediante las mediciones de las presiones y de caudales.

La uniformidad se evaluó mediante el coeficiente de uniformidad (Cu). En este caso se utilizó la metodología descrita por (Merriam & Keller, 1978):

Dentro de la subunidad de riego se seleccionan 4 laterales, el que se localiza en el inicio, los que se sitúan al tercio y dos tercios del principio y el último que está en la subsección. En los 4 laterales antes mencionados, se seleccionaron 4 goteros en cada uno de ellos, el del inicio, al tercio y a dos tercios del principio del primero y el último.

Se midió el agua y las presiones de los emisores seleccionados durante un intervalo de tiempo, en este caso se fijaron 3 minutos.

Se convirtieron todas las lecturas de volumen a caudal (L/h).

Se midieron las presiones a la salida del cabezal principal y en las válvulas hidráulicas que se encuentran a la entrada de las casas de cultivo utilizando un manómetro con una escala de 0 a 6 bares con una precisión de 0,2 y una aguja manométrica.

Para la determinación del coeficiente de uniformidad del gasto se utilizó la siguiente ecuación (1):

$$Cu = 100 \times \left(\frac{Q_{25}}{Q_n} \right) \text{ Merriam \& Keller (1978) (1)}$$

donde:

Q_{25} : Media de los valores del 25% más bajo del gasto registrado en el emisor;

Q_n : Media del total de los valores de gasto;

Coeficiente de uniformidad del sistema: $Cu = Fc \times Cu_g$

Cu_g : Coeficiente de uniformidad del gasto.

Para determinar el factor de corrección se utilizó la ecuación (2)

$$Fc = \left(\frac{\bar{H}_{25}}{\bar{H}_n} \right)^x \quad (2)$$

donde:

H_{25} : Media de los valores del 25% más bajo de las presiones registradas;

H_n : Media del total de los valores de presión.

Los valores de presión se tomaron en las válvulas hidráulicas a la entrada de las casas y a la salida del cabezal de riego.

Para clasificar el coeficiente de uniformidad se utilizaron los recomendados por (CIMMYT- México, 1993; FAO, 2005) y Cid et al. (2001) y se aprecian en la Tabla 1

TABLA 1. Valores recomendados para clasificar coeficiente de uniformidad

| Valores | Clasificación |
|----------|---------------|
| 90%-100% | Excelente |
| 81%-90% | Bueno |
| 70%-80% | Aceptable |
| < 70% | Inaceptable |

Fuente: Cid et al. (2001)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Procesamiento y evaluación de las encuestas

Aspectos relacionados con el nivel de escolaridad en la unidad de estudio

En la Figura 1 se observan los resultados de la encuesta aplicada, donde se puede apreciar que el 42% de los trabajadores de esta unidad posee el nivel de Secundaria, siendo este el mayor nivel de escolaridad alcanzado; el 38% cuenta con el nivel Medio Superior, el 15% el Técnico Medio y el 5% el Universitario.

Este resultado indica que el personal que trabaja en la unidad puede asimilar y entender con un grado de dificultad mínimo las capacitaciones prácticas y teóricas sobre la temática de riego localizado para los cultivos en condiciones protegidas; aunque en algunos casos las respuestas en las encuestas no eran claras, por lo que no conocen a profundidad los problemas que posee el sistema de riego en esta unidad. Sin embargo, tienen conciencia de la importancia del riego para la producción.

CIMMYT-México (1993) y FAO (2005) plantean que el nivel escolar del agricultor influye en la aceptación de las recomendaciones de un técnico o extensionista, pero no deja de ser significativo el interés y el apoyo que tenga cada productor para la adopción de nuevas tecnologías.

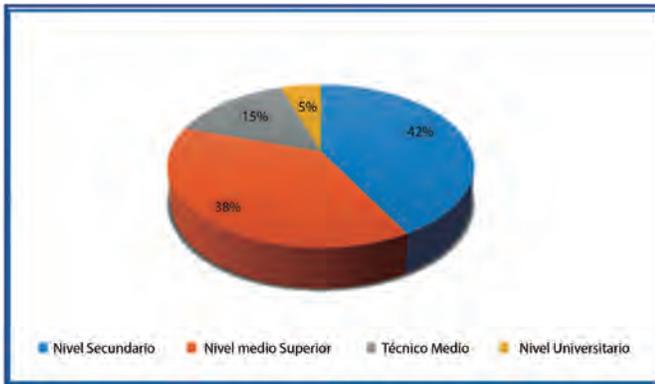


FIGURA 1. Nivel de escolaridad del personal de la unidad de estudio de Campo Antena.

Aspectos relacionados con los trabajadores que laboran en la unidad de estudio

En la Figura 2 se observa que el 69% de los trabajadores son obreros, siendo esta la mayor fuerza laboral existente en esta unidad, el 15% son administrativos, el 8% son técnicos y el 8% restante son profesionales, o sea, de nivel superior. Esto indica que el personal que dirige la actividad de producción y fertirriego son en su mayoría obreros calificados en dicha actividad, cuestión de importancia vital pues ello contribuye a las ventajas del riego localizado en la mecanización y automatización de las operaciones agrícolas tales como la aplicación de fertilizantes, herbicidas, químicos y cosecha, según plantearon Haimanote *et al.* (2020) y Jiménez (2016).

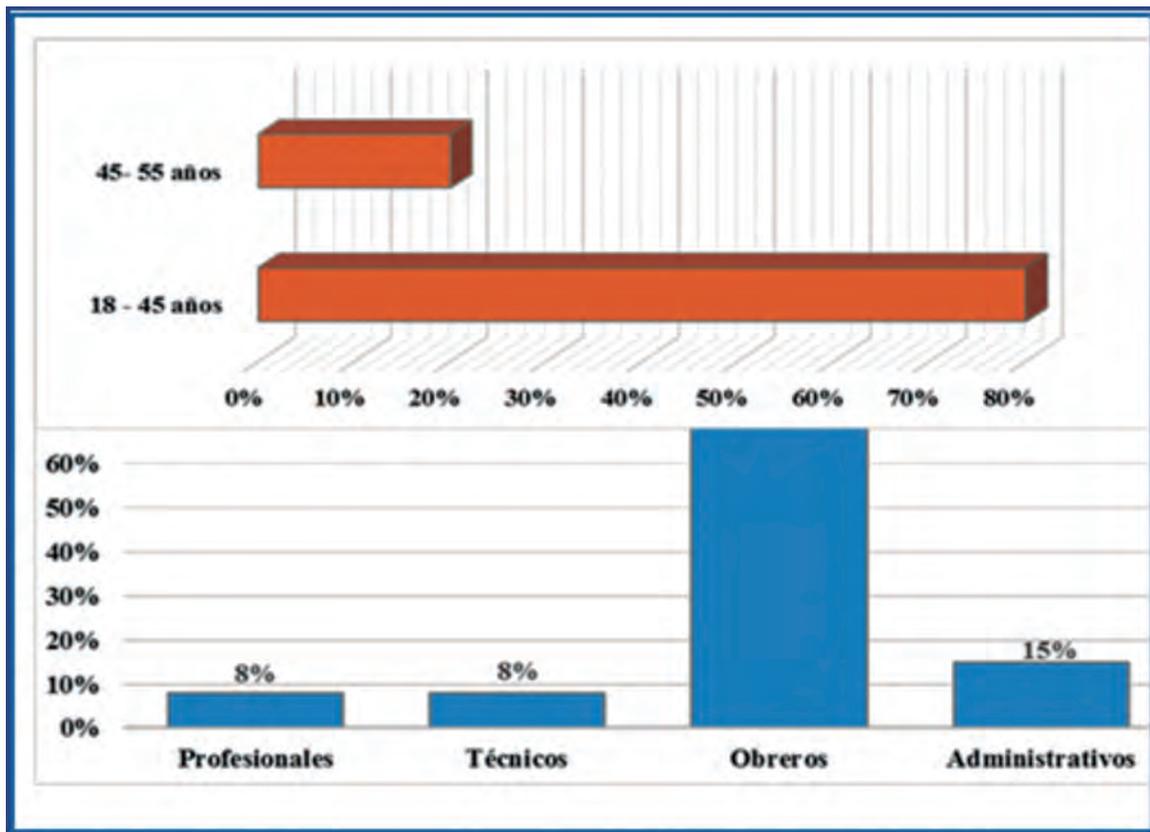


FIGURA 2. Categorías y rango de edades de los trabajadores que laboran en la unidad de estudio de Campo Antena.

Aspectos relacionados con la edad de los trabajadores en la unidad de estudio

En la propia Figura 2 se muestra la edad de los trabajadores. El 80% de ellos oscila entre el rango de 18-45 años, apreciándose que la fuerza de trabajo no está envejecida por lo que pueden asumir las labores productivas sin problemas y acceder a la superación constante. El otro 20% oscila entre el rango de 45-55 años. Similares resultados fueron encontrados por Ulloa (2008) la cual mediante encuestas demostró la variabilidad de edad existente en el sector de la agricultura.

Aspectos relacionados con el tiempo de permanencia de los trabajadores en la unidad de estudio

Los resultados de la encuesta aplicada demostraron que el 100% de los trabajadores de esta unidad alcanza más de 6 años de permanencia en su puesto laboral, demostrando así la estabilidad de la fuerza de trabajo. Por su parte, Adlercreutz *et al.* (2014) consideran de suma importancia los factores humanos para la producción hortícola bajo cubierta, por cuanto se asegura la disponibilidad de asesores profesionales y de mano de obra permanente y temporaria; nivel de calificación y posibilidades de capacitación.

Aspectos relacionados con el conocimiento de los trabajadores en la unidad de estudio

En la Figura 3 se muestra que el 80% de los trabajadores de esta unidad no conocen acerca del manejo y explotación del sistema de riego, o sea, que no han recibido capacitaciones. Solo el 20%, las ha recibido a través de talleres y cursos sobre el montaje de sistemas de riego, lo que evidencia la necesidad de abordar otros temas como la explotación y manejo del riego.

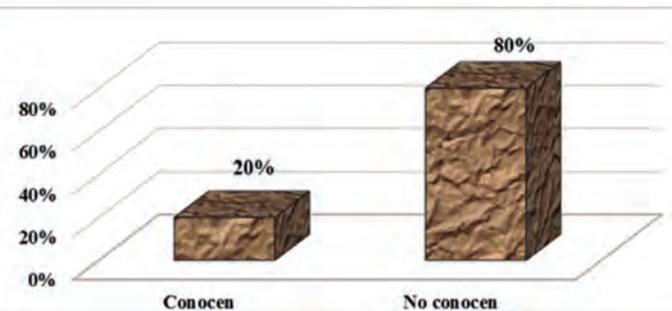


FIGURA 3. Conocimiento de los trabajadores en la unidad de estudio.

Salas (2004) asegura que la capacitación logra un impacto social en los productores, ya que, adquieren conocimientos necesarios, ampliando sus horizontes y permitiendo una visión

más objetiva de los problemas y las formas de solucionarlos. Además, las acciones de capacitación ambiental para la protección del suelo en el cultivo protegido de hortalizas, constituyen una actualización sistemática teórica-práctica para el establecimiento de la soberanía alimentaria y educación nutricional sobre bases agroecológicas Sánchez & Basulto (2019).

Situación de los recursos hídricos en la unidad de estudio

La Tabla 2, refleja la situación existente en relación a los saberes sobre los recursos hídricos en la casa de cultivo protegido de Campo Antena, teniendo en cuenta 11 indicadores sobre el conocimiento de algunos aspectos que rigen el manejo del agua en las hortalizas en condiciones protegidas.

La Tabla indica de forma cualitativa, el escaso conocimiento del personal de Campo Antena sobre los recursos hídricos, lo cual predice que el funcionamiento no es el más adecuado, dado el nivel de desconocimiento de actividades importantes para el riego adecuado. Solo saben sobre el tipo de fuente de abasto y el mejor horario para el riego. Esta información, no coincide con los aspectos que IICA (2016) recomienda dentro de los aprendizajes requeridos a tener en cuenta para desarrollar eficientemente una agricultura protegida.

TABLA 2. Situación de los recursos hídricos en la unidad de estudio

| Indicadores | Respuestas |
|--|------------|
| Existe personal que opera la actividad de riego | Sí |
| Fuente de abasto | Pozo |
| Pago del agua | No |
| Limitación con el agua por falta de pago | No |
| Problemas con la comunidad por el uso del agua | No |
| Conocimiento acerca de la calidad del agua desde el punto de vista químico y biológico | No |
| Conocimiento acerca de la cantidad de agua a aplicar | No |
| Conocimiento acerca de cuándo aplicar el agua | No |
| Conocimiento acerca de si el riego satisface las necesidades hídricas del cultivo | No |
| Conocimiento acerca del horario de mejor riego | Sí |
| Conocimiento acerca del funcionamiento del sistema | No |

Aspectos relacionados con la situación del sistema de riego en la unidad de estudio

El sistema de riego en esta unidad presentó como problemas principales la calidad del agua ($C_e = 0,97\text{dS/cm}$ y $\text{pH} = 7,7$), la cual según la clasificación de Moreno et al. (1996), atendiendo a la conductividad eléctrica (C_e) está en el rango de ligera a moderada de acuerdo a su uso para el riego, por el contenido de salinidad.

Otro aspecto que se tuvo en cuenta fue la deficiencia en el filtrado del agua para el riego (filtro defectuoso), unido a las deficiencias en el funcionamiento de la ventosa y la válvula de regulación, según se aprecia en la Tabla 3.

Ambos aspectos fueron los principales causantes de las obstrucciones en los emisores, impidiendo así la entrega de agua necesaria para el cultivo. El gasto de los emisores se comportó por debajo del establecido por el fabricante.

TABLA 3. Elementos técnicos del sistema de riego

| Elementos técnicos | Respuestas | Estado |
|---------------------------|-------------------------|---------|
| Equipos de bombeo | Electrobomba sumergible | Regular |
| | Electrobomba horizontal | Bueno |
| Bomba en cabezal de riego | Existe | Regular |
| Ventosa | Existe | Malo |
| Válvula de regulación | Existe | Malo |

| Elementos técnicos | Respuestas | Estado |
|--------------------|------------|---------|
| Filtro de mallas | Existe | Malo |
| Manómetro | Existe | Malo |
| Emisores (goteros) | Existe | Regular |

Uniformidad de los gastos del sistema de riego

El valor medio de gasto obtenido en los emisores fue de 0,8 L·h⁻¹, inferior al valor nominal recomendado por el fabricante (2 L·h⁻¹) (IIRD-Cuba, 2005). Este desajuste en el caudal se debe a que existen emisores tupidos en los laterales debido a la dureza del agua. Además, se debe redimensionar el tiempo de riego para poder compensar el déficit de agua, porque no se riega realmente la cantidad requerida.

El valor del coeficiente de uniformidad de riego Cu (%) de los emisores fue de 87,09% clasificado como bueno (>80%) según los rangos planteados por Cid *et al.* (2001) (Tabla 4). No obstante, aunque existe un desajuste en el gasto de los emisores, estos se mantienen regando de forma estable.

TABLA 4. Valores del Coeficiente de uniformidad de riego de los goteros

| Unidad Productiva | Media del cuarto más bajo (L·h ⁻¹) | Media del total de valores (L·h ⁻¹) | Coeficiente de uniformidad de los gastos (%) |
|-------------------|--|---|--|
| Campo Antena | 0,63 | 0,78 | 87,09 |

Conformación del Plan de Acciones

Para dar solución a las dificultades encontradas en el diagnóstico se propuso un plan de acción, el cual fue confeccionado por los integrantes del trabajo de forma participativa, con el objetivo de mejorar la situación existente en la unidad de producción, para el cual se tomaron en cuenta las siguientes acciones:

1. Realizar capacitación sistemáticamente sobre los temas relacionados con manejo de las hortalizas, el riego, fertirriego y el drenaje en condiciones protegidas.
2. Divulgar en la unidad el manual sobre tecnologías de riego localizado.
3. Establecer las funciones que debe cumplir el encargado de la actividad de riego localizado en la unidad.
4. Motivar a los jóvenes en el manejo y la explotación del riego bajo estas condiciones.
5. Divulgar y capacitar a los trabajadores de la unidad sobre normas de calidad de agua para riego y su importancia.
6. Establecer articulación sistemática entre el personal que utiliza la tecnología de riego localizado y el centro de investigación de donde procede la tecnología (IAgric).

7. Conocer la curva de funcionamiento de la bomba y dotar a la misma o al cabezal de un manómetro.

CONCLUSIONES

- El 42% de los trabajadores posee el nivel Secundario, el 38% obtuvo el nivel Medio Superior, el 15% el Técnico Medio y el 5% el Universitario, por lo que puede asimilar y entender las capacitaciones prácticas y teóricas sobre el riego.
- El 80% de los trabajadores de esta unidad no conocen acerca del manejo y explotación del sistema de riego; no han recibido capacitaciones. Solo el 20%, las ha recibido a través de talleres y cursos sobre el montaje de sistemas de riego.
- El 69% de los trabajadores son obreros, siendo esta la mayor fuerza laboral existente en esta unidad, el 15% son administrativos, el 8% son técnicos y el 8% restante son profesionales, o sea, de nivel superior.
- El valor medio de gasto de los goteros fue de 0,8 L·h⁻¹, por lo que es inferior al valor recomendado por el fabricante (2 L·h⁻¹).
- El valor del coeficiente de uniformidad de riego Cu (%) de los emisores fue de 87,09% clasificado como bueno (>80%).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adlercreutz, E., Huarte, D., López Camelo, A., Manzo, E., Szczesny, A., & Viglianchino, L. (2014). *Producción hortícola bajo cubierta* (compilado por; edición literaria-1ª. ed.). Ediciones INTA, Mar del Plata, Argentina, ISBN: 978-987-521-458-3.
- Aidi, O. (2007). *Irrifrance*. Catálogo, France.
- Casanova, S. A., Gómez, O., Pupo, F. R., & Hernández, M. (2007). *Manual para la producción protegida de hortalizas: capítulo riego y fertirriego* (edición segunda, Ministerio de la Agricultura, Viceministerio de Cultivos Varios, Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova), Editorial Liliana Dimitrova, ISBN: 959-7111-37-3, Maracay, Venezuela.
- Cid, G., Zamora, E., González, F., López, T., & Martínez, R. (2001). Caracterización del proceso de redistribución de la humedad del suelo para la determinación de la evapotranspiración de los cultivos agrícolas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 10(2), 81-85, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- CIMMYT- México. (1993). *La adopción de tecnologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas* (pp. 42-66). Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo (Cimmyt), México, DF.

- Cun, G. R., Puig, E. O., Morales, G. C., & Duarte, D. C. (2011). Evaluación de la uniformidad del riego por goteo en condiciones de casas de cultivo en explotación. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(1), 36-39, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- FAO. (2005). *FAO destaca importancia de educación rural en consecución de objetivos del milenio*. Associazione di cooperazione rurale in Africa e America Latina, FAO org., Roma Italia. <http://www.fao.org/SD/ERP/Event15June2005/Noticias.mht>
- González, M., & Ruiz, E. (1999). Efecto de la aplicación de diferentes volúmenes de agua de riego y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de tomate industrial. *Agricultura Técnica (Chile)*, 59, 319-330.
- Haimanote, B. K., Migliaccio, K. W., Dukes, M., Vasquez, L., & Balerdi, C. (2020). Consejos Básicos para Diseñar Sistemas Eficientes de Riego: AE549, 12/2020. *EDIS*, 2020(6), 10-10, ISSN: 2576-0009.
- IICA. (2016). *Programa para el Fortalecimiento de Capacidades Técnicas Nacionales del Sector Agrícola*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), ICA-SAGARPA.
- IIRD-Cuba. (2005). *Módulo de riego localizado para organopónicos* (p. 8). Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD), La Habana, Cuba.
- Instituto de Suelos- Cuba. (1979). *Clasificación genética de los suelos de Cuba*. Editorial Academia, La Habana, Cuba.
- Jiménez, S. (2016). Qué es el riego localizado. *Revista Hidráulica Fácil*.
- Labrada, C. (2008). *Diagnóstico de la calidad en el manejo de los sistemas de riego para la gestión eficiente de una cooperativa en condiciones de agricultura urbana*, 72pp [Tesis (en opción al título de Master en Gestión y Desarrollo de Cooperativas)], Universidad Agraria de La Habana.
- Merriam, J. L., & Keller, J. (1978). *Farm irrigation system evaluation: A guide for management*. Utah State University, Dept. Agric. Irrig, Utah St. Univ. Logan, USA.
- Montero, J., de Juan, J. A., Sajardo, R., & Tarjuelo, J. M. (2003). *La aplicación de agua con emisores de última tecnología en equipos pivote*. Diario El País. Centro Regional de Estudios del Agua. Universidad de Castilla-La Mancha, España.
- Moreno, C. J. A., Pérez, M. D., & Moral, R. (1996). *Análisis y calidad del agua de riego*.# 58. EU De Ingeniería Técnica Agrícola de Orihuela. Universidad Politécnica de Valencia. Servicio de Publicaciones. SPUPV-96.113.
- NC ISO 11545: 2012. (2012). *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* [Norma NC ISO].
- Pizarro, C. F. (1990). *Riego Localizado de Alta Frecuencia (RLAF)* (3ª Edición). Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Rodrigo, L. J., Hernández, A. J. M., Pérez, R. A., & González, H. J. F. (1997). *Riego Localizado*. Ediciones Mundi-Prensa, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica, Madrid, España.
- Sagastume, N., Rodríguez, R., Obando, M., Sosa, H., & Fishler, M. (2006). *Guía para la elaboración de estudios de adopción de tecnologías de manejo sostenible de suelos y agua*. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central, Unidades de Apoyo del PASOLAC en Honduras, Nicaragua y El Salvador....
- Salas, J. A. (2004). *Evaluación de impacto atribuido a la capacitación de temporeras en la comuna de Buin, Región Metropolitana*. [Tesis presentada en opción al título académico de máster en agricultura urbana, Universidad de Chile]. http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2004/salas_a/html/index-frames.html
- Sánchez, P., & Basulto, T. (2019). *La capacitación ambiental para la protección del suelo en el cultivo protegido de hortalizas* [Informe técnico]. Centro Universitario Municipal de Guantánamo, Yateras, Guantánamo, Cuba.
- Sumpsi, V. J. M., Colmenero, G. A., Fonseca, B. M., & Ortega, V. C. (1998). *Economía y Política de Gestión del Agua en la Agricultura*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Ulloa, L. (2008). *Presencia de la agricultura urbana en la joya arquitectónica de la Ciudad de la Habana* [Tesis presentada en opción al título académico de máster en agricultura urbana]. Universidad Agraria de La Habana.

Ángel Luis Ramos-Tamayo, Ing., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba, e-mail: angelluisramos92@gmail.com. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9929-2407>

Carmen E. Duarte-Díaz, Dr.C., Inv. Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba, e-mail: carmen.duarte@iagric.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-7887-6289>

Reinaldo Cun-González, MSc., Inv. Auxiliar, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Boyeros, La Habana, Cuba. e-mail: reinaldo.cun@iagric.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5100-7902>

CONTRIBUCIONES DE AUTOR:

Conceptualización: A. L. Ramos-Tamayo. Curación de datos: A. L. Ramos-Tamayo, R. Cun y C. Duarte. Análisis formal: A. L. Ramos-Tamayo, R. Cun y C. Duarte. Investigación: A. L. Ramos-Tamayo. Metodología: A. L. Ramos-Tamayo, R. Cun y C. Duarte. Supervisión: R. Cun y C. Duarte. Validación: A. L. Ramos-Tamayo. Redacción-borrador original: A. L. Ramos-Tamayo. Redacción-revisión y edición: A. L. Ramos-Tamayo, R. Cun y C. Duarte.

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.