

## RIEGO Y DRENAJE

### ARTÍCULO ORIGINAL

# El diseño de sistemas de riego localizado a partir de un nuevo criterio de velocidad

## *Design of irrigation systems located starting from a new criterion of speed*

Dr.C. Ramón Pérez Leira<sup>I</sup>, Est. Sheylis Delia Soto Saíz<sup>II</sup>, Ing. Pedro Conde Pérez<sup>III</sup>

<sup>I</sup> Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) Extensión Chone. Ecuador.

<sup>II</sup> Universidad Tecnológica de La Habana (UTH) “José Antonio Echeverría”-CUJAE, Facultad de Ingeniería Civil, Centro de Investigaciones Hidráulicas (CIH), Marianao, La Habana, Cuba.

<sup>III</sup> Grupo BM Inc. Cuba.

**RESUMEN:** El presente trabajo se realiza con el objetivo de evaluar la factibilidad de un nuevo límite superior de la velocidad de circulación para el diseño de sistemas de riego localizado a partir del impacto económico que esto implica sobre los costos fijos y variables. A partir de los criterios propuestos por diferentes autores en siete fuentes consultadas, se define un nuevo criterio de máxima velocidad para el diseño de 2,0 m/s. Los resultados del análisis demuestran que no es viable desde el punto de vista económico el diseño con una velocidad de circulación máxima de 2 m/s en comparación con el valor de 1.5 m/s solicitado en la actualidad por el Grupo Azucarero Azcuba.

**Palabras clave:** factibilidad, impacto económico, costos fijos y variables.

**ABSTRACT.** This work is performed in order to assess the feasibility of a new upper limit of velocity for the design of drip irrigation systems from the economic impact this implies on the fixed and variable costs. Based on the criteria proposed by different authors in 12 sources, is defined a new criterion to the maximum design speed of 2.0 m/s. The analysis results show that it is not viable from the economic point of view the design with a maximum velocity of 2 m/s compared with the value of 1.5 m/s currently requested by the Sugar Group Azcuba.

**Keywords:** Feasibility, economic impact, fixed and variable costs.

## INTRODUCCIÓN

La fácil automatización, el bajo requerimiento de fuerza laboral y la posibilidad de utilizar bajas presiones han sido las razones principales que han permitido la rápida extensión del riego con máquinas de pivote central en el mundo (Bordousky *et al.*, 1992 y Tarjuelo, 2005). En muchas zonas geográficas del mundo, la disponibilidad de agua para riego, ha sido históricamente escasa o está en decremento (Schaefer, 2012). El método de riego localizado, a pesar del inconveniente que representa su alta inversión inicial, es una solución cada vez más viable para las zonas agrícolas con recursos hídricos limitados.

Faci (2001), Kinkaid (1996) y Pérez *et al.* (2001) concuerdan en las ventajas que proporcionan al riego la colocación de los emisores a 1.0 m en comparación con los instalados a 2.30 m de altura para cualquier espaciado en un pivote.

Evaldo *et al.* (2001) determinaron que el Coeficiente de Uni-

formidad y la dosis de riego disminuyen después que el módulo de aspersión ha sido utilizado por más de seis años. A partir de estas experiencias Pérez *et al.* (2011a,b) elaboraron un modelo matemático que permite determinar el momento óptimo para el cambio del módulo de aspersión en los pivotes a partir de las condiciones específicas de Brasil.

En Cuba se produjo un auge notable en la introducción de sistemas de riego localizado en la agricultura, a finales de los 80 e inicios de los 90. Cientos de hectáreas de frutales (plátano y cítricos fundamentalmente) fueron beneficiadas con la mayoría de los componentes de los sistemas de riego fabricados en el país, lo que representó un impulso significativo en el incremento de las producciones agrícolas.

En la actualidad la introducción y explotación de las dife-

rentes técnicas de riego localizado en el país han ido perfeccionándose, así como se han ido incrementando los niveles de automatización y de integración del riego con otras labores agrotécnicas como la fertirrigación. No obstante, los criterios económicos siguen quedando en un segundo plano en comparación con los técnicos, a la hora de tomar decisiones relacionadas con las variantes de proyecto y con la recuperación de las inversiones que se realizan (Pérez *et al.* 2011b).

Un aspecto interesante resulta el hecho de que las tareas técnicas que se emiten para convocar a licitación a las firmas que comercializan técnicas de riego radicadas en el país, establecen como requisito que “la velocidad de circulación en las tuberías de la ruta crítica no sobrepase los 1,5 m/s”. Si bien esto no es un requisito desatinado, tampoco se tienen referencias de que su origen provenga de ningún análisis económico realizado en el país, sino en las recomendaciones que algunos autores, como Pizarro<sup>1</sup>, realizaran en condiciones que pudieran diferir de las actuales en Cuba. Por otra parte no se tiene referencia de la existencia de una norma ISO para tales fines ni existe en el país una norma que establezca estos valores como referencia.

Una definición más precisa sobre el criterio económico de velocidad de circulación en las tuberías de los sistemas de riego localizado puede contribuir a realizar diseños hidráulicos que propicien un ahorro en las inversiones que se realizan en la agricultura cubana actual Pérez *et al.* (2015).

Sobre la base de esta hipótesis se realiza el presente trabajo con los siguientes objetivos:

- Definir un nuevo límite superior del criterio de velocidad permisible de circulación a partir de las consideraciones de diferentes autores.
- Rediseñar un sistema de riego localizado ya existente con vistas a su análisis técnico- económico.
- Determinar el efecto económico del nuevo criterio de velocidad en la inversión inicial y los costos de energía.

## MÉTODOS

### Análisis Bibliográfico de las diferentes fuentes consultadas

Para el desarrollo de esta investigación se consultaron 15 referencias, de las cuales un 47% corresponden a los últimos 5 años, y el resto son anteriores al año 2011.

### Definición del nuevo criterio de velocidad de circulación

Se realizó sobre la base de la consulta bibliográfica realizada, incluidas las cuatro metodologías de diseño utilizadas para el análisis comparativo. Los criterios de todos los autores fueron clasificados y expuestos en tres grupos:

- Grupo a: Proponen una velocidad máxima permisible de 1,5 m/s
- Grupo b: Proponen una velocidad máxima permisible de 2

a 2,5 m/s

- Grupo c: Proponen una velocidad máxima permisible superior a 2,5 m/s

La propuesta de un nuevo criterio de velocidad superior permisible estuvo basada en la mayor coincidencia de valores dados por los distintos autores expresados a través del mayor porcentaje entre los tres grupos de autores<sup>2</sup>.

### Rediseño del sistema de riego localizado aplicado a un caso de estudio

Para el nuevo diseño se empleó la nueva definición de velocidad permisible, los cálculos pertinentes se realizaron con la ecuación de pérdidas de Williams-Hazen (ecuación 1), para garantizar una compatibilidad con el diseño hidráulico ya existente<sup>3</sup>.

$$h_f = \frac{10,672}{D^{4,871}} \cdot \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} \cdot L \quad (1)$$

donde:

D: diámetro interior de la tubería en m;

Q: caudal que circula por la tubería en m<sup>3</sup>/s;

C: Coeficiente de rugosidad (adimensional);

L: longitud de la tubería en m.

Para el cálculo de la velocidad de circulación se empleó la ecuación de continuidad (2)

$$Q = V \cdot A \quad (2)$$

donde:

Q: caudal que circula por la tubería en m<sup>3</sup>/s

V: velocidad de circulación en la tubería en m/s

A: área de la sección interior de la tubería en m<sup>2</sup>

El diseño se realizó con un valor de C = 150, en tuberías de PVC con presión nominal de 600 kPa.

### Análisis comparativo de las variantes desde el punto de vista económico

Una vez completados los cálculos, para las dos variantes de diseño (1,5 m/s y el nuevo valor definido de velocidad máxima de circulación), se realizó una comparación desde el punto de vista económico a partir de evaluar los aspectos más significativos de los costos fijos y los costos variables.

El análisis de los costos fijos se realizó a partir del listado de componentes fundamentales de la red hidráulica (se consideraron exclusivamente las tuberías sin sus accesorios y el equipamiento de bombeo) en los precios se incluyó el costo de la instalación del sistema.

Se evaluó la magnitud de los costos fijos para ambas variantes y se determinó el costo de la energía para cada una.

Este análisis se realizó partir de considerar que los costos de mano de obra, de consumo de agua y de mantenimiento no sufren variaciones para las dos variantes analizadas ya que el volumen de agua y el tiempo de operación de la bomba son invariables en ambos casos por lo que solamente incide el costo de la energía.

<sup>1</sup> PIZARRO, C.F.: Riego localizado de alta frecuencia, Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España, 1986.

<sup>2</sup> AZCUBA: Tarea técnica del pliego de licitación para ofertas comerciales de sistema de riego por goteo subterráneo destinados al riego del cultivo caña de azúcar, Empresa Importadora AZUIMPORT, Grupo Azucarero AZCUBA. La Habana, 2014.

<sup>3</sup> FONTOVA DE LOS REYES, M. y GARCÍA, R. E.: Ingeniería de Riego, Ed. Félix Varela, La Habana, Cuba, 2001.

Para el costo de la energía se procedió a calcular el consumo energético del motor a partir de la expresión (3) empleada por Pérez *et al.* (2009):

$$EE = \left\{ 1,02 \left[ \left( \frac{Q \cdot H}{102 \cdot Efb \cdot Efm} \right) \right] \right\} \cdot T \quad (3)$$

donde:

EE: Consumo eléctrico por riego (kW-h);

Q: Caudal de la bomba (L/s);

Ht: Carga dinámica total de la bomba (m);

Efb: Eficiencia de la bomba (decimal) 0,776 según datos del proyecto propuesto;

Efm: Eficiencia del motor (decimal) 0,945 según datos del proyecto propuesto;

T: Tiempo de riego (h) bomba (L/s);

El costo de la energía consumida se realizó a partir de lo establecido en la Resolución 311 del Ministerio de Finanzas y Precios (MFP)<sup>4</sup>, donde se establecen las tarifas en dependencia del horario durante el que ocurra el consumo, son las siguientes:

- Tarifa Diurna (TD): De 6:00 am hasta las 5:00 pm el precio es de 0.063 kW-h (horas diurnas).
- Tarifa Nocturna (TN): De 10:00 pm a 6:00 am el precio es

de 0.035 kW-h (horas nocturnas).

En el tiempo comprendido entre las 5:00 pm y 10:00 pm está prohibido realizar este tipo de actividad por considerarse horario de máxima demanda en el sector residencial.

A partir de la tarea técnica presentada por AZCUBA<sup>2</sup>, se consideraron 16 horas de bombeo diario durante todo el año, de las cuales 11 fueron consideradas horas diurnas y las 5 restantes horas nocturnas.

El costo de la energía se determinó a partir de la expresión (4):

$$CE = EE \cdot D + EEn \cdot TN \quad (4)$$

donde:

EEd: consumo eléctrico durante el día;

EEn: consumo eléctrico durante la noche.

Una vez determinados los consumos y costos se procedió a comparar los mismos para ambas variantes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Definición del nuevo criterio de velocidad de circulación

Un resumen de los siete autores consultados se ofrece en la Tabla 1, agrupados a partir del criterio de velocidad máxima que recomiendan.

**TABLA 1. Agrupación de los autores a partir del criterio de velocidad máxima recomendado**

Grupo	Criterio del grupo, velocidad máxima permisible	Autor (año)	Criterio de velocidad	Cantidad de Autores	Porcentaje del Total
a	1,5	Ferreya y colaboradores en el 2000 <sup>1</sup>	1,5	1	14
b	2 a 2,5	Fontova y García en 2001 <sup>3</sup>	2,5	3	43
		Bustamante <i>et al.</i> (2014)	2,0		
		López (2014)	2,0		
c	Superior a 2,5	Vermeiren y Jobling (1986)	2,5 -3,0	3	43
		Arviza en 1996 <sup>2</sup>	2,5 -3,0		
		González et al. (2014)	2,0-3,10		

Como se puede observar hay solo un autor (el 14% de los consultados) que coinciden en un límite superior de velocidad permisible de 1,5 m/s. El resto (86% de los consultados) consideran valores de velocidades máximas permisibles que pueden ser enmarcados para este estudio en un intervalo comprendido entre 2,0 y 3,1 m/s. Estos límites superiores están fundamentados por la mayoría de los autores sobre la base del costo económico de la inversión inicial de las tuberías en el sistema de riego localizado y en algunos casos con el argumento de evitar “*la erosión de sus paredes internas así como del riesgo potencial de cavitación*”<sup>5</sup>.

Se destaca el mayor porcentaje de criterios ubicado en el intervalo de 2 a 2,5 m/s (Grupo b) con un 43%. A partir de esta distribución de los valores de velocidad por rangos es que se decide adoptar como nuevo criterio de diseño el valor mínimo del rango del Grupo b (2 m/s). Esta consideración no significa que otro valor dentro de ese rango sea incorrecto. Solo se hace con el objetivo de evaluar, a partir de una mínima diferencia con el criterio vigente de 1,5 m/s, qué repercusión puede tener esta variación desde el punto de vista técnico y económico en la inversión inicial.

### Rediseño del sistema de riego con el nuevo criterio de velocidad máxima

Con el rango de velocidades permisibles fijado de 0,8 m/s como velocidad mínima y de 2,0 m/s como velocidad máxima, se rediseña el proyecto realizado por el Grupo B.M. Inc. Este Proyecto se presentó para dar cumplimiento a una solicitud de la Empresa Importadora AZUIMPORT del Grupo Azucarero AZCUBA<sup>2</sup> con vistas a presentar una oferta del sistema de riego por goteo soterrado para el beneficio de la caña de azúcar. Se recalculó la ruta crítica, en este caso la tubería principal, que pasa por medio del campo, la cual entrega el agua a las distribuidoras.

<sup>4</sup> MFP: Ministerio de Finanzas y Precios. Resolución 311. La Habana, 2000.

## Análisis comparativo desde el punto de vista económico de las dos variantes de diseño

### Costos Fijos

En la Tabla 2 se muestra la comparación de los costos totales directos de la ruta crítica, (tuberías y equipo de bombeo) para las dos variantes de diseño, siendo evidente una diferencia de \$ 11 475,57 en favor de la variante 2.

**TABLA 2. Comparación del costo fijo de ambas variantes de diseño (tuberías y bombeo)**

Variante 1 de diseño (V <sub>máx</sub> = 1,5 m/s)			Variante 2 de diseño (V <sub>máx</sub> = 2 m/s)		
Descripción	Cantidad	Costo (USD)	Descripción	Cantidad	Costo (USD)
PVC - 315/6	296,80 m	11 812,64	PVC - 250/6	918,40	24 796,80
PVC - 280/6	1002,40 m	31 525,48	PVC - 225/6	341,60	6 958,39
PVC - 140/6	168,00 m	1 338,96	PVC - 110/6	168,00	796,32
Bomba Motor	1	14 840,01	Bomba Motor	1	15 490,00
Costo total (\$)		59 517,08	Costo total		48 041,51

Como se puede observar, para la variante 1 (presión necesaria de 40,12 m) el equipamiento tiene un costo de \$14 840 y para la variante 2 (presión necesaria de 52,12 m) el costo es de \$ 15 490,00. En este caso la diferencia está asociada al cambio por un motor de mayor potencia debido al incremento de la energía necesaria para satisfacer la mayor presión que se garantiza con la misma bomba. Para determinar qué incremento representaría en el costo de la energía, el empleo de diámetros inferiores, muestran los resultados de dichos costos para las dos variantes.

### Costos de Energía

Un resultado resumido de este análisis se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3 Comparación de los costos de energía para ambas variantes de diseño**

Parámetros	Variante 1,5 m/s	Variante 2,0 m/s	Diferencia
Q (L/s)	86,30	86,30	0,00
H (m)	40,12	52,12	12,00
Horas diurnas	4.015,00	4.015,00	0,00
Horas nocturnas	1.825,00	1.825,00	0,00
Consumo diurno (kW-h)	220.656,50	286.655,45	65.998,95
Consumo nocturno (kW-h)	100.298,41	130.297,93	29.999,52
Costo total (\$)	17.411,80	22.619,72	5.207,92

De este análisis se observa que el costo anual de la energía de la variante 2 supera en \$ 5 207,92 a la variante 1.

### Análisis del Costo Fijo sumado al Costo del Consumo Energético

Un resumen de los costos fijos sumados al costo del consumo de la energía para ambas variantes se resume en la Tabla 4 durante los tres primeros años de explotación del sistema de riego.

**TABLA 4. Comparación de los costos fijos + costo de energía para ambas variantes de diseño**

Costos (\$)	Primer año			Segundo año			Tercer año		
	Variante 1	Variante 2	Diferencia	Variante 1	Variante 2	Diferencia	Variante 1	Variante 2	Diferencia
Fijos	59.517,08	48.041,51	-11.475,57	59.517,08	48.041,51	-11.475,57	59.517,08	48.041,51	-11.475,57
Energía	17.411,80	22.619,72	5.207,92	34.823,60	45.239,44	10.415,84	52.235,40	67.859,16	15.623,76
Total	76.928,88	70.661,23	-6.267,65	94.340,68	93.280,95	-1.059,73	111.752,48	115.900,67	4.148,19

De este resultado resulta evidente que la variante 2 en los dos primeros años es más económica con un costo total (fijo + energía) en el primer año de \$ 70 661,23 y de \$ 93 280,95 para el segundo año. Sin embargo, si se tiene en cuenta que los costos de energía son anuales ya en el tercer año el costo total de la variante 2 asciende a \$ 115 900,67 con lo cual se supera a la variante 1 en \$ 4 148,19.

Como se observa en la figura 1, después de transcurridos los dos primeros años de explotación, ya la variante 2 comienza a ser más costosa que la variante 1. Con ello queda demostrado que no se justifica desde el punto de vista económico la construcción de este sistema de riego con un criterio de velocidad máxima superior a 1.5 m/s.

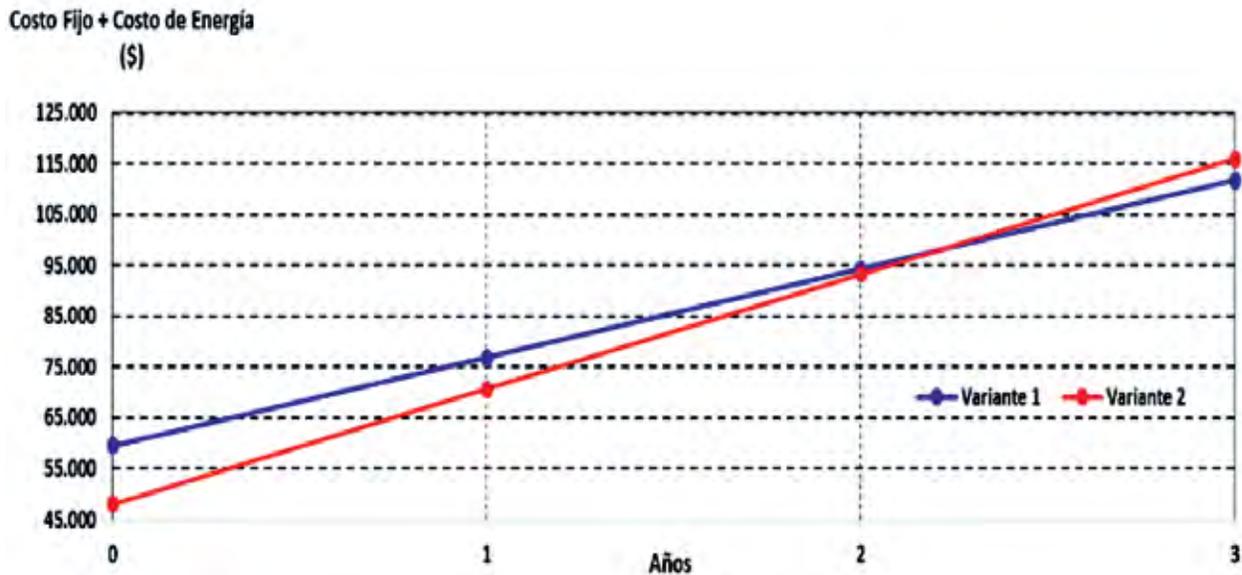


FIGURA 1. Comportamiento de los Costos Fijos + Costo de Energía de las variantes de diseño durante los tres primeros años de explotación del Sistema de Riego.

## CONCLUSIONES

- A partir de comprobar que el 67 % de los autores consultados consideran valores de velocidades máximas permisibles para el diseño de los Sistemas de Riego Localizado que se enmarcan para este estudio entre 2,0 y 3,1 m/s, se decide adoptar el valor de 2,0 m/s como nuevo criterio de velocidad máxima permisible para el diseño de estos sistemas.
- La adopción del nuevo criterio de velocidad máxima propició un nuevo diseño donde los diámetros en la red conductora disminuyeron (168 m de tubería se redujeron de 140 mm de diámetro a 110 mm, 341 m de tubería de 280 mm de diámetro se redujeron a 225 mm y 918 m de tubería conformada por diámetros de 315 y 280 mm se redujeron a 225 mm). Esta reducción de diámetros requiere de un incremento de 12 m en la presión necesaria a la salida de

la bomba lo cual condiciona un requerimiento de presión de 52,12 m a la salida de la bomba (superior en 12 m al requerimiento con presión máxima permisible de 1,5 m/s).

- El incremento del criterio de velocidad de circulación a 2,0 m/s permite un ahorro en la ejecución de los proyectos de riego localizado que asciende a \$ 11 475,57. Con lo cual se reduce la inversión inicial en un 19.3 %. A su vez el costo asociado al consumo de energía asciende al incrementarse el criterio de velocidad con un valor de \$ 5 207,92 anuales.
- Al considerar la suma de los costos fijos con los costos por consumo de energía, se obtiene que al concluir el segundo año de explotación, el sistema de riego diseñado con el criterio de velocidad máxima de 2 m/s comienza a ser más costoso que el diseñado con 1,5 m/s de velocidad máxima de circulación, por lo cual su diseño no se justifica desde el punto de vista económico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORDOUSKY J.P.; LYLE W.M.; LASCANO R.J. & UPCHURCH D.R. "Cotton Irrigation Management with LEPA systems", *Transaction of the ASAE*, ISSN: 0001-2351, 35(3): 879-884, 1992.
- BUSTAMANTE, W. O., HERNÁNDEZ, A. J.M., HERRERA, P. J.C. Y GUTIÉRREZ, M. M.: *Diseño agronómico del sistema de riego* En: *Manual para la elaboración y revisión de proyectos ejecutivos de sistemas de riego parcelario*. México, [en línea] 2014, Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/OCLSP07/Contenido/Documentos/manual1.pdf> [Consulta: abril 22 2014].
- EVALDO K. A.; DE CASTRO S. R. & DUROHA, C.: "Evaluation Center Pívo Systems using new and old sprays and pressure regulators". *IRRIGA. Brazilian Journal of Irrigation and Drainage*, ISSN: 1808-8546, 6(1): 73-78, 2001.
- FACI, J. M.; R. SALVADOR; E. PLAYÁN & H. SOURELL: " Comparison of fixed and rotating spray plate sprinklers. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*", ISSN: 0733-9437, 127 (4): 224-233, 2001.
- GONZÁLEZ, C. J.M., ESPINOSA, M. R., ANGELES, H. J.M., DE LEÓN, M. B.: *Diseño hidráulico de la red de conducción y distribución*, En: *Manual para la elaboración y revisión de proyectos ejecutivos de sistemas de riego parcelario*, México, [en línea] 2014, Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/OCLSP07/Contenido/Documentos/manual1.pdf> [Consulta: abril 22 2014].
- KINCAID D.C.: "Sprinkler Pattern Analysis for Center Pivot Irrigation", *Irrigation. Business and Technology*: ISSN: 0001-2351, IV(4): 14-15, 1996.
- LÓPEZ, A. J. E.: *Diseño de riego por goteo, Irrigación y drenaje*, unidad IV, Facultad de Agronomía, Escuela Superior de Agricultura de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, México, [en línea] 2014, Disponible en: [http://calificaciones.weebly.com/uploads/1/0/6/5/10652/unidad\\_iv.pdf](http://calificaciones.weebly.com/uploads/1/0/6/5/10652/unidad_iv.pdf) [Consulta: abril 22 2014].

- PÉREZ, L. R.; DOMÍNGUEZ, G. J. y PANEQUE, R. P.: Metodología para el cambio del módulo de aspersión en los pivotes a partir de un criterio económico para Cuba: Modelo teórico. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 24 (3): 22-27, 2015.
- PÉREZ, L. R.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R.M & FRIZZONE, J.A.: “Optimal Moment to Change Pressure Regulator and Sprayer Kit on Center Pivot Irrigation Machines: A Theoretical Proposal”, IRRIGA. *Brazilian Journal of Irrigation and Drainage*. ISSN: 1808-8546, E-ISSN: 1808-8546, 16, (4): 436-449, 2011a.
- PÉREZ, L. R.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R.M & FRIZZONE, J.A.: “Optimal Moment to Change Pressure Regulator and Sprayer Kit on Center Pivot Irrigation Machines: Application to a Study Case”. IRRIGA. *Brazilian Journal of Irrigation and Drainage*. ISSN: 1808-8546, E-ISSN: 1808-8546, 16 (4): 450-458, 2011b.
- PÉREZ, L. R.; BERMÚDEZ H., C. y VALDÉZ M, A.L.: Costos de operación en los sistemas de riego mecanizado de pivote central. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, ISSN: 1680-0338, XXX (3): 51-60, 2009.
- PÉREZ L. R.; DOMÍNGUEZ G.M; CÁRDENAS L. J. F. y RODRÍGUEZ M. J.: “Boquilla Difusora Cubana: Criterios para el diseño hidráulico de los pivotes, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-p: 1010-2760, ISSN-d: 2071-0054, 10(1): 79-83, 2001.
- SCHAEFER, B.: *History of irrigation, [en línea] 2012, Disponible en: <http://spudman.com/index.php/magazine/article/global-rainmakers-spudman-looks-back-on-the-history-of-irrigation-manufactu> [Consulta: 17 de marzo de 2014].*
- TARJUELO, J.M.: *El riego por aspersión y su tecnología*, Ed. Ediciones Mundi Prensa, vol. 3a edición, ISBN: 84-8476-225-4, Madrid, Barcelona, México, 2005.
- VERMEIREN, L Y JOBLING, A. G.: *Riego localizado*, Serie Riego y Drenaje, N° 36. Estudio FAO, Roma, Italia, 1986.

Recibido: 13/03/2015.

Aprobado: 15/06/2016.

Ramón Pérez Leira, Docente-Investigador. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) Extensión Chone, Ecuador. Correo electrónico: [rperezleira@gmail.com](mailto:rperezleira@gmail.com)

Sheylis Delia Soto Saíz, Correo electrónico: [rperezleira@gmail.com](mailto:rperezleira@gmail.com)

Pedro Conde Pérez, Correo electrónico: [conde@gbm.co.cu](mailto:conde@gbm.co.cu)



El proyecto de colaboración internacional “Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local”, **BASAL**, comenzó su ejecución oficial el 2 de abril del 2013, es coordinado por la Agencia de Medio Ambiente del CITMA y cuenta con la participación de varias instituciones de este ministerio así como tiene como socio clave en su implementación a instituciones y entidades del MINAG y los gobiernos locales. Dispone de un financiamiento cercano a los 13 millones de CUC, provenientes de la Unión Europea y de la Agencia Suiza de Cooperación – COSUDE. Es implementado por el Programa de Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD) y tendrá una duración de 5 años (2013-2017).

BASAL tiene como objetivo apoyar la adaptación al cambio climático en el sector agrícola, a escala local, en los municipios de Los Palacios, Gúira de Melena y Jimaguayú y a escala nacional, a través de la Dirección de Ciencia e Innovación Tecnológica del Minag y con la participación de las Direcciones de Cultivos Varios y Ganadería y el Grupo Agroindustrial de Granos de este Ministerio.