



Revista Ingeniería Agrícola

ISSN: 2306-1545

ISSN: 2227-8761

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola

Bonet-Pérez, Camilo; Guerrero-Posada, Pedro; Hernández-LLanes,
Johanis; Rodríguez-Correa, Dania; Rosa-Fernández, Yasmani La
Riego y Drenaje en el cultivo de la piña (cultivar MD-2) en Ciego de Ávila
Revista Ingeniería Agrícola, vol. 11, núm. 1, e02, 2021, Enero-Marzo
Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586269368002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

RIEGO Y DRENAJE

ARTÍCULO ORIGINAL



<https://eqrcode.co/a/HNKMst>

Riego y Drenaje en el cultivo de la piña (cultivar MD-2) en Ciego de Ávila

Irrigation and Drainage in Pineapple Crop (Cultivar MD-2) in Ciego de Ávila Province

Dr.C. Camilo Bonet-Pérez¹, MSc. Pedro Guerrero-Posada, MSc. Johanis Hernández-LLanes,
MSc. Dania Rodríguez-Correa, Ing. Yasmani La Rosa-Fernández

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial Camagüey, Cuba.

RESUMEN. El cultivar de piña MD-2 se introduce en Cuba a finales del año 2009, los resultados obtenidos en el riego en la Empresa Agroindustrial Ceballos no han sido satisfactorios, presentándose manifestaciones de sobre humedecimiento con la consiguiente afectación al cultivo. Con vistas a valorar las condiciones de manejo del agua y proponer las medidas correspondientes se llevó a cabo un estudio del riego y drenaje que se vienen aplicando, para lo cual se realizó la evaluación de la explotación de la máquina de pivote central según la NC 11545: 2007 y se efectuó el diagnóstico de la problemática del drenaje; los resultados indican baja calidad del riego con valores de Coeficiente de Uniformidad del 66% y de Eficiencia de Descarga del 71%, se calculó el régimen de riego obteniéndose para la etapa de máxima demanda una norma neta de 152 m³/ha y una frecuencia de riego de 7 días, concluyéndose con la presentación de la carta técnica para el ajuste del módulo de boquillas y el cálculo de la regulación de la máquina, se reflejó también la compactación del suelo como factor principal que incide en los problemas de drenaje presentes, así mismo, se plantean recomendaciones respecto a las tecnologías de riego a considerar para el desarrollo de este cultivo y para la solución de los problemas de drenaje presentes.

Palabras clave: eficiencia de uso del agua, relación agua, suelo, cultivo.

ABSTRACT. The pineapple cultivar MD-2 was introduced in Cuba at the end of the year 2009 and the results obtained in the irrigation in Ceballos Agroindustrial Enterprise have not been satisfactory, being presented manifestations of excess of humidity with the affectation to the crop. With a view to value the conditions of management of the water under the given conditions and to propose the corresponding measures was carried out a study of the irrigation and drainage conditions in the areas studied, being carried out the evaluation of the exploitation of the central pivot machine according to the NC 11545:2004 and the diagnosis of the problem of the drainage. The results indicate low quality of the irrigation with values of coefficient of uniformity of 66 % and of efficiency of discharge of 71 %. The irrigation régime was calculated obtaining for the critical stage a net norm of 152 m³/ha and a frequency of irrigation of 7 days, being concluded with the presentation of the technical chart for the adjustment of the module of nozzles and the calculation of the regulation of the machine. Was determined that the hardening of the soil is the main factor that impacts in the present drainage problems. There are indicated recommendations regarding the irrigation technologies to consider for the development of this crop and for the solution of the present drainage problems.

Keywords: Efficiency Water Use, Relationship Water-Soil-Crop.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es la actividad que utiliza un mayor volumen de agua; su magnitud ocupa más de las dos terceras partes de la | que proporcionan los ríos, lagos y acuíferos del planeta, proporción que debe incrementarse en los próximos años al expandirse

¹ Autor para correspondencia: Camilo Bonet Pérez. e-mail: esp.riego.iagric@dlg.cmng.minag.gob.cu

Recibido: 24/02/2019.

Aprobado: 09/12/2020.

las áreas irrigadas como consecuencia natural del incremento de las necesidades alimentarias, lo que motiva a la utilización de estrategias que conduzcan al incremento de su ahorro en este importante sector (Puebla *et al.*, 2011, citados por López *et al.* (2017).

Señalan Paretas (2005) y Planos *et al.* (2013), que a nivel mundial se realizan esfuerzos encaminados a la utilización más eficiente del agua de riego que conlleven a la obtención de más alimentos por cada gota utilizada, según el propio autor en las dos últimas décadas del siglo XX la adopción de tecnologías de riego de alta eficiencia ha presentado un crecimiento significativo, fundamentalmente por la incorporación de cultivos de alta rentabilidad asociada por lo general, a la actividad de exportación.

Las técnicas de evaluación y mejora de los sistemas de riego permiten conocer los parámetros implicados en la aplicación del agua en base a ensayos de campo realizados bajo las condiciones normales de trabajo y determinar los cambios precisos para mejorar el proceso de riego; con estos cambios se puede conseguir ahorrar agua, mano de obra, energía, proteger el suelo, etc.; así como una mejora de los rendimientos de los cultivos (Tarjuelo, 1995).

Según Fernández (2003) y Dominguez *et al.* (2005), en los pivotes centrales y laterales móviles automáticos es relativamente fácil manejar los niveles de riego en forma adecuada, casi todos los cultivos pueden y han sido regados con éxito con pivote bajo una amplia gama de condiciones, en ciertas situaciones se requieren prácticas culturales especiales para facilitar la infiltración y prevenir el escurrimiento superficial.

Han reportado Rohrbach (1997) y Malézieux (1997) citados por Bonet y Guerrero (2016), que las características de la piña respecto al uso del agua han conllevado a que a nivel mundial el tema del riego no haya estado entre los más estudiados por los investigadores, sin

embargo, los principales países productores de piña utilizan el riego como forma de suplir el déficit de agua de la planta.

Diferentes tecnologías de riego se han empleado en el mundo para el riego de la piña, el criterio hoy generalizado entre los productores e investigadores indica que las tecnologías de riego localizado y por aspersión de baja y media presión son las que mejor se adecuan a los requerimientos y características de este cultivo (Bartholomew *et al.*, 2003, citados por Bonet y Guerrero (2016).

El cultivar de piña MD-2 se introduce en Cuba a finales del año 2009 en la Empresa Agroindustrial Ceballos a partir de posturas importadas desde Costa Rica, sobre el mismo no se poseen estudios respecto a sus necesidades hídricas en nuestras condiciones, pero a partir de la información disponible sobre su comportamiento en otras condiciones se conoce que sus requerimientos son superiores al del cultivar Española Roja, efectuándose el riego del cultivo con máquinas de pivote central.

Durante la ejecución del riego se han presentado dificultades, básicamente por las manifestaciones de pudrición por sobre humedecimiento, con la consiguiente afectación a la producción. A partir de la situación creada se ejecuta el estudio con el objetivo de valorar la calidad del riego que se realiza a las plantaciones de piña (cultivar MD-2), así como las causas del mal drenaje superficial, y a partir de los resultados realizar las recomendaciones necesarias para mejorar el manejo del agua.

MÉTODOS

El estudio se lleva a cabo en la UEB Producción de piña de la Empresa Agroindustrial Ceballos, sobre suelos Ferralítico Rojo típico y Ferralítico Rojo compactado (Tabla 1).

TABLA 1. Propiedades hidrofísicas del suelo

Suelo	Capacidad de campo (CC) (% b.s.s.)	Densidad aparente (Da) (g cm ⁻³)	Velocidad de Infiltración Estabilizada (mm ·h ⁻¹)
Ferralítico Rojo típico	30,74	1,20	85,20
Ferralítico Rojo compactado	31,07	1,22	66,00

Fuente: Instituto de Suelos. MINAG. Ciego de Ávila (2009), citado por Bonet (2016).

La tecnología de riego disponible es de máquinas de pivot central eléctricas (Figura 1).



FIGURA 1. Riego y Drenaje de la piña (cultivar MD-2) en Ciego de Ávila.

Se cuenta con 4 máquinas cuyas características generales se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2. Información sobre máquinas de pivot disponibles

Máquina	Q (L/s)	Ab (ha)	Longitud (m)	No. boquillas
1	66	66,1	459	219
2	60	66,1	459	219
3	80	48,4	392,5	187
4	66	65,9	458,4	220

Para el estudio se seleccionó la máquina número 2, en la cual predomina el suelo Ferralítico Rojo típico (76%); inicialmente se efectuó un diagnóstico de la situación del sistema de riego y de drenaje a partir del recorrido por las áreas y el intercambio con obreros, técnicos y funcionarios de la Unidad Productiva. Para la evaluación del sistema de riego y drenaje se seleccionó la máquina número 2, determinándose los siguientes parámetros:

- Coeficiente de Uniformidad según la NC ISO 11545:2007 (CEN, 2014)
- Eficiencia de descarga (Tarjuelo, 2005)
- Humedad del suelo (método gravimétrico)

Se estudió el régimen de riego de explotación para las condiciones edafoclimáticas dadas y la información disponible respecto a las necesidades hídricas del cultivo, y finalmente se calcularon los parámetros de trabajo para la organización de la explotación aplicando el Software para el cálculo del módulo de boquillas Super Spray. Se evaluó el comportamiento de la red de drenaje utilizada dentro del área de riego.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados del diagnóstico

Insuficiencias técnicas como ausencia de manómetro, lo cual impide el control de la presión de trabajo, aspecto decisivo para alcanzar una adecuada calidad del riego.

- Las máquinas de pivot no corresponden al diseño original sino que fueron transformadas, de manera que no se dispone de una carta de explotación para las condiciones actuales.
- La situación de muchas boquillas difusoras es deficiente por estar trabajando en condiciones inadecuadas como tupiciones o estar ubicadas fuera de lugar según la carta de regulación.
- La programación del riego no responde a una valoración técnica a partir de las condiciones de suelos y cultivo, sino a la experiencia práctica.
- El sobre humedecimiento del suelo por el riego o la lluvia está provocando afectaciones al cultivo, principalmente en la zona cercana a las torres de las máquinas.
- Las dimensiones de las máquinas hacen que el proceso de siembra se efectuó en un plazo muy largo, por lo cual se efec-

- túa el riego sobre el cultivo en diferentes etapas de desarrollo.
- Presencia de una capa impermeable a profundidades entre 15 y 20 cm, lo cual limita la penetración del agua y por tanto crea condiciones artificiales de mal drenaje.
- Pendiente predominante de 0,3%, sin embargo se presentan de forma localizada áreas con pendientes muchos mayores y con ondulaciones que crean zonas sin salida del agua dentro del campo.

Calidad del riego

En la Tabla 3 se resumen los parámetros obtenidos de la evaluación. Los resultados confirman la baja calidad del riego con valores de CU y de Ed alrededor del 70%, evaluados de bajos empleando los criterios de Christiansen (1942) y de Keller y Bliesner (1990), citados por Tarjuelo *et al.* (2000) y Tarjuelo (2005), quienes consideran una parcela bien regada cuando alcanza valores del CU superiores al 80% observándose los mayores problemas en los tramos extremos, lo cual debe estar influido por una mala distribución de presiones, si bien este autor plantea que es común encontrar los mayores problemas de uniformidad en el extremo del pivot; estos resultados unidos a una ineficiente programación del riego se reflejan en la humedad en el suelo, alejada de los parámetros deseados de 80% y 100% CC antes y después del riego respectivamente.

La Ed está muy influida por los vientos predominantes que se mantienen superiores a los 4 m s⁻¹ durante la mayor parte del día; una alternativa para disminuir las pérdidas de agua por evaporación y arrastre sería acercar las boquillas al suelo, lo cual podría estudiarse para las condiciones específicas del cultivo y lugar, si bien con el cuidado de valorar el posible incremento del escurrimiento superficial en zonas con pendientes, que son frecuentes en las áreas estudiadas.

TABLA 3. Coeficiente de Uniformidad (%), Eficiencia de descarga (%) y Humedad antes y después del riego (% CC)

Tramo	Línea 1		Línea 2		Promedio		Humedad	
	CU	Ed	CU	Ed	CU	Ed	AR	DR
Pivot – Torre 1	44	59	38	47	41	53	66	80
Torre 1 – Torre 2	69	71	76	76	72	73	70	85
Torre 2 – Torre 3	66	74	60	74	63	74	75	91
Torre 3 – Torre 4	69	69	69	71	69	70	63	79
Torre 4 – Torre 5	68	77	73	78	70	77	84	99
Torre 5 – Torre 6	72	73	67	72	69	72	82	94
Torre 6 – Torre 7	76	68	73	70	74	69	88	104
Torre 7 – Torre 8	74	76	77	74	75	75	78	92
Torre 8 - Consola	56	63	58	65	57	64	72	86
Máquina Total	66	71	66	71	66	71	75	90

CU. Coeficiente de Uniformidad; Ed. Eficiencia de Descarga; AR y DR. Humedad antes y después del riego.

Régimen de riego

Se asumieron los valores de evapotranspiración estudiados para el cultivar Española Roja por Bonet y Guerrero (2016a, 2016b) como una referencia, puesto que no existen estudios en Cuba para el cultivar MD-2, y a partir de la información disponible sobre los suelos y el clima en la región se calculó un régimen de riego de explotación (Tabla 4).

En la práctica no resulta posible con la tecnología de riego disponible establecer diferencias entre las distintas etapas de desarrollo del cultivo, por lo cual será necesario aplicar en todo el ciclo las normas y frecuencias calculadas para la fase de máxima demanda.

TABLA 4. Parámetros del régimen de riego calculado para un año

Etapas	Nn (m³ ha⁻¹)	Nb (m³ ha⁻¹)	Reg. (%)	Tv (h)	F (d)	Tr (h d⁻¹)	(d)	NR	Nbt (m³ ha⁻¹)
Establecimiento	76	101	60	24	5	8	3	9	909
Crec.vegetativo	114	152	40	36	6	8	4,5	17	2584
Floración	152	202	30	48	7	8	6	8	1616
Des. del fruto	152	202	30	48	6	8	6	12	2424
Cosecha									
TOTAL								46	7533

Nn. Norma neta; Nb. Norma bruta; Reg. Regulación; Tv. Tiempo para completar un riego; F. Frecuencia de riego; Tr. Tiempo de riego; NR. Número de riegos; Nbt. Norma bruta total

Explotación del sistema de riego

Señala Tarjuelo (2005), que el factor más importante para lograr una buena uniformidad de reparto del agua es el correcto diseño de la carta de emisores.

Partiendo de las características de la máquina se calculó el módulo de boquillas y la carta de regulación apropiados, lo

cual permitirá organizar la operación de la técnica de riego (Pérez y Sabatier, 2015).

En la carta de regulación (Tabla 5) se incluyen las normas aplicadas y el tiempo de giro en diferentes condiciones de operación, debiendo considerarse la Eficiencia de descarga al seleccionar la regulación apropiada según las condiciones de trabajo de la máquina, la velocidad del viento, etc.

TABLA 5. Parámetros de explotación

Temporizador (%)	Norma aplicada (m³ ha⁻¹)	Tiempo de Giro (h)	Temporizador (%)	Norma aplicada (m³ ha⁻¹)	Tiempo de Giro (h)
10	376	143,85	60	63	23,98
15	251	95,90	65	58	22,13
20	188	71,93	70	54	20,55
25	150	57,54	75	50	19,18
30	125	47,95	80	47	17,98
35	107	41,10	85	44	16,92
40	94	35,96	90	42	15,98
45	84	31,97	95	40	15,14
50	75	28,77	100	37,58	14,39
55	68	26,16			

Drenaje

El desarrollo vegetativo de los cultivos tiene una dependencia directa de la interrelación atmósfera – agua – suelo; mientras que la sequía o déficit de humedad en el suelo impide la supervivencia de las plantas, el exceso de agua en forma continuada frena el desarrollo vegetativo hasta la desaparición de éstos (El-Nashar, 2013; Herrera *et al.*, 2016).

Para abordar la solución de los problemas de mal drenaje deben ser identificadas las causas que los ocasionan (Vigoa, 2000; Méndez, 2010). Los suelos predominantes en el área de estudio no suelen presentar problemas de drenaje interno por su alta velocidad de infiltración, no obstante en este caso se pudo comprobar la presencia a profundidades entre 15 y 20 cm de una capa impermeable que es característica del suelo sino que ha sido creada por la acción del hombre debido al uso en gran escala de equipamiento pesado para la preparación del suelo, a este factor se une la estructura de los campos del cultivo, con una guardarraya de 3 m de ancho cada 15 m en el sentido de siembra, en la cual circula la máquina fumigadora encargada de las aplicaciones fitosanitarias, así como de la aplicación de productos para inducir la floración, herbicidas, etc., de manera que la frecuencia de paso del equipo es alta provocando una compactación aún mayor en estas guardarrayas; hay que con-

siderar también el área dedicada a las guardarrayas de parqueo de la máquina de riego con un grado de compactación alto, todo lo cual incrementa el escurrimiento superficial del agua.

La tecnología de riego disponible constituye un obstáculo adicional para el normal funcionamiento de la red de drenaje, debido a que el paso de las ruedas de las torres va deformando progresivamente los canales de drenaje, dificultando su normal funcionamiento.

El sistema de drenaje utilizado en la actualidad presenta los siguientes inconvenientes:

- Empleo de forma generalizada del esquema en forma de espina de pescado con un canal de drenaje ubicado en el centro de cada parcela, esto presupone que dicho canal se ubica en la zona más baja de la parcela, lo cual no siempre ocurre.
- El canal de drenaje en el centro de las parcelas se construye a todo lo largo del campo, asumiendo que la pendiente en el mismo se presenta en un solo sentido, lo que generalmente no se cumple.
- No se da un destino final al agua drenada.
- La velocidad que alcanza el agua en algunos puntos causa graves problemas de erosión.

La solución propuesta para la problemática actual consiste en cambiar la tecnología de preparación de suelos, procurando reducir el empleo de equipos pesados e introduciendo otras

técnicas como el tiller, con vistas a evitar la compactación del suelo y facilitar la penetración del agua al suelo, así como utilizar un esquema de drenaje adecuado a las características de pendiente y relieve específicos en las distintas áreas del cultivo de manera que se minimice la erosión del suelo, también se debe lograr un destino final al agua drenada.

En los casos de áreas más regulares, los canales de drenaje de las diferentes categorías podrán estar más separados; en este caso, y como quiera que las áreas a drenar serían mayores, también deberán ser mayores las secciones de dichos canales; todo lo contrario sucedería en el caso de las áreas con pendientes muy irregulares; otro factor a considerar al definir la sección de los canales será la velocidad del agua, la cual debe ser lo suficientemente rápida para facilitar la evacuación del agua y a la vez lo suficientemente lenta para evitar la erosión acelerada del suelo, en cualquier caso, esto implica que no es aconsejable seguir un esquema único a la hora de definir la profundidad de los canales de drenaje.

Durante la ejecución del riego se pudo comprobar que aún con la aplicación de la norma mínima sobre suelo seco, se produce encharcamiento de agua en la superficie y escurrimiento superficial en lugares con pendiente, lo cual evidencia las limitaciones para la penetración del agua al suelo; este aspecto resulta vital para lograr un uso eficiente del agua y buenos resultados agrícolas.

El volumen de agua posible a almacenar en el área cultivable de la máquina evaluada asciende a 110 m³/ha en una capa de suelo de 0,15 m, en tanto, si logramos descompactar el suelo hasta una profundidad de 0,40 m la capacidad de almacenamiento de agua asciende hasta 295 m³/ha, lo cual evidentemente reduciría el volumen de agua que escurriría superficialmente.

En la tabla 6 se presenta una comparación del volumen de escurrimiento que se puede esperar para diferentes valores de lluvia o riego dada la situación actual y con una adecuada preparación del suelo, considerando las características del suelo Ferralítico Rojo típico predominante en la máquina seleccionada.

TABLA 6. Escurrimiento esperado en dos condiciones de preparación de suelo

Lluvia o Riego (mm)	Volumen de agua en el área de la máquina (m ³)	Escurrimiento esperado (m ³)		
		Profundidad de suelo descompactado (m)		Diferencia
		0,15	0,40	
5	2500	0	0	0
10	5000	0	0	0
15	7500	2302	0	2302
20	10000	4802	0	4802
25	12500	7302	0	7302
30	15000	9802	1108	8694

Se observa que en la primera condición, o sea, con una capa de suelo de sólo 0,15 m, a partir de una lluvia de 15 mm se produce escurrimiento superficial, en tanto cuando la profundidad disponible alcanza los 0,40 m, solo a partir de una lluvia de 30 mm comenzaría a manifestarse el escurrimiento superficial. Evidentemente estos valores no son absolutos sino que muestran una tendencia, y estarán influidos por diversos factores: humedad inicial del suelo en el momento de las lluvias, intensidad de la lluvia y pendiente.

CONCLUSIONES

- La calidad del riego que se ejecuta en la actualidad es mala, dado por la necesidad de cambiar el módulo de boquillas adecuado a las características de las máquinas disponibles, y aplicar un régimen de riego que considere las condiciones de suelos, cultivos y clima.

- Se presentan condiciones de mal drenaje superficial creadas por la compactación del suelo por excesiva mecanización, y la variante de drenaje empleada no brinda solución al problema actual.
- La tecnología de riego con máquinas de pivot no es la más adecuada para el desarrollo del riego del cultivo de la piña (cultivar MD-2).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONET, C.: *El riego de la piña. Resumen de investigaciones realizadas en Cuba*, Ed. Académica Española, Madrid, España, 2016, ISBN: 978-3-8417-5155-3.

BONET, P.C.; GUERRERO, P.: “Análisis de la calidad de riego de dos sistemas por aspersión de producción nacional”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(1): 14-18, 2016a, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.

BONET, P.C.; GUERRERO, P.: “Operación de sistemas de riego por aspersión en el cultivo de la piña”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(3): 26-32, 2016b, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.

DOMINGUEZ, G.M.; PÉREZ, F.R.; CISNEROS, Z.E.; PLACERES, M.Z.; RODRÍGUEZ, R.; MÉNDEZ, F.M.; REY, G.R.: *Manual Básico de Riego y Drenaje*, Ed. Instituto de Investigaciones de Riego Y Drenaje, La Habana, Cuba, 2005.

EL-NASHAR, W.Y.: “The Combined Effect of Water-logging and Salinity on Crop Yield”, *OSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*,

Bonet *et al.*: Riego y Drenaje en el cultivo de la piña (cultivar MD-2) en Ciego de Ávila

6(4): 40-49, 2013, ISSN: 2319-2372, e-ISSN: 2319-2380.

FERNÁNDEZ, J.: *El agua como fuente de conflictos*, [en línea], Inst. UNESCO, 2003, Disponible en: www.unesco.org/phi/libros/conflictos.pdf, [Consulta: 21 de noviembre de 2007].

HERRERA, P.J.; DUARTE, D.C.; GONZÁLEZ, F.; CID, L.G.: “Efecto del exceso de humedad del suelo sobre el rendimiento de algunos cultivos de importancia agrícola en Cuba,” *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(2): 3-7, 2016, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.

LÓPEZ, S.M.; CARMENATES, H.D.; MUJICA, C.A.; PANEQUE, R.P.: “Operación del pivote central evaluando la dinámica de humedad en el suelo con TRD”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 7(3): 11-16, 2017, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.

MÉNDEZ, F.M.: *Convenio Bilateral Cuba – Venezuela*, Inst. Instituto de Investigaciones Riego y Drenaje, La Habana, Cuba, 6 p., 2010.

PARETAS, J.G.: *Energía, agua y transferencia de tecnología*, [en línea], 2005, Disponible en: <http://www.cubaenergia.cu>.

PÉREZ, L.R.; SABATIER, C.Y.: “El cambio del módulo de aspersión en pivotes según criterios económicos: aplicación a dos cultivos”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(4): 25-30, 2015, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.

PLANOS, E.O.; GUEVARA, A.V.; RIVERO, R.: *Cambio Climático en Cuba: vulnerabilidad, impacto y medidas de adaptación*, Ed. AMA, vol. 8, vols. 2, La Habana, Cuba, 2013, ISBN: 978-959-300-035-2.

TARJUELO, J.; ORTEGA, J.; MONTERO, J.Y.: “Modelling Evaporation and Drift Losses in Irrigation with Medium Size Impact Sprinklers under Semi-arid conditions”, *Agricultural Water Management*, 43: 263-284, 2000, ISSN: 0378-3774, e-ISSN: 1873-2283.

TARJUELO, M.B.J.M.: *El riego por aspersión y su tecnología*, Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España, 1995.

TARJUELO, M.B.J.M.: *El riego por aspersión y su tecnología*, Ed. Mundi-Prensa, 3.a ed., Madrid, España, Vig de 2005.

VIGO, F.R.: *Drenaje Agrícola*, Ed. Félix Varela, La Habana, Cuba, 2000, ISBN: 959-258-084-7.

Camilo Bonet-Pérez, Investigador Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial Camagüey, Cuba, Teléf.: 032 – 282013 Ext. 163, e-mail: esp.iagric@cmg.minag.cu, esp.riego.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu

Pedro Guerrero-Posada, Investigador, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial Camagüey, Cuba, Teléf.: 032 – 282013 Ext. 163, e-mail: esp.iagric@cmg.minag.cu, esp.riego.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu

Johanis Hernández-LLanes, Investigador, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial Camagüey, Cuba, Teléf.: 032 – 282013 Ext. 163, e-mail: esp.iagric@cmg.minag.cu, esp.riego.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu

Dania Rodríguez-Correa, Investigadora, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial Camagüey, Cuba, Teléf.: 032 – 282013 Ext. 163, e-mail: esp.iagric@cmg.minag.cu, esp.riego.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu

Yasmani La Rosa-Fernández, Investigador, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial Camagüey, Cuba, Teléf.: 032 – 282013 Ext. 163, e-mail: esp.iagric@cmg.minag.cu, esp.riego.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu

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

Este artículo se encuentra bajo licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 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.