



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

NOTA TÉCNICA

Tecnologías para el uso eficiente de los recursos hídricos en fincas ganaderas

Technologies for the Efficient Use of the Water Resource in Cattle Farms

MSc. Bárbara Mola Fines*, Dr.C. Camilo Bonet Pérez, MSc. Dania Rodríguez Correa, MSc. Pedro Guerrero Posada, Ing. Gerónimo Avilés Martínez, Ing. Charissa Martínez Der

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

RESUMEN. El agua como recurso natural renovable y limitado, requiere planificación, para garantizar su preservación en armonía con el desarrollo económico y social sostenible. Las limitaciones de agua para su empleo en la agricultura hacen necesario la introducción de tecnologías que propicien un empleo eficiente de las mismas. Este trabajo tiene como objetivo evaluar cualitativamente en fincas ganaderas del municipio de Jimaguayú, que participan del proyecto Bases Ambientales para la Seguridad Alimentaria Local (BASAL), el proceso de adopción de tecnologías que favorecen el uso eficiente de los recursos hídricos y permiten mitigar los efectos del cambio climático. Se realizó un levantamiento de las tecnologías introducidas, se evaluó su nivel de adopción mediante una evaluación cualitativa entre los productores implicados, valorando los obstáculos para su generalización. En relación al abasto de agua a los animales, los resultados indicaron que los productores reconocen la importancia del empleo de los molinos a viento, sin embargo, no existe tradición respecto al aprovechamiento del agua de lluvia; en relación al riego de los pastos y forrajes, no es una práctica a la cual se haya brindado atención en el municipio, a pesar de ello los productores reconocen la importancia del empleo de sistemas de riego para potenciar la producción de alimento animal. Se concluyó que las tecnologías introducidas permiten hacer un uso eficiente de los recursos hídricos y que, aunque existen dificultades para su adopción, los productores consideran importantes los beneficios económicos y ambientales que estas representan.

Palabras clave: agua, cambio climático, eficiencia, sistemas pecuarios

ABSTRACT. Water as a limited and renewable natural resource requires planning to guarantee its preservation in harmony with sustainable economic and social development. The shortages of water for its use in agriculture make necessary to introduce technologies that promote efficient use of water. This work aims to qualitatively evaluate in cattle farms of the municipality of Jimaguayú, which participate in the Environmental Bases for Local Food Security (BASAL) project, the process of adopting technologies that favor the efficient use of water resources and allow mitigating the effects of climate change. A survey of the technologies introduced was carried out, their level of adoption was evaluated through a qualitative evaluation among the farmers involved, assessing the obstacles to their generalization. In relation to the water supply to the animals, the results indicated that the producers recognize the importance of the use of windmills, however, there is no tradition regarding the use of rainwater. Regarding the irrigation of pastures and forages, it is not a practice to which attention has been paid in the municipality, despite this the producers recognize the importance of the use of irrigation systems to enhance the production of animal feed. It was concluded that the technologies introduced allow efficient use of water resources and that, although there are difficulties in their adoption, producers consider the economic and environmental benefits they represent to be important.

Keywords: Water, Climate Change, Efficiency, Livestock Systems.

INTRODUCCIÓN

La competencia por el agua constituye un problema de actualidad en el mundo, entre 1996 y el 2030 se incrementará en

un 27% las tierras bajo riego, para el mismo período, el uso de agua para riego sólo aumentará un 12%. Las limitaciones de agua

*Autora para correspondencia: Bárbara Mola Fines, e-mail: esp.ext.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-2782-964X>

Recibido: 27/012/2020.

Aprobado: 19/04/2021.

tanto en calidad como en cantidad constituyen una condición que restringe el desarrollo agropecuario en (Bonet *et al.*, 2019).

La agricultura en la provincia Camagüey utiliza el 70% del agua disponible, de ella se pierde alrededor del 60% por el mal estado de canales y tuberías, así como por las ineficiencias de gran parte de las tecnologías en explotación. Las intensas sequías y la sobreexplotación de los principales acuíferos han provocado el descenso de sus niveles hasta un estado crítico (CITMA-Cuba, 2017).

La provincia posee bajo riego 40 604,99 ha lo que representa el 4% de la superficie agrícola explotada, el 51% de la superficie se emplea en la ganadería y la mayor parte de las zonas de pastos del municipio Jimaguayú se desarrollan en áreas de secano (Minag-Cuba, 2017).

Como consecuencia del cambio climático, nuestros recursos naturales están siendo afectados, el agua entre ellos. La disponibilidad de agua subterránea en la mayoría de las áreas dedicadas a la ganadería es limitada, así sucede por ejemplo en la conocida Cuenca Lechera, en la cual las características geológicas de la zona determinan que los gastos disponibles no sobrepasan los 3 L/s, valores que solo permiten la instalación de tecnologías de poca demanda tales como los molinos a viento o bombas accionadas por energía diésel, eléctrica o solar pero siempre de poco gasto; en tanto el aprovechamiento del agua superficial es bajo (Bonet *et al.*, 2019).

Las nuevas tecnologías se orientan a reducir el impacto negativo en el ambiente, y la degradación de los recursos renovables, como el agua, el aire y el suelo (FAO, 2016).

Las variaciones climatológicas, significativas para el país y en particular para las provincias orientales, dentro del contexto del cambio climático general que ocurre en el planeta, provocan una disminución notable de las lluvias con una distribución irregular en diferentes períodos del año. Se han incrementado las temperaturas y la radiación solar, que conjuntamente con la presencia de vientos secos, elevan la evaporación de las aguas superficiales y el agotamiento de las fuentes de abastos tradicionales. Según Uribe (2017), no es posible lograr buenos resultados productivos en la producción pecuaria si no existe garantía de agua en cantidad suficiente y con la calidad requerida (Tarjuelo *et al.*, 1994; Anderson *et al.*, 2013).

El municipio Jimaguayú de la provincia Camagüey tiene significativa repercusión en la producción ganadera de la provincia y el país, por lo cual fue seleccionado para la implementación del proyecto Bases Ambientales para la Seguridad Alimentaria Local (BASAL), el cual ha propiciado la entrada de tecnologías que favorecen el uso eficiente del agua y a su vez mitigan los efectos del cambio climático. Los principales problemas detectados en las áreas de intervención en relación al uso del agua son:

- Sistemas de riego con baja eficiencia de aplicación.
- Información insuficiente sobre disponibilidad y calidad del agua.
- Falta de acompañamiento a los productores en la explotación y manejo del riego.
- Insuficiente capacitación en temas relacionados con el uso eficiente del agua y la energía.

- Insuficiente abasto de agua a los animales.

Durante la ejecución del proyecto se trazó una estrategia de trabajo adecuada a las características del municipio, cultura de riego y disponibilidad de agua, fortalezas y debilidades estrategias para el uso eficiente de los recursos hídricos.

El estudio tiene como objetivo evaluar cualitativamente en fincas ganaderas del municipio de Jimaguayú cómo se ha comportado el proceso de adopción de las tecnologías que favorecen el uso eficiente de los recursos hídricos y permiten mitigar los efectos del cambio climático.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realiza un estudio en las áreas de intervención del proyecto BASAL que recibieron tecnologías para hacer un uso eficiente de los recursos hídricos y mitigar los efectos del cambio climático, que incluyen: Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) “26 de Julio” y “Evelio Rodríguez”, Unidad Empresarial de Base (UEB) “El Rincón”, Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Patria o Muerte” y Estación Experimental de Pastos y Forrajes (EPPF). Se realizó una evaluación cualitativa de la percepción de los productores de la introducción de tecnologías que propicien hacer un uso eficiente del agua para mitigar los efectos del cambio climático.

- Colocación de pluviómetros para el control de las precipitaciones.
- Captación de agua de lluvia para su posterior almacenamiento y empleo en las diferentes actividades de la finca
- Aplicación de métodos de programación del riego
- Empleo de sistemas de riego por aspersión
- Uso eficiente de los molinos a viento

Pluviómetros: En la Finca “La Victoria” perteneciente a la CCS “Evelio Rodríguez” se instaló un polígono que incluye tres pluviómetros, los dos recibidos por BASAL (manual y digital) y el pluviómetro estándar obtenido a través del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH), con el objetivo de validar y calibrar el pluviómetro manual adquirido por el proyecto y confeccionar la correspondiente tabla de conversión del volumen de agua en lámina, en el caso del pluviómetro BASAL se midió el volumen de agua recogido en el recipiente mediante probeta de 500 mL. El procedimiento consistió en instalar el pluviómetro manual del proyecto BASAL cercano a un pluviómetro Standard y realizar observaciones simultáneas durante el periodo de un año, relacionando luego las observaciones y obteniendo un coeficiente que permitió relacionar las mismas.

Captación de agua de lluvia: En las fincas “La Victoria y “La Luna” pertenecientes a la CCS “Evelio Rodríguez” se instalaron sistemas de captación de agua de lluvia; estos sistemas permitieron conocer el volumen de agua captado en relación con las precipitaciones ocurridas. A partir del conocimiento de la pluviometría en la zona el objetivo de las evaluaciones de esta tecnología fue empoderar a los productores a partir de la experiencia y la tradición en áreas ganaderas y capacitarlos en su uso.

Se colocaron los pluviómetros siguiendo las indicaciones del INSMET y teniendo en cuenta lo planteado por Bonet y Guerrero (2017) sobre el control de la lluvia. (Figura 1).



FIGURA 1. Pluviómetros instalados.

Programación de riego: En la EEPF se coordinó la participación del Centro de Creación de Capacidades (CCC) para el procesamiento y control de la información recibida desde el Instituto de Meteorología (INSMET) a partir de la instalación de los sistemas de riego, así como la aplicación del Sistema de Asesoramiento al Regante (SAR) para la programación de riego. Se entregaron a la especialista designada los coeficientes de cultivo (Kc) a utilizar y se instaló el software (para el cálculo del momento de riego. Para la validación del pluviómetro de BASAL se controlaron los eventos de lluvias ocurridos durante los meses de mayo a septiembre del 2018, de las observaciones realizadas se eliminaron las que fueron consideradas errores de muestreo al no tener correspondencia con la tendencia general.

Empleo de sistemas de riego por aspersión: Se instalaron nueve sistemas de riego por aspersión semi estacionarios de 1 ha en unidades productivas pertenecientes a las áreas de intervención del proyecto. Se asesoró a los productores que recibieron sistemas de riego, indicándoles el procedimiento de empleo y de control de la información del riego y la producción con vistas a la determinación de los indicadores de impacto del uso eficiente del agua. Se evaluó un sistema de riego mediante la norma cubana NC 14049-1: 2010 (2010).

Molinos a viento: Se instalaron diez molinos a viento con metro contador en unidades productivas pertenecientes a las áreas de intervención del proyecto; se dieron indicaciones a los productores para el control del volumen bombeado y su relación con la cantidad de animales beneficiados, se comprobó su funcionamiento y uso durante la evaluación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pluviómetros: El índice que relaciona el volumen de agua recogido en el pluviómetro de BASAL y la lámina de lluvia observada en el pluviómetro estándar osciló entre los valores de 0,0433 y 0,0514, con una media de 0,0477. El valor de la lluvia ajustada al utilizar el valor medio del índice de correlación determinado fue del 97,6% del valor de la lluvia observada en el pluviómetro estándar, lo cual resulta aceptable para los efectos de la operación de los sistemas de riego.

Como resultado de la validación realizada se confeccionó una tabla que permite conocer la lámina de lluvia a partir del volumen de agua captado (Tabla 1).

TABLA 1. Tabla para el cálculo de la lámina de lluvia con la utilización del pluviómetro BASAL

Volumen (mL)	Lámina (mm)	Volumen (mL)	Lámina (mm)	Volumen (mL)	Lámina (mm)
1	0,05	20	0,94	300	14,10
2	0,09	30	1,41	400	18,80
3	0,14	40	1,88	500	23,50
4	0,19	50	2,35	600	28,20
5	0,23	60	2,82	700	32,90
6	0,28	70	3,29	800	37,60
7	0,33	80	3,76	900	42,30
8	0,38	90	4,23	1000	47,00
9	0,42	100	4,70		
10	0,47	200	9,40		

Captación de agua de lluvias: Aguirre *et al.* (2018), exponen dentro de las propuestas para la adaptación de los productores al cambio climático, preservar los mantos acuíferos existentes, mediante la captación de agua de lluvia. Según Ricardo *et al.* (2015), una desventaja de la tecnología es que la disponibilidad de agua se limita a las temporadas de precipitación altas y varía para cada región del país, además depende del tamaño del área de captación y del tamaño de tanque o cisterna de que se disponga, los que deben estar en correspondencia con el nivel de precipitaciones evaluadas.

Cuba es un país con un nivel de precipitaciones que justifica el empleo de tecnologías para la captación el agua de lluvia. El agua de lluvia proveniente de techos de viviendas, establos, invernaderos y otras construcciones que existen en una finca debe destinarse prioritariamente al consumo humano y utilización doméstica, por sus buenas características de calidad, normalmente mejor que el agua captada en otras estructuras. La opción de captar agua de lluvia en las áreas de intervención del proyecto BASAL a partir de las cubiertas es factible considerando las características de las instalaciones de las vaquerías; esta tecnología constituye una opción viable que permitiría disponer de un volumen adicional de agua para otros usos, dejando así una mayor disponibilidad para el consumo animal. Durante el año 2020 se produjo una lluvia total de 1201,8 mm, con 7 meses con valores superiores a los 80,0 mm; se captaron como promedio 100.2 mm de agua de lluvia en la finca “La Victoria”, lo cual confirma la factibilidad del empleo de esta tecnología en los sistemas ganaderos del municipio (Figura 2).

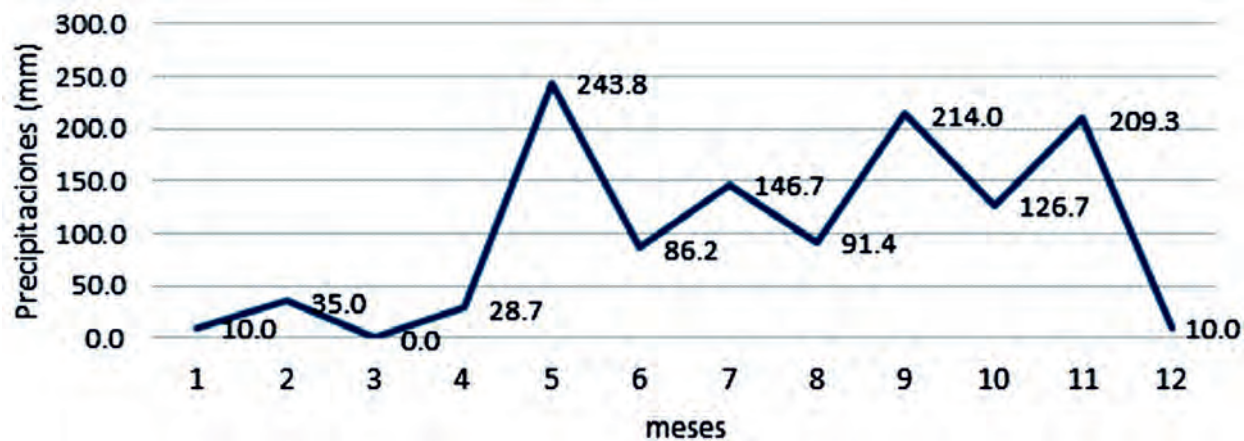


FIGURA 2. Precipitaciones durante el año 2020.

Programación del riego: El empleo de métodos de programación del riego resulta vital para lograr un uso eficiente del agua de riego. En resultados obtenidos por Salomón *et al.* (2011) se expone que se genera una mayor productividad del agua al aplicarse el riego en dependencia de la demanda del cultivo, las características del suelo y las condiciones climáticas.

La información llegará a los productores por dos vías, a través de un programa radial del municipio y a través de los extensionistas del proyecto. En una primera etapa el SAR comenzó a aplicarse por el área demostrativa ubicada en la finca “La Victoria”. Esta tecnología requerirá de un intenso programa de capacitación debido a la falta de cultura existente

en el municipio en relación a la aplicación técnica del riego en los pastos y forrajes.

Empleo de sistema de riego por aspersión: Exponen López *et al.* (2016) que el mayor impacto en la aplicación de las acciones de relacionadas con el empleo del agua en el municipio Jimaguayú se centra en el incremento de áreas de pastos y forrajes bajo riego; la introducción de pequeños sistemas de riego por aspersión mediante el Proyecto BASAL (Tabla 2) permitirá incrementar la utilización del agua subterránea disponible y contribuir al incremento de la producción de pastos y forrajes reduciendo el déficit de alimento animal en la época de seca, la que se ha hecho más intensa en los últimos años y se prevé un escenario futuro de mayor afectación por esta causa.

TABLA 2. Distribución de los sistemas de riego

No.	Unidad Productiva	Área de intervención	No.	Unidad Productiva	Área de intervención
1	CCS 26 de Julio	Finca El Renacer	6		Finca La Victoria
2	UBPC Patria o Muerte	Vaquería 12-2	7	CCS Evelio	Finca Santa Elena
3	EEPF	Semillas	8	Rodríguez	Finca La Luna
4	UEB El Rincón	Vaquería 5-30	9		Finca Las Malvas
5		Vaquería 5-31			

En el sistema instalado en la finca “La Victoria” se efectuó la evaluación del sistema de riego instalado (Figura 3 y Tabla 3) donde se obtuvieron parámetros deficientes para este tipo de sistema tal es el caso de la uniformidad y la eficiencia por lo que los productores recibieron capacitaciones para su explotación y mantenimiento coincidiendo con Bonet (2019), donde expone que es importante concientizar a los usuarios del principio de funcionamiento adecuado del equipamiento y de que pequeños ajustes pueden significar grandes economías.



FIGURA 3. Evaluación del Sistema de riego instalado en área de pastos.

TABLA 3. Resultados de la evaluación del sistema de riego

Coefficiente de Uniformidad (%)	Intensidad de lluvia (mm/h)	Eficiencia del sistema (mm)
52,6	15,9 m	39,1

Los resultados de uniformidad y eficiencia resultaron muy bajos, lo cual estuvo dado por el efecto del viento debido a que durante la prueba la velocidad del viento osciló entre 3,2 y 4,5 m/s, y el déficit de presión en el sistema que solo alcanzaba como promedio 17 m.c.a., lo cual representa solo el 68% de la presión de trabajo necesaria para el normal funcionamiento de los aspersores, al respecto señala Tarjuelo *et al.* (1994), que una presión insuficiente se refleja en mayor tamaño de gotas con una afectación significativa en la uniformidad del riego; por su parte, el incremento de la velocidad del viento trae aparejado una disminución de todos los parámetros de la calidad del riego (Christiansen, 1942; Keller y Bliesner, 1990, citados por Bonet (2012).

Molinos a viento: La provincia de Camagüey, con una gran tradición ganadera, emplea ampliamente los molinos a viento (Figura 4), sin embargo, su empleo no es siempre eficiente, existiendo un gran número de molinos que funcionan sin tanques de almacenamiento, además, generalmente no se consideran las velocidades de los vientos predominantes a diferentes alturas, lo

cual provoca un bajo aprovechamiento del agua y de la energía eólica (Abad, 2018).



FIGURA 4. Molino instalado en finca ganadera.

Para la ganadería el consumo de agua puede ser estimado a partir del número de animales y el consumo por animal, las necesidades varían según razas, época, duración del estabulado, etc. (Oliva *et al.*, 2008).

La Tabla 4 muestra la distribución de los molinos a viento recibidos.

TABLA 4. Distribución de los molinos a viento recibidos

No.	Unidad Productiva	Área de intervención	No.	Unidad Productiva	Área de intervención
1	CCS 26 Julio	Finca El Renacer	6		Área colectiva
2	UBPC Patria o Muerte	Vaq. 12-2	7	CCS E. Rodríguez	La Victoria
3	UEB El Rincón	Vaq. 12-4	8		La Luna
4		Vaq. 5-30	9		Sta. Elena
5		Vaq. Micro 12 y 13	10		Las Malvas

Se comprobó que en todos los casos los molinos fueron instalados en pozos con caudales aprobados superiores a 1 L/s, lo cual garantiza su funcionalidad. El tiempo de funcionamiento promedio de acuerdo al comportamiento del viento fue de 8 h/día, lo cual garantizó como promedio 7200 L/día en cada molino, suficiente para garantizar el consumo de 60 animales, sin embargo, esto no se logró por la no disponibilidad en todos los casos de tanques de almacenamiento de agua, a partir de lo cual se determinó la necesidad de tanques para mejorar el aprovechamiento de los molinos en el municipio. Las evaluaciones realizadas en el periodo mostraron que el volumen de agua bombeado en las unidades seleccionadas resulta insuficiente para la cantidad de animales vinculados a los molinos, no obstante, se incrementó el suministro de agua en un 60% con relación al año anterior.

CONCLUSIONES

- Las tecnologías relacionadas con el uso eficiente del agua introducidas a través del Proyecto BASAL son adoptadas de manera positiva por los productores de los sistemas pecuarios en el municipio Jimaguayú.
- Se requiere mantener el proceso de capacitación para lograr la mayor eficiencia de las tecnologías introducidas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de los resultados del proyecto internacional "Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local"; BASAL, que se ejecuta en Cuba desde el año 2013, con el financiamiento de la Unión Europea y la Agencia Suiza CO-SUDE, con el PNUD como Agencia Implementadora y con la participación de diversas instituciones nacionales del CITMA y el MINAG. Muchas gracias por el valioso apoyo a la investigación.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD, C.A.: *Eficiencia Energética en el abasto de agua para consumo animal en la UEB Genética Los Pinos de la Empresa Pecuaria Triángulo*, Universidad de Camagüey, Tesis en opción al título de Máster en Ciencias en Eficiencia Energética, Camagüey, Cuba, 2018.
- AGUIRRE, J.; BONILLA, J.; CARRILLO, F.; HERRERA, A.; ESCALERA, F.; RIVAS, M.; MARTINEZ, S.: *Alternativas para ganadería ante el cambio climático en Nayarit*, [en línea], 2018, Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo>, [Consulta: 28 de diciembre de 2018].
- ANDERSON, E.; ANDRADE, C.; HERNÁN, J.; CASASOLA, F.; CHAGOYA, J.L.; CHERRINGTON, E.; DECKER, M.; DECLERCK, F.; DETLEFSEN, G.; FLORES, Á.: *Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas: como una medida de adaptación al cambio climático en América Central*, Managua, Nicaragua, 2013, ISBN: 9977-57-485-5.
- BONET, P.C.: *Tecnología integral para el riego del cultivo de la piña (Ananas Comosus L. Merr) en sistemas productivos de la provincia Ciego de Ávila*, Universidad de Ciego de Ávila, Tesis doctoral, Ciego de Ávila, Cuba, 2012.
- BONET, P.C.: *Operación de sistemas de riego y drenaje. Elementos básicos*, Ed. Editorial Académica Española, Madrid, España, 2019, ISBN: 978 -620-0-03825-8.
- BONET, P.C.; ABAD, C.A.; GUERRERO, P.P.; RODRÍGUEZ, C.D.; MOLA, F.B.; AVILÉS, M.G.: “Propuesta de estrategia energética para abasto de agua en la ganadería”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 9(3): 23-28, 2019, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- 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, 2017, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761.
- CITMA-CUBA: *Estrategia Ambiental Provincial 2017-2030*, Inst. Delegación provincial del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) de Camagüey, Camagüey, Cuba, 2017.
- FAO: *Día mundial del Agua 2016. Usos a nivel agrícola ganadero*, [en línea], Inst. FAO, Roma, Italia, 2016, Disponible en: <https://diamundialdelagua2016.wordpress.com>.
- LÓPEZ, S.T.; DUARTE, D.C.; CALERO, M.B.: “Matrices integradoras de acciones para la implementación de medidas de adaptación al cambio climático a escala local”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(4): 23-31, 2016, ISSN: 2306-1545, e-ISSN-2227-8761.
- MINAG-CUBA: “Balance de Uso y Tenencia de la tierra”, *Boletín No.5*, La Habana, Cuba, 2017.
- NC 14049-1: 2010: *Sistema de Riego, especificaciones. NC 14049-1:2010*, Inst. Oficina Nacional de Normalización, La Habana, Cuba, Vig. de 2010.
- OLIVA, M.D.; MORENO, F.C.; MORALES, S.J.; HERRERA, S.O.: *Curso de Molinos de Viento del CETER*, [en línea], Inst. ISPJAE-CUJAE, CETER, La Habana, Cuba, 2008, Disponible en: www.cujae.cu/centros/ceter, [Consulta: 15 de junio de 2019].
- RICARDO, C.M.; MÉNDEZ, F.M.; BONET, P.C.; SIERRA, C.L.; CUTIÉ, V.: “Evaluación de la eficiencia de la captación de agua de lluvia en casas de cultivos.”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 5(4): 3-9, 2015, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- SALOMÓN, M.; SÁNCHEZ, C.; ABRAHAM, E.: “Impactos medioambientales de la sustitución del riego de superficie por conducciones a presión. Área Luján Oeste, Mendoza (Argentina)”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 1(1): 38-45, 2011, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- TARJUELO, J.; CARRIÓN, P.; VALIENTE, M.: “Simulación de la distribución del riego por aspersión en condiciones de viento”, *Investigación Agraria: Producción e Protección Vegetal*, 9(2): 255-271, 1994.
- URIBE, F.: *Consultor de CIPAV, Colombia. Lo primero es el agua*, Inst. Presentación en Consultoría del Proyecto BASAL, Informe BASAL, Camagüey, Cuba, 2017.

Bárbara Mola Fines, Inv. Delegación de la Agricultura de Camagüey, Cuba, e-mail: esp_ext_iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-2782-964X>

Camilo Bonet Pérez, Inv. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial de Camagüey, Cuba. Teléfono: (032)291926. E-mail: esp_ext_iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5025-9892>

Dania Rodríguez Correa, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial de Camagüey, Cuba. Teléfono: (032)291926. E-mail: esp_ext_iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0475-5868>

Pedro Guerrero Posada, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial de Camagüey, Cuba. Teléfono: (032)291926. E-mail: esp_ext_iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0235-9327>

Gerónimo Avilés Martínez, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial de Camagüey, Cuba. Teléfono: (032)291926. E-mail: esp_ext_iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu

Charissa Martínez Der, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial de Camagüey, Cuba. Teléfono: (032)291926. E-mail: esp_ext_iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu

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