OPEN ACCESS

ARTÍCULO ORIGINAL

UNAH UNIVERSIDAD AGRARIA DE LA HABANA

Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 35
enero-diciembre 2026
ISSN 1010-2760, eISSN 2071-0054
Cu-ID: https://cu-id.com/2177/v35e21

Efecto de la cortina rompevientos en la calidad del riego en sistemas de riego por aspersión

Effect of Windbreak Trees on the Irrigation Quality in Sprinkler Irrigation Systems

Camilo Bonet Pérez*, Dania Rodríguez Correa, Bárbara Mola Fines and Yordanis Roja Ramírez

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Reparto Abel Santamaría, Municipio Boyeros, La Habana, Cuba. E-mail: daniarc1975@gmail.com, barbaramola35@gmail.com

*Autor para correspondencia: Camilo Bonet Pérez, e-mail: camilobp51@gmail.com

RESUMEN: Las tecnologías de riego basadas en la aplicación del agua en forma de lluvia artificial se caracterizan por las pérdidas de agua producidas por efecto de la evaporación y el arrastre por el viento, las cuales pueden reducirse con el empleo de cortinas rompe vientos. Con el objetivo de valorar el efecto del empleo de cortinas rompevientos en el comportamiento de las pérdidas de agua en sistemas de riego por aspersión de media presión, así como su influencia en la conservación de la humedad del suelo, se realizó una evaluación en un sistema de riego por aspersión en el riego de pasto Mombasa. Se establecieron puntos de muestreo a distancias de 20, 50 y 70 m de la cortina rompevientos, las observaciones se realizaron a la altura de colocación de los emisores y durante las horas de ejecución del riego. La velocidad del viento se comportó en un rango entre 2,8 y 3,6 m/s, una vez implementadas las cortinas rompevientos se redujo al rango entre 1,8 y 3,4 m/s, como consecuencia de la reducción de la velocidad del viento la eficiencia de descarga media se incrementó desde un 60% hasta un 73%, en tanto la uniformidad de riego media se incrementó desde un 71% hasta un 80%; en el mismo periodo, se observó también mayor conservación de la humedad del suelo. Estos resultados se reflejan en una mayor disponibilidad de agua para el cultivo y una mejor distribución de la humedad en el campo.
Palabras clave: viento, uniformidad, eficiencia, uso del agua.

ABSTRACT: Irrigation technologies based on the application of water in the form of artificial rain are characterized by water losses due to evaporation and wind erosion, which can be reduced by using windbreaks. To assess the effect of windbreaks on water loss in medium-pressure sprinkler irrigation systems, as well as their influence on soil moisture conservation, an evaluation was conducted on a sprinkler irrigation system used for Mombasa grass. Sampling points were established at distances of 20, 50, and 70 m from the windbreak. Observations were made at the emitter placement height and during irrigation hours. Wind speed ranged from 2.8 to 3.6 m/s. After the windbreaks were implemented, wind speed decreased to between 1.8 and 3.4 m/s. As a result of this reduction, the average discharge efficiency increased from 60% to 73%, while the average irrigation uniformity increased from 71% to 80%. During the same period, greater soil moisture retention was also observed. These results translate into greater water availability for the crop and improved moisture distribution in the field.
Keywords: Wind, Uniformity, Efficiency, Use of Water.

INTRODUCCIÓN

Mucho se ha escrito sobre el papel beneficioso de los bosques en relación al ambiente. Los bosques sanos limpian el aire y regulan el clima, sostienen la vida: benefician a las personas, a las plantas y a los animales, siendo de vital importancia para el equilibrio ecológico ya que regulan el clima a partir de que actúan como sumideros de carbono, absorbiendo grandes cantidades de dióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera que almacenan como biomasa en sus troncos y ramas, y liberando oxígeno a través de la fotosíntesis, lo que ayuda a mitigar el cambio climático (Bruijnzeel, 2004).

El mismo autor expone que los árboles actúan como enormes esponjas absorbiendo el agua de lluvia durante las temporadas húmedas y liberándola en las estaciones secas, filtran el agua que entra en ríos, lagos, y el manto subterráneo, eliminando los contaminantes y mejorando la calidad de las corrientes y la salud de las cuencas, y actuando como barrera ante las inundaciones.

Recibido: 28/12/2025
Aceptado: 30/04/2026
Conflicto de intereses: Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.
Contribución de autores: **Conceptualización:** Camilo Bonet. **Curación de datos:** Camilo Bonet. **Análisis formal:** Camilo Bonet, Dania Rodríguez, Bárbara Mola, Yordanis Roja. **Investigación:** Camilo Bonet, Dania Rodríguez, Bárbara Mola, Yordanis Roja. **Metodología:** Camilo Bonet. **Supervisión:** Dania Rodríguez, Bárbara Mola. **Redacción - borrador original:** Camilo Bonet, Dania Rodríguez, Bárbara Mola. **Redacción - revisión y edición:** Camilo Bonet.
La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a fines de identificación, no existe ningún compromiso promocional relacionado con los mismos, ni para los autores ni para el editor

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Consideran (Loaiza y Osorio, 2009) que los bosques constituyen uno de los recursos más valiosos del mundo y albergan más de la mitad de las especies animales y vegetales terrestres, sirven como refugios para la fauna, propician el establecimiento de otras especies, crean microclimas y mejoran el ambiente; filtran el aire, nos brindan aire puro, cumplen un rol fundamental en la regulación de la temperatura.

Por su parte (Blaschke *et al.*, 2000) consideran que los árboles favorecen el ecosistema por diversas vías, conducen el agua de las lluvias y de la niebla al suelo por medio de sus hojas, ramas y tronco; forman suelos fértiles, controlan la erosión, reducen la temperatura del suelo, regeneran los nutrientes contribuyendo así a la conservación y recuperación del suelo, y contribuyen también a evitar las pérdidas de agua durante el proceso de riego cuando se emplean tecnologías de riego aéreo. Estos autores reportan que, en el caso de los ecosistemas ganaderos, la función de los bosques adquiere una importancia particular; los árboles pueden proveer protección de vientos fríos y climas adversos al ganado, además de proveerles sombra; cuando se administran adecuadamente en una operación ganadera, pueden ayudar a reducir el estrés del ganado, además de esto, la incorporación de árboles a sistemas de forrajes ofrece al ganadero un ingreso adicional por productos forestales.

Los recursos suelos y agua requieren de especial atención en las áreas pecuarias, debido a que ni los suelos fértiles ni las fuentes de agua subterránea suelen presentarse en abundancia, en tanto las fuentes de agua superficial no siempre se encuentran cercanas a las áreas de riego ni a las posiciones de concentración de los animales; al mismo tiempo, los suelos suelen presentarse con alto nivel de compactación lo cual limita la eficiencia de uso del agua del riego o de las precipitaciones.

Antes esta situación, los árboles resultan imprescindibles. Los bosques son fundamentales en el ciclo del agua: ayudan a mantener una elevada calidad de esta, influyen en la cantidad disponible y contribuyen a la reducción de riesgos relacionados con el agua, como desprendimientos de tierra, inundaciones y sequías.

Han expresado Bonet et al. (2023) que, dado que el agua es un recurso natural cada vez más escaso, se hace imprescindible que la aplicación del agua de riego se realice de una manera eficiente para poder incrementar la producción agrícola con una menor demanda de agua. Diversos autores como Cisneros-Zayas et al. (2019) resaltan el papel fundamental del viento en las pérdidas por evaporación y arrastre producidas durante el proceso de aplicación del riego.

Múltiples estudios realizados indican que, durante la aplicación del riego, tanto la uniformidad de distribución como la eficiencia de aplicación del agua son afectados por el viento, y con posterioridad, la velocidad de disminución del nivel de humedad del suelo está también relacionada con la influencia del viento en el proceso de evaporación.

Es común caracterizar las diversas tecnologías de riego por determinados valores de uniformidad y eficiencia, sin embargo, Keller *et al*. (1981) citados por Bonet-Pérez et al. (2023) indicaron que la uniformidad depende mucho más del manejo de los sistemas de riego que del tipo de sistema utilizado.

Con el objetivo de valorar el efecto del empleo de cortinas rompevientos en el comportamiento de las pérdidas de agua en sistemas de riego por aspersión de media presión, así como su influencia en la conservación de la humedad del suelo, se realizó una evaluación en un sistema de riego por aspersión en el riego de pasto Mombasa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la finca La Victoria perteneciente a la CCS “Evelio Rodríguez” en el municipio Jimaguayú.

El municipio de Jimaguayú pertenece a la provincia de Camagüey. El municipio se encuentra situado entre los 21° 05' 00" y 21° 22' 00" de latitud. Norte y los 77° 36' 00" y 78° 03' 00" de longitud Oeste y limita al Norte con el municipio Camagüey al Este con el municipio Sibanicú, al Oeste con los municipios Vertientes y Camagüey y al Sur con el municipio Najasa (Figura 1). Se caracteriza por tener un relieve predominante llano, no obstante, al noreste del territorio se localizan pequeñas alturas correspondientes a la Sierra de Maraguán, así como otras pequeñas elevaciones aisladas diseminadas dentro del municipio, la altura del relieve oscila entre 40 y 200 m.s.n.m. (Agramonte-Almanza et al., 2022).

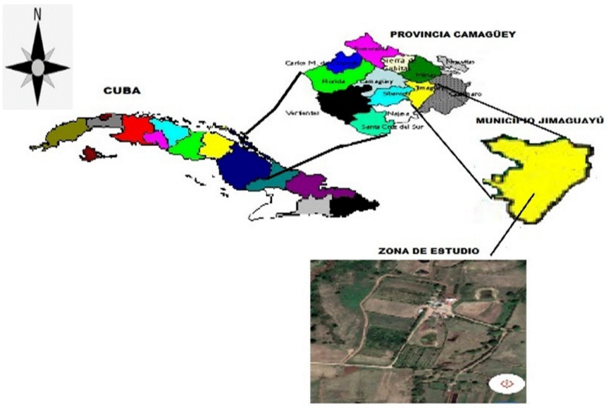


Figura 1. Mapa de Cuba, provincia de Camagüey, municipio Jimaguayú, Finca La Victoria. Fuente: https://www.bing.com, citado por Mola (2023)

El clima clasifica como tropical húmedo, de llanura interior con humedecimiento estacional, alta evaporación y alta temperatura, con una marcada estacionalidad de las lluvias.

La velocidad del viento presenta un valor promedio de 3,14 m/s; los valores más altos de la velocidad media del viento se registran en el período poco lluvioso oscilando entre los 3,2 y 3,6 m/s presentándose este último valor en el mes de febrero, por su parte dentro del período lluvioso los meses de mayo y julio exhiben los registros más altos con 3,1 m/s mientras que en el resto de los meses los valores oscilan entre 2,3 y 2,9 m/s , en los meses del período lluvioso se producen rachas de vientos fuertes asociados a la ocurrencia de tormentas locales severas con abundantes precipitaciones (INSMET-Cuba, 2022).

Los suelos predominantes en el municipio son los Pardos sin carbonatos en diversas manifestaciones con el 41,01% del área total, caracterizado por presentar generalmente poca profundidad efectiva, topografía que va de ondulada a ligeramente ondulada (Mola, 2023).

El área de referencia seleccionada para el estudio fue La Finca "La Victoria" perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) "Evelio Rodríguez", ubicada en la hoja cartográfica Las Mercedes, en áreas aledañas al poblado El Guayabo, la cual ocupa un área total de 144,01 ha (Instituto de Suelos y Fertilizantes, 2019, tomado de Mola (2023). Su objeto social es la ganadería vacuna, especialmente la producción de leche, aunque reporta producciones también de cultivos varios para autoconsumo y venta al estado. La figura 2 muestra un esquema de la estructura de la finca y en la tabla 1 se muestra la composición de sus suelos.

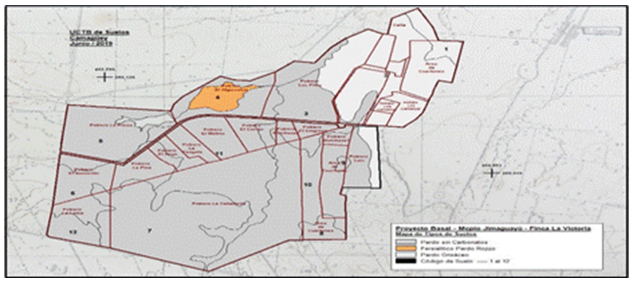


Figura 2. Esquema de la Finca La Victoria.Fuente: Mola (2023).

Tabla 1. Composición de los suelos de la Finca La Victoria

Tipo de suelo	Área (ha)	% del total
Pardo sin carbonato	113,82	79,04
Pardo grisáceo	27,36	19,00
Fersialítico pardo rojizo	2,83	1,96
Total	**144,01**	**100,00**

Fuente: Instituto de Suelos (2019), citado por Mola (2023)

El suelo predominante en el área del sistema de riego es el Pardo sin carbonato; se realizaron las evaluaciones de Coeficiente de Uniformidad y Eficiencia de Descarga con posterioridad al establecimiento de las cortinas rompevientos y los resultados fueron comparados con los que habían sido obtenidos antes del establecimiento de dichas cortinas.

Se contaba con información de la uniformidad del riego (CU) y la eficiencia de descarga (Ed) a partir de evaluaciones realizadas el año anterior, en momentos en que no se contaba con cortina rompevientos.

Se había sembrado una línea de arbustos por un extremo del área, que coincidió con la posición desde la cual se producían los vientos predominantes y que en el momento de la evaluación alcanzaban como promedio 2,20 m de altura. Se realizaron nuevas determinaciones de Cu y Ed, lo cual permitió comparar los resultados obtenidos sin y con empleo de cortinas rompe vientos.

Para la determinación de los parámetros de la calidad del riego fueron utilizados el coeficiente de uniformidad de Christiansen y la Eficiencia de Descarga (Christiansen, 1942 y Keller et al., 1981), tomados de Rodríguez *et al.* (2025).

$$CU = 100 \left[1 - \frac{\sum_{1}^{n} {}_{=1} |Vi - Vm|}{n}\right] \quad (1)$$

Donde: CU (coeficiente de uniformidad en%); Vi (volumen recogido en cada pluviómetro en mL); Vm. (volumen medio recogido en mL); n (número de pluviómetros)

La Eficiencia de Descarga se determinó a partir de la relación entre la lámina aplicada por la máquina y la lámina recogida en los colectores.

$$Ed = \left[Lr/La\right] \ 100 \quad (2)$$

Donde: Ed (eficiencia de descarga en%); Lr (lámina de agua media recogida por los colectores en mm); La (lámina de agua aplicada en mm).

Durante un periodo de 5 días consecutivos se realizaron 3 mediciones diarias de la velocidad del viento a la altura de los emisores del sistema de riego y a 1,5 m y 3,0 m superiores a dicha altura en el horario comprendido entre las 7 am y las 5 pm, periodo durante el cual suele ejecutarse el riego, y en tres posiciones en el área regada, distribuidas a lo largo de una línea imaginaria perpendicular a la orientación de la cortina rompe vientos a 20, 50 y 70 m de ésta. Se controló además el comportamiento de la humedad en el suelo, para lo cual se tomaron muestras cada 0,10 hasta 0,30 m de profundidad en las mismas posiciones en las que se midió la velocidad del viento; los muestreos se hicieron en tres días consecutivos a partir del día posterior al riego.

Medios e instrumentos utilizados para las evaluaciones: colectores (50); cinta métrica de 50 m; probeta de 500 mL con precisión de 2 mL; anemómetro; medidor de humedad TDR.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 indica el efecto de la cortina rompe viento en la reducción de la velocidad del viento en dependencia de la distancia desde la cortina hasta el punto de muestro

La velocidad del viento con posterioridad al establecimiento de la cortina rompevientos se mantuvo en un rango menor a las que se producían antes del establecimiento de las cortinas rompevientos, sin embargo, este efecto es menos significativo en la medida en que el muestreo se aleja de la cortina, lo cual era esperado de acuerdo a la forma en la cual se produce el efecto amortiguador de la velocidad del viento (Figura 3).

Según Camejo *et al.* (2017), el área protegida es de aproximadamente 15 - 20 veces la altura de la cortina, por lo que en este caso era de esperar que el efecto fuera más marcado en los primeros 35 - 45 m medidos desde la cortina;

considerando que el ancho del área de riego es de 100 m, la altura ideal de la cortina habría sido de 5,0 m.

Los resultados del comportamiento de los parámetros evaluados (CU y Ed) se muestran en la tabla 3.

Se observa el efecto positivo de la cortina rompevientos tanto en la uniformidad de distribución del agua de riego como en la reducción de las pérdidas por evaporación y arrastre; siendo este efecto más marcado en el punto más cercano a la cortina. Estos resultados se reflejan en una mayor disponibilidad de agua para los cultivos y una mejor distribución de la humedad en el campo, por tanto, se infiere que se pudiera esperar una mayor productividad del agua e incremento de los rendimientos agrícolas.

Reportes de Tarjuelo *et al.* (2000) señalan que la uniformidad de distribución del agua de riego en superficie tiene gran dependencia de la acción del viento, en intensidad y dirección, constituyendo el principal distorsionador de la uniformidad de reparto.

Según Tarjuelo (2005), durante la aplicación del riego con tecnologías por aspersión, las pérdidas de agua que se producen tanto por evaporación como por arrastre por el viento llegan a valores superiores al 10%, y señala a la velocidad del viento entre las causas que originan dichas pérdidas.

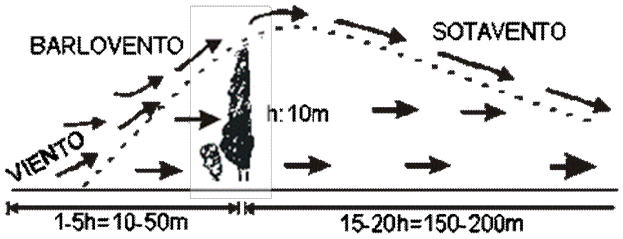


Figura 3. Esquema que muestra el efecto de la altura de la cortina rompevientos en la amortiguación de la velocidad del viento sobre el área. Fuente: elaboración propia

Estudios realizados por (Rodríguez *et al.*, 2022; 2023) con la tecnología de máquinas de pivote central confirman la influencia del viento en la calidad del riego.

La velocidad del viento constituye uno de los parámetros climáticos que influye en la evapotranspiración de los cultivos, existiendo una correspondencia directa entre los mismos. La Tabla 4 refleja el resultado del comportamiento de la humedad del suelo en los puntos seleccionados durante los días posteriores al riego.

Los valores mostrados son medios de los muestreos realizados hasta los 0,30 m de profundidad, a partir de los resultados observados en los muestreos realizados se pudo comprobar que en suelos Pardo sin carbonato y con

Tabla 2. Comportamiento de la velocidad del viento (m/s) durante el horario del día antes y después del establecimiento de la cortina rompevientos

Altura (m)	Distancia de la cortina rompeviento (m)					
	20		50		70	
	S/crv	C/crp	S/crv	C/crp	S/crv	C/crp
1,0	3,0	1,8	2,8	2,0	3,0	2,7
2,5	3,2	2,6	3,1	2,6	3,2	3,0
4,0	3,5	3,0	3,3	3,0	3,6	3,4
Media	**3,2**	**2,5**	**3,1**	**2,5**	**3,3**	**3,0**

Leyenda: S/crp y C/crp. Sin y con empleo de cortina rompevientos. Los valores mostrados se comportaron dentro del rango característico de la zona de estudio.

Tabla 3. Indicadores de calidad del riego antes y después del establecimiento de la cortina rompevientos

Indicador	Punto						Media	
	1		2		3			
	S/crv	C/crp	S/crv	C/crp	S/crv	C/crp	S/crv	C/crp
CU	69	83	73	81	71	76	**71**	**80**
Ed	60	76	61	72	60	71	**60**	**73**

Tabla 4. Valores comparativos de humedad del suelo (% CC bss) antes y después del establecimiento de la cortina rompevientos

Día	S/crv	C/crv
1	95,0	97,0
2	88.6	91,0
3	84,7	88,7
4	78,0	86,1
5	74,0	82,1

CC. Capacidad de campo (22,3% bss. Hasta 0,30 m de profundidad)

el cultivo de forraje pasto Mombasa, en días normales de verano, después del riego la humedad descendía hasta el límite inferior permisible correspondiente al 80% CC en un periodo de 4 días en condiciones sin el empleo de la cortina, mientras que con posterioridad a su establecimiento ese límite se alcanzaba como promedio a los 5 - 6 días de efectuado el riego, debido tanto a la reducción de la evaporación desde la superficie del suelo como de la transpiración del cultivo, por ser precisamente la velocidad del viento uno de los parámetros climáticos que inciden en el consumo de agua de las plantas.

Esto en la práctica implica una menor demanda de riego y por tanto ahorro y mayor productividad del agua, todo lo cual se revierte en beneficios económicos para la Unidad Productiva, debido a que implica un menor número de horas de bombeo con el consiguiente ahorro de electricidad y salario; al respecto, Mujica *et al.* (2014) a partir de evaluaciones realizadas sobre el aprovechamiento de la energía en el riego han reportado una estrecha relación entre la productividad en el uso del agua de riego y la eficiencia energética durante el bombeo de los sistemas de riego.

Los árboles constituyen una herramienta para la adaptación al cambio climático en ecosistemas ganaderos, entre otros factores por su acción protectora sobre los recursos suelos y agua.

CONCLUSIONES

- El empleo de cortinas rompevientos contribuye a mejorar la calidad del riego al reducir las pérdidas de agua por evaporación y arrastre en sistemas de riego por aspersión, con el consiguiente incremento de la uniformidad de distribución del agua y de la eficiencia de descarga.
- En el caso de estudio se lograron incrementos del CU del 71 al 80%, mientras que en la Ed los valores variaron en el rango de 60 a 73%. El efecto se reduce en la medida en que la posición del aspersor se aleja de la cortina rompevientos.
- La reducción de la evapotranspiración que se produce como consecuencia de una menor velocidad del viento obtenida como resultado del empleo de la cortina rompeviento, puede incidir en una menor demanda de riegos y por tanto en una mayor eficiencia de uso del agua y de la energía empleada en el mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRAMONTE-ALMANZA, A.M.; PÉREZ-ABRAHAM, Y.; FONSECA-PÉREZ, R.; VIDAL-BLANCO, Y.R.; URQUÍA-LARDUE, A.; BONET-PÉREZ, C.; RODRÍGUEZ-CORREA, D.; MOLA-FINES, B.: "Comportamiento de la sequía agrícola en el municipio de Jimaguayú", *Ingeniería Agrícola*, 12(4), 2022, ISSN: 2306-1545.

BLASCHKE, P.M.; TRUSTRUM, N.A.; HICKS, D.L.: "Impacts of mass movement erosion on land productivity: a review", *Progress in physical geography*, 24(1): 21-52, 2000, ISSN: 0309-1333.

BONET-PÉREZ, C.; AGRAMONTE-ALMANZA, A.; MOLA-FINES, B.; RODRÍGUEZ-CORREA, D.; GUERRERO-POSADA, P.; MORALES-AVILÉS, Y.: "Pérdidas por evaporación y arrastre en diferentes técnicas de riego por aspersión", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 32(1), 2023, ISSN: 2071-0054.

BONET-PÉREZ, C.; AGRAMONTE-ALMANZA, A.M.; MOLA-FINES, B.; RODRÍGUEZ-CORREA, D.; GUERRERO-POSADA, P.A.: "Adaptación de la producción agrícola al Cambio Climático. Estudio de caso", *Ingeniería Agrícola*, 13(4): cu-id, 2023, ISSN: 2227-8761.

BRUIJNZEEL, L.A.: "Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees?", *Agriculture, ecosystems & environment*, 104(1): 185-228, 2004, ISSN: 0167-8809.

CAMEJO, B.E.; DUARTE, N.L.; GUERRA, H.G.: "Diseño agronómico en máquinas de pivote central, rendimientos, ahorro de agua y energía", *Revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(2), 2017.

CISNEROS-ZAYAS, E.; VENERO-DELGADO, Y.; PLACERES-MIRANDA, Z.; GONZÁLEZ-ROBAINA, F.: "El viento y su influencia en los parámetros de calidad del riego", *Ingeniería Agrícola*, 9(4), 2019, ISSN: 2227-8761.

INSMET-CUBA: *Caracterización climática Camagüey. Centro Meteorológico Camagüey.*, Inst. Centro Meteorológico Camagüey, Cuba, Camagüey, Cuba, 2022.

LOAIZA, A.; OSORIO, A.: "Gestión del agua en el sector de la ganadería bovina en la cuenca río la vieja departamentos de Quindío y Risaralda", *Pereira: Tesis de Literatura. Universidad Tecnológica de Pereira*, 2009.

MOLA, F.B.: *Tecnologías integradas para el abasto de agua y el riego en la ganadería vacuna en el municipio Jimaguayú*, Universidad de Ciego de Ávila (UNICA), Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias, Ciego de Avila, Cuba, 2023.

MUJICA, C.A.; LÓPEZ, S.M.; CARMENATES, H.D.; MUJICA, L.C.; RIVERÓN, L.A.: "Evaluación de los indicadores hidráulicos de las máquinas de pivote central eléctrica", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(1), 2014, ISSN: 2071-0054.

RODRÍGUEZ, C.D.; BONET, P.C.; GUERRERO, P.P.; MOLA, F.B.; AVILÉS, M.G.; MARTÍNEZ, D.C.: "Productividad del agua de riego en el cultivo del frijol en condiciones de producción", *Ingeniería Agrícola*, 12(3), 2022, ISSN: 2306-1545, E-ISSN-2227-8761.

RODRÍGUEZ, C.D.; BONET, P.C.; MOLA, F.B.; GUERRERO, P.P.: "Determination Crops Coefficients of Bean for Conditions of the Central Provinces in Cuba", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 32(3), 2023, ISSN: 2071-0054.

RODRÍGUEZ, C.D.; BONET, P.C.; MOLA, F.B.; GUERRERO, P.P.: "Diseño de un Modelo de Gestión Integral de Riego para Máquinas de Pivote Central Eléctrico", *Ingeniería Agrícola*, 15 enero-diciembre, 2025.

TARJUELO, J.; ORTEGA, J.; MONTERO, J.; DE JUAN, J.: "Modelling evaporation and drift losses in irrigation with medium size impact sprinklers under semi-arid conditions", *Agricultural Water Management*, 43(3): 263-284, 2000, ISSN: 0378-3774.

TARJUELO, M.J.M.: *El riego por aspersión y su tecnología*, Ed. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España, 3ª Edición ed., Centro Regional de Estudios del Agua-CREA- Universidad de Castilla-La Mancha, 2005, ISBN: 84-8476-239-4.