

Original

Evaluación hidráulica del riego con enrolladores en el cultivo de la caña de azúcar (*SACCHARUM OFFICINARUM L.*)

Hydraulic evaluation of irrigation with reels the cultivation of sugar cane (*Saccharum Officinarum L.*)

Ing. Alianis Caridad Torres Núñez, Universidad de Gramna, atorresn@udg.co.cu

Dr. C. Luis Céspedes Rodríguez, Universidad de Gramna, icespedesr@udg.co.cu

Recibido: 5/05/2018-Aceptado: 07/06/2018

RESUMEN

La evaluación hidráulica de la máquina de riego se realizó en la UBPC "Carlos Manuel de Céspedes", en la Empresa Azucarera "Bartolomé Masó Márquez", perteneciente al grupo empresarial AZCUBA en la provincia Granma, en condiciones de producción para el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum Officinarum L.*), con la variedad Cuba C 90-469. La metodología empleada para la investigación fue la Norma Cubana NC ISO 8224-1: 2010 Máquinas de riego móviles – Parte 1. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: La mayor velocidad del viento se registró en el llenado de la Línea II con $4,76 \text{ m s}^{-1}$ y en la franja de $3,7 \text{ m s}^{-1}$. La lámina mediageneral de aplicación de agua fue 41 mm . La eficiencia de distribución de agua estuvo en un rango de 80 a 82 % y el mayor coeficiente de uniformidad se obtuvo en la Línea I con un valor de 87,65 % y en la franja fue de 86,83 % clasificándose como buenos ambos resultados.

Palabras claves: enrollador, riego, caña de azúcar.

ABSTRACT

The hydraulic evaluation of the irrigation machine was carried out in the UBPC "Carlos Manuel de Céspedes", in the Sugar Company "Bartolomé Masó Márquez", belonging to the AZCUBA business group in the Granma province, in production conditions for the cultivation of the cane of sugar (*Saccharum Officinarum L.*), with the variety Cuba C 90-469. The methodology used for the investigation was the Cuban Standard NC ISO 8224-1: 2010 Mobile Irrigation Machines - Part 1. The results obtained were the following: The highest wind speed was registered in the filling of the Line II with 4.76 m s^{-1} and in the strip of 3.7 m s^{-1} . The average general water application sheet was 41 mm . The water distribution efficiency was in a range of 80 to 82 % and

the highest coefficient of uniformity was obtained in Line I with a value of 87.65 % and in the strip it was 86.83 %, both results were classified as good.

Key words: roller, irrigation, sugar cane.

INTRODUCCIÓN

Como se conoce, la disponibilidad del agua, es uno de los factores que directamente condicionan el crecimiento, desarrollo, productividad y la calidad de la producción de las plantas cultivadas (Belmonte *et al.*, 2005). Sin agua las plantas no pueden vivir. Si llueve muy poco, es necesario regar. La cantidad de agua de riego necesaria depende de la disponible en el suelo, aportadas por las lluvias y de las necesidades hídricas en diferentes etapas fenológicas del desarrollo de los cultivos.

Desde sus inicios la humanidad comienza a regar los suelos para lograr mayores producciones agrícolas. Existen evidencias de que el riego por gravedad se utiliza desde antes de nuestra era. Otras formas de riego se desarrollaron para conseguir un ahorro de energía y agua; fundamentalmente, para alcanzar una mayor automatización, y por ende, más productividad en el riego, es el caso del riego por aspersión con máquinas de cañones móviles (Belmonte *et al.*, 2005).

Los «enrolladores» surgen como consecuencia de cubrir mayores superficies por posición de riego, (con el objetivo de evitar la utilización de mano de obra) desde un solo punto de aspersión (cañón), que proyecta un chorro de agua a una distancia de 30 a 70 m de radio según el modelo (Dechmiet *et al.*, 2000).

Para la agricultura cubana en la que, la disponibilidad del agua es un factor crítico el desafío es conseguir una buena garantía y una gestión óptima, tal es así, que en el documento que se establecen los Lineamientos de la Política Económica y Social aparecen dos puntos referidos a la actividad del riego, el lineamiento 184 que establece “Concentrar las inversiones en los productores más eficientes dirigiéndolas prioritariamente al riego”, y por otro lado, el lineamiento 185 establece “Reorganizar la actividad de riego y los servicios de maquinaria agrícola para lograr un uso racional del agua, la infraestructura hidráulica y los equipos agrícolas disponibles”.

Como parte de la implementación de estos dos lineamientos se ha introducido la tecnología de máquina de riego con enrollador Diésel para el cultivo de la caña de azúcar. Esta perfeccionada técnica de máquinas de riego, se utiliza ampliamente; debido a su fácil explotación y amplio uso

en condiciones adversas que ha motivado la aceptación de los mismos por parte de los productores (González, 2003). El país, con varias marcas de estas máquinas; que a su vez, presentan una gran diversidad de particularidades técnicas; las cuales no se han estudiado detalladamente, en su interrelación con el medioambiente (González *et al.*, 2002).

Hoy, se busca un equilibrio entre el funcionamiento técnico de los sistemas de riego y los resultados económicos que estos producen, es decir se busca encontrar medios activos para dar un significado económico suficiente y preciso a tales indicadores, por lo que el objetivo general es evaluar los parámetros hidráulicos en la operación de los enrolladores en condiciones de producción de la Empresa Azucarera “Bartolomé Masó Márquez” en la provincia de Granma para el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum Officinarum L.*).

Población y Muestra

La evaluación hidráulica de la máquina de riego se realiza del 12 de diciembre de 2016 al 10 de enero del 2017 en el campo 67 de la UBPC Carlos Manuel de Céspedes, en la Empresa Azucarera “Bartolomé Masó Márquez”, perteneciente al grupo empresarial AZCUBA en la provincia de Granma.

Materiales y Métodos

Se ubica una batería de 48 pluviómetros, con diámetro de 66,44 mm y longitud de 110 mm, en 3 líneas de 16, cada una, perpendiculares a los surcos y a la dirección de movimiento del mecanismo de distribución del agua, separadas a 32 m entre sí con un resguardo inicial y final de 25 m, se mide el volumen de agua recogido a diferentes distancias del aspersor. La distancia entre pluviómetros establecida es de tres metros en correspondencia con el ancho de la franja de 60 m como se muestra en la Figura 1. (Las mediciones están en metros).

El enrollador evaluado de la firma VALDUCCI es del modelo SRL, su número de serie es V5110/450, con el empleo de boquilla, en el cañón, de 30 mm. La presión de trabajo establecida es de 0,4MPa y la velocidad de distribución 18 m h-1.

La metodología empleada para la investigación es la Norma Cubana (NC) ISO 8224-1: 2010 Máquinas de riego móviles – Parte 1: Características del funcionamiento y métodos de ensayo de laboratorio y de campo (Jiménez, 2011). Todas las mediciones observadas se recopilan en modelos confeccionados al efecto y se establece una base de datos que posteriormente se lleva a una hoja de cálculo en el tabulador electrónico Microsoft Excel en el que se procesan.

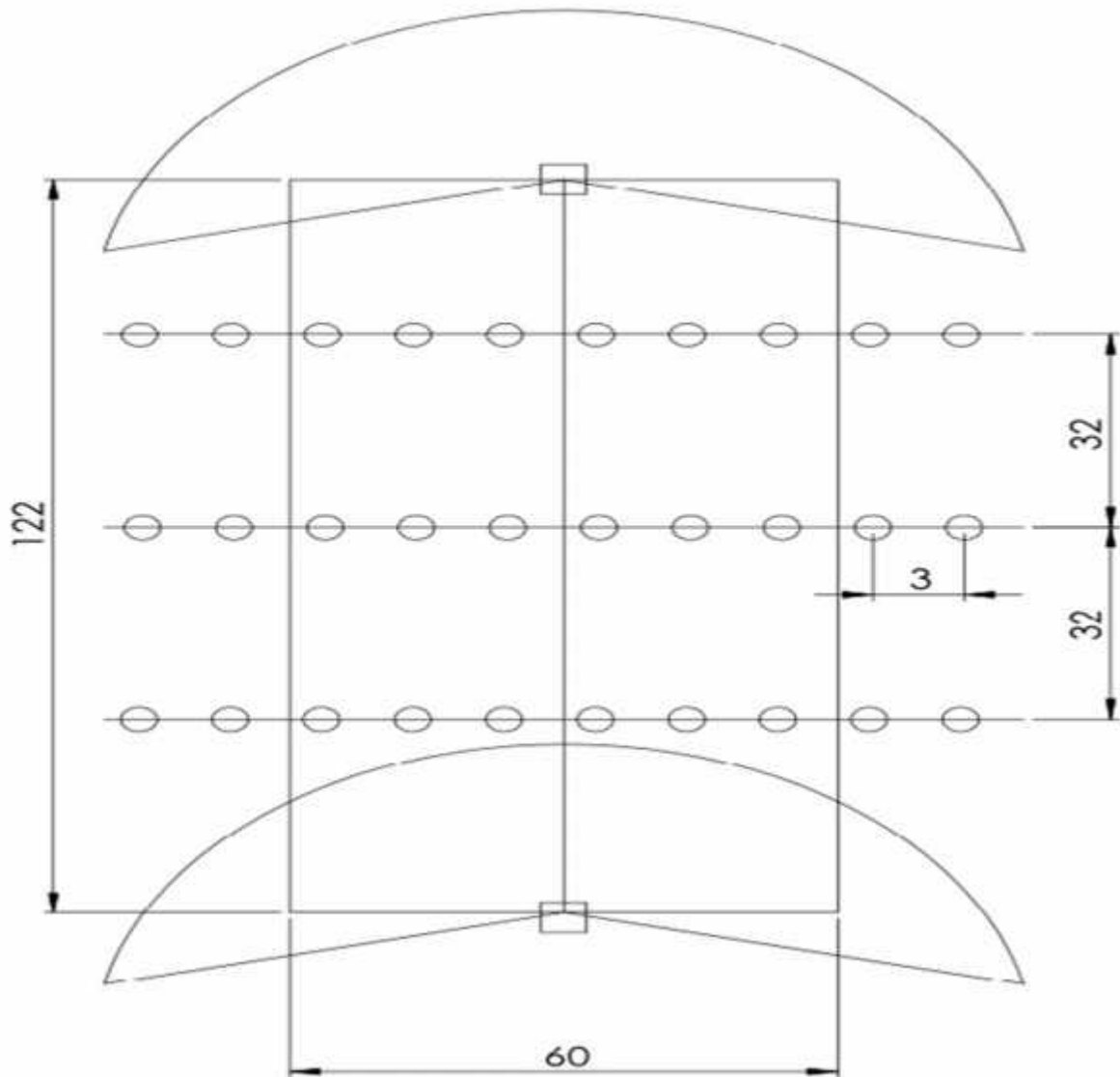


Figura 1. Diseño experimental

Análisis de los resultados

Análisis de la velocidad del viento en los tramos evaluados

En las evaluaciones realizadas durante el pase del cañón por las tres hileras se producen variaciones de la velocidad del viento. En el Gráfico 1 se observa el comportamiento de las velocidades del viento durante la prueba de campo. Estas velocidades hacen que el viento clasifique como moderado, al encontrarse por debajo de 4 m s^{-1} (Fuentes *et al.*, 1985).

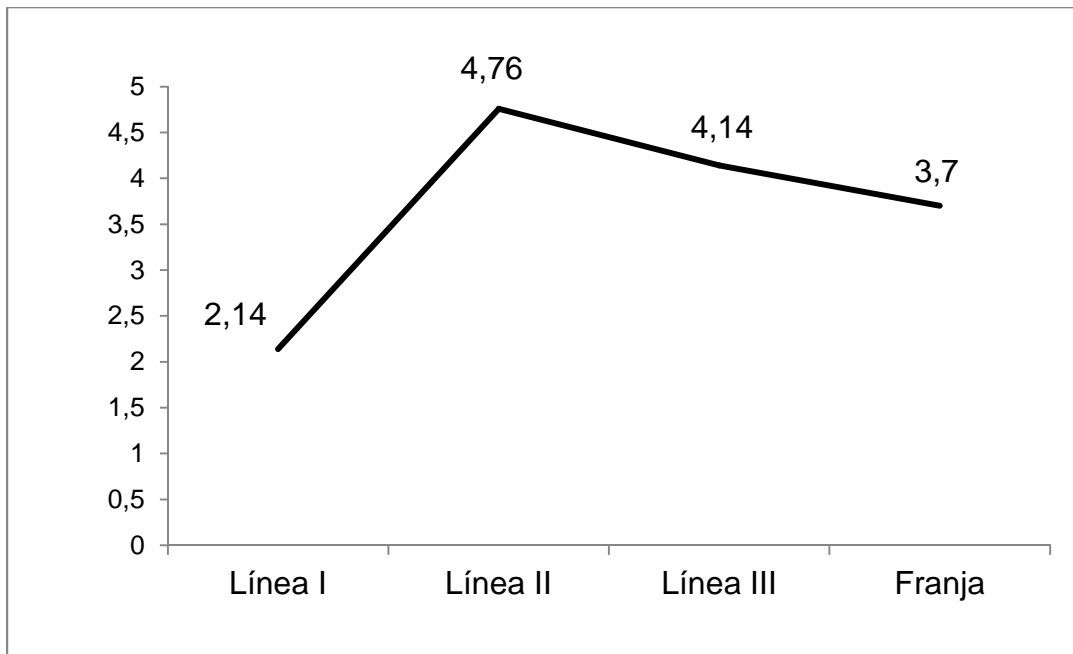


Figura 1. Velocidad del viento (m s⁻¹)

Las velocidades del viento medidas en las tres líneas y en la franja están en el rango establecido para efectuar la prueba de campo según la Norma Cubana NC ISO 8224-1: 2010 Máquinas de riego móviles – Parte 1.

Las mayores rachas de velocidades del viento medidas se presentan durante el llenado de la línea II con un valor medio de 4,76 m s⁻¹ en el horario del medio día y para la franja es de 3,7 m s⁻¹, se registra el menor valor en el llenado de los pluviómetros de la Línea I (figura 1).

Aunque el viento clasifica como moderado es bueno recordar que se recomienda el riego en las primeras horas de la mañana o en horas de la noche, debido a que las velocidades del viento son menores al compararlas con las velocidades del mediodía y la tarde. Esto aconseja alternar el riego diurno y el nocturno de cada zona para aumentar la uniformidad de reparto acumulada de varios riegos (Pizarro *et al.*, 1994).

Análisis de la lámina de aplicación del agua

Los valores de lámina media son de 40,86; 41,1 y 41,03 mm para las hileras respectivamente como se muestra en la figura 2 y la lámina media general es de 41 mm. Estos valores son inferiores al compararlos con lo que el cultivo realmente necesita que es de 45 mm, esto demuestra que no se está aplicando el agua que se requiere para satisfacer sus necesidades hídricas, lo que incide en la variación del rendimiento agrícola de la plantación ya que los resultados de la aplicación del agua de riego son directamente proporcionales al rendimiento de los cultivos.

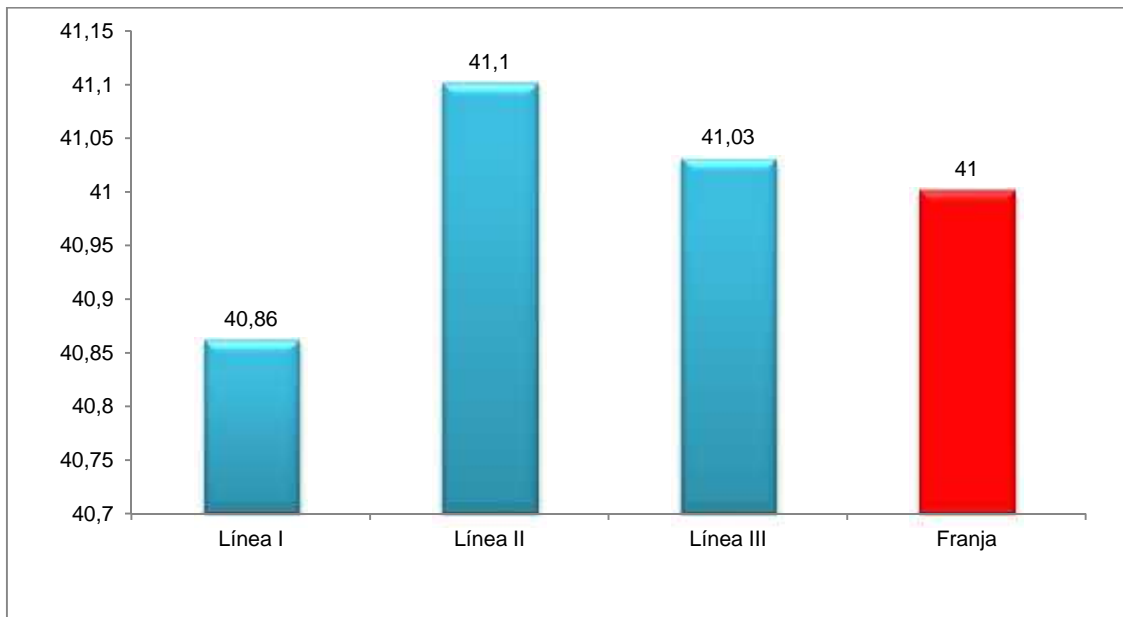


Figura 2: Lámina de aplicación (mm)

Análisis de la eficiencia de distribución

La eficiencia de distribución de agua está en un rango de 80 a 82 % (Gráfico 3), la mayor eficiencia de distribución se alcanzó en la Línea III con un 81,7 % y en la franja fue de 81,22 %. En esta evaluación la eficiencia de distribución del riego se clasifica como buena por encontrarse en el rango (80 a 90 %) establecido por (Jiménez, 2011).

La eficiencia de la distribución del agua con los cañones de riego móviles depende principalmente de la variación de la velocidad de avance, las características propias del aspersor y de sus condiciones de trabajo (presión, boquilla, ángulo de descarga), así como de la correcta selección de las condiciones de funcionamiento del equipo de riego (ángulo sectorial de mojado y el solapamiento de las franjas regadas). A todo esto hay que añadir la distorsión producida por el viento según su intensidad y dirección (Tarjuelo *et al.*, 1999).

Tradicionalmente se considera que cada sistema de riego está caracterizado por determinados valores de uniformidad y eficiencia. Faciet *al.*, (1991) indican que la eficiencia depende mucho más del manejo de los sistemas de riego que el tipo de sistema que se utiliza y Jiménez *et al.*,(2012) son del criterio que la uniformidad de distribución del agua en los sistemas de aspersión es necesaria para un uso más eficiente del agua disponible.

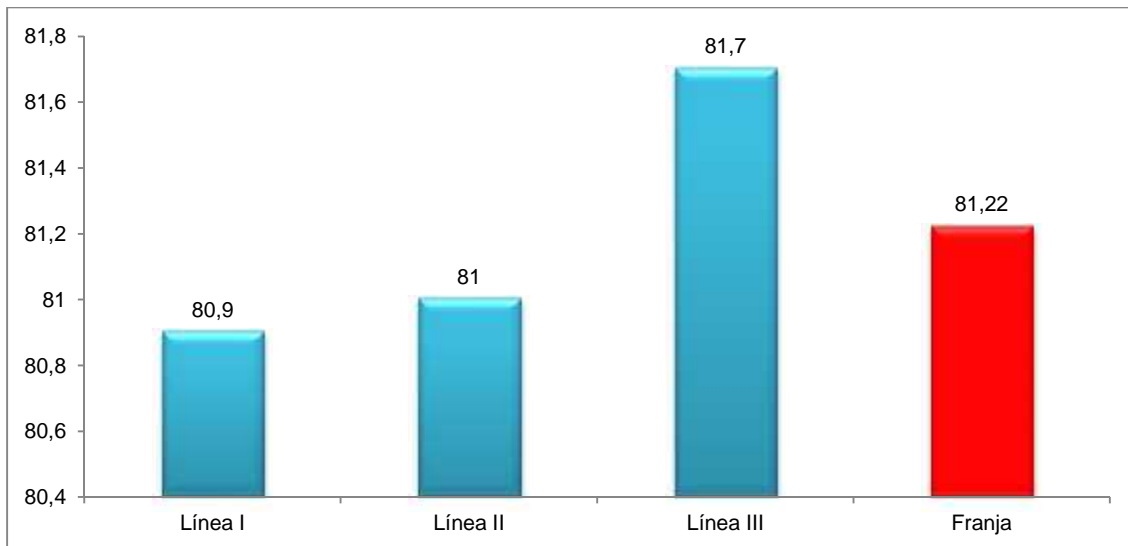


Figura 3: Eficiencia de distribución (%)

Análisis del coeficiente de uniformidad

El mayor coeficiente de uniformidad se obtiene en la Línea I con un valor de 87,65 % y en la franja es de 86,83 % (figura 4), por lo que en esta evaluación la uniformidad de distribución del riego se clasifica como buena por encontrarse en el rango (80 a 90 %) establecido por (Jiménez, 2011).

Los tres factores de mayor influencia en la uniformidad de descarga son: la velocidad del viento, la temperatura por su influencia en la evaporación del agua y la presión de trabajo que influye en el tamaño de la gota. La presión óptima de trabajo para este cañón es de 6 atm (0,6 MPa) trabajando a 4 atm. Se recuerda que con el aumento de la presión disminuye el tamaño de la gota. El arrastre por el viento varía mucho con el tamaño de gota producido por el aspersor. Los índices de evaporación del agua dependen de varios factores tales como: la radiación solar, la temperatura, la humedad y el viento.

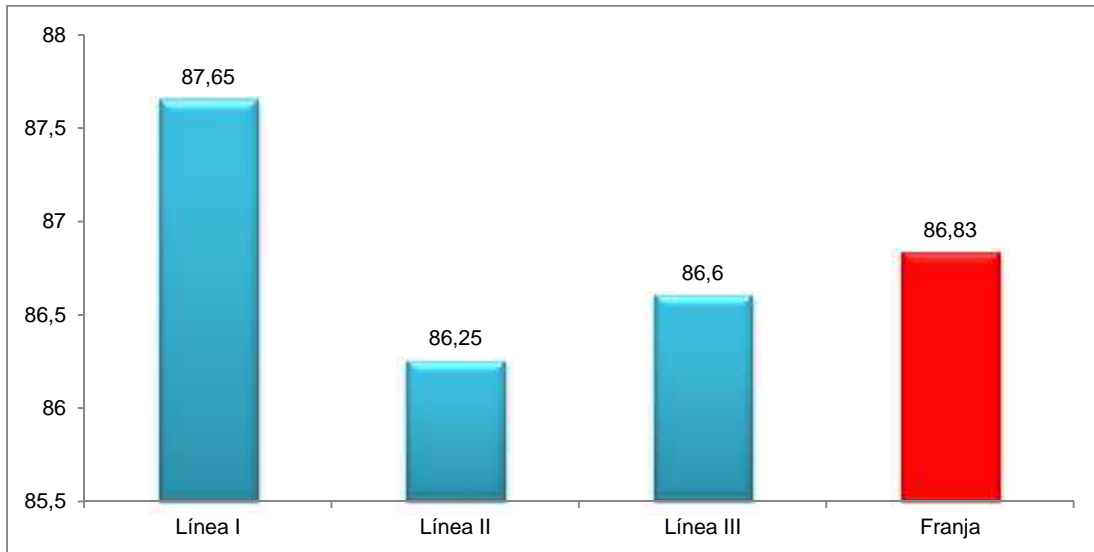


Figura 4: Coeficiente de uniformidad (%)

Análisis de la valoración económica

El costo del agua aplicada es de 11,04 CUP lo que representa el 2,3 % de los costos totales (Tabla 1). El gasto por concepto combustible y lubricante es de 422,4 CUP que representan el 90,5 % de los costos totales, lo que demuestra que es este el indicador que más incide sobre los altos costos del riego, por lo que se toman las medidas necesarias para lograr una mayor calidad del humedecimiento que proporciona este equipo, y que influye directamente sobre la producción de la caña de azúcar.

Tabla 1. Valoración económica de la aplicación del riego en la franja

Indicador	Tiempo de riego (h)	Consumo	Costo de riego en la franja(CUP)
Combustible	3,7	29,6 l	421,8
Lubricantes		0,25 l	0,60
Agua		920 m ³	11,04
Salario			33
Costo Total		466,44	

CONCLUSIONES

1. Las láminas de agua recogidas son inferiores a las aplicadas, se alcanzan valores de eficiencia de descarga para la franja de un 81,2 %.
2. El coeficiente de uniformidad alcanza valores entre 86,25 y 87,65 % para las líneas y para la franja de 86,83 %, por lo que se evalúa de buena la aplicación del agua.
3. El gasto por conceptos de combustible y lubricante es de 422,4 CUP, que representan el 90,5 % de los costos totales, lo que demuestra que es este el indicador que más incide sobre los altos costos del riego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Belmonte, A.Fuster C. (2005). "Agua y agronomía."
2. Dechmi, Playán Jubillar F., (2000). Uniformidad de los sistemas de riego por aspersión en el polígono de la Loma de Quinto (Zaragoza). XVIII Congreso Nacional de Riegos, Huelva.
3. Faci, J. and A.Bercero.(1991). "Efecto del viento en la uniformidad y en las pérdidas por evaporación y arrastre en el riego por aspersión." *InvestigationAgrária-Produccion y Proteccion Vegetable*: 171-180.
4. Fuentes Yague, J. L. (1985). "Iniciación a la meteorología agrícola."
5. González, P. (2003). "Avances del riego en el cultivo de la papa en Cuba:Las máquinas de pivote central", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-1010-2760, V. 12 (4): 39-43.
6. González, P.; Stincer, J.; Roque, R. (2002). "Algunas consideracionespara el diseño, explotación y adquisición de máquinas de pivotecentral",*Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-1010-2760, V.11 (1): 47-53, 2002.
7. Jiménez E. y González, B.R., (2012). "Relación entre parámetros de uniformidad de riego en máquinas de pivote central." *Revista CienciasTécnicas Agropecuarias* **21**(3): 18-22.
8. Jiménez, E. (2011). "Enmiendas en la norma NC ISO 8224 (1ra parte) relacionadas con máquinas de riego móviles (enrolladores)." *Revista CienciasTécnicas Agropecuarias***20**(3): 30-34.
9. Pizarro, Hormazabal O.(1994). "Variabilidad del viento, nivel del mar y temperatura en la costa norte de Chile." *Investigaciones marinas* **22**: 85-101.
10. Tarjuelo, Montero J. (1999). "Analysis of uniformity of sprinkle irrigation in a semi-arid area." *Agricultural Water Management* 40(2): 315-331.