

ASPECTOS RELEVANTES DEL VIENTO EN EL MANEJO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN

Marina Cano Paeza^{1*} Autor de correspondencia; Jorge Flores Velázquez²; Roberto Ascencio Hernández²; Hector Flores Magdaleno²; Agustin Ruiz Garcia³

¹Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Carretera a Cocula, Cocula
C.P. 30585, Guerrero, México.

marinacanop@gmail.com - 5586726339 (*Autor de correspondencia)

²Departamento de Hidrociencias. Colegio de Postgraduados. Km. 36.5, México 136 5, Montecillo, 56230
Montecillo, Méx.

³Departamento de Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo. Carr. Federal México-Texcoco Km 38.5,
Universidad Autónoma de Chapingo, 56230 El Cooperativo, Méx.

Resumen

La velocidad del viento es una variable climática que puede alterar la calidad del riego en sistemas por aspersión. La variable viento es una de las más escasas en las estaciones meteorológicas de México. El objetivo de este trabajo fue estimar la velocidad de viento en la zona de cultivo (altura de 1 a 2 metros), utilizando datos de viento medidos, registrados y publicados por el Atlas Eólico Mexicano. Para evaluar la calidad de riego por cañón en el módulo 6, La Ventosa, del Distrito de Riego 019 Tehuantepec, Oaxaca, se utilizaron bases de datos de la estación anemométrica del Centro Regional de Tecnología Eólica. Se utilizó un modelo aditivo generalizado para definir perfil y determinar los patrones del viento. Se evaluó un sistema de riego para estimar la calidad bajo las condiciones de viento estimadas. Los resultados de velocidad de viento estimada en la zona de cultivo indican que la varianza de la rapidez es una limitante para establecer un valor medio de velocidad de viento en la zona de cultivo. En futuras investigaciones se recomienda incluir la dirección de viento en el análisis espacial de la uniformidad de riego. Durante el período de la canícula se observó un aumento significativo de la magnitud de velocidad de viento (por arriba de los 9 m/s). Bajo las condiciones de velocidad de viento evaluadas se obtuvieron uniformidades de riego de 66% con el Coeficiente de Uniformidad de Christiansen y 57% con la Uniformidad de Distribución de Merriam y Keller.

Palabras claves: Perfil logarítmico de viento, rapidez, Uniformidad de distribución de riego, uso eficiente del agua.

Introducción

El Servicio de Conservación de Recursos Naturales de Estados Unidos (NRSC por sus siglas en inglés) describe cuatro tipos principales de sistemas de riego: (1) riego superficial; (2) riego por aspersión; (3) riego localizado o microirrigación; y (4) riego por subirrigación (Waller & Yitayew, 2016). El riego por aspersión se caracteriza principalmente por un sistema de tuberías donde el agua presurizada sale por emisores llamados aspersores en forma de chorro. Estos aspersores aplican el agua en la parcela en forma de lluvia con el agua pulverizada en gotas (Salvatierra, 2019). La eficiencia de los sistemas de riego por aspersión debe perfeccionarse en muchas áreas del mundo, tanto en términos de manejo como de aplicación, depende de aspectos que tienen lugar desde la boquilla hasta el punto en que el agua llega a la zona radicular (Abd El-Wahed et al., 2016). Autores señalan la uniformidad como principal parámetro para evaluar sistemas de riego (Abd El-Wahed et al., 2016; Cisneros-Zayas et al., 2019; Dechmi et al., 2003; ISO 15886-3, 2021; Merriam & Keller, 1978; Salvatierra-Bellido et al., 2018). En el Distrito de Riego 019 Tehuantepec, Oaxaca, México se han llevado a cabo procesos de modernización que, implementan programas de tecnificación de riego a través de CONAGUA, mediante el Programa de Apoyo a la Infraestructura Hidroagrícola (CONAGUA, 2020); desde el 2018 en adelante se han instalado sistemas de riego presurizados en sus módulos: incluyendo riego por aspersión en el módulo 6 “La Ventosa”, esto con la finalidad de cambiar el riego superficial y obtener eficiencias de aplicación más altas. En el riego por aspersión la uniformidad de distribución de agua en condiciones de campo es un factor poco conocido, principalmente, debido a la cantidad de variables involucradas, especialmente el viento (Salvatierra-Bellido et al., 2018). Además, en este tipo de riego el factor climático de mayor relevancia en el comportamiento del patrón de distribución del agua es el viento, debiendo considerarse su velocidad, dirección y persistencia (Cisneros-Zayas et al., 2019). Se ha demostrado que una baja uniformidad de distribución reduce el rendimiento debido al estrés hídrico, aumentando al mismo tiempo costos financieros y ambientales (Abd El-Wahed et al., 2016). El objetivo principal de este trabajo fue el análisis del rendimiento del riego con cañones utilizado en el Distrito de Riego 019. El objetivo específico es considerar la velocidad, dirección y persistencia que tiene el viento en las condiciones locales [0, 9 m/s] de la Ventosa, Oaxaca.

Materiales y Métodos

Rendimiento del riego

En estudios realizados demuestran que, con una buena ejecución del riego, basando su programación en los requerimientos del cultivo: el rendimiento incrementa a medida que incrementa la uniformidad de riego (Salvatierra-Bellido et al., 2018). La uniformidad se puede medir en todos los sistemas de riego, en el caso de los sistemas de riego por aspersión se colocan contenedores o vasos pluviométricos acomodados en un patrón o marco de acomodamiento rectangular en campo, el volumen almacenado por cada vaso es medido en el tiempo de operación de un sistema; en el caso de riego localizado, se mide el volumen

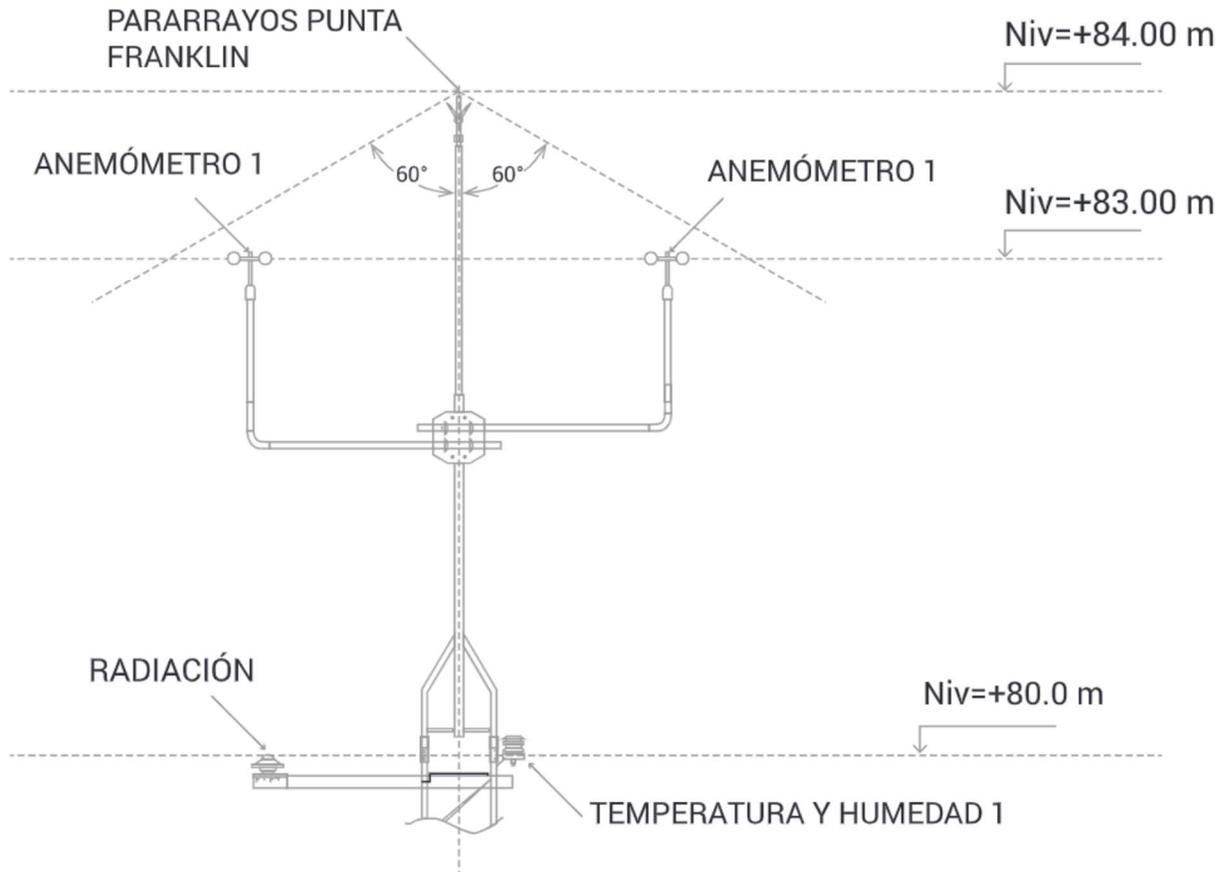


Figura 1. Estación anemométrica del Atlas Eólico Mexicano.

Para el análisis de velocidad del viento se utilizó el perfil logarítmico y exponencial del viento (Guevara-Díaz, 2013) y se determinaron sus estadísticos descriptivos de sus promedios horarios, diarios y mensuales. En cuanto a su dirección se obtuvieron los valores máximos, promedios y mínimos mensuales y se realizó su respectiva rosa de los vientos. Finalmente, la persistencia se analizó tomando las fechas en que se presentaron el valor máximo, promedio y mínimo.

Resultados y Discusión

Las Pruebas de riego

Las pruebas de riego se realizaron en una parcela bajo condiciones de campo en el módulo 6 “La Ventosa” del DR019: localizada la localidad La Ventosa en el municipio de Juchitán, en el rancho llamado “Rancho Agua Fría, , con coordenadas $16^{\circ} 34' 43.20''$ N $94^{\circ} 54' 13.35''$ O, y a 35 msnm. Para realizarla, se midieron los volúmenes recogidos por los vasos pluviométricos de acuerdo con el procedimiento de la ISO 7749-2 (1990), y ISO 15886-3 (2021) (Figura 2).



Figura 2. Realización de prueba de riego.

Los parámetros de uniformidad de riego en la modalidad de cañones disminuyeron conforme la velocidad de viento aumento. La velocidad de viento como covariable resultó tener un efecto significativo en la uniformidad (Figura 3) en la prueba de rendimiento realizada en esta instalación, en la que el rango de velocidad vario de 0.5 a 5.88 m/s, teniendo en cuenta que en la Ventosa la velocidad media prevaeciente es de 4 m/s. Los resultados de las pruebas pueden verse en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados de la evaluación.

Fecha	Hora	Temperatura (°C)	Velocidad del viento (m/s)	CDU (%)	UD (%)
17/06/21	12:00	31.3	0.5	66.0	60.0
12/03/22	12:00	33.7	5.9	53.0	35.0
27/06/22	10:00	32.1	3.4	59.4	52.1
27/06/22	11:00	30.4	3.1	59.0	52.0
07/07/22	10:00	32.4	2.0	66.1	57.0

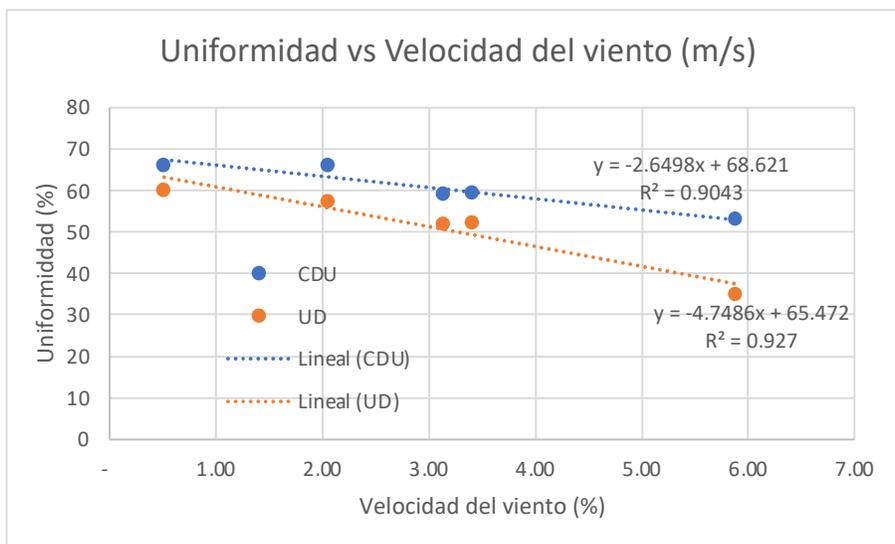


Figura 3. Parámetros de uniformidad en riego con cañones gigantes.

Aspectos relevantes del viento

Se analizaron los aspectos del viento que Cisneros-Zayas et al., (2019) consideran relevantes en la uniformidad del riego por aspersion, estos son: velocidad, dirección y persistencia. La máxima velocidad del viento se presentó el día 30 de enero del 2018, tuvo dirección nor-noroeste, y una persistencia de 4 días con esta dirección con velocidades arriba de 4 m/s y tres días arriba de 5 m/s (Figura 5).

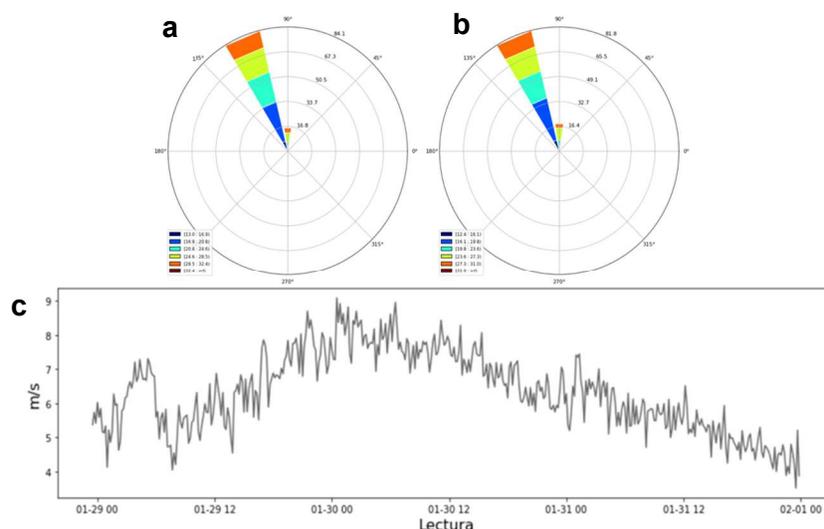


Figura 4. Velocidad máxima de viento registrada en La Ventosa, Oaxaca a dirección a dirección registrada a 80 m de altura, b dirección registrada a 60 m de altura, y c persistencia del viento.

La velocidad mediana se presentó el día 27 de octubre del 2023 con magnitud de 1.57 m/s, el día anterior se presentó una velocidad máxima de 4 m/s con dirección norte, y posteriormente la velocidad tuvo una persistencia de 1.5 m/s con dirección nor-noroeste durante 3 días (Figura

5). La mínima velocidad del viento se presentó el 8 de agosto del 2019 a las 2 a.m., estas velocidades tuvieron distintas direcciones durante cuatro días, estando siempre por debajo de 1 m/s (Figura 6).

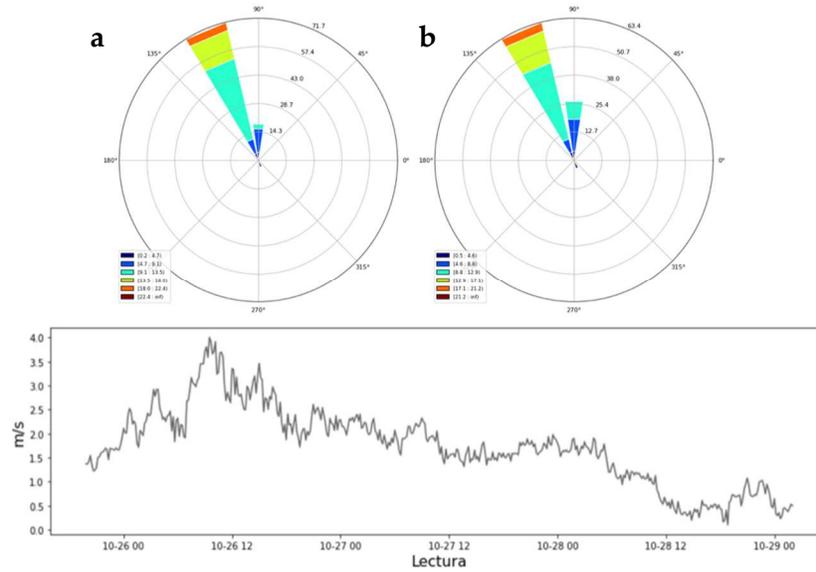


Figura 5. Velocidad mediana de viento registrada en La Ventosa, Oaxaca **a** dirección registrada a 80 m de altura, **b** dirección registrada a 60 m de altura, y **c** persistencia del viento.

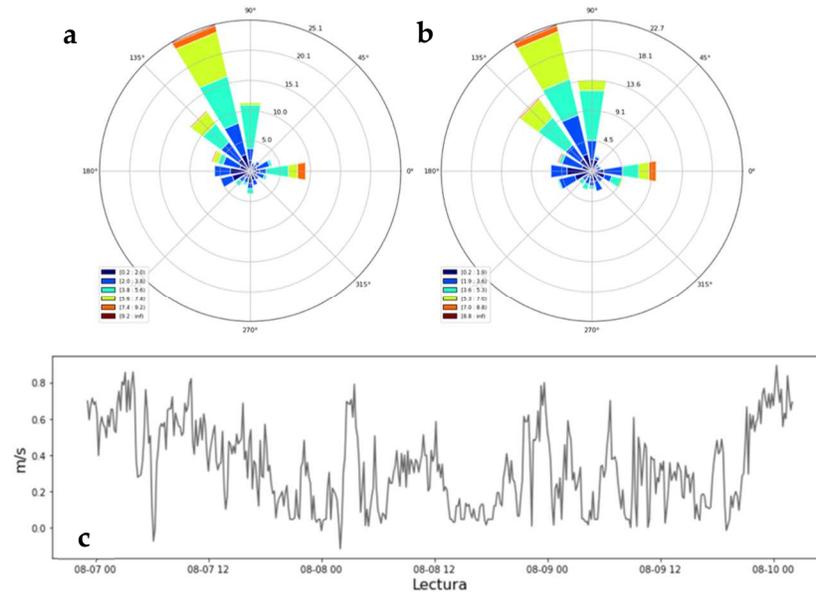


Figura 6. Velocidad mínima de viento registrada en La Ventosa, Oaxaca **a** dirección registrada a 80 m de altura, **b** dirección registrada a 60 m de altura, y **c** persistencia del viento.

Conclusiones

- Diseño, P., Luis, S. W., Brito, D., Malacara, A. F., Gallardo Gómez, C., ... Figueroa, U. (2021, November 25). Atlas Eólico Mexicano. *Transición Energética*, Año 3, Número 2.
- Martín-Benito, J. Ma. (2005). *El riego por aspersión y su tecnología* (3a ed.). Mundi-Prensa.
- Merriam, J. L., & Keller, J. (1978). *Farm Irrigation System Evaluation: A Guide for Management*.
- Miranda, U., & Saldaña, R. (2019, April). El Atlas Eólico Mexicano, avances. *Transición Energética*, Febrero - Abril 2019, 24–25.
- Salvatierra-Bellido, B., Montero-Martínez, J., & Pérez-Urrestarazu, L. (2018). Development of an automatic test bench to assess sprinkler irrigation uniformity in different wind conditions. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151, 31–40.
- Waller, P., & Yitayew, M. (2016). *Irrigation and Drainage Engineering*, Arizona, Estados Unidos: Springer, pp 7-8.