



Sensores de ultrasonido para el monitoreo del nivel freático

Luis Macías¹, Arley Zapata¹, Nolver Arias¹, Manuela Restrepo²

¹Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma. ²Universidad Nacional de Colombia. adzapata@cenipalma.org

Introducción

El estrés hídrico tanto por déficit como por exceso de humedad genera problemas para el desarrollo de los cultivos, lo cual se traduce en disminución de la productividad, influenciando el crecimiento vegetativo, actividades microbianas, la absorción de nutrientes así como el favorecimiento al desarrollo de enfermedades como la Pudrición del cogollo (PC) (Cristancho *et al.*, 2012; Adhi *et al.*, 2021). En tres de las cuatro zonas palmeras de Colombia (Oriental, Central y Suroccidental) se presenta una época húmeda de al menos 6 meses del año, lo que puede conllevar a la presencia de niveles freáticos superficiales y excesos de humedad en el cultivo. El monitoreo del nivel freático (NF) es importante para identificar las necesidades de drenaje de los cultivos, el diseño del sistema de drenaje, determinar el direccionamiento de los drenes terciarios, la verificación del funcionamiento de los canales, siendo igualmente un indicador de la falta de mantenimiento de estos. Tradicionalmente, el monitoreo del NF se realiza manualmente, con un operario que lee los pozos de observación con una frecuencia de 8-15 días en el mejor de los casos, lo cual en algunas condiciones no permite identificar claramente los problemas de drenaje. Desde el Programa de Agronomía de Cenipalma se ha venido trabajando en el desarrollo y validación de un dispositivo para medir el NF de manera automática, cuyo principio de funcionamiento es el ultrasonido, facilitando así el monitoreo del NF y la obtención de información con una mayor frecuencia.

Metodología

Para evaluar la precisión de la medición del nivel freático de sensores de ultrasonido, se realizó una comparación con el método tradicional. Para esto se instalaron tres puntos de observación en los Campos Experimentales Palmar de la Vizcaina (CEPV, Zona Central) y Palmar de las Corocoras (CEPC, Zona Oriental) de Cenipalma. En cada punto se instaló un pozo con el sensor de ultrasonido y un pozo tradicional (Figura 1). Los registros se realizaron diariamente, para el pozo tradicional el nivel de agua se midió manualmente con un flexómetro, para el caso del sensor de ultrasonido este permite almacenar los registros en una memoria microSD para posterior descarga directamente en un dispositivo móvil o computador.



Figura 1. Lectores de NF con sensor de ultrasonido y método convencional.

El funcionamiento del sensor consta del envío de una onda ultrasónica a través del pozo de observación, la cual rebota contra el objeto (NF) y el receptor detecta la onda (Figura 2). Conociendo el tiempo que ha tardado en viajar dicha onda y la velocidad de desplazamiento, se calcula la distancia tal y como se muestra en la Ecuación 1

$$D = \frac{t \cdot C}{2} \quad \text{Ecuación 1. Cálculo de la distancia entre el sensor y el NF.}$$

D: distancia (m)

t: tiempo (s)

C: velocidad del sonido ~ 343 m/s

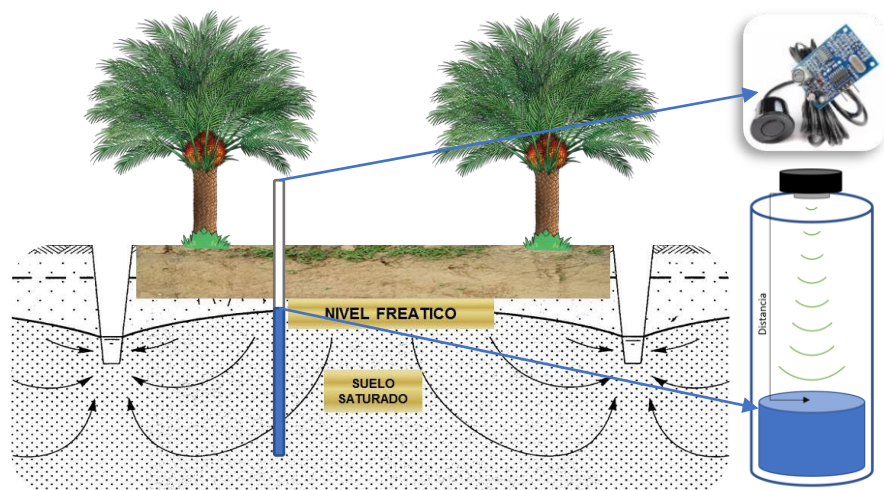


Figura 2. Esquema del funcionamiento de uso de sensores de ultrasonido para el monitoreo del nivel freático

La evaluación de la precisión del sensor de ultrasonido para medir el nivel freático se realizó a partir del coeficiente de determinación (R^2), el error absoluto medio (MBE) y el error cuadrático medio (RMSE).

Resultados

En la Figura 3 se presenta la serie de datos de NF medidos con el sensor de ultrasonido y el método convencional (manual) para un periodo de enero de 2021 a noviembre de 2021 en el CEPC. Se logra evidenciar el comportamiento del NF en épocas húmeda y seca. Puede observarse cómo las mediciones de NF con el sensor de ultrasonido tiene un comportamiento muy similar al método manual, representando igualmente la fluctuación del NF para las diferentes épocas del año.

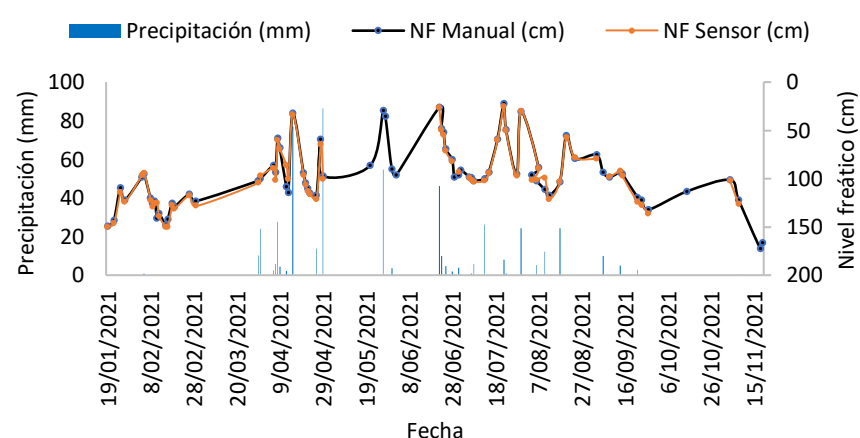


Figura 3. Comportamiento nivel freático (NF) y precipitación.

En las Figuras 4 y 5 puede observarse el ajuste de los datos medidos con los sensores de NF de ultrasonido comparados con la lectura tradicional con R^2 de 0,97, MBE de 0,92 cm y 1,42 cm, RMSE de 4,95 cm y 7,18 cm para el CEPC y CEPV respectivamente, indicando un buen ajuste de la medición.

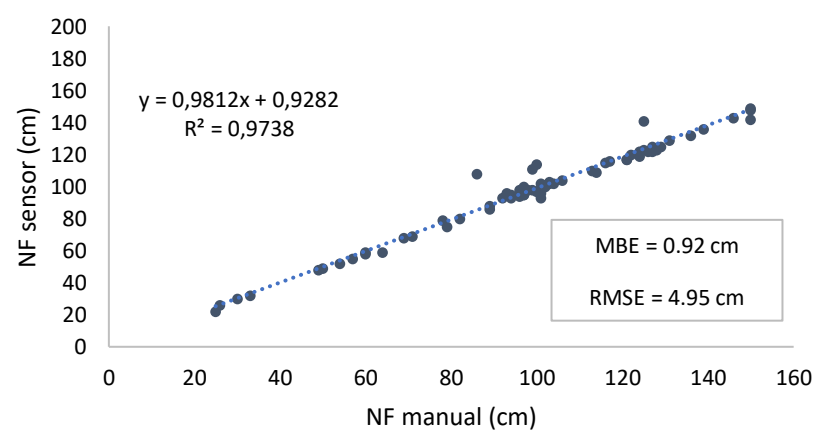


Figura 4. Comparación NF sensor vs. NF manual en el CEPC

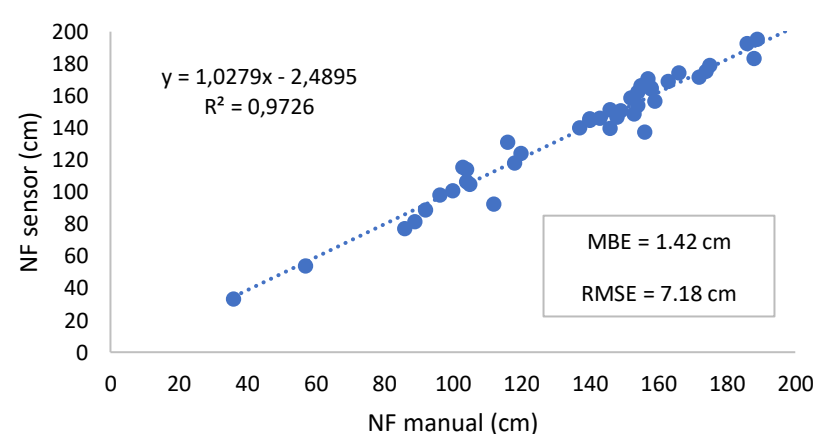


Figura 5. Comparación NF sensor vs. NF manual en el CEPV

Conclusiones

Se han implementado los dispositivos en el CEPC y el CEPV, en los cuales se ha venido evaluando la precisión de medición comparado con el método manual. Hasta el momento se ha encontrado un buen ajuste de los datos medidos con el sensor de ultrasonido. Se logra evidenciar igualmente que los sensores miden la fluctuación del NF durante el año. Este tipo de herramientas en el cultivo de palma de aceite se presentan como una oportunidad para la obtención de información de NF con mayor resolución temporal para el diseño, verificación y mantenimiento de la red de drenaje de las plantaciones de palma de aceite.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma, por la financiación de esta investigación y a Jari Rodríguez por su apoyo.

Referencias

- Adhi, Y. A., Mubarak, H., Roland, R., Utama, P. P., Tambusai, N., Ismail, I., ... Jakarta, I. (2021). Effects of rainfall and groundwater level on soil subsidence, water content, and yield of oil palm. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 771, 12029. doi:10.1088/1755-1315/771/1/012029
- Cristancho, J., Alfonso, O., & Molina, D. (2012). Revisión de literatura sobre el papel del suelo y la nutrición de plantas en la Pudrición del cogollo de la palma de aceite. Palmas, 33(2).