

Determinación del intervalo hídrico óptimo (IHO), en suelo inceptisol bananero, bajo sistemas de riego presurizados

Determination of the range of water optimal, in soil inceptisol Banana, under irrigation systems pressurized

Joseph Molina Ramírez, Julio Chabla Carrillo

jamolina_est@utmachala.edu.ec

RESUMEN

La obtención del (IHO) en los suelos bananeros es de gran importancia para determinar la fracción de agua fácilmente aprovechable por los cultivos que esta limitada por la densidad crítica (Dsc), provocando la degradación de los suelos generada por el exceso de agua que permanece en la capa superficial del suelo. El presente trabajo tiene como objetivo la determinación del intervalo hídrico óptimo en un suelo de orden inceptisol bananero, bajo sistemas de riegos presurizados, utilizando las membranas de porcelana y las ollas Richards, Se prepararon 20 cilindros de hierro galvanizado de 5.7 cm de diámetro y 5 cm de alto, se tomaran las muestras de 1 kilogramo de 0- 30cm del perfil del suelo, y los sin disturbar en las fincas seleccionadas con y sin cobertura vegetal y sistemas de riego sub foliar y Suprafoliar, las muestras a 5 grados se compactaron logrando obtener : 1,1, 1,2, 1,3, 1,4 y 1,5 g cm³, para complementar la investigación se sometieron las muestras a diferentes tensiones determinándose contenidos de humedad en el suelo que fueron saturados expuestos a diferentes presiones con las membranas Richards y las ollas de presión se determinarán las constantes hidrofísicas: Capacidad de campo (CC), Punto de Marchitez Permanente (PMP).

Palabras clave: Cobertura vegetal, materia orgánica, capacidad de campo.

ABSTRACT

Obtaining the (IHO) in banana soils is of great importance to determine the fraction of water readily available for crops that is limited by critical density (DSC), causing the degradation of soils generated by excess water that remains in the surface layer of the soil. The objective of this work is to determine the optimal water interval in a banana inceptisol soil, under pressurized irrigation systems, using porcelain membranes and Richards pots. A total of 20 galvanized iron cylinders of 5.7 cm in diameter and 5 were prepared. cm high, samples of 1 kilogram of 0- 30cm from the profile of the soil will be taken, and those without disturbance in the selected farms with and without vegetal cover and subfoliar and Suprafoliar irrigation

systems, the samples at 5 degrees were compacted achieving obtain: 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 and 1.5 g cm³, to complement the investigation the samples were subjected to different stresses determining moisture contents in the soil that were saturated exposed to different pressures with Richards membranes and pressure vessels will determine the hydrophysical constants: Field capacity (FC), Permanent Withering Point (PWP).

Keywords: Vegetation cover, organic matter, field capacity.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la población mundial a un ritmo geométrico implica mayor eficiencia en la producción y manejo adecuado de los recursos naturales renovables para poder alimentar a aquella población creciente, lo que implica el empleo y manejo de nuevas tecnologías de riego y el uso eficiente del recurso hídrico.

El uso del agua es esencial para poder iniciar la producción de alimentos y sobre todo satisfacer las necesidades hídricas necesarias en suelos que posteriormente se verá reflejados en la productividad. Una buena calidad física de suelo estará reflejada en la capacidad del suelo para proveer condiciones físicas adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Tales condiciones podrían afectar el crecimiento de las especies vegetales desde el periodo de germinación hasta la madurez completa.

En el cultivo de banano según el catastro nacional por Unibanano (2015) la productividad en 2015 fueron 1938 (cajas/ha/año) o 37.2 (cajas/ha/semana), con la optimización del recurso agua podría mejorarse aun la productividad. Los suelos agrícolas buenas propiedades tanto físicas como químicas, mineralógicas y biológicas, pero, nada de ello fuese posible sin el uso correcto y adecuado del agua en el cultivo. El Intervalo Hídrico Óptimo (IHO) es el rango ideal de aprovechamiento de agua del suelo de cuyo intervalo hacen uso las plantas, donde se encuentra menos limitado el potencial del agua, la aireación y la resistencia mecánica a la penetración (Filgueira, Pachepsky, Fournier, Garcia, & Sarli, 2006) para suelos óptimos en la agricultura por lo cual es importante realizar el estudio en el cultivo de banano que genera mayor influencia económica en la región.

Objetivo general

Calcular el intervalo hídrico óptimo (IHO), en suelo de orden inceptisol, bajo sistemas de riego presurizados, utilizando las membranas de Richards y ollas de presión.

Objetivos específicos

Determinar la variación del intervalo hídrico óptimo (IHO) en un suelo de orden inceptisol, en función del aumento de la densidad aparente (Da).

Establecer la densidad de suelo crítica (Dcs) mediante diversos grados de compactación del suelo 1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4 -1.5 gr.cm⁻³

MATERIALES Y MÉTODOS

- Cilindros de hierro galvanizado ($\varnothing=5.4\text{cm}$ h=5cm)
- GPS GARMIN 64S
- Hidrómetro de Bouyoucus
- Ollas de Presión
- Membranas de Richards
- Anillos de goma de 5cm de diámetro y 1cm de espesor
- Compresor

Tabla 7. Factores con sus respectivas codificaciones

FINCAS	CÓDIGO	DENSIDADES A SOMETERSE				
El Cisne	SBF –CC SUBFOLIAR CON COBERTURA	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
El Cisne	SPF-CC SUPRAFOLIAR CON COBERTURA	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
El Carmen	SBF-SC SUBFOLIAR SIN COBERTURA	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
La Fátima	SPF-SC SUPRAFOLIAR SIN COBERTURA	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5

Textura del suelo

Se recolectaron las 5 muestras por cada finca a una profundidad de 30 cm en las fincas descritas en la tabla 3, luego se procedió a determinar las texturas de los suelos, por el método de Bouyoucos.

Densidad aparente

Mediante un cilindro de volumen conocido (Vc) de hierro galvanizado, previamente pesado (mc), se enterró en el suelo sin alterar la muestra y enrasado con los bordes del cilindro, se llevó al laboratorio para obtener el peso húmedo de la muestra (msh), antes de ser secado en

la estufa a 105°C por 24 horas, posterior al tiempo de secado, las muestras se pesan con el valor de suelo seco (mss). Despreciando el peso del cilindro se obtiene el valor del peso seco de la muestra y mediante la relación del peso seco con el volumen del cilindro se obtiene la densidad aparente.

Densidad real

En el método del balón aforado (50 ml de capacidad) se agregan 10 gr de suelo seco y tamizado a 2 mm en un balón previamente pesado (mpv), posterior del peso del balón con el suelo (mb+s), se llena el balón con agua destilada hasta la mitad de capacidad de este, para luego succionar con una bomba de vacío la burbujas que se forman en su interior. Sustraídas las burbujas se enrasa el balón y se obtiene su peso (mb+s+a). Para determinar el volumen de desplazamiento se debe pesar aforar el balón hasta el enrase con agua destilada y obtener su masa.

Porcentaje de materia orgánica en el suelo

El método de Walkley – Black (1934) (Walkley & Black, 1934) concibe una incineración del material orgánico con las mezclas de dos reactivos, el dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) y el ácido sulfúrico (H_2SO_4) que después de dicha combustión se evalúa colorimétricamente el cromato reducido a ion (Cr) que se genera a través de relación directa a través con la cantidad de carbono orgánico oxidado (USDA, 2009).

Resistencia a la penetración (rmp)

Para la determinación de la resistencia mecánica a la penetración se utilizó un penetrómetro manual de marca Test Soil cada una de las muestras que fueron sometidas a esta medición.

Densidad crítica del suelo (Dcs)

La densidad de suelo crítica, viene determinada, en aquel valor de densidad aparente donde el IHO= 0. La obtención de niveles críticos de densidad de suelo (Dcs) se considera de gran utilidad para el monitoreo de la condición estructural del suelo y de su capacidad productiva. Existen diferentes metodologías de determinación de la densidad de suelo crítica (Dcs).

DISCUSIONES

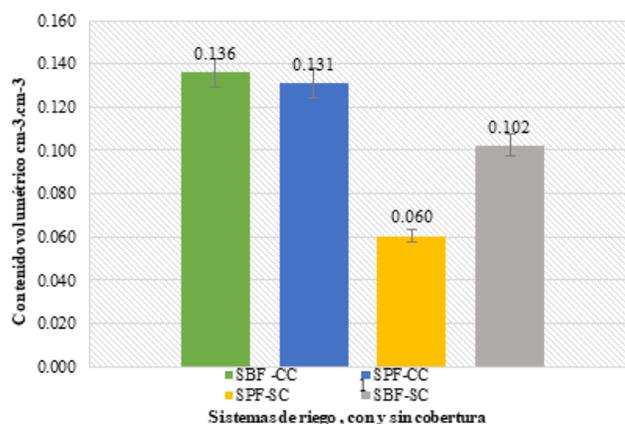
Propiedades generales del suelo

Las fincas presentaron texturas franco limosas y franco arenosas en todos los perfiles analizados a una profundidad de 0 -30 cm, por otra parte los suelos con cobertura vegetal presentaron niveles medios de materia orgánica que varían de 1.89 a 2.23% superior a las

que carecen de cobertura vegetal con un porcentaje inferior que varía de 1.15 a 1.27, cabe indicar que en estos suelos sin cobertura vegetal el contenido de humedad es menor, obteniéndose valores de capacidad de campo de $0.31 - 0.39 \text{ cm}^3.\text{cm}^{-3}$, cuyos valores inciden bajo una densidad de $1.1 \text{ g}.\text{cm}^{-3}$, en la mayoría de los casos el aumento de la densidad aparente (SBF-CC, SPF-CC, SBF-SC) produjo una reducción de la capacidad de campo.

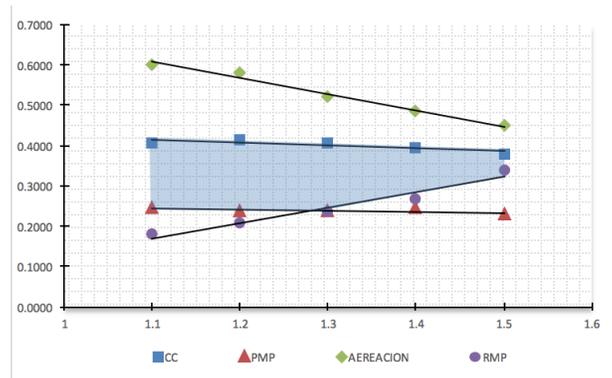
La Fig.1 detalla en el gráfico de barras que los riegos con cobertura poseen un alto contenido volumétrico (SBF-CC:0.136 y SPF-CC:0.131) superior a los riegos sin cobertura (SBF-SC:0.102 y SPF-SC:0.060), a pesar de ello se puede evidenciar, que el riego suprafoliar sin cobertura tiene el contenido de volumétrico más bajo representando un problema para las raíces de las plantas de banano cuya retención de agua es poca debido a su contenido bajo de materia orgánica expresado en la tabla 5, sino también a la degradación que tienen estos suelos por el impacto de gotas de agua que generan estos sistemas (Largaespada & Henríquez, 2015).

Figura 1. Intervalo hídrico óptimo (IHO) de los bloques estudiados (riego y cobertura)



La figura 2 describe que el intervalo hídrico óptimo determinado en las fincas con sistema de riego subfoliar y con cobertura vegetal, la diferencia entre la capacidad de campo como límite superior y el punto de marchitez permanente como límite inferior hasta una densidad de suelo de $1.28 \text{ g}.\text{cm}^{-3}$, a partir de este valor el IHO se lo obtiene teniendo como límite superior la capacidad de campo y como límite inferior, el contenido volumétrico determinado a partir de la resistencia mecánica a la penetración. En virtud de no interceptarse estas rectas y su $\text{IHO} = 0$, el valor de la densidad crítica sería superior a $1.5 \text{ g}.\text{cm}^{-3}$.

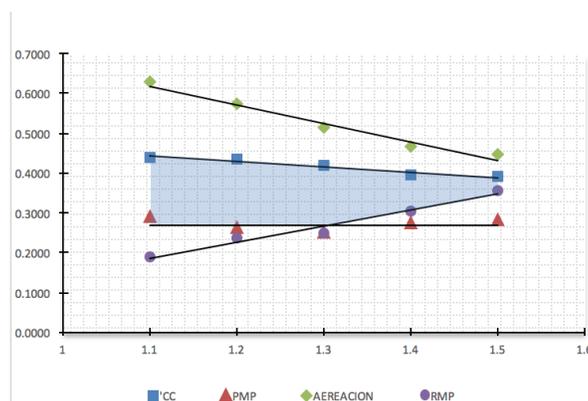
Figura 2. El IHO en suelo con cobertura vegetal y sistema de riego subfoliar



En la figura 3 podemos observar que el IHO hasta una densidad de 1,3 g.cm⁻³ viene determinado, teniendo como límite superior el contenido volumétrico en capacidad de campo (θ_{cc}) y como límite inferior el contenido volumétrico en punto de marchitez permanente (θ_{pmp}); a partir de la densidad señalada, para el cálculo del IHO, se mantiene como límite superior (θ_{cc}) y el límite inferior es el contenido volumétrico de la resistencia a la penetración (θ_{rmp}), calculado en base a una resistencia a la penetración del suelo de 2,0 Mpa. lo que generó una reducción del intervalo hídrico óptimo, el tipo de riego Suprafoliar que por el tamaño de las gotas genera la erosión en los suelos.

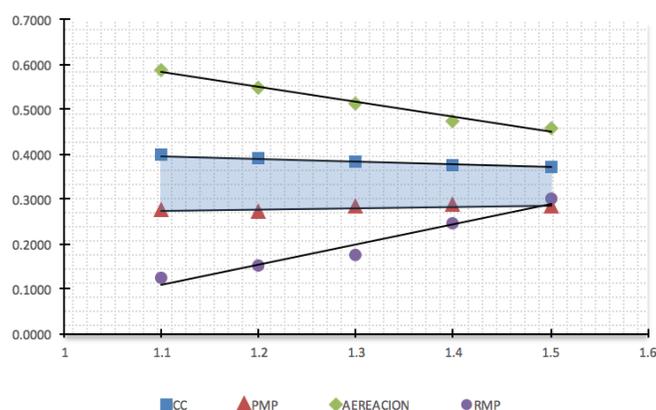
Según Reyes (2014), la actividad microbiana se ve afectada por el tamaño de las gotas en el suelo, el equilibrio de las relaciones se ve marcado por la cobertura vegetal que genero niveles medios de materia orgánica para esta finca, la resistencia mecánica a la penetración también mostro un aumento, considerando el nivel de compactación en la muestra. La densidad crítica del suelo (D_{cs}) no se la pudo establecer, en razón de que esta se la determina, cuando el IHO tiene un valor de cero, pero su valor sería superior a 1,5 g.cm⁻³

Figura 3. El IHO en suelo con cobertura vegetal y sistema de riego suprafoliar



La figura 4 muestra que el intervalo hídrico óptimo está delimitado en condiciones naturales por la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente así lo señala (Damiano & Moschini, 2011) al referirse al IHO con el agua aprovechable para las plantas, aunque el contenido de agua es menor en estas condiciones, se determinó que si hubo un cambio en cuanto esta finca no tenía cobertura, el tipo de riego influyo directamente a las propiedades físicas y químicas que presento este suelo así como menciona (Oyarzun, Frene, Lacrampre, & Huber, 2011), la actividad de los microorganismos en el suelo está ligada directamente a los contenidos de humedad en los primeros horizontes del suelo. No se pudo determinar la densidad crítica en razón de que hasta la densidad de $1,5 \text{ g.cm}^{-3}$, su intervalo hídrico no llegar a tener un valor de cero.

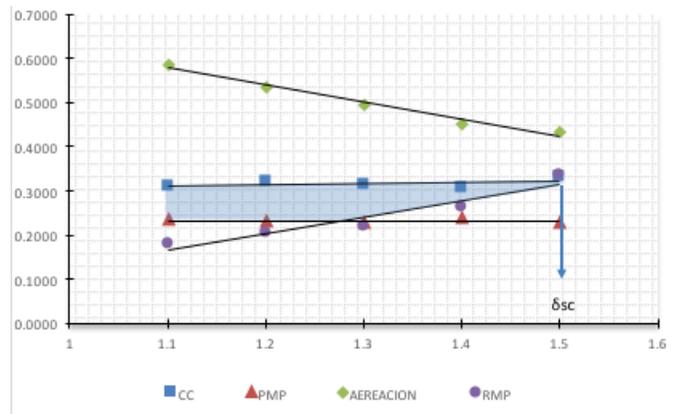
Figura 4. El IHO en suelo sin cobertura vegetal y sistema de riego subfoliar



La figura 5 se puede ver que el IHO, tiene como límite superior el contenido volumétrico en capacidad de campo y como límite inferior en contenido volumétrico a punto de marchitez permanente, hasta la densidad de $1,27 \text{ g.cm}^{-3}$. A partir de esta densidad el IHO se restringe sustancialmente, mantiene el límite superior el contenido a capacidad de campo y el inferior al contenido volumétrico a la resistencia a la penetración, limitando la fracción de agua aprovechable para las plantas, según las características físico químicas la materia orgánica con 1.15%, influyo en la estructura del suelo y generó en la densidad crítica del suelo (Dsc) de $1,5 \text{ g.cm}^{-3}$, en razón de que su IHO llegó a tener un valor de cero. La influencia de la compactación del suelo, sin la ayuda de la cobertura vegetal generó altas repercusiones en el contenido de agua en el suelo, así mismo la influencia de los microorganismos benéficos para la plantación será bajo de manera considerable. La densidad crítica determinada está dentro

los valores determinados por Wilson, Sasal & Caviglia (2008) comparando con para un suelo Molisol la Dsc fue de $1.44\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ y para un suelo vertisol la Dsc fue de $1.37\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

Figura 5. El IHO en suelo sin cobertura vegetal y sistema de riego suprafoliar



CONCLUSIONES

- La cobertura vegetal incide entre otras factores, directamente en el contenido volumétrico de agua en el suelo inceptisol, además esta crea un microclima que influye positivamente en la producción por su aporte de nitrógeno al suelo.
- El tipo de riego subfoliar presentó insidencia en un mayor contenido de humedad, respecto al riego suprafoliar, debido a su mayor infiltración del agua en el perfil del suelo, evitando su degradación al existir un casi nulo escurrimiento superficial.
- El IHO determinado en un suelo inceptisol presentó un valor mayor en aquellos que tenían cobertura vegetal y sistema de riego subfoliar.
- La densidad crítica del suelo (Dsc) fue de $1.5\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ en la finca sin cobertura con tipo de riego suprafoliar y la clase textural Franco arenoso del suelo.
- La mayor disponibilidad del agua, fue óptimo para todos los suelos con sistemas de riego suprafoliar y subfoliar, con o sin cobertura hasta la densidad $1.2\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Damiano, L. & Moschini, R. (2011). Intervalo hídrico óptimo en suelos argiúdoles plantados con *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Ciencia del Suelo*, 29(1), 1-11.

Filgueira, R., Pachepsky, Y., Fournier, L., García, M. & Sarli, G. (2006). Sedimentación de partículas con distribución de tamaño fractal. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10(2), 277-282.

Largaespada, K. & Henríquez, C. (2015). Distribución espacial de la humedad y su relación con la textura en un suelo. *Agronomía Costarricense*, 39(3), 137-147.

Oyarzun, C., Frene, C., Lacrampre, G. & Huber, A. (2011). Soil hydrological properties and sediment transport in two headwater catchments with different vegetative cover at the Coastal Mountain Range in southern Chile. *Bosque (Valdivia)*, 32(1).

Pillatti, M., De Orellana, J., Imhoff, S. & Pires, A. (2012). Review of the critical limits of the optimal hydric interval. *Ciencia del Suelo*, 30(1), 9-21.

Quintana, A., Iracheta, L., Mendez, I. & Alonso, M. (2017). Caracterización de genotipos elite de *Coffea canephora* por su tolerancia a sequía. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 183-198.

Reyes, W. (2014). Procesos de compactación en un suelo vertisol bajo cuatro condiciones de manejo en la llanura de Coro, estado Falcón, Venezuela. *Bioagro*, 26 (1), 39-48.

Valencia, Y., Campaun, J. & Lara, L. (2012). A field study on the improvement of a tropical soil with biotechnological techniques. *Dyna*, 79(173), 56-65.

Wilson, M., Sasal, M. & Caviglia, O. (2008). Densidad de suelo crítica para la productividad de un molisol y un vertisol. *Asociación Argentina Ciencia del Suelo*, 1(1), 1-6.