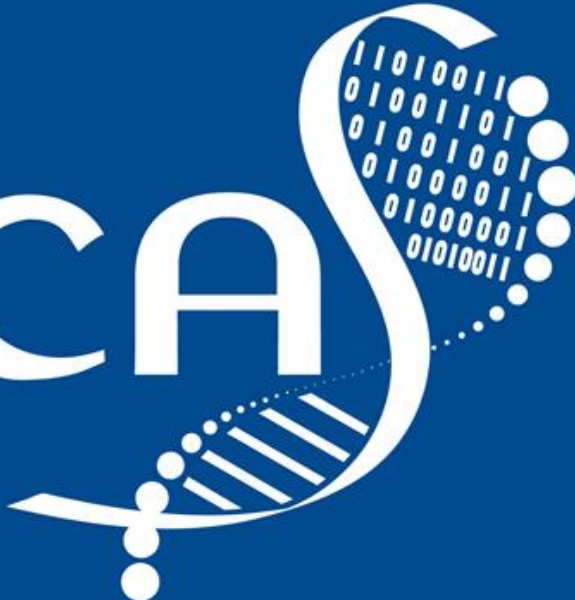


ómica

A stylized graphic on the right side of the slide. It features a white DNA double helix structure. The top part of the helix is composed of a series of white dots of varying sizes, arranged in a circular pattern. Inside this circular arrangement, there are several lines of binary code (0s and 1s) in white. The bottom part of the helix is a solid white line that curves upwards, ending in a small white arrowhead pointing to the right.

El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia



Monitoreo fotoacústico de plántulas de banano Gros Michel infectadas con *Fusarium oxysporum* f.sp *cubense* Raza 1

Autores: Fernando Gordillo-Delgado, Jhon Fredy Alvarez-Gonzalez & Sara Lizeth Cuellar Ospina.
Grupo de investigación en ciencia aplicada para el desarrollo de la ecorregión.



Tomado de: Pixabay



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia



Introducción

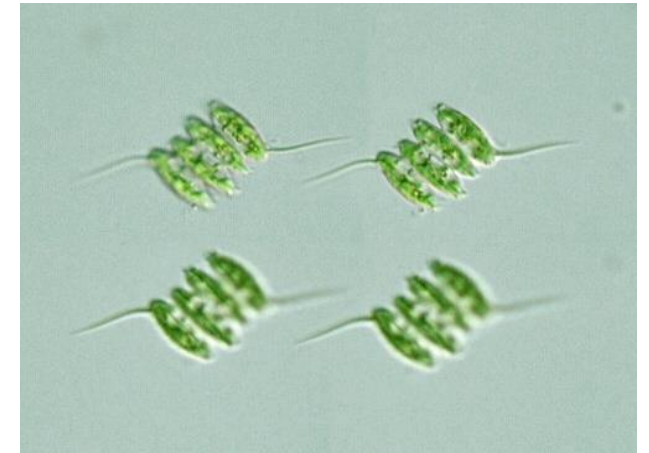
Técnica fotoacústica

- Investigación básica y aplicada en biología vegetal
- Estudio de características espectroscópicas, Parámetros térmicos y fotosintéticos.
- Sencillez de medición, carácter no invasivo, bajo costo y detección *in vivo* e *in situ*

Herramienta con potencial para el diagnóstico y seguimiento de la actividad fotosintética en cultivos de interés.



(Calderón et al., 2014)



(Szurkowski et al., 2001).

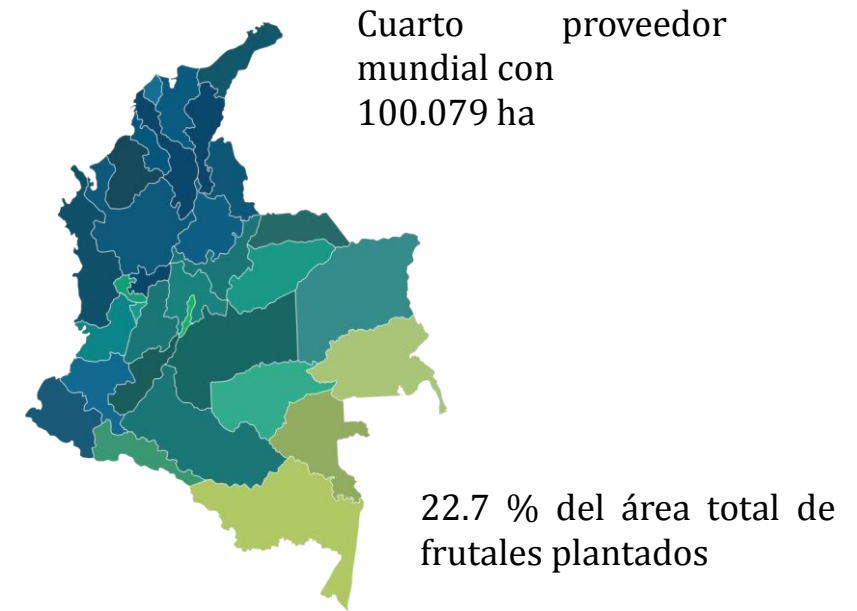
Imágenes tomadas de: Pixabay

Introducción



Especie *Musa acuminata*
Grupo AAA
Cultivar Gros Michel
Origen Sureste Asiático

- 5to producto agrícola
- Seguridad alimentaria
- Generación de ingresos y empleos



(FAO 2019, FAO 2020 & DANE 2019)

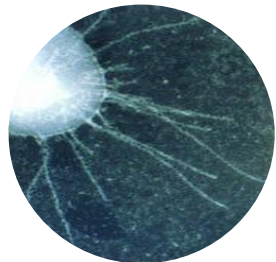
Introducción

Enfermedades y plagas



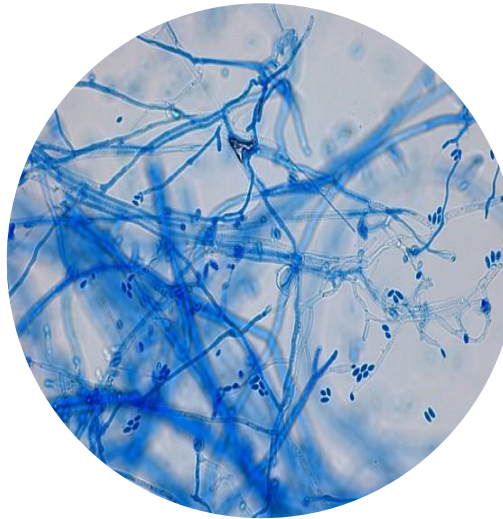
Mycosphaerella fijiensis

Cosmopolites surdidus



Ralstonia solanacearum

División: Ascomycota
Clase: Sordariomycetes
Orden: Hypocreales
Familia: Nectriaceae
Género: *Fusarium*
Especie: *F. oxysporum*



Fusarium oxysporum f sp. Cubense raza 1

Formas especiales

Razas patógenas

Especificidad al
huésped

Imágenes tomadas de: Pixabay

(Lu et al., 2013)



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia



Introducción

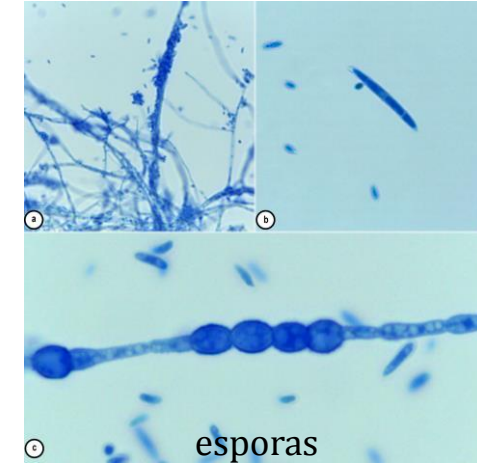
Clorosis de las hojas



Decoloración del
Pseudotallo y rizoma

Oclusión vasos del
xilema

Inicia en las raíces



- Control químico
- Controladores biológicos
- Enmiendas orgánicas
- Rotación de cultivos y cuarentena

Modelo de estudio en fitopatología y un desafío
para la investigación agronómica

Imágenes tomadas de: Pixabay

(Li et al., 2011; Ghag et al., 2015; Raza et al., 2017; Marín-Ortiz et al., 2020)



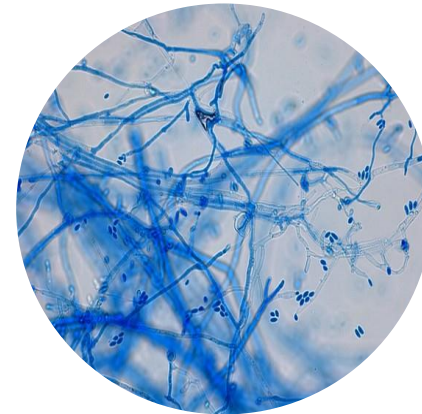
El futuro
es de todos

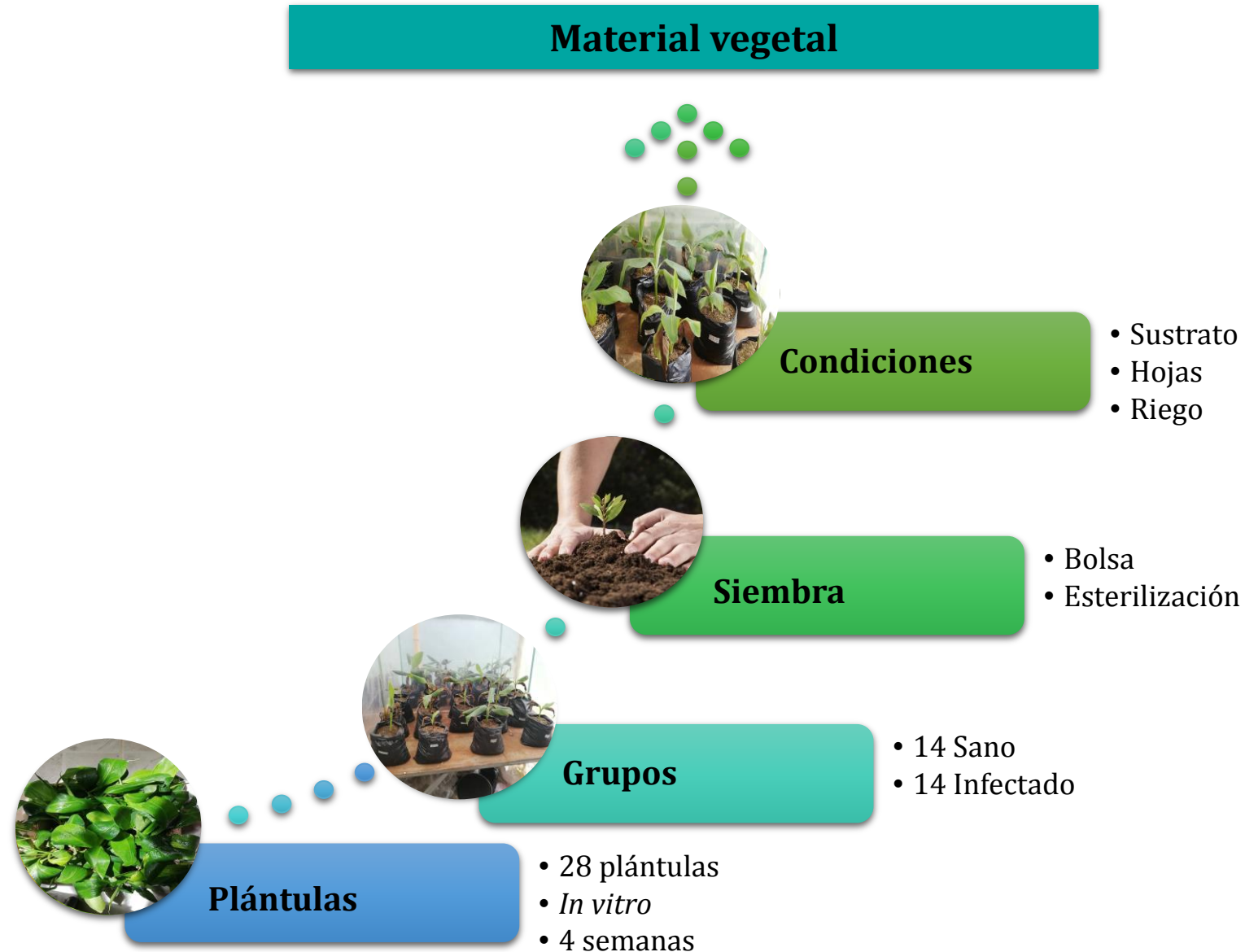
Gobierno
de Colombia



Objetivo

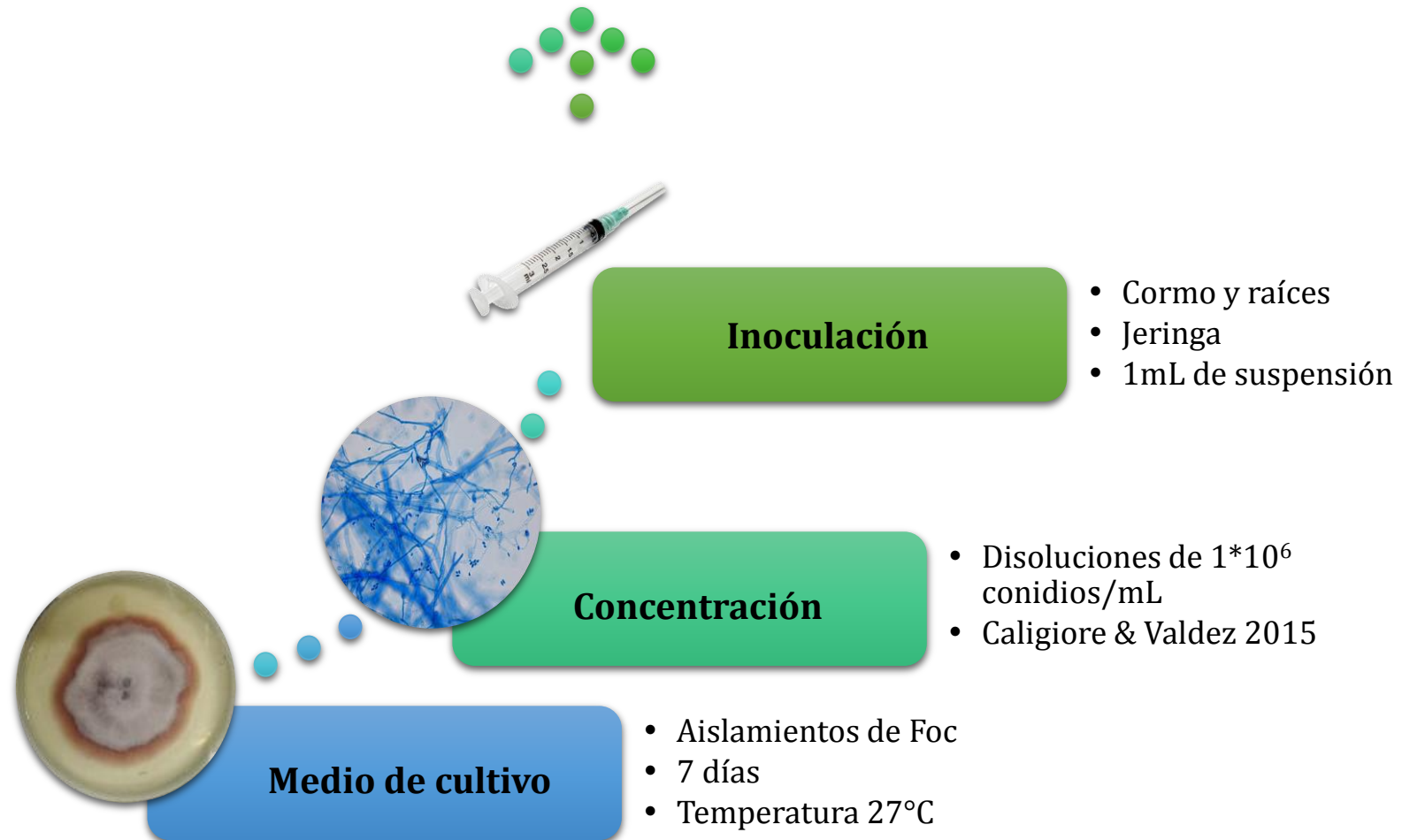
Analizar el comportamiento de la razón de evolución de oxígeno de plántulas de banano Gros Michel durante las etapas de la infección por Foc.





Imágenes tomadas de: Pixabay

Suspensión e inoculación en plántulas



Imágenes tomadas de: Pixabay

Verificación de la infección y seguimiento de la progresión de la marchitez

Dirección de Investigaciones
Corporación Bananera Nacional

SECCIÓN DE FITOPROTECCIÓN **HOJA DIVULGATIVA N° 15-2019**

Escalas de severidad de marchitamiento por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* raza 1) en plantas jóvenes de banana Gros Michel (*Musa* AAA)

Marylin Sánchez¹, Fabiola Alfaro¹, Claudiana Carr¹, Andrés Castillo², Juan Delgado², Mauricio Guzmán¹
1/Eje Fitoprotección, CORBANA. 2/LIFE Research Innovation Development

Síntomas externos	Leve	Moderado	Severo
Malformación de hojas nuevas Las hojas emergen angostas, lanceoladas o diminutas. Este síntoma puede alternarse con hojas de tamaño normal.	 1	 5	 9
Clorosis y necrosis foliar La clorosis inicia en el borde de la hoja y avanza hacia la nervadura central. La necrosis sobreviene posteriormente.	 2	 6	 10
Deformación y aberturas en el pseudotallo La deformación del pseudotallo (abultamiento e inclinación) usualmente precede la aparición de aberturas. Estas son pequeñas heridas verticales en la base del pseudotallo que luego se alargan hasta alcanzar la base del pseudopetiole de la hoja. Las aberturas pueden profundizar varias yaguas a lo interno del pseudotallo y en ocasiones el crecimiento de la yema apical se desvía y emerge a través del pseudotallo.	 3	 7	 11
Marchitamiento La planta se marchita y las hojas se agobian (de las más viejas a las más jóvenes) alrededor del pseudotallo formando una "falda". Finalmente la planta muere.	 4	 8	 12
	 13	 14	 15



- Cortes de raíces, pseudotallo y hojas
- Aislamiento del hongo
- Medio PDA

- Síntomas externos
- Severidad
- 0-15 Sánchez et al., 2019

Razón de evolución de oxígeno

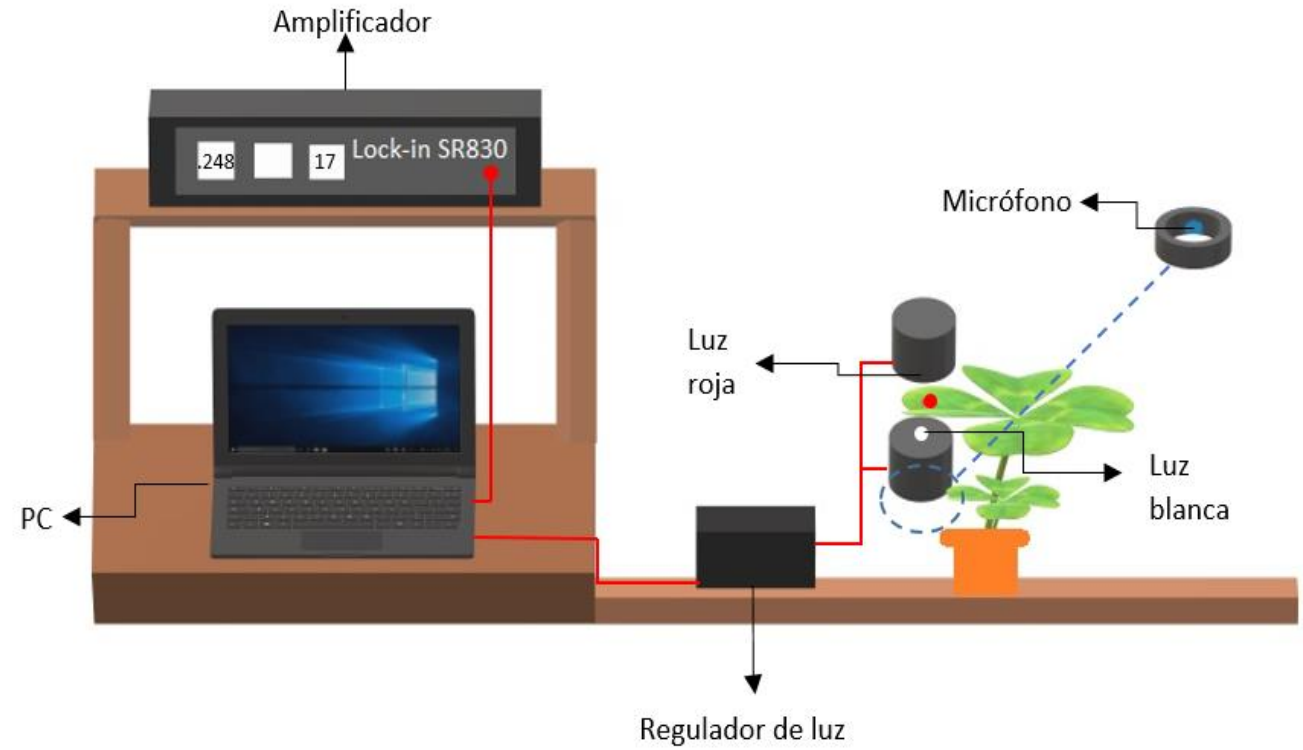
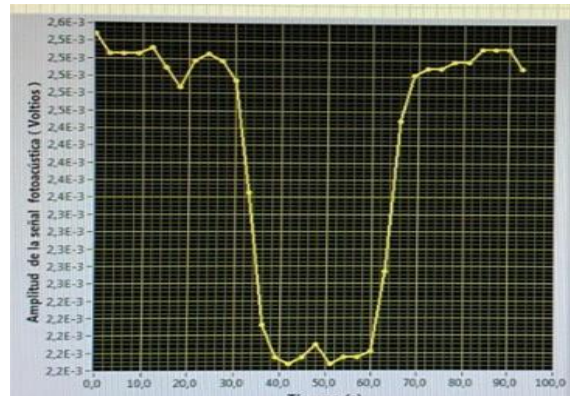
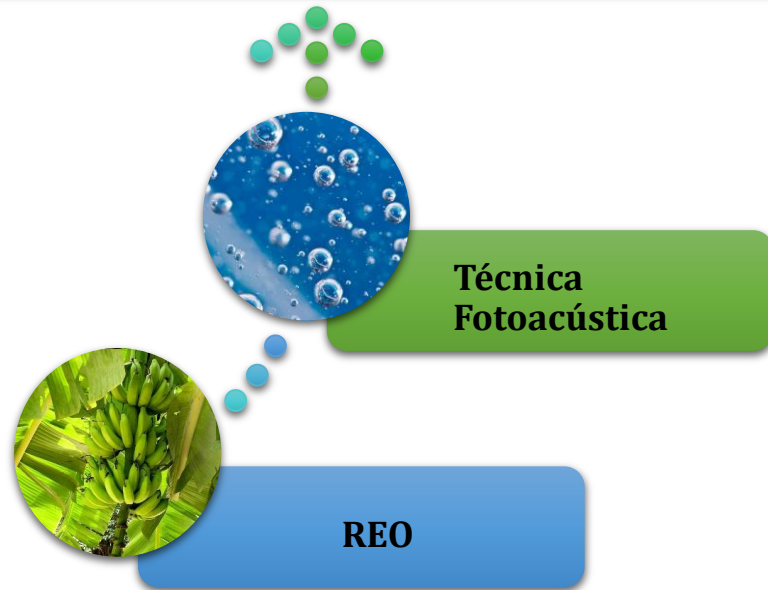
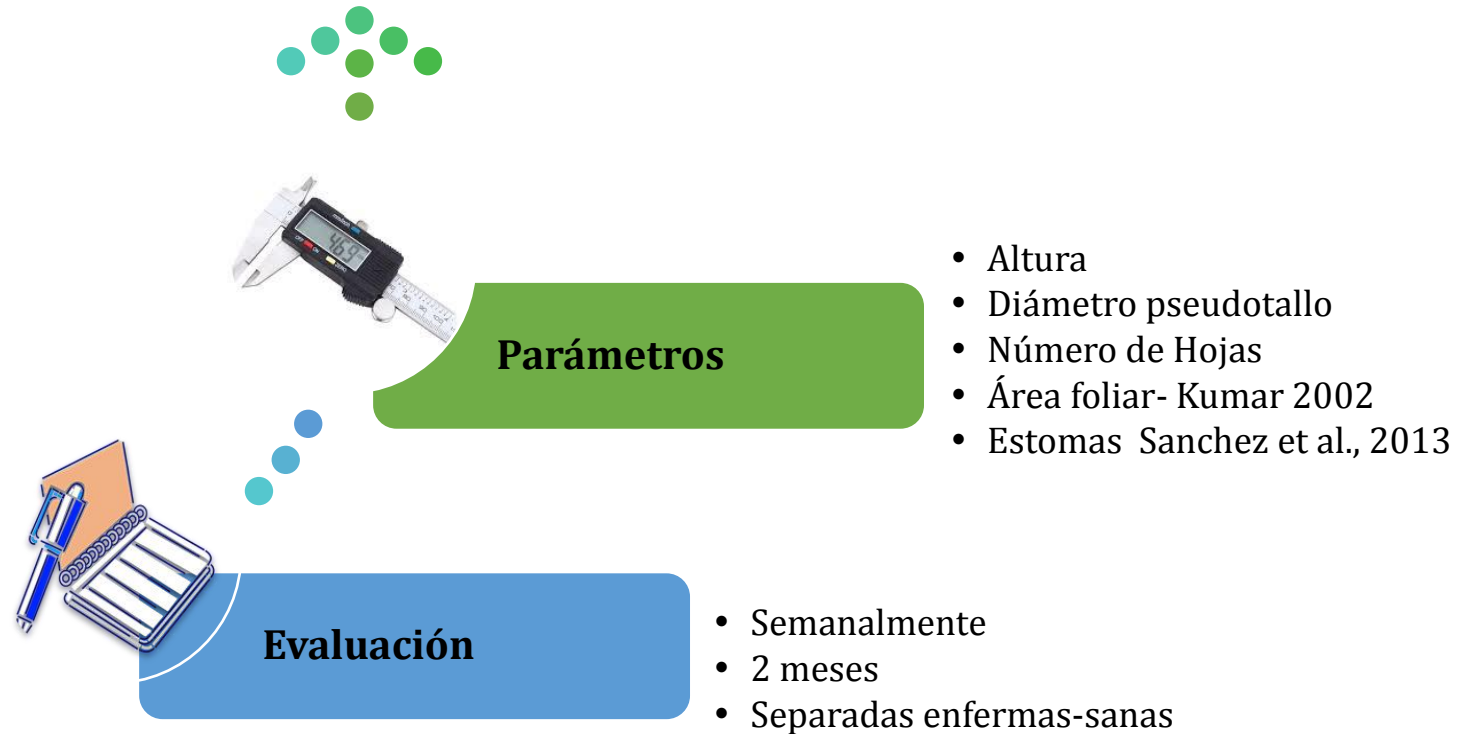
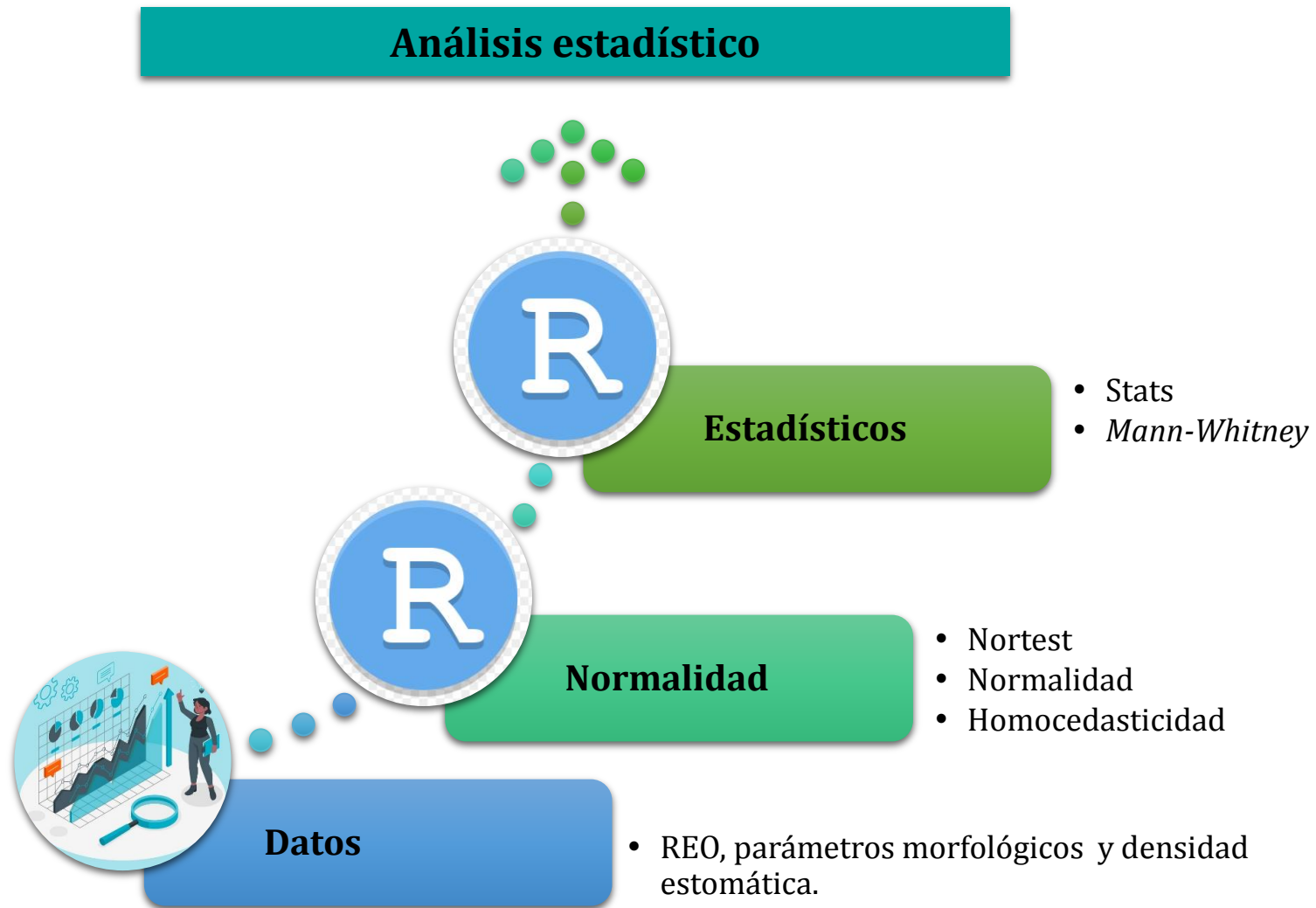


Figura 1. Esquema de medición de la REO, utilizando una celda FA cerrada

Monitoreo del crecimiento



Imágenes tomadas de: Pixabay



Imágenes tomadas de: Pixabay

Resultados y discusión

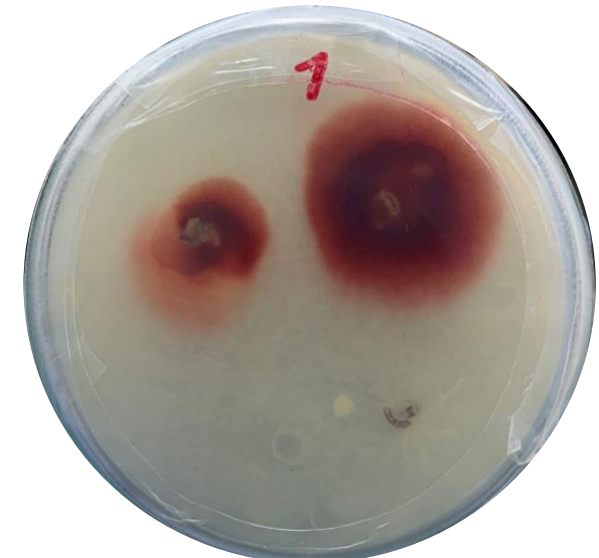
Verificación de la infección y seguimiento de la progresión de la marchitez



Planta con
síntomas de
infección por FOC



Corte de
Pseudotallo con
presencia de FOC



Cultivo de FOC en
caja de Petri aislado
del corte

(Figuerola, 2020)

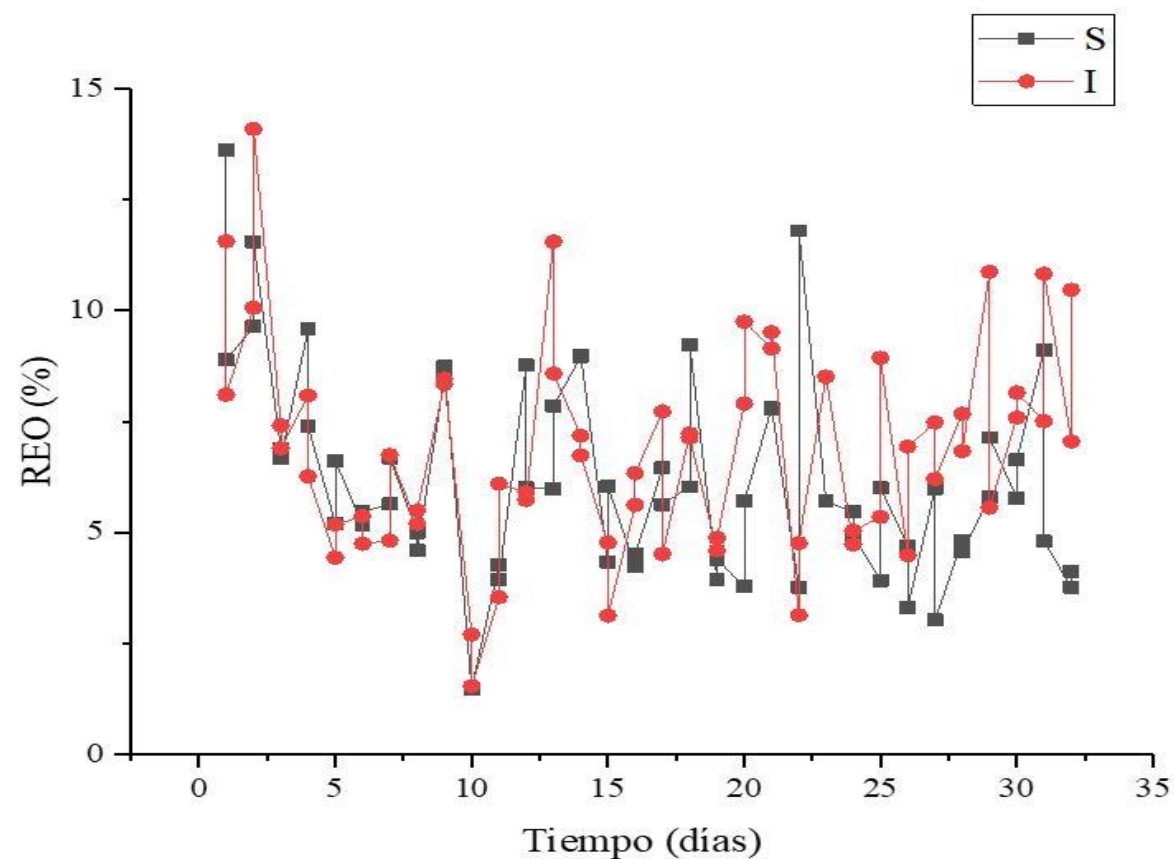


El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia



Resultados y discusión



6,12%



7,46%



$p=0.009$

La actividad fotosintética del grupo infectado puede haber sido influenciada por la presencia del hongo en los tejidos vegetales de las plantas

Figura 2. Reo en función del tiempo de observación, correspondiente al grupo sano (cuadrado negro) y grupo infectado (círculos rojos)

Resultados y discusión



Indicio de que la técnica FA puede detectar cambios de la REO, asociados con los diferentes momentos de la marchitez producto de la infección por Foc.

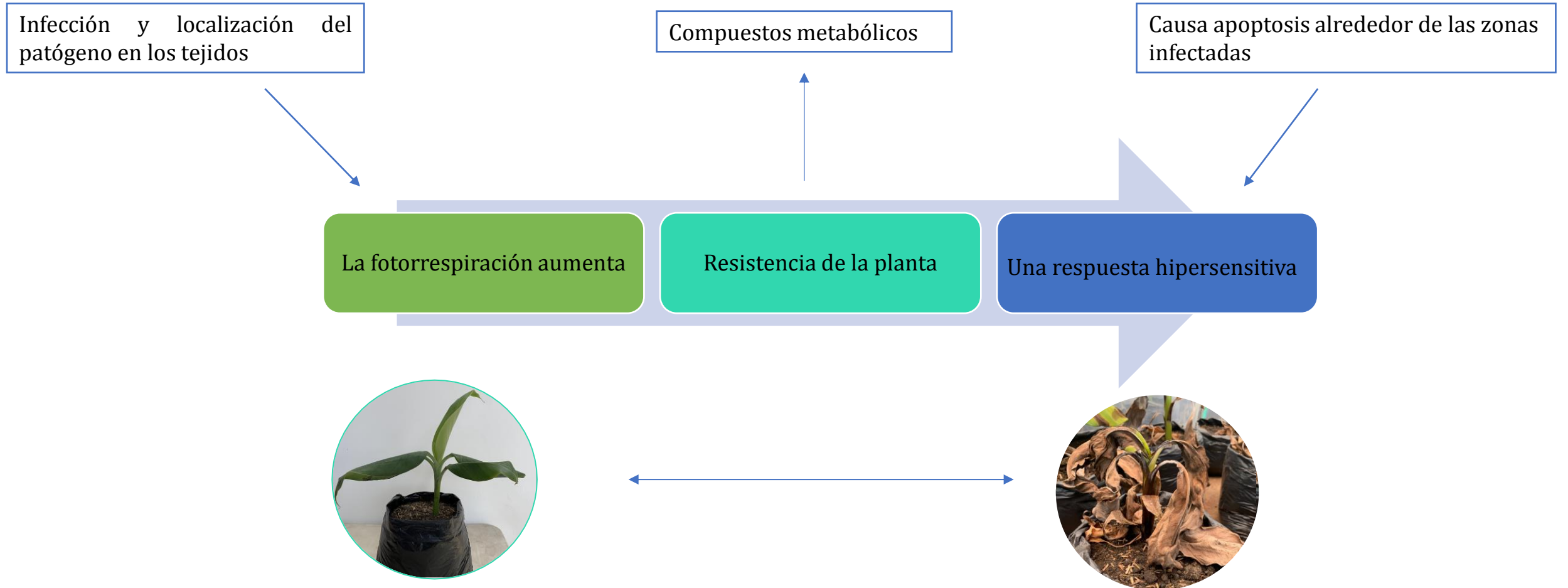


El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia



Resultados y discusión



(Dong et al., 2016)



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia



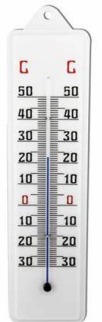
Resultados y discusión



Especies reactivas del oxígeno

- Producción de enzimas para estabilizar compuestos como superóxidos y radicales $\text{OH}^\cdot$
- Mayor producción de antioxidantes
- Conservación de la homeostasis

Pérdida del poder de enfriamiento que induce la transpiración, proceso en el que crece la liberación de gases.



(Segura, 2019)



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia



Resultados y discusión

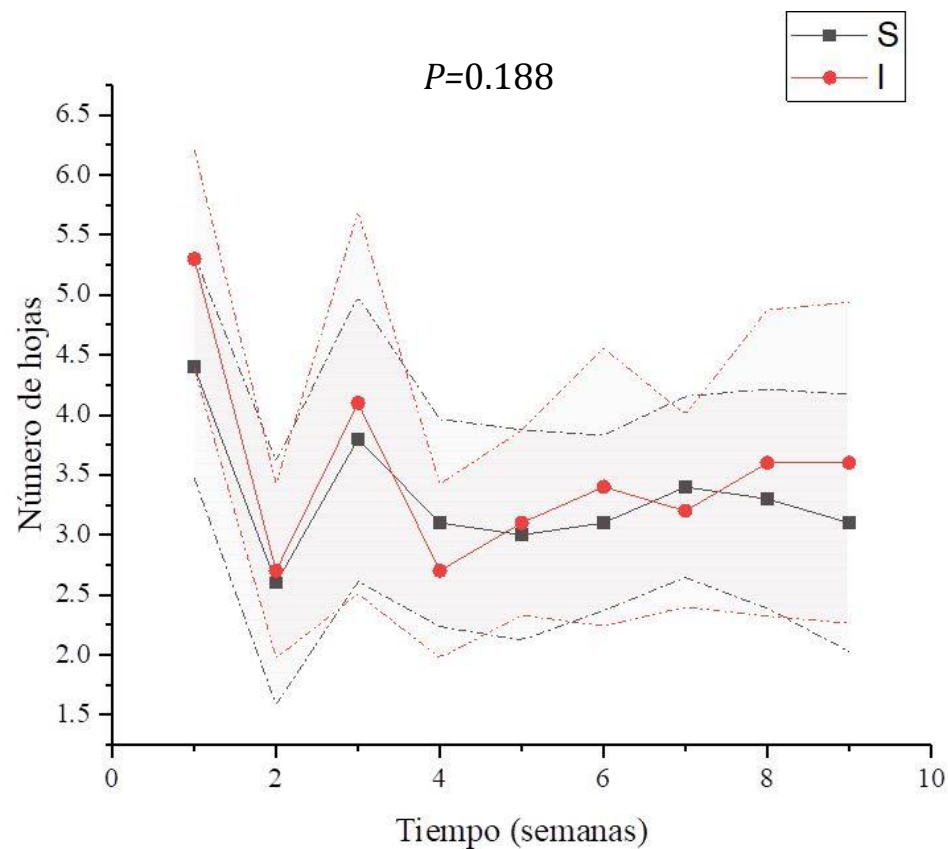


Figura 3. Número de hojas en función del tiempo de observación, del grupo sano y grupo infectado.

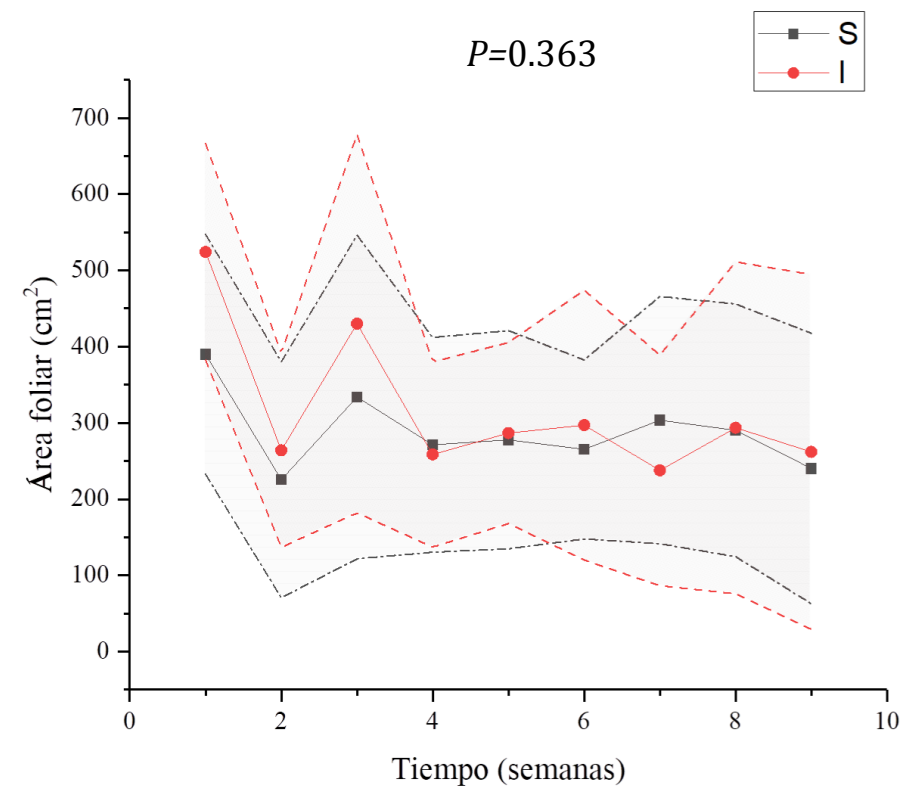


Figura 4. Área foliar en función del tiempo de observación, del grupo sano y grupo infectado.

Resultados y discusión

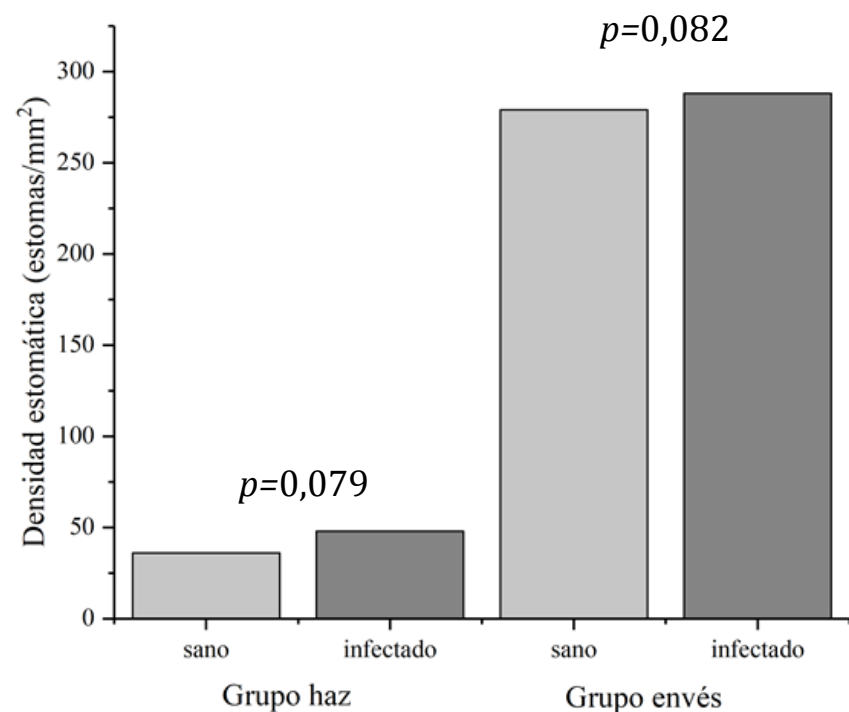


Figura 5. Densidad estomática del envés y el haz de la hoja de los grupos al finalizar el estudio, grupo sano y grupo infectado

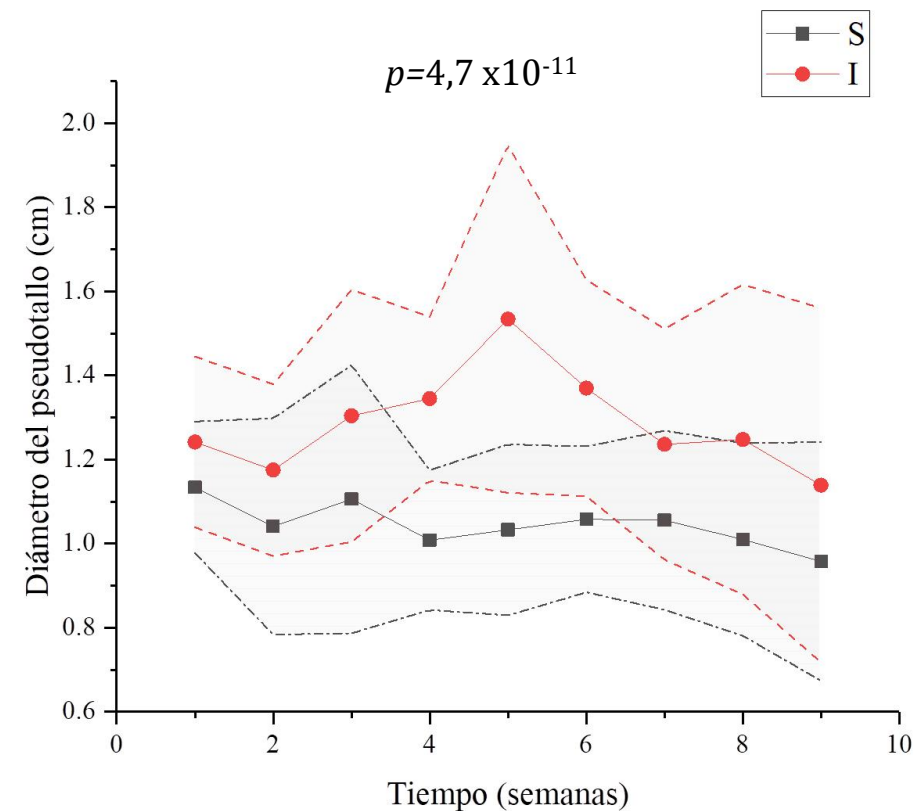
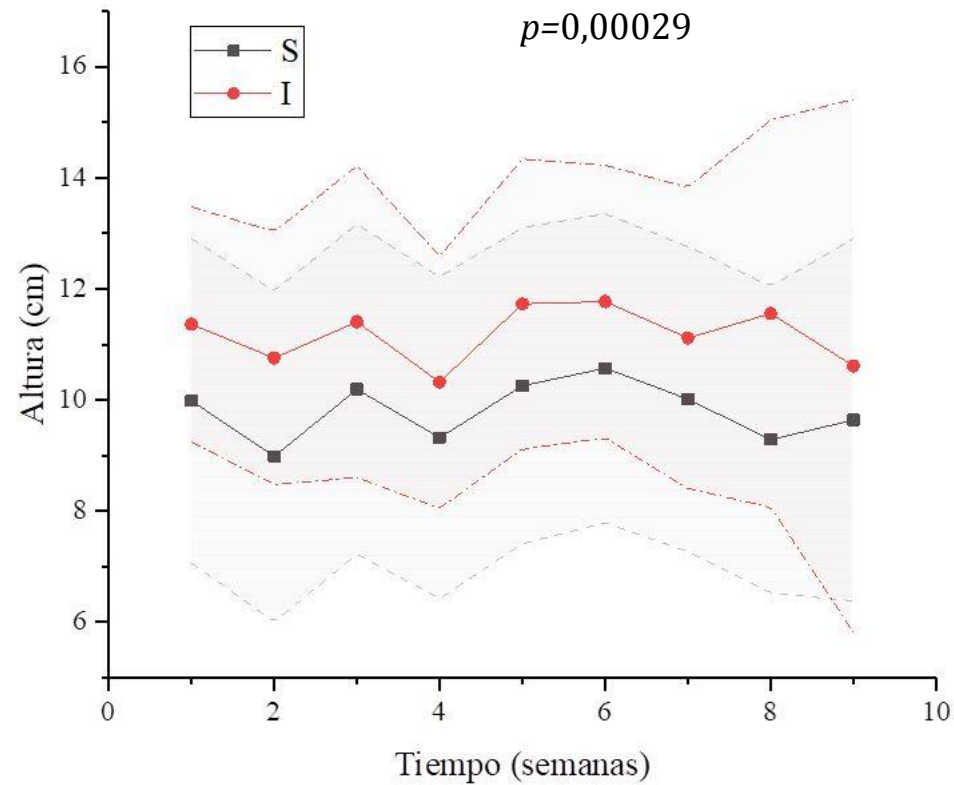


Figura 6. Comportamiento del diámetro del pseudotallo durante el tiempo de medición, del grupo sano y grupo infectado.

Resultados y discusión



De acuerdo con los datos morfológicos, tomados durante el tiempo de seguimiento, se puede afirmar que la infección no afectó drásticamente el crecimiento de las plantas

Figura 7. Altura de las plantas en función del tiempo de observación, del grupo sano y grupo infectado.

Conclusión

Empleando la técnica FA, se hallaron cambios en el comportamiento de la REO de plantas de banano Gros Michel que pueden estar relacionados con la escala de severidad de la marchitez causada por *F. oxysporum*. Estos podrían ser de utilidad en la búsqueda de un procedimiento de detección temprana del hongo y proporcionan información que contribuye a la validación del uso de esta técnica, que podría considerarse en el campo de la fitopatología, usando como base procesos fotosintéticos de la planta; sin embargo es necesario ampliar la información, incrementando el número de muestras y estudiando paralelamente el ciclo de infección del hongo, teniendo en cuenta no solo los síntomas externos en las plantas, sino también la producción de enzimas relacionadas.



Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad del Quindío por su apoyo financiero a través del proyecto 916. Este trabajo fue parcialmente financiado por el programa OMICAS: Optimización Multiescala In-silico de Cultivos Agrícolas Sostenibles (Infraestructura y validación en Arroz y Caña de Azúcar), anclado en la Pontificia Universidad Javeriana de Cali y financiado dentro del Ecosistema Científico Colombiano por El Banco Mundial, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia, el Ministerio de Educación de Colombia, el Ministerio de Industria y Turismo de Colombia y el ICETEX, bajo la subvención FP44842-217-2018 y OMICAS Award ID: 792-61187.



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia



1. Calderón, A., Cardona, A., Nogal, U., Juárez Gracia, A.G., Marín, E & Muñoz Hernández, R.A. Photoacoustic analysis of the ultrasonic irradiation effect in the photosynthetic activity in aquatic liliaceae plants, *Applied Radiation and Isotopes*. Vol 83. Pages 268-271.-2014.
2. Szurkowski, J., Baścik-Remisiewicz, A., Matusiak, K & Tukaj Oxygen, Z. Evolución and photosynthetic energy storage during the cell cycle of green alga *Scenedesmus armatus* characterised by photoacoustic spectroscopy *J. Plant Physiol.* pag. 1061-1067-2001.
3. FAO.Food outlook-Bianual report on global food market-november. 2019.
4. DANE. Boletín técnico encuesta agropecuaria (ENA) primer semestre. 2020.
5. FAO. Análisis del mercado del banano: resultados preliminares 2019 Roma. 2020.
6. Lu, Y., Liao, D., Pu, J., Oi, Y & Xie, Y. Proteome analysis of resistant and susceptible Cavendish banana roots following inoculation with *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense. *PMPP*. 2013.
7. Li, C., Chen, C., Zuo, C., Sun, Q., Ye, Q., Yi, G & Huang, B. The use of GFT_Transformed isolates study infection of bananas with *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense race 4. 2011.
8. Ghag, S., Shekhawat, U & Ganapathi T. *Fusarium* wilt of banana: biology epidemiology and management. *International Journal of Pest Management*. vol 61, 2015.
9. Raza, W., Ling, N., Zhang, R., Huang, Q., Xu, Y & Shen, Q. Success evaluation of the biological control of *Fusarium* wilts of cucumber, banana, and tomato since 2000 and future research strategies.*Critical Review in Biotechnology*. 2017.
10. Marin-Ortiz, J., Gutierrez-Toro, N., Botero-Fernandez, V & Hoyos-Carvajal, L. Linking physiological parameters with visible/near-infrared leaf reflectance in the incubation period of vascular wilt disease. *Saudi Journal of Biological Sciences*.Vol 27. Page 88-99, 2020.
11. Caligiore-Gei Pablo & Valdez Jorge.Adjustment of a rapid method for quantification of *Fusarium* spp. spore suspensions in plant pathology. *Revista Argentina de Microbiología*, 47(2), 152-154, 2015.
12. Sanchez Marilyn, Alfaro Fabiola, Carr Claudia, Castillo Andres, Delgado Juan, Guzman Mauricio.Escalas de severidad de marchitamiento por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. cubense raza 1) en plantas jóvenes de banano Gros Michel (*Musa AAA*).Dirección de investigaciones corporación bananera Nacional-Sección fitoprotección, Hoja divulgativa 15-2019.
13. Kumar N, Krishnamoorthy L, Soorianathasundharam K. Nuevo factor para estimar el área foliar total en banano. *INFOMUSA* 11("):42-43, 2002.
14. Sanchez C, Fischer G & Sanjuanelo D. Stomatal behavior in fruits and leaves of the purple passion fruit (*Pasiflora edulis*) and fruits and cladodes of the yellow pitaya [*Hylocereus megalanthus* (K. Schum. Ex Vaupel) Ralf Bauer].*Agronomía Colombiana*, 31(1),38-47, 2013.
15. Figueroa Vasconez Wilfrido Gabriel. Infeccion de *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense raza 1 en el cultivr de banano Gros Michel (*Musa AAA*). Proyecto de investigación, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 2020.
16. Dong Xian, Wang Min, Ling Ning, Shen Oirong & Guo Shiwei. Potential role of photosynthesis-related factors in banana metabolism and defense against *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense. 2016.
17. Segura, M. A. ¿Cómo *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense (Foc), daña los tejidos del banano y qué mecanismos de defensa existen en las plantas resistentes para evitarlo? *Serie Frutales*, Núm, 58. Artículos técnicos de INTAGRI. México. 17p. 2019.



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia



ómica



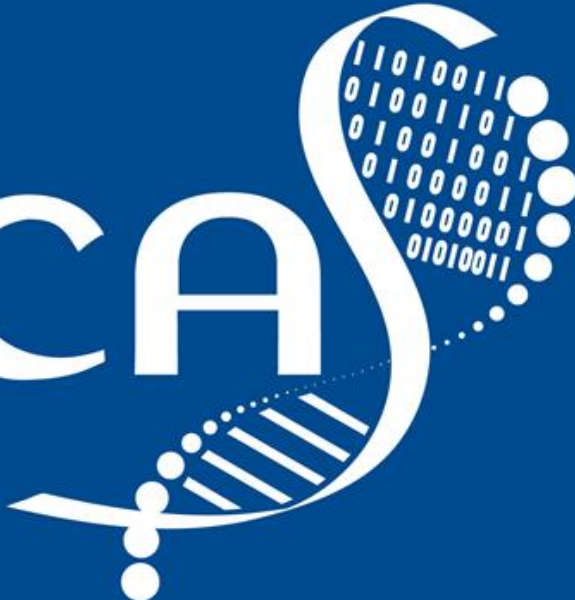
Aliados



Apoyan



ómica

A stylized graphic element on the right side of the word 'ómica'. It features a white DNA double helix structure. The top part of the helix is composed of a series of white dots, and the bottom part is composed of a series of white lines. The helix is surrounded by a cloud of binary code (0s and 1s) in white, suggesting a connection between biology and technology.

El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia

