

Potencial uso la respuesta espectral como herramienta de detección de la pudrición basal del estípite (PBE) en palma de aceite

Andrea Zabala Quimbayo¹, Estefanía Vargas Medina², León Franky Zúñiga Pérez³

¹Área de Geomática, Programa Agronomía, autora para correspondencia: azabalaq@cenipalma.org ²Área de Biometría, Unidad de Validación, ³Área de Fitopatología, Programa Plagas y Enfermedades, Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma

Introducción

Una de las enfermedades que ha venido tomando importancia en Colombia es la pudrición basal del estípite causa por *Ganoderma* spp., principalmente en la Zona Norte, donde se reportó a septiembre de 2024 una cifra de 4.176 casos (CMFS Cenipalma, 2025). Esta enfermedad se caracteriza por afectar internamente la base del estípite reduciendo la toma de nutrientes y agua por parte de la planta. Sin embargo, la detección a través de los síntomas foliares es difícil en sus estados tempranos de infección. En este contexto, el análisis de la respuesta espectral surge como una herramienta innovadora que complementa la identificación de este tipo de alteraciones en el cultivo (Liaghat, 2014), facilitando así un diagnóstico más oportuno y una intervención temprana para mitigar el impacto de la enfermedad. Por esto, desde el área de investigación en Geomática de Cenipalma, se presentan los avances obtenidos en la caracterización de la respuesta espectral en palmas de vivero afectadas por PBE como exploración de tecnologías de detección temprana por medio de herramientas geomáticas.

Materiales y métodos

Muestra de 375 palmas de vivero *E. guineensis* (Figura 1), del ensayo de pruebas de patogenicidad del área de investigación de Fitopatología de Cenipalma.



Figura 1. Palmas de vivero inoculadas con *Ganoderma zonatum*.

- Cultivar Deli x Avros.
- Suelo esterilizado y compost en proporción 3 a 1.
- Inoculación por cubo de caucho dentro de la bolsa de la palma.
- 75 palmas de control (no inoculadas).

Medición de respuesta espectral

- Espectrorradiómetro portátil (Figura 2) con capacidad de lectura entre los 350-2.500 nm (1.875 longitudes de onda) cubriendo desde el espectro visible hasta el infrarrojo cercano, y el SWIR (Infrarrojo de onda corta) mejorado del 900-2.500 nm.
- 10 lecturas en la hoja número tres de cada palma.
- Dos muestreos (julio y noviembre de 2024).
- Integración de 16,125.000 registros de medición de respuesta espectral estructurados.



Figura 2. Medición de respuesta espectral con espectrorradiómetro.

Análisis estadístico de los datos

- Representación de las firmas espectrales (Figura 3) como funciones matemáticas y cálculo de primera derivada para resaltar variaciones en la firma espectral.
- Caracterización de firmas por medio de la atipicidad funcional, para identificar datos atípicos y tendencias.
- Modelos de clasificación funcional para diferenciar palmas con síntomas y sin síntomas en función de sus características espectrales.

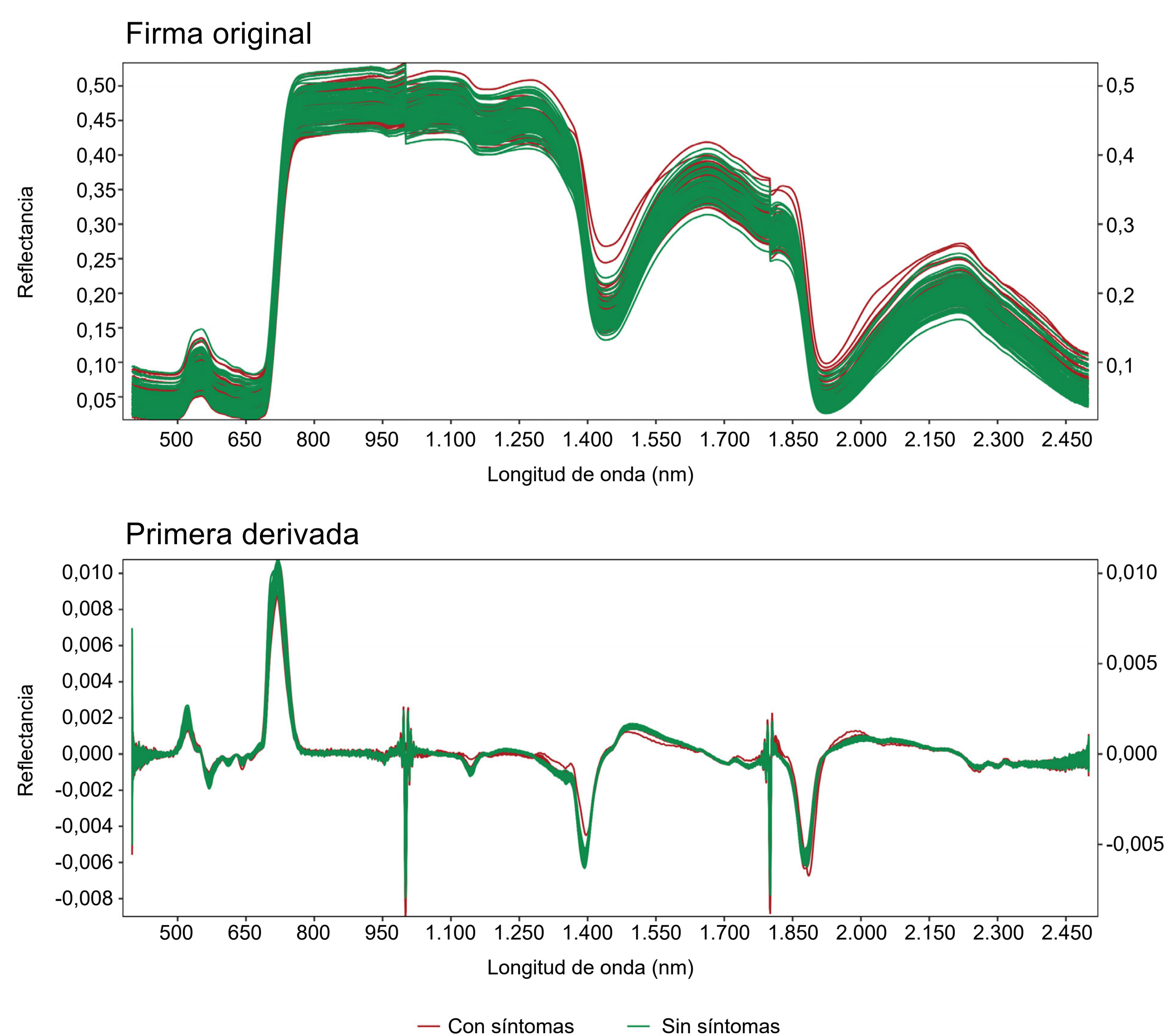


Figura 3. Gráficos de atipicidad funcional direccional (Firmas Originales y Primera Derivada).

Resultados y discusión

Caracterización de la firma

Se observa que el comportamiento de las firmas espectrales a lo largo de la longitud de onda varía entre las palmas con síntomas y sin síntomas. Las palmas afectadas presentan mayores valores de reflectancia después de la longitud de onda de los 1.400 nm.

Mapas de calor

El análisis por medio de mapas de calor (Figura 4) con la función matemática de la primera derivada refuerza las tendencias identificadas en la firma original y permite identificar con claridad la tendencia de las firmas de palmas con y sin síntomas.

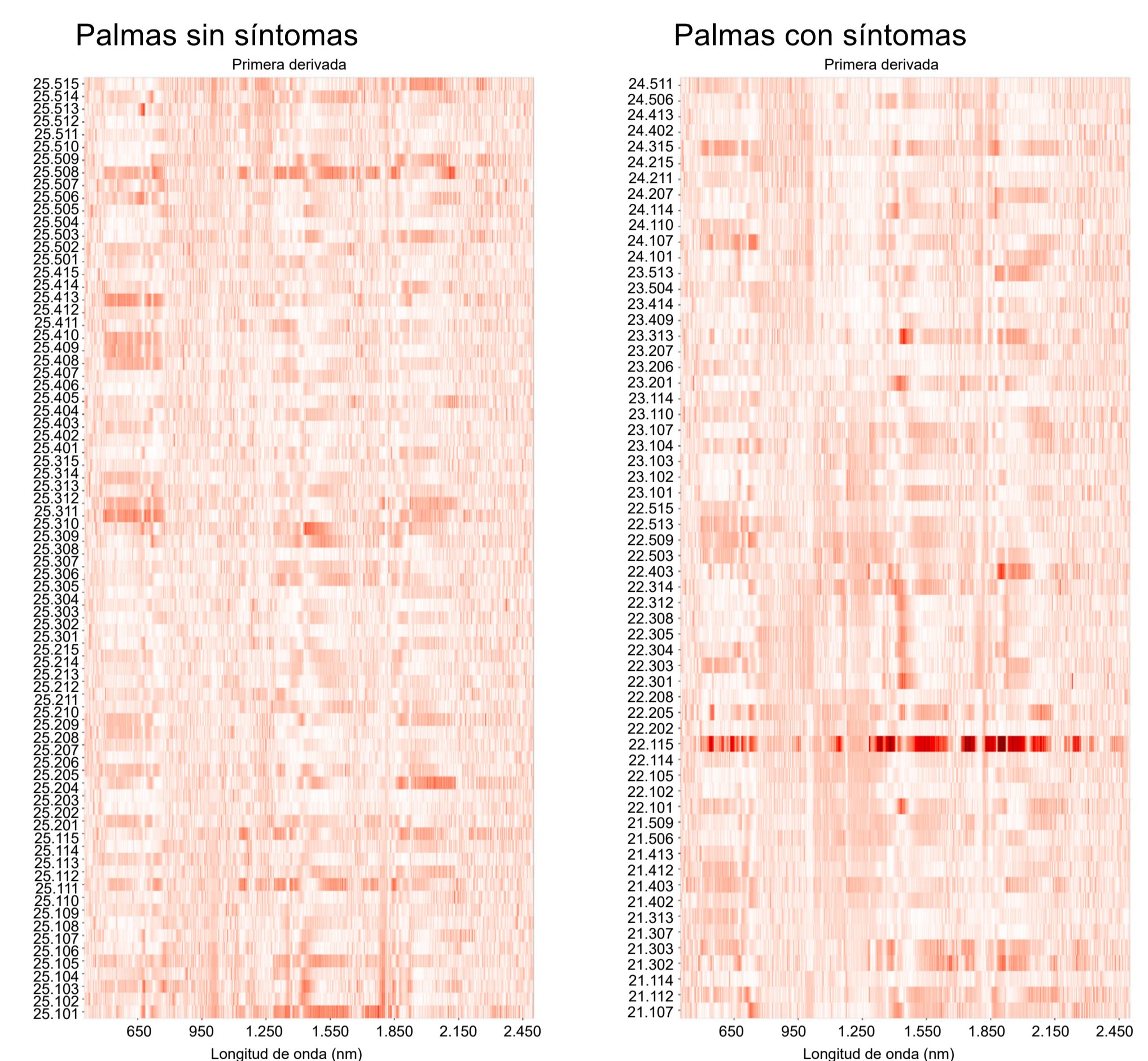


Figura 4. Mapas de calor de la primera derivada de las firmas con respecto a la presencia de síntomas

Clasificación supervisada

Se generó una clasificación inicial que permitió identificar palmas con y sin síntomas. Se emplearon los métodos de clasificación lineal (Lda) y cuadrática (Qda) (Figura 5). Se observa que las palmas sin síntomas (cruces verdes) y con síntomas (círculos rojos) se agrupan en sus respectivas regiones, permitiendo una separación entre las categorías, con una probabilidad de correcta clasificación para las palmas con síntomas del 75 % para el método Lda y un 85 % para el método Qda.

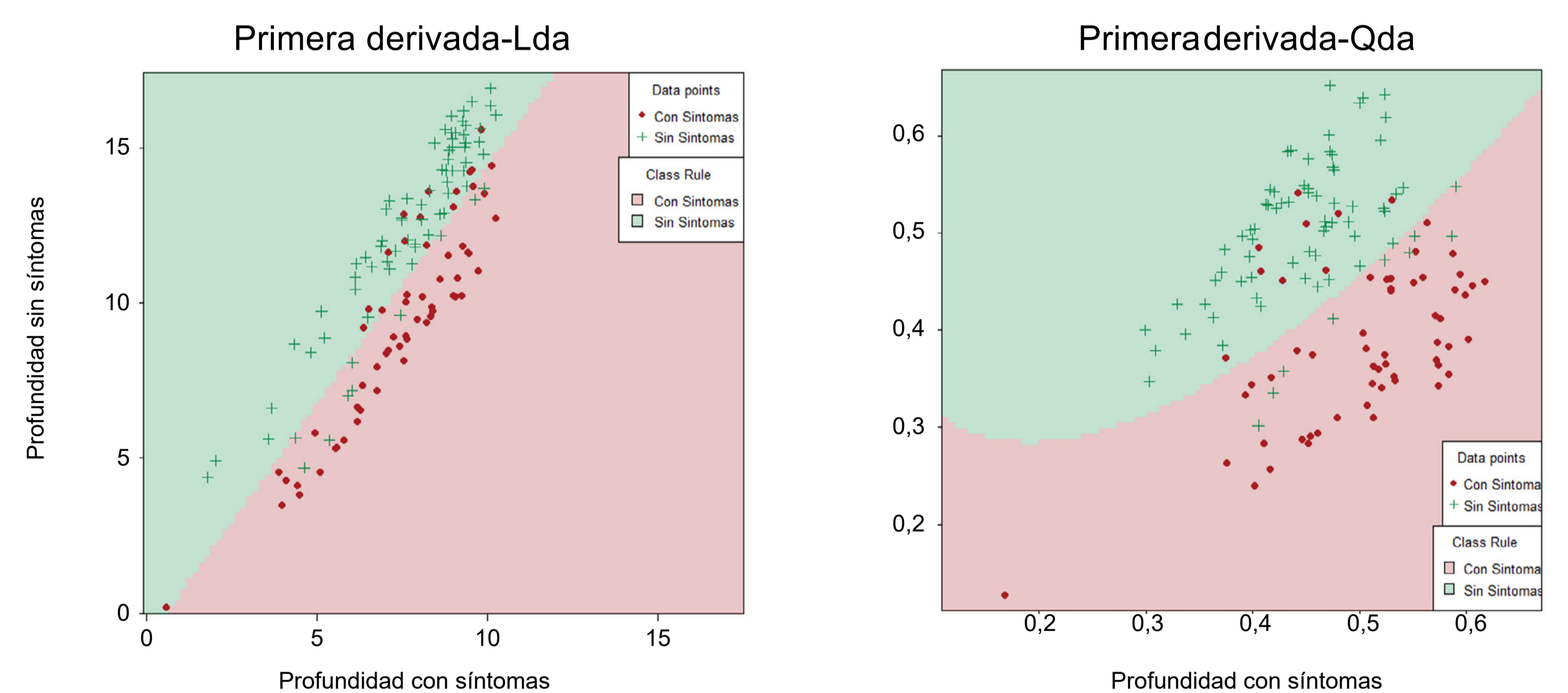


Figura 5. Clasificación supervisada de las palmas con y sin síntomas.

Conclusiones

En este primer acercamiento, se encontraron características de la respuesta espectral que indican tendencias interesantes que podrían llegar a asociarse con cambios estructurales causados por la enfermedad PBE.

Estos resultados muestran un potencial promisorio de la respuesta espectral como herramienta útil en la caracterización, clasificación y posible asociación de las bandas espectrales con los síntomas de la pudrición basal de estípite.

Referencias bibliográficas

- CMFS – Coordinación de Manejo Fitosanitario de Cenipalma. (2025). Informe Fitosanitario Zona Norte 2024.
- Liaghat, S., Ehsani, R., Mansor, S., Shafri, H., Meon, S., Sankaran, S., Azam, S. (2014). Early detection of basal stem rot disease (*Ganoderma*) in oil palms based on hyperspectral reflectance data using pattern recognition algorithms. *International Journal of Remote Sensing*, 35(10), 3427-3439. <https://doi.org/10.1080/01431161.2014.903353>
- Rendana, M., Abd Rahim, S., Lihan, T., & Ali Rahman, z. (2015). A Review of Methods for Detecting Nutrient Stress of Oil Palm in Malaysia. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma, por financiar este proyecto de investigación; a Asohumea y a la plantación GREMCA, por su apoyo técnico en el desarrollo del trabajo.