

Estimación rápida de nitrógeno en hojas de cítricos por métodos ópticos

Programa de Doctorado de Recursos y Tecnologías agrícolas

Maylin Acosta^{1,2*}, José Miguel de Paz², Ana Quiñones², José Blasco²

¹ Universitat Politècnica de València (UPV), Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, España.

² Centro para el Desarrollo de la Agricultura Sostenible, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), CV-315, km 10,7, 46113 Moncada (Valencia) España

*maylinacostatello@gmail.com

Objetivos generales

El objetivo general es el desarrollo de métodos y modelos que permitan la estimación de la concentración Nitrógeno (N) en plantaciones de cítricos a través de medidas espectrales rápidas y no destructivas que permitan tomar decisiones racionales sobre la fertilización nitrogenada.

Objetivo específicos

- 1.1. Revisión de conocimientos previos
- 1.2. Creación de un protocolo de muestro foliar
- 1.3. Desarrollo de una herramienta de estimación a partir de medidas espectrales con técnicas de quimiometría
- 1.4. Desarrollo de una herramienta de estimación a partir de medidas hiperespectrales con técnicas de predicción de datos (PLS-R y MCR).

Etapas principales del proceso de investigación

- El estudio se realizó en dos parcelas, una comercial de cítricos del municipio de Almenara (Castellón) y una experimental localizada en las instalaciones del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).
- Se realizaron muestreos mensuales de mayo de 2020 a enero de 2021.
- Para el análisis N se ha utilizado digestión de Kjeldahl
- Se ha utilizado un equipo espectral CI-710 (430-1040 nm) y una cámara hiperespectral (500-980 nm).
- El estudio se ha extendido y también se han analizado macros y micronutrientes, que no estaba contemplado en el plan de trabajo.
- Para el año 2022, se ha establecido un ensayo con dosis diferenciales para N, P, K, Ca, Mg y Fe en mandarinos *clemenules* .
- Los resultados del primer estudio están en fase de redacción para ser publicados.



Figura 1. Parcelas de Clementinos de Nules.



Figura 2. Destilador Kjeldahl.

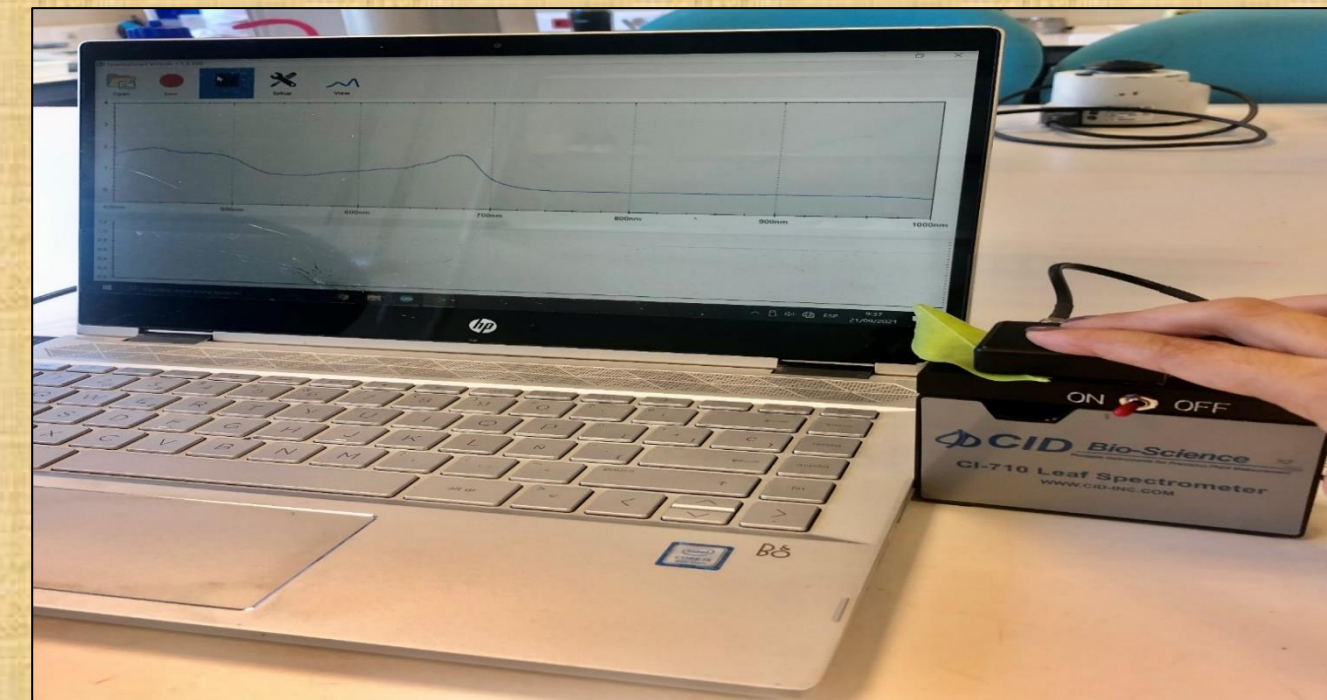


Figura 3. CI-710



Figura 4. Toma de imágenes hiperespectrales 500- 980 nm.

Resultados y discusión

Pretratamiento	LV	Calibración		Validación cruzada		Test	
		RMSEC	R ²	RMSECV	R ²	RMSEP	R ²
Sin pretratamiento	9	0,21	0,50	0,22	0,45	0,23	0,38
Centrado medio	7	0,22	0,44	0,23	0,38	0,23	0,38
Centrado medio + SG	9	0,22	0,44	0,23	0,39	0,24	0,34
Centrado medio + SNV	8	0,21	0,48	0,22	0,42	0,23	0,37
Centrado medio + 1 Derivada	10	0,2	0,51	0,22	0,46	0,24	0,36
Centrado medio + 2 Derivada	7	0,21	0,48	0,22	0,44	0,23	0,37

Tabla 1. Estadísticos comparativos para el test independiente del modelo PLS-R, con la técnica hiperespectrales.

Pretratamiento	LV	Calibración		Validación cruzada		Test	
		RMSEC	R ²	RMSECV	R ²	RMSEP	R ²
Sin pretratamiento	11	0,19	0,46	0,20	0,45	0,20	0,45
Centrado medio	10	0,19	0,44	0,21	0,44	0,20	0,43
Centrado medio + SG	11	0,19	0,44	0,20	0,42	0,20	0,41
Centrado medio + SNV	11	0,19	0,48	0,20	0,46	0,19	0,46
Centrado medio + 1 Derivada	10	0,18	0,51	0,20	0,45	0,20	0,42
Centrado medio + 2 Derivada	9	0,19	0,45	0,21	0,32	0,21	0,34

Tabla 2. Estadísticos comparativos para el test independiente del modelo PLS-R, con la técnica de espectros.

En la **Tabla 1.** Se muestra que el mejor resultado se obtuvo utilizando el pretratamiento de centrado medio, con 7 variables latentes, un R² 0,38 y un RMSEP 0,23 para el test de validación. En la **Tabla 2.** el mejor resultado se ha obtenido con el pretratamiento de centrado medio +SNV con 11 variables latentes, un R² de 0,46 y un RMSEP 0,19 para el test de validación.

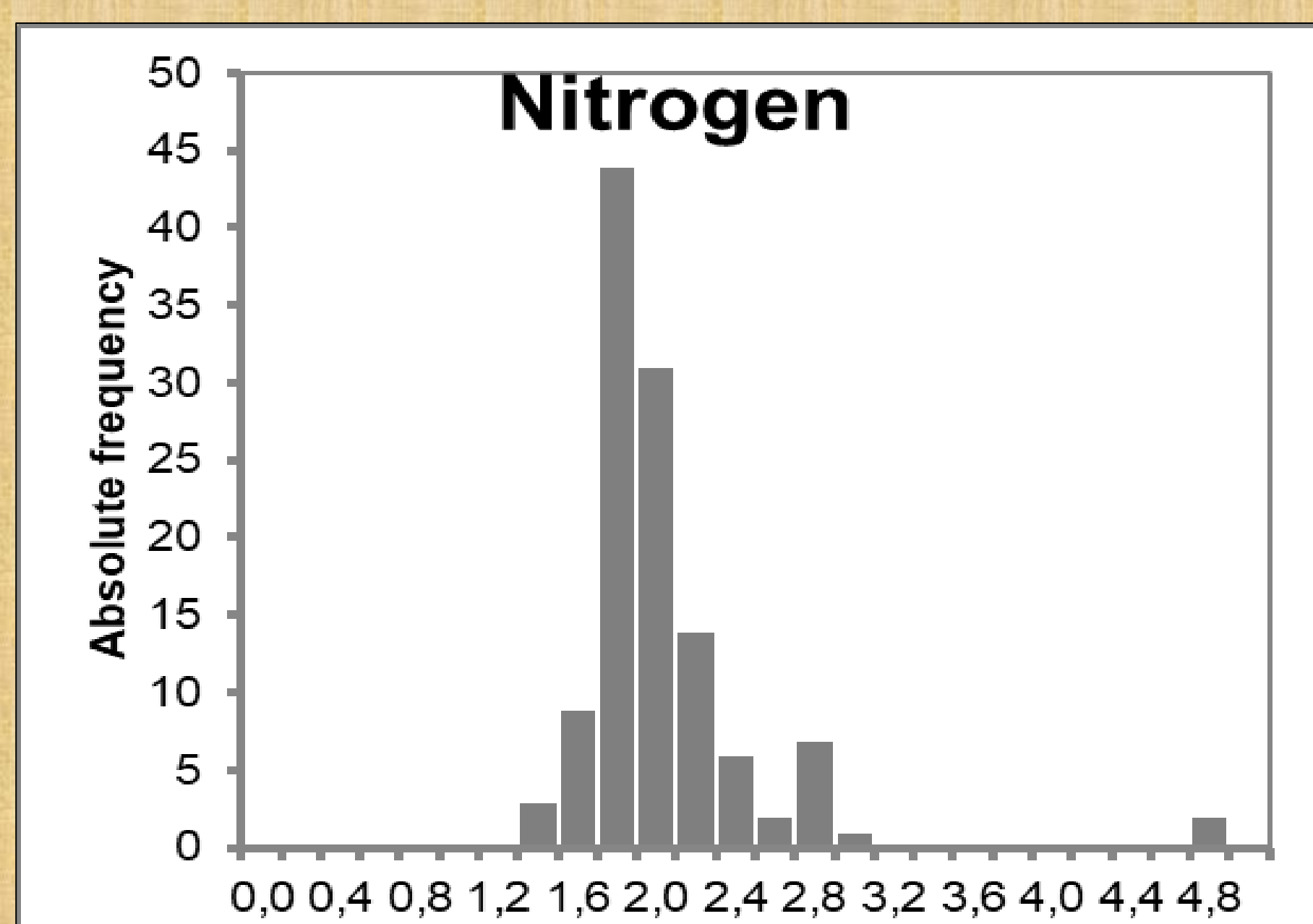


Figura 5. Histograma de concentración de N

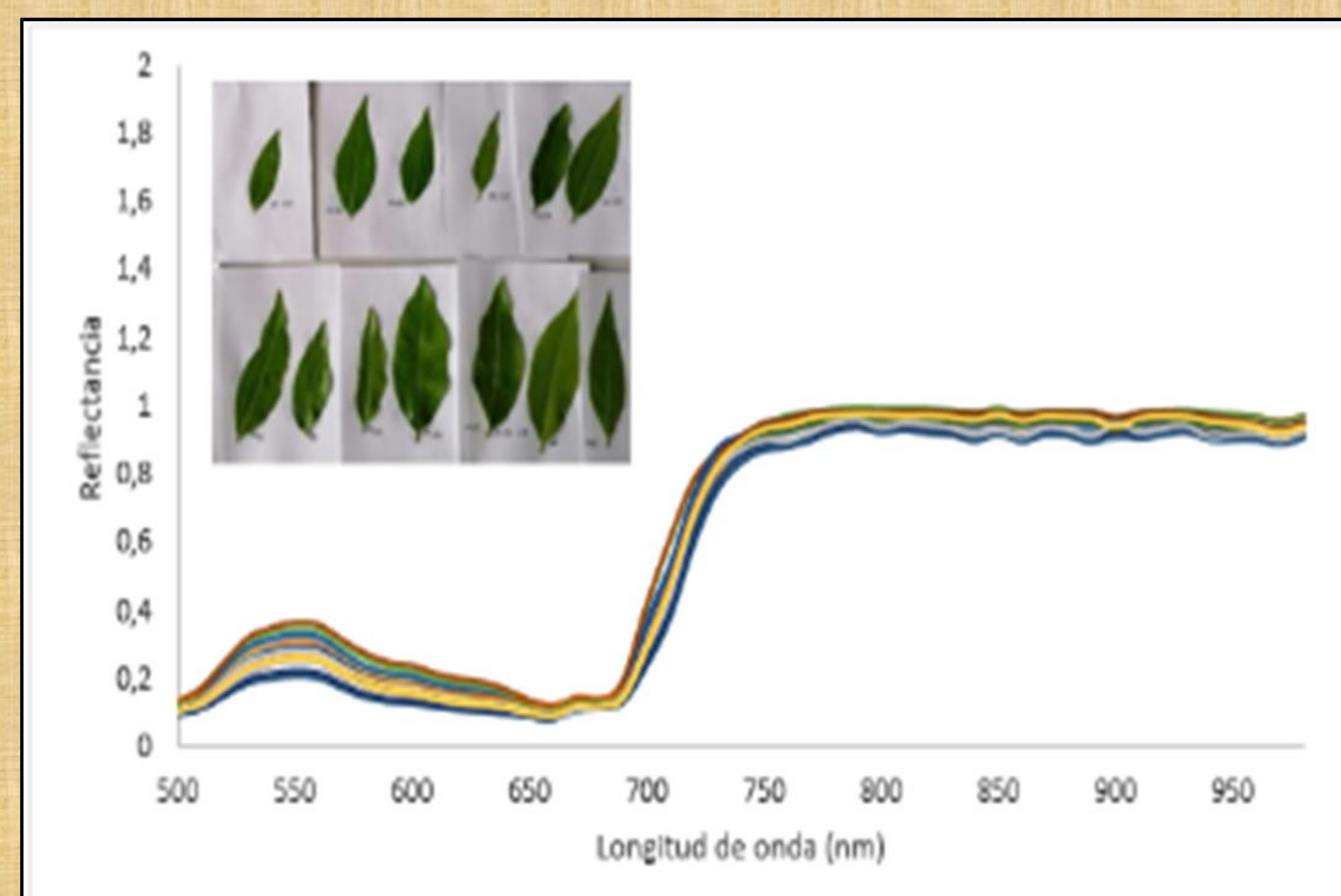


Figura 6. Espectro de reflectancia Vis- NIR en hojas de cítricos.

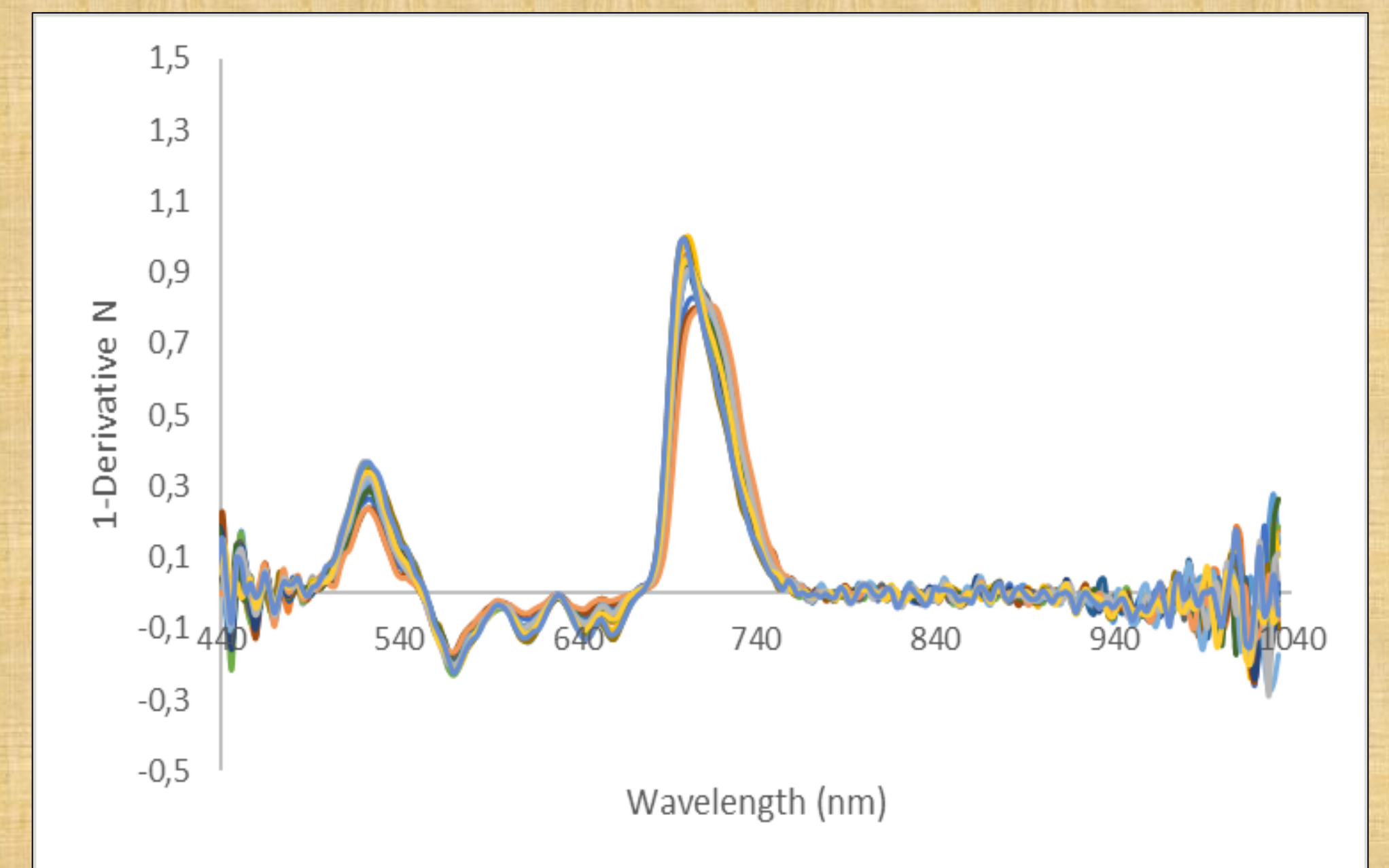


Figura 7. Espectros de reflectancia aplicando el pretratamiento de primera derivada

Conclusiones

- La espectroscopia VIS/NIR (430-1040 nm) es útil para la predicción de Nitrógeno (N) en hojas de cítricos.
- Estos resultados muestran un gran potencial de la técnica VIS/NIR en la predicción de estos nutrientes de manera no destructiva.
- Es necesario incorporar ensayos con dosis diferenciales para mejorar la robustez del modelo y crear una herramienta más efectiva.