UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-178-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Selección de bandas espectrales para la autentificación y detección de aditivos en mieles con denominación de origen protegida

Descripción general (resumen y metodología):

Descripción general (resumen y metodología):

El grupo Color Imaging Lab del Departamento de Óptica y el grupo Análisis en Alimentación y Medio Ambiente (AnaMA) del Departamento de Química Analítica de la Universidad de Granada mantienen una colaboración sostenida en el tiempo y dedicada a la línea de análisis de alimentos con imágenes hiperespectrales [1-3].

Una de las más recientes aplicaciones en esta línea ha sido la caracterización de mieles con denominación de origen protegida (DOP) para detectar posibles fraudes tanto en el origen declarado de la miel [4] como en la presencia de posibles aditivos como siropes azucarados.

En este TFG, se plantea la realización de un estudio preliminar para resolver si es posible diseñar un sistema de captura espectral simplificado que cubra ambos objetivos con un número reducido de bandas espectrales de captura, de forma similar al planteamiento de algunos estudios para la caracterización del origen floral de las mieles [5]. Aunque el uso de redes neuronales sería posible por la cantidad de datos espectrales capturados, en principio se plantea el uso del método quimiométrico más simple que permita alcanzar los resultados deseados.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

Objetivos y metodología:

Se plantean estos objetivos principales para el TFG:

1) Revisión bibliográfica para conocer los avances de estudios previos y las posibles técnicas de análisis de datos para quimiometría y selección de bandas en el campo de aplicación específico de las mieles.
2) Recopilación de datos disponibles para las muestras que se utilizarán en el trabajo: origen, caracterización química mediante técnicas de análisis alternativas, posible presencia de adulteraciones, y datos de imagen hiperespectral por reflectancia o transmitancia.
3) Extracción de las áreas de interés y los espectros que se utilizarán en los análisis posteriores. Implementación de los modelos con la información espectral completa.
4) Uso de algoritmos de optimización para la selección de 3-6 bandas y análisis comparativo de resultados del proceso de selección de bandas.

En cuanto a la metodología:

Para el objetivo 1, se plantea seleccionar algunos modelos comunes como punto de partida para el proceso, principalmente de clasificación (estimación de la zona de origen y de la presencia de adulteraciones en una miel determinada).

Para el objetivo 2, se realizará una selección entre las muestras que se encuentren completamente caracterizadas en el momento de la realización del TFG, contando con la información de origen, presencia de adulteraciones y datos espectrales para cada muestra.

Para el objetivo 3, se definirá el tamaño de la región de interés en función de la presencia de elementos no deseados como burbujas en las muestras capturadas y la necesidad de contar con el suficiente número de datos espectrales para entrenar los modelos supervisados escogidos. Se realizará un análisis previo de los datos mediante análisis de componentes principales (PCA) y

clustering jerárquico (HC) para obtener información sobre la separabilidad de las clases. Los modelos escogidos (por ejemplo, Support Vector Machine, Random Forest, K-NN) se entrenarán en caso necesario usando los datos seleccionados, y se evaluarán en un conjunto independiente de muestras no utilizado para el entrenamiento. El mejor modelo se utilizará para el siguiente objetivo. Para el objetivo 4, se evaluará la posibilidad de utilizar algoritmos de selección de bandas basados en métodos de optimización como Simulated Annealing o Surrogated optimization, seleccionando entre tres y seis bandas espectrales. También se podrán definir otras métricas en función de la importancia de las bandas asignada en los modelos que permitan calcular este parámetro, como Random Forest. Finalmente, se medirán las prestaciones del clasificador seleccionado tras el objetivo 3, con las bandas escogidas, en comparación con los resultados de prestaciones para el espectro completo. Se concluirá si resulta posible diseñar entonces un sistema de captura simplificado que aborde este problema.

Bibliografía básica:

[1] Medina-Garcia, M., Roca-Nasser, E. A., Martínez-Domingo, M. A., Valero, E. M., Arroyo-Cerezo, A., Cuadros-Rodríguez, L., & Jiménez-Carvelo, A. M. (2024). Towards the establishment of a green and sustainable analytical methodology for hyperspectral imaging-based authentication of wholemeal bread. Food Control, 166, 110715. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110715

[2] Medina–García, M., Amigo, J. M., Martínez-Domingo, M. A., Valero, E. M., & Jiménez–Carvelo, A. M. (2025). Strategies for analysing hyperspectral imaging data for food quality and safety issues–A critical review of the last 5 years. Microchemical Journal, 214, 113994. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110715. .

[3] Medina–García, M., Martínez-Domingo, M. A., Valero, E. M., Cuadros-Rodríguez, L., & Jiménez–Carvelo, A. M. (2025). Detection of microplastics in sea salt using hyperspectral imaging and machine learning methods: Pollution control in the Mediterranean sea as a case study. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 343, 126528. https://doi.org/10.1016/j.saa.2025.126528.

[4] de Oliveira, P. L. C., de Andrade, J. C., Dos Santos, B. C., Lelis, C., Galvan, D., Bona, E., & Conte-Junior, C. A. (2025). Portable spectral reflectance for rapid discrimination of honey with a protected designation of origin from Ortigueira, Brazil. Food Research International, 203, 115819. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.115819

[5] Zhang, G., & Abdulla, W. (2023). Explainable AI-driven wavelength selection for hyperspectral imaging of honey products. Food Chemistry Advances, 3, 100491. https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100491

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

El lenguaje de programación utilizado será MATLAB o Python, por lo que es recomendable una cierta familiaridad con alguno de estos lenguajes.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: JAVIER HERNÁNDEZ ANDRÉS

Ámbito de conocimiento/Departamento: ÓPTICA

Correo electrónico: javierha@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: José Luis Pérez Calle

Ámbito de conocimiento/Departamento: QUÍMICA ANALÍTICA

Correo electrónico: joseluis.calle@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: ANA MARIA VARGAS NAVARRO

Correo electrónico: mariavargas17@correo.ugr.es