PRISMA

AUTOMATIZACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN LA INDUSTRIA CÁRNICA CON TECNOLOGÍA HIPERESPECTRAL

INFORME DE CASOS DE ÉXITO EN EL SECTOR CÁRNICO

Actividad 2.2 Valoración de casos de éxito y estrategias de implementación

Elaborado por Vitartis.

[Versión 1]
[30 de mayo de 2025]

Cofinanciado por la Unión Europea | Ministerio de Hacienda | Fondos Europeos | NOS IMPULSA | Junta de Castilla y León

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 3

APLICACIONES EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO: MÁS ALLÁ DE LA CLASIFICACIÓN VISUAL 3

PROYECTOS Y CASOS DE ÉXITO IDENTIFICADOS 3

MeatMaster™ Flex y FoodScan™ 2 Meat 4

Analizador LabSpec 4 Standard-Res 5

Proyecto iTAC – Sistema de inspección por visión hiperespectral en línea 6

Proyecto HYPERMEAT 7

Proyecto QueCarHSI 8

Dispositivo portátil con inteligencia artificial para control de calidad 9

Monitorización NIR en el proceso de secado del chorizo asturiano 10

Proyecto HIPERES–Tecnología hiperespectral para mejorar la seguridad alimentaria 11

VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA HIPERESPECTRAL Y NIR EN EL SECTOR CÁRNICO 12

CONCLUSIONES 13

El objetivo del informe es recopilar diferentes casos de éxito y estrategias de implementación de la tecnología hiperespectral en la industria cárnica, identificando beneficios, barreras y oportunidades para su adopción, con el fin de definir acciones viables para su integración en los procesos productivos de las empresas participantes en el proyecto PRISMA.

INTRODUCCIÓN

El uso de la tecnología NIRS o **espectroscopía del infrarrojo cercano** en la industria alimentaria se ha intensificado en los últimos años debido a los avances tecnológicos y la creciente demanda de procesos más eficientes y productos de mayor calidad. El uso de la información espectral permite construir **modelos de predicción** cuantitativos en los procesos de **control de calidad** (para la determinación de la calidad de un producto, en base a su composición nutritiva) y cualitativos en la **categorización de productos** (para la clasificación o identificación de las muestras con diferente tipología u origen).

Esto, unido a la **digitalización de los procesos de producción** y la captura de datos, para su análisis y transformación en información que apoye la toma de decisiones técnicas y económicas en la empresa, ha impulsado su implantación en diversos subsectores. Además, los datos pueden ser obtenidos en línea y, analizados de forma inmediata, facilitando la toma de decisiones instantáneas sobre las operaciones y actividades del día a día.

APLICACIONES EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO: MÁS ALLÁ DE LA CLASIFICACIÓN VISUAL

En el ámbito agroalimentario, se conocen casos concretos que exploran el valor añadido de estas técnicas en diversas matrices diversas como, por ejemplo:

- Clasificación de caramelos según ingredientes o características visuales,
- Detección de daños no visibles en frutas,
- Identificación de madurez o calidad interna,
- **Cuantificación de proteínas animales y vegetales en productos cárnicos,**
- Evaluación de calidad en mantequilla.

En todos los casos, se utilizan enfoques tradicionales basados en quimiometría con arquitecturas de deep learning, observando que la capacidad de homogenización y adaptación del segundo enfoque permite abordar con mayor eficacia escenarios complejos o con mayor variabilidad, especialmente en condiciones reales de producción.

PROYECTOS Y CASOS DE ÉXITO IDENTIFICADOS

En el ámbito agroalimentario, se conocen casos concretos que exploran el valor añadido de estas técnicas en diversas matrices como los que se recogen a continuación.

MeatMaster™ Flex y FoodScan™ 2 Meat

Se trata de una tecnología desarrollada por **FOSS IBERIA** (subsidiaria de FOSS Analytics).

- **MeatMaster™ Flex**: Tecnología de rayos X en línea, móvil, para la detección de contenido graso y objetos extraños en carne.
- **FoodScan™ 2 Meat**: Análisis rápido por tecnología NIR (infrarrojo cercano) para medir parámetros nutricionales y de calidad (como grasa, proteínas, humedad, colágeno, sal, etc.) en carne procesada, cruda o productos cárnicos acabados.

Ventajas para el sector cárnico:



1. **Adaptación al consumidor**: Permite ajustar la producción a las preferencias del consumidor (nutrición, etiquetado, precio, homogeneidad del producto).
2. **Mejora en el control de calidad**: Asegura la homogeneidad, reduce desperdicios de carne magra y mejora la eficiencia de los procesos productivos.
3. **Cumplimiento normativo**: Incluye análisis de grasas saturadas, carbohidratos, energía y sodio, lo que permite cumplir con nuevas regulaciones de etiquetado.
4. **Reducción de costes**: Minimiza el tiempo de análisis (hasta 25 segundos), la preparación de muestras y los costes de laboratorios externos.
5. **Digitalización y trazabilidad**: Conectividad con software como FossManager™ y FossAssure™ para mantener rendimiento, trazabilidad y gestión remota.

FOSS IBERIA ha desarrollado varias herramientas como son **MeatMaster™ Flex** y **FoodScan™ 2 Meat** en la industria cárnica española. MeatMaster™ Flex es una solución móvil de rayos X en línea diseñada para detectar de forma precisa el contenido graso y objetos extraños en productos cárnicos, mientras que FoodScan™ 2 Meat utiliza tecnología NIR para realizar análisis rápidos y no destructivos de parámetros clave como grasa, proteínas, humedad, colágeno y sal, tanto en carne cruda como procesada. Estas tecnologías permiten adaptar la producción a las preferencias del consumidor en aspectos como etiquetado nutricional, homogeneidad y precio, al tiempo que mejoran significativamente el control de calidad, reducen el desperdicio de carne magra y optimizan la eficiencia en planta. Además, facilitan el cumplimiento normativo mediante el análisis de componentes como grasas saturadas o sodio, reducen costes operativos y de laboratorio gracias a su rapidez (resultados en apenas 25 segundos), y fomentan la digitalización del proceso productivo mediante su integración con sistemas como FossManager™ y FossAssure™, que permiten la gestión remota, la trazabilidad y el mantenimiento del rendimiento de los equipos.

Más información:

- https://www.fossanalytics.com/en/news-articles/meat/advantages-of-x-ray-in-meat-analysis

Analizador LabSpec 4 Standard-Res

Se trata de un analizador NIR portátil que permite realizar mediciones espectrales de calidad en productos cárnicos directamente en el lugar donde se encuentra la muestra, fuera del laboratorio.

Ventajas para el sector cárnico:



1. **Movilidad y flexibilidad**: El uso del NIR portátil permite trasladar el análisis directamente a planta, mejorando la rapidez y practicidad del control de calidad.
2. **Aplicaciones múltiples**:
    - Control de calidad en cerdo fresco, jamón curado, vacuno y ovino.
    - Soporte en procesos para alargar la vida útil de la carne.
3. **Reducción de costes**: Facilita la automatización de procesos de análisis, lo que ayuda a disminuir los costes de producción.
4. **Optimización de la cadena de valor**: Ofrece herramientas para que el productor se posicione mejor frente a la competencia mediante un control más riguroso de sus productos.
5. **Transformación digital**: Enmarcado en las soluciones 4.0, impulsa la digitalización de los controles de calidad dentro de la industria cárnica.

La empresa **Bonsai Advanced Technologies S.L.** ha desarrollado el analizador portátil **LabSpec 4 Standard-Res**, basado en tecnología NIR, que extiende el análisis más allá del laboratorio, permitiendo realizar mediciones espectrales directamente donde se encuentra la muestra. Esta solución 4.0 permite a la industria cárnica controlar la calidad de productos como cerdo fresco, jamón curado, vacuno y ovino, así como optimizar procesos para alargar la vida útil de la carne. Su aplicación favorece la automatización del control de calidad, reduce los costes productivos y aporta mayor flexibilidad en planta. Gracias a su portabilidad, se mejora la eficiencia operativa y se fortalece la cadena de valor, posicionando a los productores frente a la competencia mediante decisiones basadas en datos fiables y accesibles en tiempo real.

Más información:

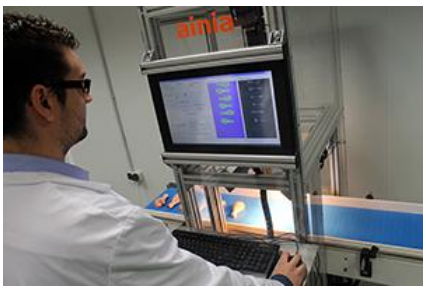
- https://www.bonsaiadvanced.com/producto/analisis-espectral/analizadores-nir/labspec/labspec-4-standard-res-lab-analyzer-copiar/
- https://eurocarne.com/novedades-fichas/id/3109/kw/BONSAI%3A+An%C3%A1lisis+de+carne

Proyecto iTAC – Sistema de inspección por visión hiperespectral en línea

AINIA, en colaboración con Multiscan Technologies y SADA Andalucía, ha llevado a cabo un proyecto financiado por el CDTI para la aplicación de visión hiperespectral en tiempo real en líneas de procesado y envasado cárnico, con el objetivo de:

- Detectar defectos internos y externos.
- Clasificar productos según calidad y composición.
- Obtener mapas químicos detallados de los productos.

Ventajas para el sector cárnico:



1. **Evaluación precisa de calidad**: Capacidad para medir grasa infiltrada en jamón ibérico fresco y contenido graso en piezas de cerdo.
2. **Detección de patologías**: Identificación de miopatía pectoral profunda en solomillos y canales aviares mediante fibroscopios y visión hiperespectral.
3. **Tecnología no destructiva**: Permite analizar composición química sin alterar el producto.
4. **Automatización y eficiencia**:
    - Clasificación automática por calidad (terneza, grasa, perfilado).
    - Detección de piezas defectuosas (exceso de grasa, mal perfilado, miopatías).
5. **Mejora de ratios de producción**: Optimiza procesos industriales y permite una toma de decisiones más rápida y precisa en línea.

El **proyecto iTAC (2015)**, liderado por **AINIA** en colaboración con **Multiscan Technologies** y **SADA**, tuvo como objetivo la aplicación sistemas de **visión hiperespectral en tiempo real** para clasificar productos cárnicos según su calidad y composición durante el procesamiento y envasado. Esta tecnología permite generar mapas químicos a partir de la huella espectral de cada compuesto, lo que facilita la detección de defectos (como miopatías en aves y solomillos), la medición de grasa infiltrada y el control preciso de la calidad en jamón ibérico y piezas porcinas. Al tratarse de una herramienta no destructiva, automatizada y altamente precisa, mejora los procesos industriales, reduce errores y optimiza la producción, integrándose como parte clave de la transformación digital del sector.

Más información:

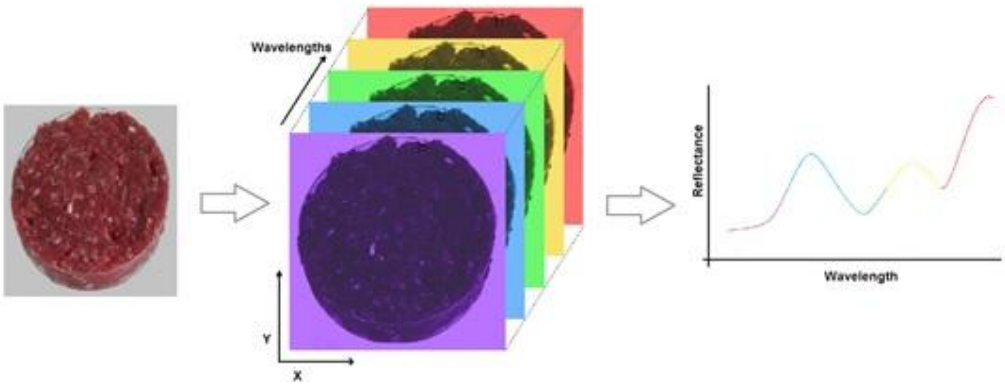
- https://www.20minutos.es/noticia/2457230/0/sada-andalucia-multiscan-technologies-desarrollan-sistema-que-escanea-productos-carnicos-tiempo-real/
- https://carnica.cdecomunicacion.es/noticias/13157/sistema-para-escanear-los-productos-carnicos-en-tiempo-real-en-lineas-de-proceso_-y-envasado

Proyecto HYPERMEAT

El objetivo de este proyecto es la integración de tecnología NIRs en la gestión digital de procesos industriales cárnicos, como parte de la transformación digital del sector.

Ventajas para el sector cárnico:

1. **Optimización estratégica**: Identificación de áreas industriales donde el uso de tecnología NIR sea más eficaz y rentable, considerando capacidades técnicas y de inversión.
2. **Gestión integral del dato**: Uso del NIR para:
    - **Controles de seguridad alimentaria, calidad o fraude**
    - **Calibraciones precisas** para facilitar la toma de decisiones
    - **Trazabilidad y relación con proveedores/clientes**
3. **Transformación digital real**: La tecnología se articula como una herramienta clave para digitalizar y automatizar los controles y análisis.
4. **Mantenimiento y escalabilidad**: Incorpora también la gestión y mejora continua del algoritmo analítico, lo que permite actualizar y adaptar el sistema a nuevas exigencias del mercado.



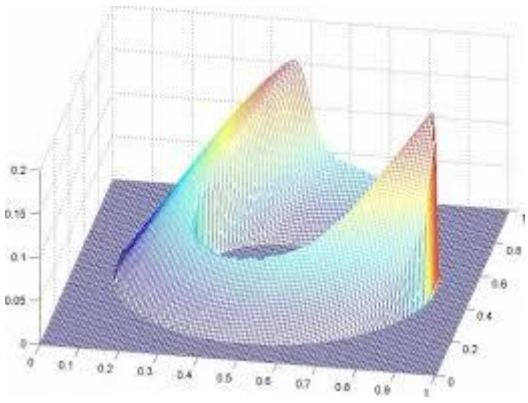
El **Proyecto HYPERMEAT (2019)**, desarrollado por **ASINCAR**, se centró en la incorporación estratégica de datos NIR dentro de la gestión digital de la industria cárnica. Esta iniciativa consideraba la tecnología NIR como un pilar fundamental de la transformación digital, y establecía un enfoque estructurado en cuatro áreas clave: definición del uso según los controles requeridos (seguridad, calidad, fraude), análisis y calibración de datos para decisiones acertadas, gestión de la información para optimizar procesos y trazabilidad, y mantenimiento y mejora de los algoritmos predictivos. Este enfoque integral permite adaptar la tecnología a las capacidades de inversión de cada empresa, asegurando una implementación eficiente y escalable dentro de la industria.

Más información:

- http://asincar.com/proyectos/hyper/

Proyecto QueCarHSI

La Asociación de Investigación de Industrias de la Carne del Principado de Asturias (ASINCAR) ha liderado el proyecto QueCarHSI para el desarrollo de modelos matemáticos predictivos basados en imagen hiperespectral, para evaluar de forma no destructiva y rápida el **estado del jamón cocido.**



Ventajas para el sector cárnico:

1. **Método no destructivo**: Sustituye los métodos analíticos tradicionales, que son destructivos, costosos y lentos, por una tecnología "in situ", automática y rápida.
2. **Transferencia tecnológica**: Se espera que los modelos generados estén listos para su implementación directa en la industria.
3. **Automatización y facilidad de uso**: El sistema está pensado para una operación sencilla, sin requerir manipulaciones complejas de la muestra.
4. **Optimización del control de calidad**: Mejora la eficiencia de los procesos de inspección y seguimiento de productos como el jamón cocido en diferentes etapas de su elaboración.

El proyecto **QueCarHSI (2022)**, impulsado por **ASINCAR**, tenía como objetivo desarrollar modelos matemáticos predictivos a partir de **imagen hiperespectral** para evaluar de forma no destructiva parámetros clave en productos como el **jamón cocido**. Esta tecnología sustituye los métodos analíticos tradicionales, que suelen ser destructivos y laboriosos, por un sistema "in situ", rápido, automático y fácil de usar. Al transformar las imágenes hiperespectrales en predicciones precisas mediante modelos robustos, se facilita su transferencia directa a la industria alimentaria, optimizando los controles de calidad sin comprometer la integridad del producto ni ralentizar el proceso productivo.

Más información:

- https://www.asincar.com/proyectos/quecarhsi/

Dispositivo portátil con inteligencia artificial para control de calidad

La startup desarrolladora de este dispositivo, NULAB, ha sido impulsada por CNTA (Centro Nacional de Tecnología y Seguridad Alimentaria), en colaboración con:

- **NAGRIFOOD** (Clúster Agroalimentario de Navarra).
- **INNOVACC** (Clúster Catalán de la Carne y la Proteína Alternativa).
- **Cárnicas KIKO SA.**
- **IRTA** (Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias).



Esta colaboración ha permitido el desarrollo de un equipo NIR portátil e inteligente, fabricado en España, para medir la calidad de los embutidos con un coste accesible y mayor autonomía técnica, cuyo funcionamiento se está testando en otros sectores.

Ventajas para el sector cárnico:

- **Alternativa nacional y económica**: Respuesta local frente a soluciones extranjeras más costosas y con soporte técnico limitado en España.
- **Incorporación de inteligencia artificial**: Mejora la precisión de las predicciones y reduce la necesidad de calibraciones manuales.
- **Portabilidad y accesibilidad**: Dispositivo compacto, diseñado para su uso directo en planta.
- **Aplicación específica a embutidos**: Optimiza el control de calidad de productos curados mediante tecnología rápida, no destructiva y automatizada.
- **Agilidad y soberanía tecnológica**: Reduce la dependencia de dispositivos y técnicos internacionales, potenciando el tejido industrial local.

NULAB, startup creada en 2021 gracias a **CNTA** con el apoyo de entidades como **NAGRIFOOD**, **INNOVACC**, **Cárnicas KIKO SA** e **IRTA**, ha desarrollado un dispositivo **NIR portátil con inteligencia artificial** para el control de calidad de embutidos. Frente a otras soluciones importadas, este equipo nacional ofrece un coste más asequible, soporte técnico cercano y mayor agilidad operativa. Su integración de IA permite predicciones más precisas y automatizadas, facilitando el análisis directo en planta sin necesidad de personal especializado. La iniciativa representa un avance estratégico hacia la **soberanía tecnológica** y la accesibilidad de herramientas digitales en la industria cárnica española.

Más información:

- https://navarracapital.es/navarra-crea-su-propio-dispositivo-para-medir-la-calidad-de-los-embutidos/
- https://navarradirecto.com/nulab-tecnologia-nir-portatil/

Monitorización NIR en el proceso de secado del chorizo asturiano

Embutidos Maybe ha liderado el desarrollo de una herramienta digital basada en espectroscopía NIR para monitorizar en tiempo real el proceso de secado del chorizo, con el fin de predecir dos parámetros clave:

- Actividad de agua (aw).
- Humedad.

Ventajas para el sector cárnico:



- **Optimización del secado**: Permite alcanzar el punto óptimo de curación de los embutidos, mejorando calidad y uniformidad.
- **Monitorización en tiempo real**: Control continuo del proceso, lo que reduce errores y desperdicios.
- **Tecnología accesible y portátil**: Uso de espectrómetros NIR portátiles permite la aplicación directa en planta.
- **Modelos robustos y fiables**: Se emplean técnicas de quimiometría y *machine learning*, integrando datos reales para obtener predicciones precisas.
- **Reducción de costes y tiempos**: Minimiza la necesidad de análisis de laboratorio mediante una herramienta automatizada y no destructiva.

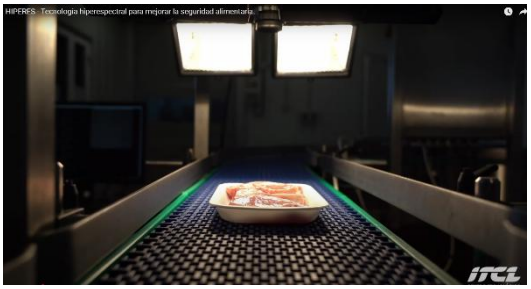
En el marco de **AsDIH (Asturias Digital Innovation Hub)**, la empresa asturiana **Embutidos Maybe**, junto a **ASINCAR**, desarrolló una **herramienta digital basada en espectroscopía NIR** para monitorizar en tiempo real el proceso de **secado del chorizo asturiano**. Esta solución permite predecir con precisión parámetros críticos como la actividad de agua y la humedad, utilizando un espectrómetro portátil. Gracias a la aplicación de técnicas de quimiometría *y machine learning*, se generan modelos matemáticos fiables que permiten controlar y optimizar el proceso de curación, reduciendo costes, garantizando calidad constante y facilitando la toma de decisiones basada en datos durante toda la producción.

Más información:

- https://www.conectaindustria.es/articulo/innovacion/herramienta-digital-que-busca-chorizo-perfecto/20240617102855011668.html
- https://www.asdih.es/equipamientos/maybe-tecnologia-nir-para-el-secado-de-chorizos/

Proyecto HIPERES– Tecnología hiperespectral para mejorar la seguridad alimentaria

El proyecto HIPERES, liderado por TSK Electrónica y Electricidad en colaboración con el Instituto Tecnológico de Castilla y León (ITCL) y ASINCAR, se enmarca en el primer PERTE AGRO. Su objetivo es aplicar la visión hiperespectral en el rango NIR al control de calidad y seguridad alimentaria en productos cárnicos. El sistema combina información espectral y espacial para:



- Estimar la carga microbiana,
- Analizar la composición de la materia prima (grasa/magro, clasificación de tejidos)
- Detectar cuerpos extraños.

Además, incorpora técnicas de Deep Learning e inteligencia artificial para mejorar la precisión de las predicciones y se integra con una plataforma digital remota que permite visualizar en tiempo real los lotes de producción.

Ventajas para el sector cárnico:

- **Visualización en tiempo real de parámetros críticos de calidad y seguridad:** Con la integración del uso de tecnología hiperespectral y digitalización de la calidad.
- **Cálculo del porcentaje de grasa, magro:** Para establecer categorías de productos cárnicos.
- **Tecnología no destructiva, que mantiene la integridad del producto** y permite el control de todas las bandejas producidas.
- **Mejora la rapidez y fiabilidad de los controles en línea**: favoreciendo la mejora continua y la aplicación de medidas correctoras inmediatas.
- **Refuerza la trazabilidad digital y facilita la toma de decisiones.**

El proyecto **HIPERES (2025),** se centra en el uso de visión hiperespectral para estimar la **carga microbiana** y analizar la composición de **productos cárnicos**, incluyendo parámetros como la **proporción grasa/magro** o la **clasificación de tejidos**. El sistema incorpora además funcionalidades de **detección de cuerpos extraños** y la posibilidad de integrarse con plataformas remotas para la **visualización en tiempo real** de los lotes analizados. HIPERES busca aportar una herramienta práctica y versátil para la industria alimentaria, con capacidad de automatizar inspecciones, mejorar la seguridad y reforzar la trazabilidad en los procesos productivos.

VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA HIPERESPECTRAL Y NIR EN EL SECTOR CÁRNICO

1. *Control de calidad más preciso y no destructivo*

- Permite analizar parámetros clave como **grasa, humedad, proteínas, colágeno, actividad de agua** y **maduración**, sin alterar el producto.
- Detección de **defectos internos**, **miopatías**, **adulteraciones** u **objetos extraños**, incluso en tiempo real y en línea.

2. *Automatización y digitalización de procesos*

- Facilita la **toma de decisiones basada en datos**, con herramientas que integran IA, *machine learning* y sistemas de trazabilidad.
- Aporta una **gestión digital del proceso productivo**, desde la calibración hasta el mantenimiento del sistema y la comunicación con proveedores/clientes.

3. *Reducción de costes y aumento de la eficiencia*

- Disminuye el uso de laboratorios externos y los tiempos de análisis (algunos equipos analizan en **menos de 30 segundos**).
- Mejora la eficiencia energética y reduce desperdicios gracias al **control en línea** y a la **automatización de ajustes** en los lotes.

4. *Adaptación a las demandas del consumidor y normativas*

- Ayuda a **cumplir normativas de etiquetado nutricional**, gracias a la medición de nuevos parámetros (grasas saturadas, sodio, energía, etc.).
- Facilita la creación de productos más homogéneos y adaptados a las **preferencias del consumidor**.

5. *Versatilidad de aplicación en diferentes productos cárnicos.*

Se ha aplicado con éxito en:

1) Cerdo fresco y despiece.
2) Jamón curado y cocido.
3) Chorizo y embutidos.
4) Vacuno, ovino y canales aviares.
5) Productos transformados y acabados.

6. *Portabilidad y accesibilidad tecnológica*

Existen soluciones **portátiles y asequibles**, incluso desarrolladas a nivel nacional, que permiten a pequeñas y medianas empresas acceder a esta tecnología sin grandes inversiones.

7. *Impulso a la soberanía tecnológica e innovación nacional*

Varios proyectos (como NULAB o Maybe) demuestran la capacidad de España para desarrollar soluciones propias, reducir dependencia exterior y **fortalecer la industria tecnológica agroalimentaria**.

CONCLUSIONES

La implementación de tecnología hiperespectral y NIR en la industria cárnica representa una **oportunidad estratégica** para mejorar la calidad, eficiencia y competitividad del sector.

A través de los casos analizados, se evidencia un avance significativo en la digitalización y automatización de procesos, con beneficios claros como el control no destructivo y en tiempo real de parámetros clave, la reducción de costes operativos y el cumplimiento de exigencias normativas y del consumidor. Además, la creciente disponibilidad de soluciones tecnológicas accesibles, muchas de ellas desarrolladas a nivel nacional, refuerza la soberanía tecnológica y facilita su adopción incluso por **pequeñas y medianas empresas**.

Estos avances abren el camino para una transformación digital real y sostenible de la industria cárnica, posicionando a las empresas participantes del proyecto PRISMA en la vanguardia de la innovación agroalimentaria.