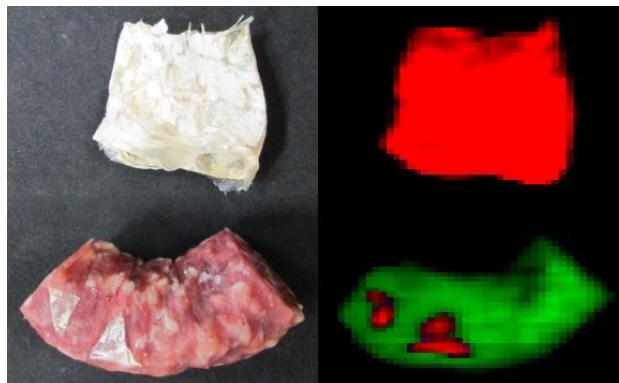


## OBJETIVOS

El objetivo del presente proyecto es dotar de soluciones de vanguardia en la industria agroalimentaria, básico como motor económico de la economía primaria de las regiones consideradas en la convocatoria ININTERCONECTA.

Dentro de la industria agroalimentaria, se busca obtener una solución transversal, que mejore los procesos productivos actualmente implantados. Uno de los sectores evaluados es el sector cárnico. El objetivo principal será la detección en carne fresca y pancetas frescas cuerpos extraños: pelos del animal, restos piel y otras impurezas.



Se buscan un conjunto de demostradores, los cuales posean las siguientes características funcionales comunes entre sí:

- Sistema automático en el proceso de análisis, mediante técnicas de visión artificial.
- Permitir la obtención de una medición completa o cercana a su totalidad del fruto, eliminando la medición puntual de un espectroscopio, en el caso de la determinación de propiedades organolépticas.
- Capacidad de inspección en línea, en tiempo real, de forma que afecte en la menor medida posible el funcionamiento actual de dicha línea.
- Clasificación automatizada del producto en función de la inspección de calidad realizada mediante visión artificial.

A continuación se muestra desde el punto de vista de la visión artificial, un diagrama hardware del sistema que se pretende desarrollar, con los componentes necesarios para la obtención de las propiedades organolépticas que se pretenden detectar:



Los componentes que integran este sistema análisis de imagen mediante visión artificial se detallan en el siguiente epígrafe.

Además en este caso, para la consecución de los objetivos del proyecto, será necesario de un diseño y desarrollo mecánico y automático, innovador, de forma que cada demostrador tecnológico cumpla con la funcionalidad presentada.

## HARDWARE

### 1. Cámara:

Para proceder al análisis del elemento de cada sector se requiere un dispositivo de adquisición de información superficial, es decir, a través de una imagen. Esto se consigue con un sensor de imagen, el cual proporciona la información matricial. Este sensor debe tener unas características especiales para que sea sensible a las longitudes de onda del espectro de luz, tanto en el visible como en el infrarrojo. Esto se debe a que las características que delimitan las propiedades químicas del producto a inspeccionar, si se inspecciona en un rango espectral determinado.

### 2. Lente:

Cada subsistema de visión artificial constará de una lente para cubrir el campo de visión requerido a la distancia a la que se realice la instalación de la misma, a través de la selección de una focal acorde a los requerimientos dimensionales del espacio a visualizar.

### 3. Filtros ópticos:

Con el fin de reducir los costes que tendría el empleo de un sistema hiperespectral, el cual consta de un espectrómetro cuya función es asociar a cada espectro una imagen, es decir, la generación de cubos hiperespectrales, se emplearán filtros ópticos los cuales discretizan la información matricial solo en el rango de la longitud de onda marcada.

Conjugando los diferentes filtros y sus espectros asociados, se obtendría la información necesaria para procesar y obtener los valores porcentuales de las propiedades organolépticas.

En el caso que se requiera todo el espectro infrarrojo cercano, se empleará la tecnología hiperspectral, reduciendo la carga computacional a través de la algoritmia desarrollada, manteniendo la calidad de los resultados.

#### **4. Unidad de procesamiento:**

Módulo encargado de realizar el procesamiento de la imagen obtenida mediante el sensor con los respectivos filtros a determinadas longitudes de onda. Es, junto con el sensor de imagen, el módulo más importante de sistema de captura. El módulo realizará las siguientes tareas procesando las imágenes obtenidas en escalada de grises:

- Medir la reflectancia de cada longitud de onda, asociada a cada filtro, tanto en la muestra, en el fondo, como en el blanco de referencia.
- Determinar la absorbancia para cada longitud de onda.
- Aplicar las funciones matemáticas discriminantes que determinen las propiedades organolépticas.

#### **5. Interfaz de comunicación:**

Módulo encargado del envío de la información a un sistema central de control para la selección de los frutos en una línea de separación, acorde a los criterios de selección demandados por el cliente.

#### **6. Mecánica y automática:**

Como consecuencia del desarrollo del proyecto, es necesario el diseño y desarrollo de una mecánica y automática de forma que presente los productos al sistema de inspección, además de realizar la operación necesaria en cada sector.

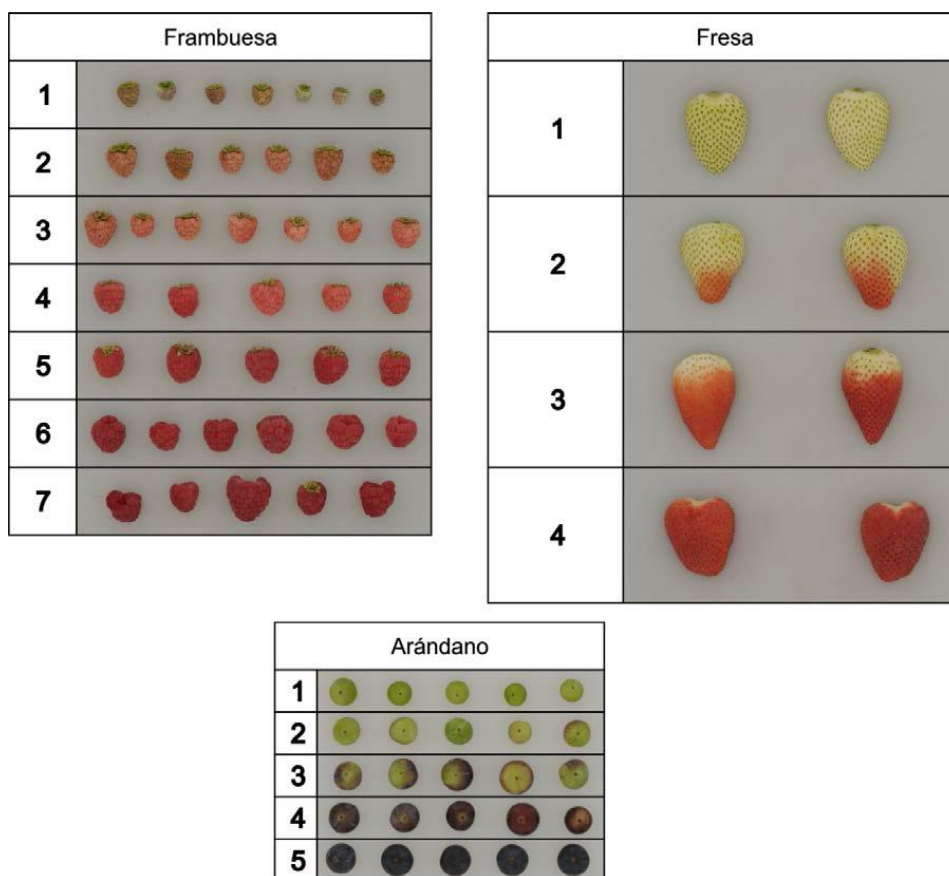
### **DESCRIPCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA E INSPECCIÓN EN LÍNEA**

A continuación se describe el proceso a realizar para un producto genérico, adaptándolo a las necesidades de los productos en particular. En el proyecto se busca desarrollar una metodología de clasificación común, funcional en los diferentes sectores agroalimentarios.

#### **1. Descripción Técnica**

Una de las primeras tareas del proyecto debe ser la de encontrar las relaciones existentes entre las medidas espectrorradiométricas, digitales e hiperespectrales con las características de calidad de la fruta. Para ello, la primera tarea será la elección de las muestras de productos para la puesta a punto de los métodos de análisis y para realizar los estudios preliminares.

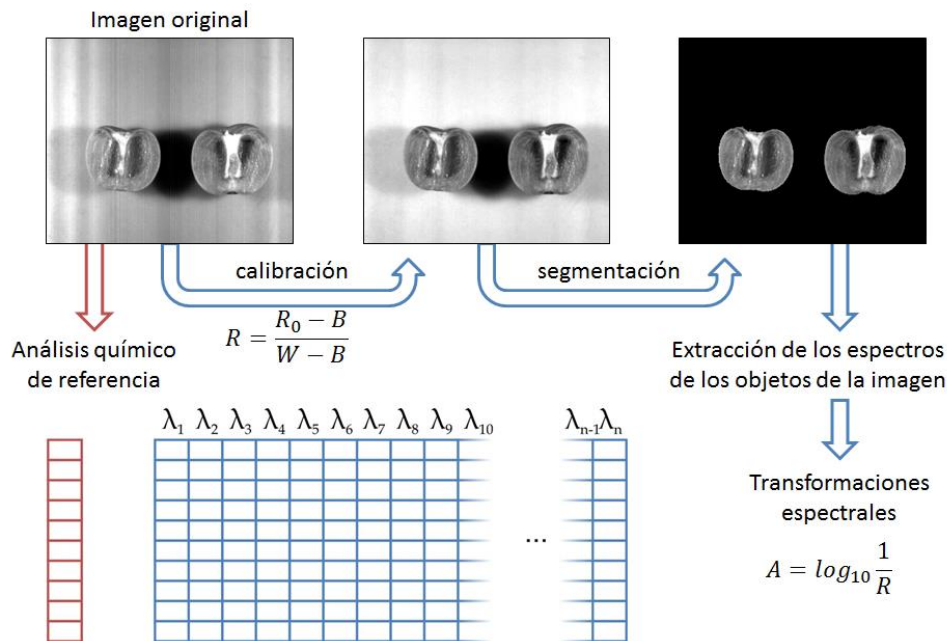
A continuación, se debe realizar una clasificación manual de los productos en diversos estados, acorde a las características que se pretenden evaluar. A continuación, se muestran imágenes basadas en la clasificación de éstos en función de su etapa de maduración.



El número de posibles etapas dependerá del tipo de fruto que se pretende evaluar y además de las características de los mismos.

Una vez los productos evaluados y clasificados, el objetivo será la aplicación de una serie de procesos químicos de forma que se obtengan unos datos químicos que determinen las características de los mismos.

A la matriz de datos espectrales y datos químicos, se le aplicarán métodos estadísticos multivariantes, de forma que se obtendrán modelos matemáticos útiles para la evaluación de la calidad de los frutos a partir de la información espectral que produzca el dispositivo multispectral de clasificación. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de la obtención y el procesado de imágenes hiperespectrales y cómo se construyen las matrices de datos espectrales y químicas.



Mediante estos análisis tanto químicos como hiperespectrales, se obtienen un conjunto de relaciones matemáticas entre las imágenes espectrales y el estado de las propiedades de interés del producto. El sistema de inspección contendría el desarrollo del software que implementa dichas relaciones, de forma que como resultado proporciona el estado de los parámetros evaluados acorde los objetivos descritos anteriormente.

## 2. Desarrollo del Demostrador Tecnológico

En la actualidad, para la determinación de las propiedades organolépticas se realizan ensayos destructivos para el análisis químico. Mediante el sistema propuesto en este proyecto, el análisis de los productos se realiza en la línea de producción, de forma que el análisis se realiza en tiempo real y es de forma no destructiva.

El proceso comentado anteriormente solo habría que realizarlo para caracterizar las propiedades de los productos con los que trabajaría el sistema, de forma que una vez implementado este proceso en el software del demostrador, éste solo debería capturar imágenes hiperespectrales en los espectros de interés arrojados por el análisis químico de cada producto y el análisis de los mismo para la clasificación.

Actualmente, los procesos de inspección de estas propiedades organolépticos están basados en imágenes hiperespectrales y son específicos en análisis de laboratorio. Con el desarrollo del demostrador tecnológico, se pretende llevar esta tecnología a una línea de producción real.

El demostrador debe poseer la siguiente funcionalidad:

- Debe ser capaz de procesar los productos en tiempo real, de forma que afecte en la menor medida posible al procedimiento actual en la línea de producción.
- Capacidad de trabajar con cualquier producto agroalimentario.
- Clasificación automática de los productos en función de las características de inspección basada en sistemas mecánicos y/o robóticos.

A continuación se comentan las etapas a seguir para el desarrollo del demostrador tecnológico para la inspección de calidad en fruta:

- Diseño mecánico y automático de la línea de producción para la inspección y clasificación de productos.
- Desarrollo de una mecánica y automática de dicha línea, de forma que se cumplan con los objetivos del demostrador.
- Diseño y desarrollo hardware del sistema de inspección de calidad basado en técnicas hiperespectrales.
- Análisis químico para la caracterización de la relación existente entre las propiedades químicas del fruto y las imágenes espectrales.
- Desarrollo del software de inspección.
- Desarrollo del software de comunicación entre los diferentes subsistemas que constituyen el demostrador.