

PREMIOS DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS VETERINARIAS DE ESPAÑA - 2019

XIII PREMIO ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE VETERINARIOS DE MADRID

Herramienta espectroscópica-inteligente para evaluar la calidad y seguridad de la carne en su cadena de distribución

Dr. Alberto Villa Martínez

Dr. José S. Torrecilla,
Sandra Pradana López,
Gema Escobar Gonzalez,
Dr. John C. Cancilla

OBJETIVOS

En este trabajo se presenta un prototipo basado en la espectroscopía fluorescente para la detección de actividades fraudulentas en el sector cárnico. En concreto se han estudiado tres clases de carne roja (cordero, cerdo y vaca) y dos tipos de carne blanca (pavo y pollo)

Las actividades que se han validado son cuatro:

- i. calidad de la carne almacenada a temperatura ambiente,
- ii. calidad de la carne almacenada en ambientes refrigerados,
- iii. rotura de la cadena del frío,
- iv. distinción de la carne congelada y fresca.

Asimismo también se ha validado el prototipo por medio de carne envasada en film transparente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha trabajado sobre dos grandes grupos de carne: roja y blanca. En concreto, se han utilizado cinco tipos de carne procedentes de vaca, cerdo, cordero, pollo y pavo.

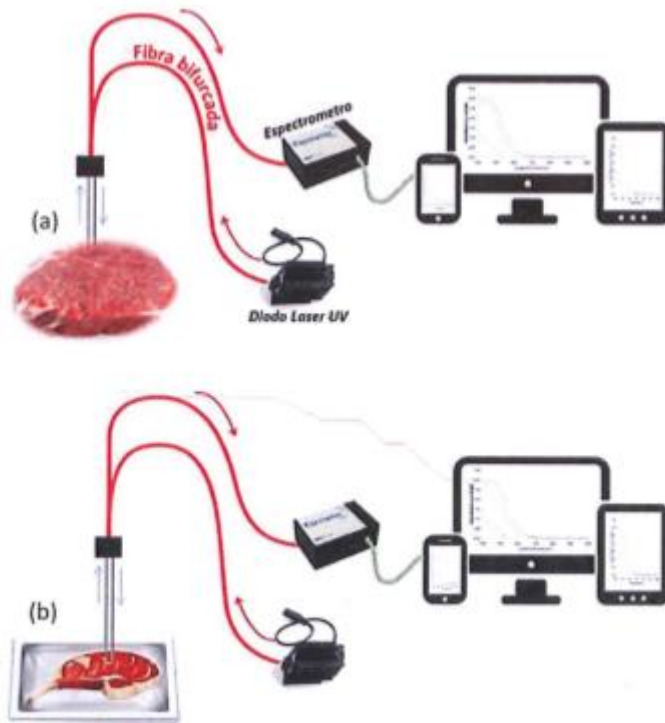
Tabla 1. Características comerciales de los tipos de carne utilizadas.

Tipo	Ganado	Marca	Parte del animal	Muestras
Roja	Cerdo	Alcampo	Lomo	32
	Cordero	Auchan	Cuello	32
	Vaca	Auchan	Lomo	32
Blanca	Pollo	UVESA	Pechuga	32
	Pavo	Coren	Pechuga	32

MATERIAL Y MÉTODOS

- (i) Cuatro grupos se mantuvieron a temperatura ambiente, entre 22-23°C. Cada muestra fue medida durante los tres primeros días a las 8, 12, 16 y 20 horas de cada día.
- (ii) Cuatro grupos de carne que directamente se mantuvieron refrigeradas a 4°C. Cada muestra fue medida durante los siete primeros días a las 8 y 20 horas de cada día.
- (iii) Cuatro grupos fueron utilizados para romper la cadena del frío. Estas muestras fueron congeladas a -8°C, y al tercer día se expusieron a temperatura ambiente (22 – 23°C) durante dos horas para posteriormente volver a ser congeladas a las mismas condiciones anteriores. En este caso se midieron al cabo de las dos horas y al final del proceso de congelación.
- (iv) Cuatro grupos fueron congelados a -8°C. La descongelación de esta carne se inició en el 5º día de almacenamiento, poniéndolo a 4°C. La medida se realizó una vez durante el séptimo día.

MATERIAL Y MÉTODOS



El sensor de fluorescencia está formado por una estructura física que contiene la muestra, una fuente de luz y un fotodetector. En esta figura se muestran dos tipos de actuación con las que se ha validado el equipo.

Se ha testado el equipo con muestras sin envase (a) y por otro con muestras envasadas (b).

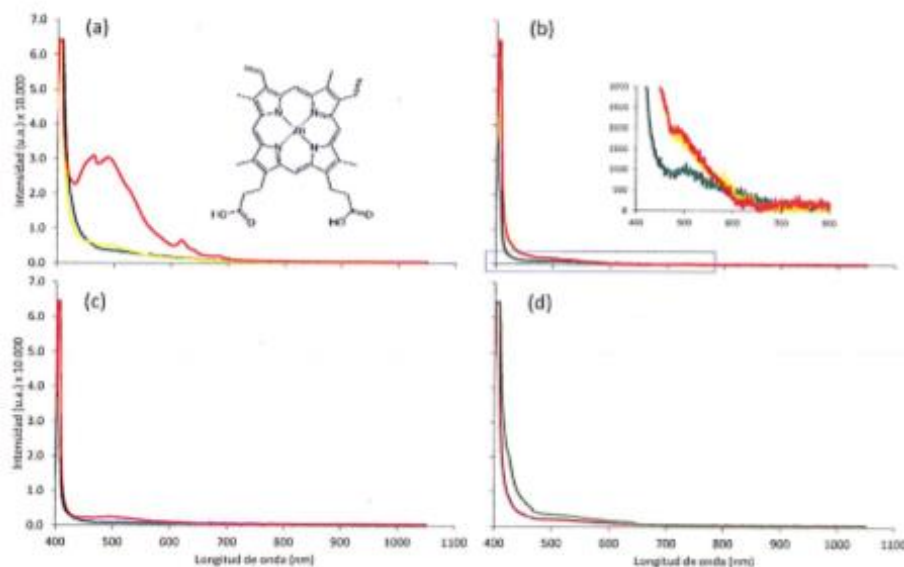


Figura 2. Perfil de la emisión fluorescente ($\lambda_{\text{excitación}} = 405\text{nm}$) de la carne. (a) Carne de pollo expuesta a temperatura ambiente (en verde medida a tiempo 0, en amarillo medida a tiempo 2 horas y en rojo a tiempo 4 horas); se muestra la estructura de la Zn Protoporfirina; (b) Carne de vaca expuesta a condiciones de refrigeración (en verde medida a tiempo 0, en amarillo medida a tiempo 1 día y en rojo a tiempo 2 días); (c) carne de cordero expuesta a una rotura de la cadena del frío (en verde medida de la carne congelada y en rojo la medida de la carne que ha sido sometida a la rotura de la cadena de frío); (d) Carne de pavo en condiciones de fresco y congelado (en rojo la carne fresca y en verde la carne congelada).

RESULTADOS PRINCIPALES

¿La carne ha estado fuera del frigorífico por más de dos horas?

En la tabla adjunta, se muestran los resultados de los tres tipos de modelos MLPs entrenados para detectar aquellas muestras que han estado por más de dos horas a temperatura ambiente. A la vista de los resultados la carne blanca ofrece más facilidad a la hora de determinar que carne ha sido expuesta a unas condiciones de conservación anómalas.

I	Cerdo			Cordero			Vaca			Pavo			Pollo		
	Med*	< 2h	> 2h	Med	< 2h	> 2h	Med	< 2h	> 2h	Med	< 2h	> 2h	Med	< 2h	> 2h
K-fold	91.0	91.0	90.2	91.0	91.7	90.2	91.8	90.2	93.4	95.1	97.0	93.2	95.2	97.2	93.2
IV	91.4	92.3	90.5	93.7	93.9	93.5	90.2	90.4	90.0	96.2	98.5	93.8	95.3	96.3	94.3
II	Carne roja						Carne blanca								
	Med		< 2h		> 2h		Med		< 2h		> 2h				
K-fold	89.6		89.0		90.2		92.9		92.0		93.8				
IV	89.7		88.9		90.5		91.4		92.3		90.5				
III	Todas las carnes														
	Med			< 2h			> 2h								
K-fold	89.9			90.6			89.2								
IV	88.7			88.7			87.5								

*Media.

RESULTADOS PRINCIPALES

¿La carne ha estado refrigerada por más de tres días?

Los resultados estadísticos se muestran en la tabla adjunta. Como en la clasificación anterior, el prototipo desarrollado es capaz de desarrollar con mayor precisión las alteraciones de refrigeración para el caso de las carnes blancas con respecto a las carnes rojas.

I	Cerdo			Cordero			Vaca			Pavo			Pollo		
	Med*	< 3d	> 3d	Med	< 3d	> 3d	Med	< 3d	> 3d	Med	< 3d	> 3d	Med	< 3d	> 3d
K-fold	91.0	91.4	90.5	91.3	92.2	90.4	92.3	90.6	93.9	95.4	97.5	93.3	95.5	97.5	93.4
IV	92.8	92.8	90.9	94.0	94.2	93.7	90.9	91.0	90.8	96.9	99.4	94.3	95.3	96.6	94.9
II	Carne roja						Carne blanca								
	Med	< 3d	> 3d	Med	< 3d	> 3d									
K-fold	91.2	92.0	91.0	91.8	92.4	91.2									
IV	92.0	93.3	91.2	94.3	94.8	93.8									
III	Todas las carnes														
	Med	< 3d	> 3d												
K-fold	92.0	93.0	91.0												
IV	92.6	93.3	91.9												

*Media.

RESULTADOS PRINCIPALES

¿Se ha roto la cadena de frío de la carne?

En la tabla adjunta se muestra el rendimiento de los modelos desarrollados para la evaluación de la cadena de frío de la carne. Como en los casos anteriores, la rotura de frío llevada a cabo en este trabajo se detecta mejor en el caso de la carne blanca que el de la carne roja. Por otro lado, en el caso de la carne blanca, la carne de pavo es la que mejor se detecta.

I	Cerdo			Cordero			Vaca			Pavo			Pollo		
	Med*	SI	NO	Med	SI	NO	Med	SI	NO	Med	SI	NO	Med	SI	NO
K-fold	90.8	91.0	90.8	91.3	92.3	90.2	92.5	91.0	94.0	95.8	97.5	94.1	95.5	97.3	93.6
IV	91.7	92.6	90.7	93.3	94.4	92.1	90.5	90.4	90.5	96.7	99.1	94.2	95.8	97.1	94.5
II	Carne roja						Carne blanca								
	Med	SI	NO	Med	SI	NO									
K-fold	91.3	92.2	90.3	92.2	93.6	90.7									
IV	92.6	93.4	91.7	95.0	95.6	94.4									
III	Todas las carnes														
	Med	SI	NO												
K-fold	91.1	92.1	90.1												
IV	93.1	93.8	92.4												

*Media.

RESULTADOS PRINCIPALES

¿La muestra ha sido congelada en algún momento o es totalmente fresca?

En la tabla adjunta se muestran los resultados obtenidos para la distinción entre carne fresca y congelada. Al igual que en el resto de los casos, la carne fresca se puede distinguir más fácilmente en el caso de la carne congelada en el caso de la carne blanca.

I	Cerdo			Cordero			Vaca			Pavo			Pollo		
	Med*	SI	NO	Med	SI	NO	Med	SI	NO	Med	SI	NO	Med	SI	NO
K-fold	91.4	91.2	91.5	91.7	92.6	90.7	92.6	91.1	94.0	95.9	97.6	94.0	96.0	97.5	94.4
IV	92.1	92.9	91.2	94.4	95.0	93.6	91.0	91.2	90.8	97.1	100.0	94.1	96.8	97.7	95.8
II	Carne roja						Carne blanca								
	Med		SI		NO		Med		SI		NO				
K-fold	91.9		91.3		92.5		93.0		94.2		91.8				
IV	92.9		93.6		92.0		95.6		96.5		94.7				
III	Todas las carnes														
	Med					SI					NO				
K-fold	92.8					92.9					92.7				
IV	93.4					94.3					92.4				

*Media.

CONCLUSIÓN

Se ha validado un prototipo para monitorizar de forma sencilla, rápida, no destructiva, económica y portátil la calidad de los productos cárnicos no elaborados. Se han combinado herramientas espectroscópicas con modelos inteligentes capaces de estimar diferentes condiciones de conservación de las carnes. En concreto, el prototipo presentado ha conseguido **diferenciar las muestras almacenadas a temperatura ambiente por más de dos horas, alimentos refrigerados por más de tres días, roturas de la cadena de frío en productos cárnicos y también la distinción entre carne fresca y congelada.**

PREMIOS DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS VETERINARIAS DE ESPAÑA - 2019

XIII PREMIO ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE VETERINARIOS DE MADRID

**Herramienta espectroscópica-inteligente
para evaluar la calidad y seguridad de la
carne en su cadena de distribución**

Dr. Alberto Villa Martínez

Dr. José S. Torrecilla,
Sandra Pradana López,
Gema Escobar Gonzalez,
Dr. John C. Cancilla

Gracias
