

## RELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS SENSORIALES, FÍSICO-QUÍMICOS E INSTRUMENTALES EN EL JAMÓN COCIDO

Relationship between sensory, physico-chemicals and instrumental characteristics in cooked ham

**Frontela, C.\*; López, G.; Ros, G.; Martínez, C.**

Departamento de Tecnología de los Alimentos, Nutrición y Bromatología

Facultad de Veterinaria, Campus Universitario de Espinardo. 30071 Murcia, España.

Autor de referencia: Carmen Frontela, Teléfono y Fax: 968364798. Email: \*carmenfr@um.es

### RESUMEN

En este estudio, se han relacionado distintas medidas físico-químicas e instrumentales de dos marcas comerciales de jamón cocido con sus perfiles sensoriales descritos por un panel de catadores y con su aceptabilidad por los consumidores. Para el análisis del perfil sensorial de las muestras se creó un panel compuesto por ocho catadores entrenados que realizó el análisis descriptivo cuantitativo; paralelamente, un panel de 133 consumidores analizó la aceptabilidad del producto. Sobre estas muestras se llevó a cabo el estudio de los valores físico-químicos de pH, acidez, humedad, grasa, color CIE, (1976) ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  y  $h^\circ$ ) y textura instrumental. La relación entre variables sensoriales, físico-químicas e instrumentales se calculó mediante un análisis de componentes principales. El jamón cocido resultó ser un producto en el que el color tiene una gran importancia para el consumidor, prefiriendo éstos un producto de color rosado claro. Un mayor contenido en grasa se valoró positivamente, mientras que una mayor intensidad del parámetro  $a^*$  (color rojo) fue valorada negativamente. El estudio de las correlaciones entre las variables estudiadas en el jamón cocido muestra que un mayor contenido en grasa del producto se tradujo en una disminución en su dureza instrumental, sin embargo esta característica no fue detectada por el panel entrenado. El incremento en su contenido en agua produjo una disminución en la acidez del producto, lo cual se vio reflejado en un incremento en el valor de  $L^*$  (luminosidad), y un mayor contenido de grasa se tradujo en una disminución del parámetro  $a^*$ , que pudo deberse al color propio de la grasa.

**Palabras clave:** jamón cocido, análisis sensorial, consumidores, humedad, pH, acidez, grasa, color, textura.

### ABSTRACT

In this work, we have carried out physico-chemical and sensory analysis of two brands of cooked ham. For sensory evaluation we developed a trained panel of eight persons, and we counted with 133 consumers for researching population preferences for these meat products. Simultaneously physico-chemical analysis of pH,

tritable acidity, fat content, moisture, color CIE, (1976) ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  and  $h^\circ$ ) and instrumental texture were done to correlate with sensory attributes using a principal component analysis. Color of cooked ham was the most important attribute selected by the consumers to choose this meat cooked product. The two less important attributes for consumers choice were texture and aroma. Physico chemical values showed that the higher fat content is a positive characteristic chosen by the consumers. On the other hand a high  $a^*$  value (red colour) was negatively appreciate in cooked ham, (consumers prefer a pale pink colour in this product). Correlation studies between sensory attributes and instrumental parameters showed common correlations in most of them; so that we observed that a high fat content have resulted in a decrease of instrumental hardness, although, panelists could not detect this. Finally observed that a decrease on acidity mean an increase in water content and consequently an increase on  $L^*$  value. Fat content means a decrease on  $a^*$  value, probably owing to the fat colour.

**Key words:** cooked ham, sensor analysis, customers, moisture, pH, acidity, fat, color, texture

## INTRODUCCIÓN

La evaluación sensorial fue definida en 1975 por la División Sensorial del Instituto de Tecnólogos en Alimentos y aceptada mundialmente como una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar características de los alimentos y materiales tal y como son percibidos por los sentidos del gusto, tacto, olfato y oído. Es en definitiva un método experimental mediante el cual los jueces perciben y califican, caracterizando y/o mensurando, las características sensoriales de muestras adecuadamente presentadas, bajo condiciones ambientales preestablecidas y bajo un patrón de evaluación acorde al posterior análisis estadístico (Ureña, 1999). La evaluación sensorial disfruta desde hace tiempo de una estrecha relación con la industria de los alimentos. Las industrias alimentarias, presentan desde hace años un gran interés en establecer diferencias entre los productos que elaboran y los de otras industrias similares, ha cobrado por ello gran importancia la aplicación de métodos sensoriales para realizar estudios comparativos en alimentos a fin de establecer dichas diferencias, adquiriendo cada vez mayores niveles de complejidad (Cross y Ron, 1978). Los objetivos de la evaluación sensorial en carne y productos cárnicos, se centran fundamentalmente en caracterizar sensorialmente estos alimentos y en detectar las variaciones sensoriales que se producen como consecuencia de los distintos

métodos de cocinado de la carne (Guardiá, 1997). Cada producto cárnico, por proceder de distintas especies o sufrir distinto tratamiento tecnológico, presenta un distinto perfil sensorial. El perfil sensorial identificado se relaciona fundamentalmente con la composición química del alimento (Prandl y Fisher, 1994). Un amplio repertorio de propiedades sensoriales incluyendo la *apariencia*, el *aroma*, el *sabor* y la *textura* definen la evaluación sensorial de los productos cárnicos (Mann *et al.*, 1989). La elección del consumidor está determinada por todas ellas. En general las estadísticas dicen que los consumidores valoran el color en la carne cruda, y la terneza, jugosidad y el aroma en la carne cocinada a la hora de su adquisición. Pero existen otros muchos atributos sensoriales que definen el producto, aunque para su estudio se requiere la actuación de jueces entrenados o catadores en la evaluación sensorial que permitan realizar un análisis descriptivo cuantitativo (QDA) de los atributos sensoriales del producto cárnico evaluado. En la apariencia de un producto cárnico cocido se evalúan forma, color, brillo y opacidad. El color de la carne está determinado casi en su totalidad (80%) por su contenido en mioglobina que es el pigmento predominante en carne, determinando su estado químico las principales diferencias observadas en el color de la superficie de la carne. Como consecuencia del tratamiento térmico de los productos cárnicos, se produce en general una disminución en el color rosa y un aumento en el color marrón,

en este sentido, el color rosado característico del jamón cocido, se debe a la formación de ferrohemocromo consecuencia de la aplicación de calor (Price y Schweigert, 1994). En general tras el tratamiento térmico de la carne se observan modificaciones en su aroma y sabor que variarán en función de la temperatura alcanzada, tales como una disminución del sabor metálico y en el caso del tratamiento sobre la carne de cerdo, se produce un aumento de su aroma. En el jamón cocido, es apreciado positivamente la aparición de aroma a curado que varía con la temperatura de tratamiento. El calor ejerce sobre la carne cambios significativos en su dureza y jugosidad, generándose un atributo fundamental que es la palatabilidad en la carne y en los productos cárnicos. Durante el tratamiento térmico, se producen dos cambios fundamentales: endurecimiento de las fibras musculares por coagulación de las proteínas y ablandamiento del tejido conectivo debido a la transformación del colágeno en gelatina (Lawrie, 1998). La temperatura alcanzada influye especialmente en la terneza de las fibras musculares mientras que el tiempo de cocción lo hace sobre el tejido conectivo (Varnam y Sutherland, 1998). En el jamón cocido, los atributos de textura especialmente valorados por los consumidores son una buena cohesión (relacionada con la adición de fosfatos, con la temperatura de tratamiento y con la presencia de proteínas en solución), la terneza y la jugosidad al masticar (relacionado con la adición de citratos al jamón cocido), la ausencia de grietas y huecos, y una escasa presencia de tejido graso intramuscular, así como la ausencia de pintas de sal.

El estudio de la correlación entre los parámetros sensoriales e instrumentales de los alimentos es utilizado para investigar la relación que existe entre ambos tipos de medidas, así como comprender qué es percibido exactamente por los catadores en los estudios sensoriales (Paoletti *et al.*, 1993). El empleo de las pruebas físico-químicas en relación a las pruebas sensoriales es utilizado también en la industria

alimentaria con el objetivo de disminuir la carga de trabajo del panel sensorial, mediante la sustitución de algunas pruebas sensoriales por test de laboratorio, así como para poder conocer exactamente las causas físico-químicas de cada atributo sensorial. El empleo de estos análisis de correlación entre ambos tipos de variables es utilizada cada vez más como una herramienta de desarrollo de productos en la industria alimentaria; del mismo modo, se ofrece como una alternativa más rápida y económica que la realización de un mayor número de ensayos exclusivamente sensoriales sobre el alimento, ofreciendo al mismo tiempo una mayor garantía de calidad.

## OBJETIVOS

Los objetivos de este estudio han sido:

1. Estudiar las preferencias de los consumidores por dos marcas comerciales de jamón cocido.
2. Elaborar el perfil sensorial de ambos productos a fin de conocer las características de los productos que han sido mejor valorados por los consumidores.
3. Analizar las propiedades físico-químicas e instrumentales de color y textura y estudiar su relación con los atributos sensoriales a fin de poder predecir un posible éxito o rechazo del producto en el mercado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestras

Para el presente estudio, se seleccionaron dos marcas comerciales de jamón cocido de elevado consumo, cuyos ingredientes se detallan en el Cuadro 1.

### Diseño experimental

El desarrollo del trabajo experimental se llevó a cabo en dos fases, por una lado se realizó

Cuadro 1. **Ingredientes de las muestras empleadas en este estudio**

<b>MARCA A</b>	Jamón de cerdo (90%), agua, sal, azúcar, estabilizante (E-450), antioxidante (E-301), potenciador del sabor (E-621), conservador (E-250).
<b>MARCA B</b>	Jamón de cerdo (85%), agua, sal, lactosa, dextrosa, azúcar y especias naturales, estabilizante (E-450) y carragenato, conservador (E-250 y E-252), antioxidante: ascorbato de sodio, recubrimiento: gelatina comestible y ácido sórbico (E-200).

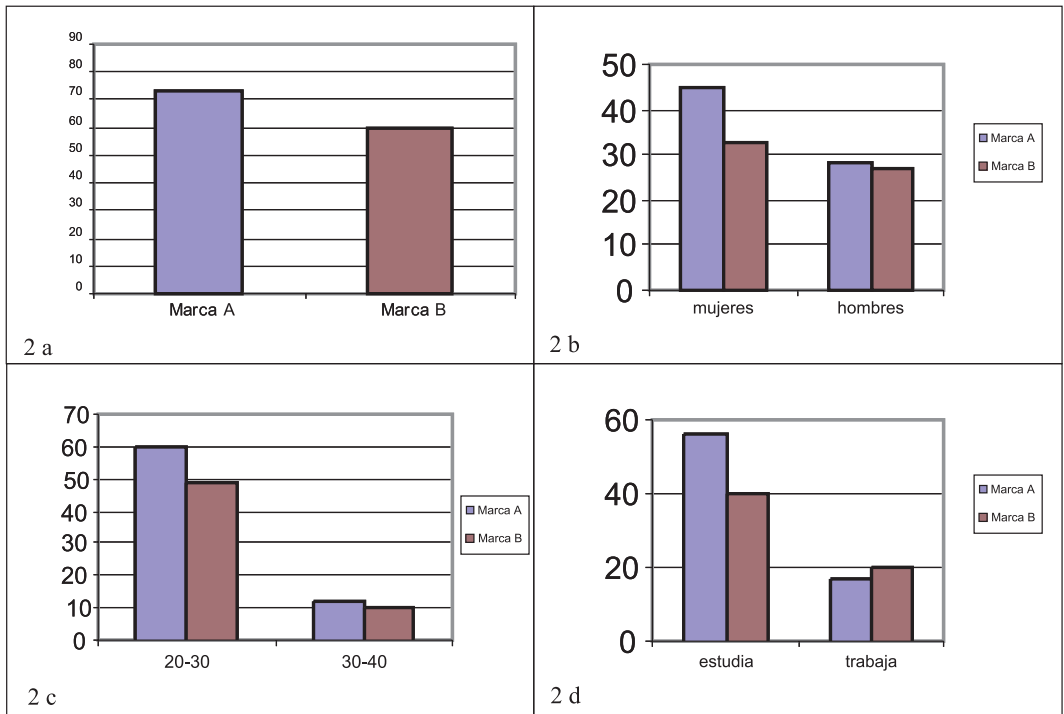


Figura 1. Distribución de frecuencias en las preferencias de dos marcas de jamón cocido en la población general (2a), según sexo (2b), edad (2c) y dedicación (2d).

un estudio sensorial con la realización de pruebas de preferencia sobre un panel de consumidores, y de pruebas de diferencia y descriptivas sobre un panel de catadores entrenado, y por otro lado se llevó a cabo la determinación sobre las mismas muestras de distintas pruebas físico-químicas: determinación del contenido en humedad, contenido en grasa, valor de pH, acidez,

así como el análisis instrumental del color y de la textura.

### Encuestas de consumidores

El análisis sensorial de las muestras comenzó por la realización de encuestas a 133 consumidores (personal y alumnos de la Universidad

de Murcia), las cuales se desarrollaron en el laboratorio de la Unidad Docente de Nutrición y Bromatología de la Facultad de Veterinaria. Las encuestas preguntaban sobre la preferencia del producto en función del color, aroma sabor o textura. Las frecuencias obtenidas en las respuestas se agruparon en función del sexo, edad y dedicación (estudiante o trabajador).

### Panel de catadores

El entrenamiento de los catadores se desarrolló durante las primeras semanas del presente estudio, durante las cuales el panel de catadores recibió información sobre el modo de responder a los cuestionarios, interpretación de escalas de valoración, conocimiento de la importancia del proyecto, y del papel fundamental que desempeñaría su actividad en el desarrollo de este estudio. El entrenamiento de los catadores se desarrolló mediante la realización de distintos ensayos con el objetivo de evaluar la sensibilidad individual de los catadores y establecer la detección del *umbral de reconocimiento*, que se define como la concentración a partir de la cual el panel es capaz de reconocer un sabor (González Carnero *et al.*, 2002). El entrenamiento se inició a partir de disoluciones de los sabores salado, dulce, amargo y salado en concentraciones elevadas y fácilmente detectables, reduciéndose progresivamente hasta alcanzar los niveles del umbral de reconocimiento de cada uno de ellos. El entrenamiento de los catadores en los atributos de textura y sabor metálico, se realizó a partir de datos bibliográficos, y fue eminentemente teórico, consistiendo en la comprensión por parte de los catadores de las definiciones dadas para cada uno de los atributos evaluados. Transcurridas las etapas anteriores, se dispuso ya de un panel de ocho catadores entrenados capacitado para llevar a cabo tareas de evaluación sensorial que se secuenciaron en el tiempo. Se llevó a cabo entonces el desarrollo del análisis descriptivo de los productos cárnicos cocidos por el panel de catadores entrenados.

Las pruebas empleadas en este estudio fueron:

1° *Análisis discriminativos*. Se realizaron para determinar *diferencias* entre las distintas marcas comerciales del mismo producto. Las pruebas empleadas para este fin fueron las denominadas pruebas dúo-trío (UNE 87-010-93) y las pruebas triangulares (UNE 87-006-92).

2° *Análisis descriptivo cuantitativo*. Fue la prueba más compleja de este estudio, por esto, se realizó al final de todo el proceso anterior. Para su elaboración, se llevó a cabo una revisión bibliográfica de los atributos sensoriales más importantes a evaluar en la caracterización sensorial del jamón cocido. Las pruebas se basaron en la puntuación del atributo sensorial evaluado sobre una escala estructurada de 1 a 8, dando el valor 1 a la menor intensidad del mismo y el valor 8 a la mayor intensidad. Se evaluaron los siguientes atributos: color rosado, brillo, veteado, uniformidad de la superficie, aroma ahumado, dulce, salado, sabor metálico, jugosidad, ternera, fibrosidad.

### Estudio físico-químico del jamón cocido

En la segunda fase del estudio se procedió al análisis instrumental y físico-químico de las muestras. Se realizaron tres medidas de cada parámetro para cada una de las dos marcas (A y B) de jamón cocido. Para ello se realizaron medidas de textura sobre muestras de 1 centímetro de grosor empleando un texturómetro Instron, así como la determinación de los valores de color objetivo empleando el sistema CIELab, (1976) donde la coordenada L\* corresponde a la luminosidad de la muestra, los valores de la coordenada a\* están asociados al color rojo si es positiva (0 a 60) y al verde si es negativa (-60 a 0), mientras que la coordenada b\* corresponde al color amarillo si es positiva (0 a 60) y azul si es negativa (-60 a 0), ángulo hue (h°), que orienta sobre la proporción de rojos y amarillos y cromaticidad (C\*) que hace referencia a la saturación o pureza del color. Posteriormente,

se realizó la homogenización de las muestras para medir el contenido en grasa, humedad y determinar del pH y la acidez.

### Determinación instrumental de la textura

Para este estudio se empleó un texturómetro Instron (mod. 1011, Canton, MA, USA) dotado de un transductor de carga de 50 kg, una superficie del émbolo de 2 cm<sup>2</sup> y velocidad de descenso de la cruceta de 8,3.10<sup>-3</sup> m/s. El test de textura se realizó en la zona central de la muestra y por triplicado. Las variables de textura evaluadas fueron: dureza (N), elasticidad (cm), cohesividad, masticabilidad (N/cm) y gomosidad (N) (Kramer, 1964).

### Determinación instrumental del color

El color objetivo de los productos cárnicos cocidos fue medido por reflexión de la luz utilizando el colorímetro portátil Minolta Chroma Meter II Reflectance, (mod. CR-200/08, Minolta Limited, Milton Keynes, Reino Unido), analizador del color, que lleva incorporado el iluminante D<sub>65</sub> con un ángulo de observación de 10°. Las medidas se realizaron en tres puntos distintos sobre la superficie del producto y por triplicado teniendo en cuenta los parámetros que según Honikel (1998) se deben considerar en la medida del color de productos cárnicos, tales como tiempo de exposición de la muestra al aire, que fue de dos horas. Los resultados se expresaron utilizando el sistema de coordenadas L\*, a\*, b\* (McLaren, 1980). El ángulo hue (h°) y la cromaticidad (C\*) se calcularon como:  $\text{tangente}^{-1} = (b^*/a^*) \times (360^\circ/2 \times 3,14)$  y  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$  respectivamente.

### Determinación de los parámetros físico-químicos

La humedad de las muestras fue determinada siguiendo el procedimiento 934.01 de la AOAC (1999). La determinación del contenido

en grasa de las muestras se llevó a cabo mediante el procedimiento 920.39C descrito por la AOAC (1990). El pH se analizó sobre 10 gramos de la muestra homogenizada con 50 ml de agua bidestilada. Para calcular la acidez, sobre la mezcla anterior se adicionó NaOH 0,1 N hasta alcanzar un pH de 8,1. El porcentaje de acidez, se obtuvo al multiplicar los ml de NaOH empleados por un factor de conversión de 0,090 y expresando la acidez como porcentaje de ácido láctico.

### Análisis estadístico

Para el estudio estadístico de los resultados obtenidos en las encuestas de consumidores se realizó un análisis de varianza unifactorial (ANOVA) con intervalos de confianza del 95%, 99% y 99,9% para comprobar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las frecuencias de respuestas afirmativas para cada marca comercial dentro de cada grupo de población estudiado. Además se estudiaron las diferencias en los atributos de sabor, color, aroma y textura entre las marcas estudiadas en cada producto. Para conocer la relación existente entre los parámetros instrumentales y los atributos sensoriales, se llevó a cabo un análisis de componentes principales (PCA), este análisis permite expresar un grupo de variables con el menor número de componentes principales, de modo que quede reflejada la máxima variabilidad de las mismas, es por tanto una técnica estadística de reducción de variables. El programa estadístico utilizado fue SPSS versión 10.0 para Windows.

## RESULTADOS

Con el fin de conocer las preferencias de los consumidores sobre dos marcas (A y B) de jamón cocido, se realizó una encuesta a un total de 133 consumidores pertenecientes a la Universidad de Murcia. De ellos, 73 encuestados prefirieron la marca A y 60 prefirieron la marca

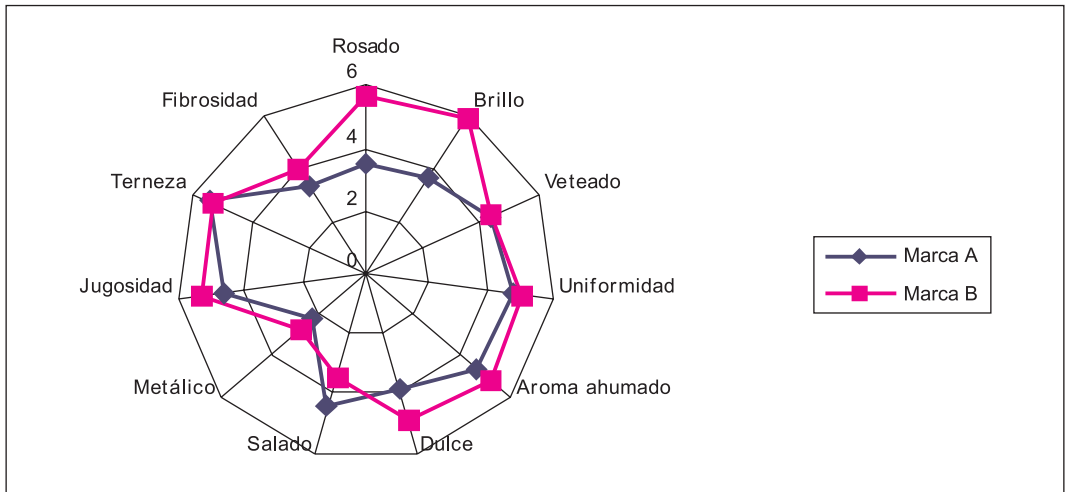


Figura 2. Diagrama del análisis descriptivo cuantitativo de las marcas A y B del jamón cocido.

Cuadro 2. Distribución de frecuencias de las preferencias de los consumidores según las características organolépticas de las muestras de jamón cocido analizadas

JAMÓN COCIDO	Marca A		Significación estadística	Marca B		Significación estadística
	SÍ	NO		SÍ	NO	
<b>Color</b>	13	60	***	18	42	**
<b>Sabor</b>	59	14	***	44	16	***
<b>Aroma</b>	18	55	***	27	33	NS
<b>Textura</b>	40	33	NS	27	33	NS

Media  $\pm$  desviaciones típicas de tres determinaciones \*\*\*  $p < 0,001$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*  $p < 0,05$ , NS  $p \geq 0,05$

B, no obstante el número de respuestas obtenido para cada una de las marcas no reflejó dentro de ningún grupo de población estudiado (edad, sexo y dedicación) la existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) (ver Figura 2). No obstante hay que destacar que el grupo de estudiantes prefirió notablemente la marca A, mientras que entre los consumidores que trabajan fue preferida la marca B. Para ambas marcas, tal como se muestra en la Cuadro 2, la elección del producto se realizó por el sabor. La textura fue el siguiente atributo más puntuado, mientras que el color en ambas mar-

cas, y el aroma en la marca A apenas tuvieron importancia en la elección del producto por los consumidores. Los resultados obtenidos indicarían que el sabor es el atributo que determina la elección de una marca de jamón cocido, lo cual estaría de acuerdo con lo propuesto por Fisher y Scott. (2000), según el cual el sabor es una de las propiedades sensoriales decisivas en la selección de un alimento por parte de los consumidores. El color, el aroma y la textura no fueron determinantes en este caso en las preferencias de los consumidores.

### Panel de catadores

Para obtener información sobre el perfil sensorial y la aceptabilidad de productos cárnicos cocidos se ha considerado importante la creación de un panel sensorial de catadores entrenado. Se seleccionaron las pruebas sensoriales que nos permitieran obtener una mayor información sobre los productos. Los resultados obtenidos en análisis sensorial se expresan como valores

medios de cada uno de los parámetros analizados. Se llevaron a cabo en primer lugar pruebas de diferencia (dúo-trío y triangulares), para diferenciar las dos marcas comerciales entre sí, dando como resultado que todos los catadores en todos los casos diferenciaron un producto de otro. Los mismos panelistas que realizaron las pruebas de diferencia desarrollaron las pruebas de análisis descriptivo cuantitativo para cada una de las marcas estudiadas (A y B). Los resul-

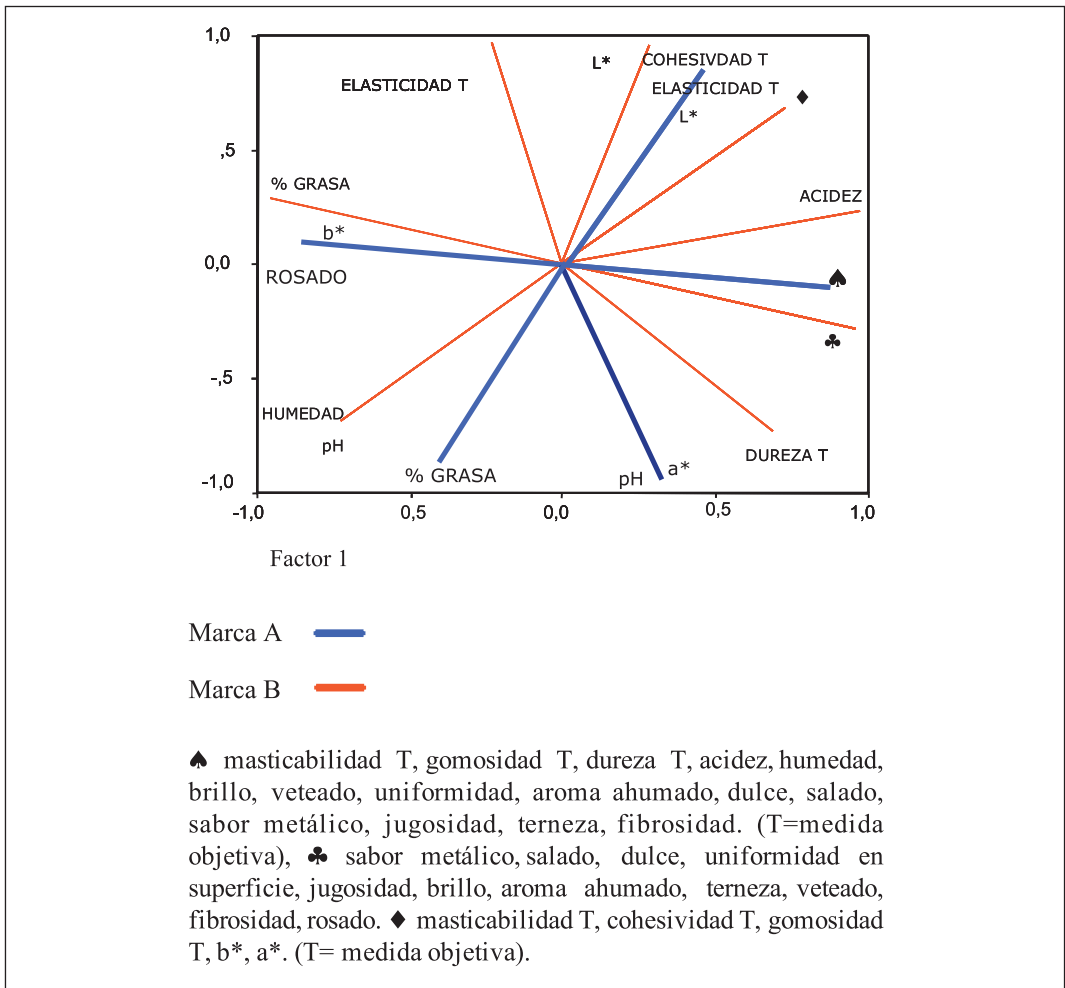


Figura 3. Representación gráfica del Análisis de componentes principales (PCA) de las marcas A y B de jamón cocido, donde se muestran los parámetros físico-químicos y atributos sensoriales analizados.



tados se han representado mediante gráficos en tela de araña (Figura 3), y cada punto representa el valor medio de las respuestas dadas por los ocho catadores.

Los atributos estudiados se escogieron según los datos bibliográficos examinados que destacan como más importantes en el jamón cocido (Mills, 1997; Félix y col., 2001). Se observó que la marca A (preferida por los consumidores) era un producto menos rosado y menos brillante con diferencias estadísticamente significativas respecto a la marca B, mientras que no se observaron diferencias en el resto de atributos sensoriales entre las dos marcas estudiadas. Los atributos relacionados con el sabor, a pesar de ser los más discriminantes a la hora de la elección del producto por los consumidores, no mostraron diferencias estadísticamente significativas para el panel entrenado.

### Análisis instrumental y físico-químico de los productos cárnicos cocidos

Se determinó el contenido en humedad y grasa, así como los valores de pH y acidez en dos marcas de jamón cocido (A y B). Los valores medios y las desviaciones típicas de los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 3. En ella, se observa que entre las dos marcas estudiadas existen diferencias estadísticamente significativas en el contenido en humedad, grasa y pH. Así pudimos apreciar que la marca B presentó un mayor valor de pH que la marca A, así como un mayor porcentaje en humedad, de la cual más de un 5% en ambas marcas se corresponde al agua añadida. Entre las dos marcas comparadas se pudo observar una gran diferencia en el contenido en grasa, pero ambas se encontraron por debajo del límite máximo

Cuadro 3. Valores de los parámetros físicoquímicos humedad, grasa, pH, acidez, L\*, a\*, b\*, C\*, h° y variables de textura instrumental en dos marcas de jamón cocido

JAMÓN COCIDO	Marca A	Marca B	Significación estadística
% humedad	70,7±0,1	74,7±0,2	***
% grasa	5,5±0,5	2,7±0,4	**
pH	6,4±0,0	6,5±0,1	*
Acidez	0,7±0,0	0,7±0,0	NS
L*	57,4±1,0	56,1±0,7	NS
a*	11,1±0,6	12,1±0,5	**
b*	4,4±0,6	6,6±0,7	*
C*	11,9±0,4	13,8±0,8	*
h°	87,5±3,3	88,2±1,6	NS
Dureza (N)	86,8±17,6	113,8±2,0	NS
Elasticidad (cm)	1,1±0,2	1,5±0,1	NS
Cohesividad (ratio)	38,0±6,4	48,8±4,7	NS
Masticabilidad (N/cm)	38,8±16,3	81,8±14,0	*
Gomosidad (N)	33,21±10,0	55,5±5,0	NS

Media ± desviaciones típicas de tres determinaciones \*\*\*<0,001 \*\*<0,01 \*<0,05 NS≥0,05

permitido (<8%) que se especifica en la Norma de calidad para los productos cárnicos tratados por el calor (B.O.E. nº 268, 9 de noviembre de 1981) siendo el contenido en la marca B casi la mitad del contenido en grasa de la marca A. No obstante esta diferencia no fue destacada por el panel entrenado al valorar los atributos de textura de estos productos. Los valores obtenidos en el jamón cocido, se presentan en el cuadro 3 como el valor medio de tres medidas, junto a los valores de cromaticidad (C\*) y el ángulo hue. En ella se puede observar que de los cinco parámetros evaluados, tres de ellos (a\*, b\*, C\*) presentaron un mayor valor en el producto de la marca B, y sin embargo no se observaron diferencias estadísticamente significativas para el parámetro L\* ni para el ángulo hue entre las dos marcas de jamón cocido. Shahidi y Pegg en 1992 resumieron una serie de valores para los parámetros L\* (<58,2), a\* (>6,6) y b\* (<13,6) que se consideran aceptables en la carne cocinada; ambas marcas se situaron dentro de los valores normales en este tipo de productos. Según los resultados de la encuesta a los consumidores, fue más aceptado el producto menos rosado (marca A). Efectivamente, el parámetro a\* es significativamente mayor en el producto B. Price y Schweigert (1994) expuso que una mayor intensidad de color rojo puede dar apariencia de carne poco cocinada a este tipo de producto cárnico, y por lo tanto ser la causa de una menor aceptación por los consumidores, este hecho se observó en este estudio.

Los resultados de las medidas instrumentales de la textura se muestran en el cuadro 3 y se representan para cada variable como el valor medio y desviación típica de tres medidas realizadas con el texturómetro Instron. Los mayores valores para todas las variables de textura estudiadas se presentaron en la marca B del jamón cocido aunque del mismo modo que sucedió con las medidas subjetivas de la textura no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambas marcas con excepción de la masticabilidad. En este caso, para la mar-

ca B se obtuvo un valor mayor. Debido a la semejanza en textura de ambos productos, se podría afirmar según los resultados obtenidos, que en general este atributo no es una característica destacable en ninguna de las dos marcas de jamón cocido estudiadas a la hora de escoger el consumidor un producto sobre otro, estos datos coinciden con los obtenidos por Félix *et al.*, (2001) sobre el jamón cocido de cabrito, en ellos se obtuvo que la textura no es el principal atributo que motiva la elección de los consumidores, la causa principal fue el sabor. No obstante, la diferencia obtenida en la masticabilidad entre ambos productos, podría estar debida al mayor contenido en agua de la marca B, tal y como observó Arnau *et al.*, (1998), pero este dato ha demostrado en nuestro estudio no ser suficiente para motivar la elección de los consumidores.

### **Evaluación de la relación entre los atributos sensoriales y físico-químicos**

A fin de conocer la influencia que los parámetros físico-químicos ejercen sobre los atributos sensoriales, se ha realizado un análisis de componentes principales (PCA).

En la marca A del jamón cocido, el 100% de la varianza total explicada de los parámetros físico-químicos y atributos sensoriales fue expresada por dos factores (Figura 3). El Factor 1 explicó aproximadamente el 81% de la varianza y describió las variaciones en el color rosado, el parámetro b\*, así como de la masticabilidad, gomosidad, dureza, acidez, contenido en humedad, brillo, veteado, uniformidad, aroma ahumado, sabores dulce, salado y metálico, la jugosidad, ternera y fibrosidad. El Factor 2, explicó el 19% de la varianza, y describió las variaciones en el contenido en grasa, parámetro a\*, L\*, pH, así como de las variables de textura objetiva, elasticidad y cohesividad. La menor intensidad de color rosado percibido por el panel de catadores en el producto A, podría ser debido a su mayor contenido en grasa con res-

pecto al producto B. Las medidas subjetivas del color rosado realizadas por el panel de catadores resultaron estar de acuerdo con las medidas colorimétricas, de modo que el producto A, que fue escogido en primera opción por los consumidores, presentó una menor intensidad de color rojo. Existió una correlación negativa entre la cohesividad y el contenido en este nutriente, debido, tal y como observó Félix *et al.*, (2001) a la mayor blandura que otorga a la carne un mayor contenido en grasa. Se observó en este producto una elevada correlación positiva entre el sabor salado percibido por el panel entrenado y la dureza instrumental, lo cual podría estar debido tal y como apuntó Andrés *et al.*, (2004) al efecto inhibitorio que ejerce la sal sobre las proteasas, lo cual explicaría la menor dureza que presenta la carne con un bajo contenido en sal; no obstante esta menor dureza no fue percibida por el panel de catadores.

En la marca B del jamón cocido, el análisis de componentes principales, mostró (Figura 3) que dos factores explicaron el 100% del total de la varianza. El Factor 1 explicó aproximadamente un 71% de la varianza, y describió las variaciones en el contenido en grasa, acidez, las medidas objetivas de masticabilidad, gomosidad, cohesividad,  $a^*$ ,  $b^*$ , y los atributos sensoriales de veteadado, brillo, aroma ahumado, uniformidad de la superficie, sabores dulce, salado y metálico, jugosidad, terneza y fibrosidad; el Factor 2, que explicó un 29% de la varianza total describió la variación en  $L^*$ , elasticidad T, dureza T, así como del contenido en humedad y del pH.

Se observó una correlación positiva entre los dos últimos parámetros, lo cual estaría debido según apuntó Félix *et al.*, (2001) al aumento en la capacidad de retención de agua que se produce como consecuencia de un incremento del pH de la carne; no obstante en nuestro caso esto no se tradujo en un incremento de la jugosidad de este producto. La correlación negativa que se observó entre el contenido en agua con las variables de textura objetiva, cohesividad y

elasticidad, se debería de un modo parecido a lo que sucede en el producto de la marca A, a la relación inversa entre el contenido en grasa y el contenido en agua. También se observó en este producto una elevada correlación negativa entre la dureza y el contenido en grasa, que estuvo probablemente debido a la mayor blandura que la grasa le otorga al producto.

Los valores del parámetro  $a^*$  y el color rosado percibido por el panel entrenado presentaron una correlación negativa con el contenido en grasa. En el jamón cocido podrían guardar relación directa el color con el contenido en grasa de la pieza cárnica, ya que a este producto no se le añade grasa ni ningún colorante como pudiera ser el carmín de cochinilla.

## CONCLUSIONES

El contenido en grasa es una característica positivamente apreciada por los consumidores en los productos cárnicos cocidos, probablemente debido a que otorga una mayor blandura y jugosidad al producto. Del mismo modo, un color rosado claro en el jamón cocido aumenta la preferencia de los consumidores. La textura medida de manera instrumental y sensorial no es en general, una característica importante al establecer diferencias entre las distintas marcas comerciales estudiadas. El análisis sensorial es una herramienta útil para los atributos que determinan la elección del producto por un determinado sector de la población y de esta manera es posible modificar la composición físico-química de un producto para adecuarlo a las preferencias de tales consumidores.

## BIBLIOGRAFÍA

Andrés, A. I., Cava, R., Ventanas, J., Thovar, V., Ruíz, J. (2004) Sensory characteristics of Iberian ham: Influence of salt content and processing conditions. *Meat Science*, 68: pgs 45-51.

- AOAC (1990). Association of Official Analytical Chemist Official Methods of Analysis 15th ed. Ed. Washington DC.
- AOAC. (1999). Association of Official Analytical Chemist Official Methods of Analysis 16th ed. Ed. Washington DC.
- Arнау, J., Guerrero, L., Sárraga, C. (1998). The effect of green ham pH and NaCl concentration on cathepsin activities and the sensory characteristics of dry- cured hams. *J. Sci. Food Agric.*, 77: pgs 387-392.
- Boletín Oficial del Estado (BOE), nº 268 de 9/11/1981. Presidencia de Gobierno, Orden 5 de noviembre, páginas 26300-26303.
- C.I.E. Commission Internationale de L'éclairage (1976). 18 th session. Publication 36, London.
- Cross, H.R., Ron, M. (1978). Training and testing of judge for sensory analysis of meat quality. *Food Technology*, 32 (7), pgs 48-54.
- Félix, L., Félix, D., Rubio, M. S., Méndez, R. D., Trujillo, A.M. (2001). Análisis comparativo de la carne y productos cárnicos de cabrito Alpino Francés y Alpino Francés (3/4) con Boer (1/4). *Tec. Pec. Mex.*; 39 (3), pgs 237-244.
- Fisher, C., Scott T.R. (2000). Flavores de los alimentos. *Biología y química*. Ed. Acribia S.A. Zaragoza (España).
- González Carnero, J, de la Montaña Miguélez, J. Míguez Bernárdez, M., (2002). Estudio de la percepción de sabores dulce y salado en diferentes grupos de la población. *Nutrición Hospitalaria*, XVII (5), pgs 256-258.
- Guardiá, M<sup>a</sup> D. (1997). La evaluación sensorial: una metodología fundamental para el control, de la calidad en los productos cárnicos. *Eurocarne*, nº 57.
- Honikel KO. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49, (suppl.1), s219-s229.
- Kramer, A. (1964). Definition of texture and its measurement in vegetable products. *Food Technology*, 18, pg 304.
- Lawrie, R.A. (1998). *Ciencia de la carne*. Editorial Acribia, Zaragoza (España).
- Mann, T. F., Reagan, J. O., Lillard, D. A., Campion, D. R., Lyon, C. E. and M. F. Miller. (1989). Effects of phosphate in combination with nitrite or Maillard reaction products upon warmed-over flavor in precooked, restructured beef chuck roast. *Journal of Food Science*, 54, nº 6.
- McLaren, K. (1980). Food colorimetry. In: Walford J, editor. *Developments in food colours* I. London, U.K.: Applied Science Publisher, pgs 27-45.
- Mills, E. (1997). Consumer and trained panel evaluation of pork and poultry ham and frankfurters. Penn State University. Department of Dairy and Animal Science.
- Norma UNE (87-006-92). Análisis sensorial. Metodología prueba triangular
- Norma UNE (87-010-93). Análisis sensorial. Metodología prueba dúo-trío
- Paoletti, F., Moneta, E., Bertone, A. and Sinesio, F. (1993). Mechanical properties and sensory evaluation of selected apple cultivars. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 26, pgs 264-270.
- Prandl, O, Fisher, A., (1994). *Tecnología e higiene de la carne*. Ed. Acribia. Zaragoza (España).
- Price J.F., Schweigert B.S. (1994). "Ciencia de la carne y de los productos cárnicos". Ed. Acribia S.A. 2ª edición.
- Shahidi, F., Pegg, R. (1992). Applications of colormet in muscle food quality evaluation. *Proceedings of 38<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology*. Clermont Ferrand, Francia.
- Ureña P.M., D'Arrigo H.,M., Girón M.,O. (1999). Evaluación sensorial de los alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Edi-Agraria, Lima (Perú).
- Varnam, A.H.; Sutherland, J.P. (1998). *Carne y productos cárnicos*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España).