

# Características de jamones con cristales de tirosina

M. H. Silla, A. Innerarity y J. Flores

*Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. Jaime Roig, 11. 46010 Valencia (España)*

## RESUMEN

Para conocer la naturaleza y posible origen de las pintas blancas de jamones curados del comercio, se estudian las diferencias existentes, en cuanto a características microbiológicas, sensoriales,  $a_w$ , pH y cloruros, entre jamones curados de cerdo blanco del comercio con y sin pintas blancas. La espectrofotometría de infrarrojos revela que las pintas blancas están compuestas por cristales de tirosina. El contenido de flora halotolerante, micrococcos, bacterias acidolácticas y levaduras es similar, cuantitativa y cualitativamente, en ambos tipos de jamones. Es de resaltar el contenido elevado de cloruros (11 %) en jamones que poseen cristales de tirosina pequeños (0.5-2 mm) distribuidos regularmente por toda la masa muscular, los cuales no son aceptados por los catadores, quienes prefieren las muestras de jamón con cristales de tirosina de tamaño grande (3-5 mm) y desigualmente repartidos en el jamón. De los resultados obtenidos se deduce que la sola presencia de cristales de tirosina no puede considerarse como índice de calidad del jamón. Probablemente, el origen de la tirosina sea consecuencia de un fenómeno proteolítico prematuro en animales sometidos a estrés y no sólo a una acción enzimática lenta durante el proceso de curado.

## Characteristics of raw cured hams (Spanish ham) showing tyrosine crystals

### ABSTRACT

Incidentally, muscle of raw cured hams (Spanish ham) show uncharacteristic chalk-like deposits. Microbiological, physical, organoleptical characteristics and chloride content, were investigated in order to establish the composition and origin of chalk-like deposits, as well as the differences among these hams and another without chalk-like deposits. The chalk-like deposits are composed by tyrosine as the infrared spectroscopy shows. Micrococci, lactic acid bacteria, yeasts and salt-tolerant microorganisms population are similar in both types of ham. Chloride content is very high (11 %) in hams with small (0.5-2 mm) tyrosine crystals widely spread in the musculature. In these cases the ham samples are rejected by the panelists. However, the panelists did prefer the hams with bigger tyrosine crystals (3-5 mm) and heterogeneously spread which have lower chloride content (6.9 %). From these results it cannot be concluded that the crystallization of insoluble tyrosine might be regarded as a sign of ham quality. Probably, the free tyrosine is formed by post-mortem proteolytic breakdown of proteins in stressed animals, and not only by a slow enzymatic action during the ripening process.

INTRODUCCION

Frecuentemente, aparecen en el mercado español jamones curados que muestran unos agregados de color blanco y apariencia yesosa. La presencia de estos agregados, también denominados pintas blancas, son motivo de alarma en el consumidor, temeroso de que la anomalía que aprecian en los jamones sea una alteración que puede causarles alguna afección.

Los primeros estudios de pintas blancas en jamones curados españoles son los realizados por Sanz Egaña, que los identifica como cristales de tirosina, según cita García (1968), quien rebate esta teoría, llegando a la conclusión de que las denominadas pintas blancas no están compuestas por cristales de tirosina, y se limita a definir morfológicamente las pintas como cristales baciliformes. Emite la hipótesis de su posible constitución por grasa. La presencia de concreciones o pintas blancas ha sido descrita en jamones de Parma (Schneider, 1979) y extensamente estudiadas por Comi *et al.* (1981, 1982) que atribuyen la naturaleza de estos acúmulos a tirosina precipitada en cristales.

En otros productos, como el vino, se ha observado, en ocasiones, un aumento de tirosina al final del proceso de fermentación. Esta producción de tirosina se ha atribuido a una autólisis sufrida por las levaduras y/o a la posible fermentación maloláctica (Rivas *et al.*, 1981). Por otro lado, Flegel *et al.* (1981) han atribuido la formación de cristales de tirosina que aparecen en un tipo de salsa de soja, denominada "Tao Chieo", a la actividad proteolítica de algunos eumicetos.

Sobre el origen de la tirosina libre en el músculo de jamón, se han emitido diver-

sas teorías; las más extendidas son:

a) Proteólisis enzimática tisular. Se basa en la acción de los enzimas proteolíticos, catepsinas, sobre las proteínas musculares desnaturalizadas. La tirosina liberada precipita a causa del pH neutro, y de su baja solubilidad en agua (Schneider, 1979; Comi *et al.*, 1981, 1982).

b) Proteólisis enzimática microbiana. Se ha comprobado que durante el proceso de maduración existe un incremento de la flora microbiana con capacidad de hidrolizar las proteínas, liberando tirosina (Baldini *et al.*, 1977). La actividad proteolítica de las levaduras se ha evidenciado tanto sobre proteínas vegetales como animales por distintos investigadores (Carini y Resmini, 1975; Szumscki y Cone, 1962; Woods y Kinsella, 1980). Artioli (1952), pone de manifiesto una cierta correlación entre la flora blastomicética y la producción de tirosina libre en músculo de jamón.

c) Síntesis aminoacídica microbiana. La capacidad de las levaduras para sintetizar tirosina se ha demostrado por diversos autores (Gilvarg y Bloch, 1950; Chanchra y Vining, 1968). En jamón de Parma, Comi, *et al.* (1981) aislan especies de *Debaryomyces*, *Torulopsis* y *Trichosporon* que sintetizan este aminoácido.

Ante la posibilidad de que las pintas blancas que aparecen en los jamones de cerdo blanco españoles estuvieran formadas por tirosina, y dada la diversidad de teorías sobre su origen en los productos alimenticios, en este trabajo se propone realizar un estudio de la naturaleza de las pintas blancas, así como de las características microbiológicas, físicas, químicas y sensoriales de jamones de cerdo blanco, con y sin pintas blancas, procedentes del comercio, con el fin de conocer si existen

diferencias entre unos y otros y aportar datos para un mejor conocimiento del origen de las pintas blancas en jamón.

## MATERIAL Y METODOS

### Muestras

Se seleccionan muestras de jamones de cerdo blanco, procedentes del comercio, que ya han finalizado el proceso de maduración. En total se estudian 14 muestras, de ellas, 7 corresponden a jamones que contienen pintas blancas (se denominan con la letra T) y las otras 7 muestras son de jamones que no contienen pintas blancas (denominadas NT).

### Análisis microbiológico

La preparación de las disoluciones, para realizar las sucesivas siembras microbiológicas, se realiza a partir de 10 g procedentes de los tejidos profundos del jamón, que se extraen mediante un sacabocados previamente esterilizado. A continuación se realiza una homogeneización con 90 ml de agua de peptona (Doesler) estéril al 1 ‰, obteniéndose a partir de esta primera dilución ( $10^{-1}$ ) la serie de diluciones hasta  $10^{-5}$  en el mismo eluyente.

A partir de cada una de las diluciones y por duplicado se inoculan alicuotas de 1 ml en placas Petri con los siguientes medios de cultivo: soja tripticasa agar (BBL) para la flora halotolerante; sal manitol agar (Merk) para aislar micrococcos y estafilococos; bacto malta agar (Difco), para recuento de levaduras; MRS agar (Oxoid) para aislamiento de bacterias acidolácticas. Todas las placas inoculadas se incuban a 30 ° C durante 72 horas.

De 5 a 10 colonias aisladas en cada medio de cultivo se someten a tinción de Gram y prueba de la catalasa, realizándose a continuación las pruebas correspondientes para su identificación. Las colonias aisladas en MRS agar se someten a: 1) Ensayo de crecimiento a distintas temperaturas (15, 30 y 45 ° C) en medio MRS líquido

(Oxoid), incubándose 48 h-5 días. 2) Ensayo de la hidrólisis de arginina, para lo que se inoculan tubos con MRS líquido (Oxoid) adicionado con 0.3 ‰ de L-arginina monoclorhidratada (Harrigan y McCance, 1979). La producción de NH<sub>3</sub> se detecta cualitativamente con reactivo de Nessler. 3) Ensayo de la fermentación de la glucosa, para lo que se inoculan tubos que contienen MRS líquido en el que se omite el extracto de carne y al que se adiciona glucosa al 2 ‰ (Harrigan y McCance, 1979). La producción de gas se detecta en las campanas de Durham que se introducen en los tubos. Los medios para determinar la producción de gas y de NH<sub>3</sub> se incuban a 30 ° C durante 3-7 días. La identificación se realiza según los esquemas descritos por Sharpe (1979) y Buchanan y Gibbons (1974). Para conocer el género y especie se utilizan las pruebas bioquímicas API 50 CH (API Systems S.A., Francia), incubándose a 30 ° C durante 48 h.

Las colonias desarrolladas en medio sal-manitol agar se someten a: 1) Ensayo de fermentación/oxidación de glucosa. 2) Producción de oxidasa, reducción de nitrato, sensibilidad a la sal y producción de pigmento (Baird-Parker, 1979).

La identificación de las levaduras se realiza mediante las pruebas siguientes: a) asimilación de nitratos, en medio Yeast Carbon Base (Difco) y NO<sub>3</sub>K al 0.70 ‰ (Wickerham, 1946); b) producción de almidón, usando Yeast Nitrogen Base (Difco), que se adiciona a 9 ml de 3 ‰ de glucosa, según el método de Davies (1939). Para las pruebas de asimilación de carbohidratos y determinación de la especie se utiliza el sistema API 20 C Candida (API System, S.A., Francia).

### Análisis físicos y químicos

El análisis de las pintas blancas de las muestras de jamón se realiza con un espectrofotómetro de infrarrojos Perkin-Elmer (mod. 521), sin expansión en el ajuste de rendija automático, con ganancia 3, a una velocidad de barrido 3, a un amperaje de hilo de Nernst de 0.35 y con un programa de rendijas de amplitud 10-0.

La actividad de agua ( $a_w$ ) se determina a

una temperatura de  $22 \pm 0.5^\circ \text{C}$  en un equipo de medición de  $a_w$  Humidat, R.C., de Novasina.

El pH y la humedad se determinan según métodos oficiales (Presidencia de Gobierno, 1979), y el contenido en cloruros por la norma ISO R 1841 (ISO, 1979).

#### Análisis sensorial

La evaluación sensorial de las muestras de jamón se lleva a cabo por 4 catadores especializados. Se elige la prueba triangular que, a priori, parece la más conveniente de acuerdo con el objetivo que interesa. En cada sesión de cata se suministran a cada catador dos lotes de tres muestras, cada uno. En cada lote, dos de las mues-

tras son iguales y la tercera diferente. El objetivo de esta prueba consiste en conocer: 1)Cuál de las tres muestras es diferente; 2)Cuál es la que prefiere. Con el fin de que los catadores no distingan visualmente las muestras, las pruebas se realizan con los ojos cubiertos.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Las pintas blancas, aisladas de jamón de cerdo blanco del comercio, están constituidas por tirosina cristalizada, como lo demuestra la espectrofotometría de infrarrojos. En las figuras 1 y 2 se representan los espectros de tirosina patrón y de pintas aisladas del jamón, respectivamente.

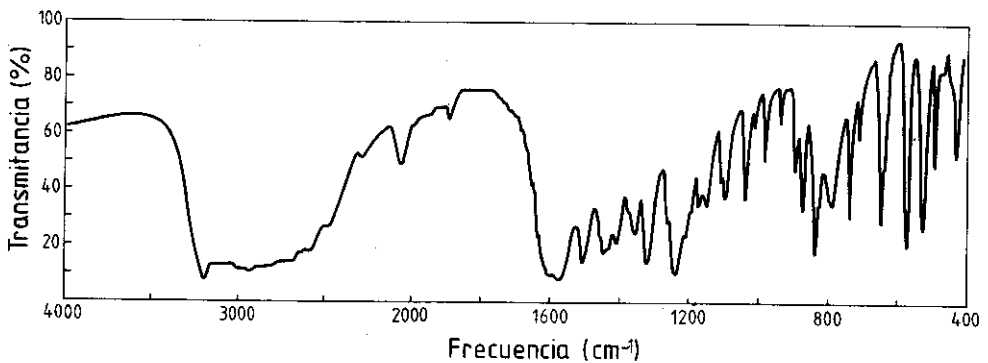


Fig. 1.—Espectro IR de tirosina pura.

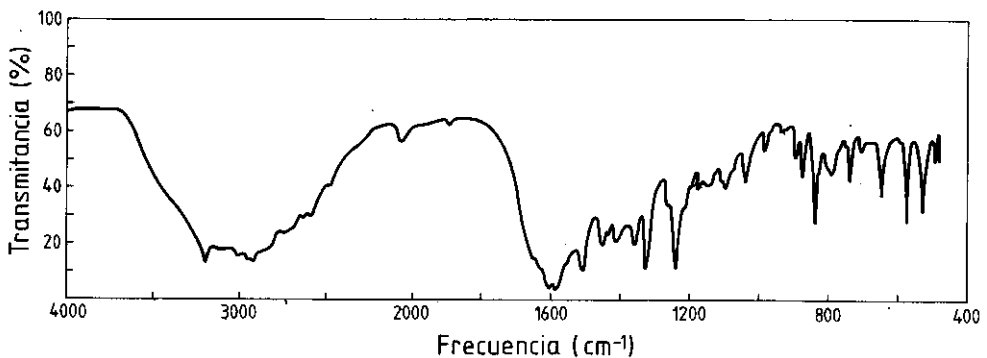


Fig. 2.—Espectro IR de pintas blancas aisladas del jamón curado.

Se observa una coincidencia entre los picos de absorción típicos de la molécula de tirosina [ NH<sub>2</sub> (3200 cm<sup>-1</sup>), -- COOH (1500 cm<sup>-1</sup> y 3000 cm<sup>-1</sup>) y del anillo de 6 C (1500 cm<sup>-1</sup>)]. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por otros autores (Schneider, 1979; Comí *et al.*, 1981, 1982, 1983).

No existen diferencias entre los valores medios de los recuentos microbianos de los dos tipos de jamones (con y sin cristales de tirosina), aunque existe una gran variabilidad en los valores individuales, como lo demuestran los altos coeficientes de variación obtenidos. En la tabla I se recogen los valores de los recuentos microbiológicos obtenidos en jamones con cristales de tirosina; el valor medio de microorganismos aislados por gramo en agar soja-tripticosa es de 1'5 · 10<sup>6</sup>; en agar sal-manitol, 1'6 · 10<sup>5</sup>; en agar MRS 1'2 · 10<sup>4</sup>. y en agar malta, 1'5 · 10<sup>4</sup>. Estos valores son del mismo orden que los obtenidos a partir de jamones sin cristales de tirosina,

cuyos valores medios son: en agar soja-tripticosa, 8'9 · 10<sup>5</sup>; en agar sal-manitol, 2'6 · 10<sup>5</sup>; en agar MRS, 2'5 · 10<sup>5</sup>, y en agar malta, 1'7 · 10<sup>3</sup> (tabla II). Así, pues, únicamente en agar soja-tripticosa, MRS y malta existen diferencias de orden 10 entre jamones con y sin cristales de tirosina.

La composición cualitativa de la flora microbiana es, en general, idéntica en los dos tipos de jamones investigados (tabla III).

Las pruebas de oxidación/fermentación de la glucosa, para diferenciar micrococcos de estafilococos, confirma que el 44'5 % de las colonias aisladas en agar-sal-manitol, procedentes de jamones con cristales de tirosina son micrococcos. En jamones sin cristales de tirosina se confirman como micrococcos el 49'5 % de las colonias aisladas. Los micrococcos aislados corresponden a *M. varians*, como se demuestra por las pruebas de identificación. Los estafilococos aislados son microorganismos coagulasa negativos.

Tabla I

RECUENTOS DE LOS MICROORGANISMOS AISLADOS EN LOS DIFERENTES CULTIVOS REALIZADOS A PARTIR DE JAMONES CON CRISTALES DE TIROSINA

Muestras	Soja-tripticosa agar (halotolerantes)	Sal-manitol agar	MRS agar	Malta agar
T <sub>1</sub> <sup>a</sup>	1'0 · 10 <sup>6</sup>	6'5 · 10 <sup>4</sup>	4'7 · 10 <sup>4</sup>	9'5 · 10 <sup>4</sup>
T <sub>2</sub> <sup>b</sup>	9'2 · 10 <sup>6</sup>	8'0 · 10 <sup>5</sup>	8'5 · 10 <sup>2</sup>	3'0 · 10 <sup>2</sup>
T <sub>3</sub> <sup>a</sup>	2'0 · 10 <sup>4</sup>	1'7 · 10 <sup>5</sup>	5'0 · 10 <sup>2</sup>	2'6 · 10 <sup>3</sup>
T <sub>4</sub> <sup>b</sup>	3'0 · 10 <sup>5</sup>	6'0 · 10 <sup>4</sup>	1'0 · 10 <sup>3</sup>	6'7 · 10 <sup>2</sup>
T <sub>5</sub> <sup>a</sup>	7'5 · 10 <sup>4</sup>	5'7 · 10 <sup>4</sup>	1'5 · 10 <sup>4</sup>	6'3 · 10 <sup>3</sup>
T <sub>6</sub> <sup>b</sup>	1'7 · 10 <sup>4</sup>	5'7 · 10 <sup>3</sup>	4'0 · 10 <sup>3</sup>	3'7 · 10 <sup>2</sup>
T <sub>7</sub> <sup>a</sup>	6'5 · 10 <sup>3</sup>	5'0 · 10 <sup>3</sup>	1'6 · 10 <sup>4</sup>	4'2 · 10 <sup>2</sup>
x	1'5 · 10 <sup>6</sup>	1'6 · 10 <sup>5</sup>	1'2 · 10 <sup>4</sup>	1'5 · 10 <sup>4</sup>
s	3'4 · 10 <sup>6</sup>	2'8 · 10 <sup>5</sup>	1'6 · 10 <sup>4</sup>	3'5 · 10 <sup>4</sup>
C.V.	225	172	139'19	234

<sup>a</sup> Jamón con cristales de tirosina pequeños (0'5-2 mm).

<sup>b</sup> Jamón con cristales de tirosina grandes (3-5 mm).

Tabla II

RECUESTO DE LOS MICROORGANISMOS AISLADOS EN LOS DIFERENTES CULTIVOS REALIZADOS A PARTIR DE JAMONES SIN CRISTALES DE TIROSINA

Muestras	Soja-tripticosa agar	Sal-manitol agar	MRS Agar	Malta agar
NT <sub>1</sub>	2'3 · 10 <sup>4</sup>	9'5 J 10 <sup>3</sup>	1'1 · 10 <sup>4</sup>	2'5 · 10 <sup>3</sup>
NT <sub>2</sub>	2'7 · 10 <sup>3</sup>	8'5 · 10 <sup>2</sup>	3'5 · 10 <sup>3</sup>	4'0 · 10 <sup>2</sup>
NT <sub>3</sub>	5'2 · 10 <sup>4</sup>	3'2 · 10 <sup>4</sup>	5'5 · 10 <sup>2</sup>	3'0 · 10 <sup>2</sup>
NT <sub>4</sub>	8'0 · 10 <sup>3</sup>	3'3 · 10 <sup>2</sup>	2'5 · 10 <sup>3</sup>	3'7 · 10 <sup>2</sup>
NT <sub>5</sub>	3'2 · 10 <sup>6</sup>	1'9 · 10 <sup>2</sup>	2'2 · 10 <sup>3</sup>	4'5 · 10 <sup>2</sup>
NT <sub>6</sub>	2'5 · 10 <sup>6</sup>	1'6 · 10 <sup>6</sup>	1'6 · 10 <sup>6</sup>	7'2 · 10 <sup>2</sup>
NT <sub>7</sub>	4'6 · 10 <sup>5</sup>	1'8 · 10 <sup>5</sup>	1'7 · 10 <sup>5</sup>	7'4 · 10 <sup>3</sup>
x	8'9 · 10 <sup>5</sup>	2'6 · 10 <sup>5</sup>	2'5 · 10 <sup>5</sup>	1'7 · 10 <sup>3</sup>
s	1'3 · 10 <sup>6</sup>	5'9 · 10 <sup>5</sup>	5'9 · 10 <sup>5</sup>	2'6 · 10 <sup>3</sup>
C.V.	152'6	227	233	151

Tabla III

MICROORGANISMOS IDENTIFICADOS EN LAS DISTINTAS MUESTRAS

Microorganismo identificado	Muestras en las que se aísla
<i>Micrococcus</i> :	
- <i>varians</i> . . . . .	Todas las muestras con y sin cristales de tirosina
<i>Lactobacillus</i> :	
- <i>plantarum</i> . . . . .	T <sub>1</sub> , T <sub>4</sub> , T <sub>6</sub> , T <sub>7</sub> , NT <sub>1</sub> , NT <sub>4</sub> , NT <sub>6</sub> , NT <sub>7</sub>
- <i>casei</i> . . . . .	T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> , T <sub>5</sub> , NT <sub>2</sub>
- <i>acidophilus</i> . . . . .	NT <sub>5</sub> , NT <sub>6</sub>
- <i>viridescens</i> . . . . .	NT <sub>3</sub>
<i>Candida</i> . . . . .	Todas las muestras

La identificación mediante el sistema API 50 CH, de las bacterias aisladas en agar MRS, confirma que corresponden a *Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *L. acidophilus*, y *L. viridescens*. Mediante el sistema API 20C se confirma que las colonias aisladas en agar malta corresponden a la especie *Candida*.

La flora predominante está constituida por microorganismos halotolerantes debido al elevado contenido de ClNa que poseen estos productos. Los recuentos de

halotolerantes y sobre agar sal-manitol son superiores a los obtenidos por Francisco *et al.* (1981) en tejidos profundos de cerdo ibérico, si bien estos autores presumen un aumento de estafilococos (como ellos denominan a los microorganismos aislados en agar sal-manitol) hacia el final de la maduración. Baldini *et al.* (1977) observan que a lo largo del proceso de maduración del jamón de Parma, la población acidoláctica disminuye, hasta llegar a ser indetectable su aislamiento en los jamones ya ela-

borados (540 días) y los valores numéricos de levaduras llegan a ser mínimos al final de la fase de curado. En la parte interna del jamón de Parma, Comi *et al.*, (1982) ponen de manifiesto que, durante la maduración, y como consecuencia de la penetración de la sal, se produce el lisado de las células de levadura. Este efecto de lisis podría explicar la baja población de levaduras que

que se ha aislado en estas investigaciones.

En las tablas IV y V se muestran los valores de  $a_w$ , pH, cloruros y ClNa/100 g de H<sub>2</sub>O de las muestras. La correlación a nivel estadístico entre los valores de  $a_w$ , pH, contenido de ClNa y el número de microorganismos aislados, no se puede analizar por la variedad de origen de las muestras, ya que provienen del mercado.

Tabla IV

VALORES OBTENIDOS DE pH,  $a_w$  Y CLORUROS EN LAS MUESTRAS DE JAMÓN CON CRISTALES DE TIROSINA

Muestra	pH	$a_w$	Cloruros (% NaCl)	NaCl/100 g H <sub>2</sub> O
T <sub>1</sub> <sup>a</sup>	6'10	0'79	n.d.	n.d.
T <sub>2</sub> <sup>b</sup>	6'59	0'81	7'43	15'7
T <sub>3</sub> <sup>a</sup>	6'31	0'77	10'61	22'3
T <sub>4</sub> <sup>b</sup>	6'30	0'88	5'31	10'4
T <sub>5</sub> <sup>a</sup>	6'15	0'76	10'29	24'9
T <sub>6</sub> <sup>b</sup>	6'12	0'79	9'47	15'2
T <sub>7</sub> <sup>a</sup>	6'70	0'71	11'94	17'8
$\bar{x}$	6'32	0'79	9'15	17'72
s.	0'2363	0'0519	2'41	5'22
C.V.	3'74	6'59	26'26	29'5

n.d.: no determinado.

<sup>a</sup> Jamón con cristales de tirosina pequeños (0'5-2 mm).

<sup>b</sup> Jamón con cristales de tirosina grandes (3-5 mm).

Tabla V

VALORES OBTENIDOS DE pH,  $a_w$  Y CLORUROS EN LAS MUESTRAS DE JAMÓN SIN CRISTALES DE TIROSINA

Muestra	pH	$a_w$	Cloruros (% NaCl)	NaCl/100 g H <sub>2</sub> O
NT <sub>1</sub>	6'23	0'77	n.d.	n.d.
NT <sub>2</sub>	6'18	0'83	7'16	15'5
NT <sub>3</sub>	6'56	0'77	9'97	19'9
NT <sub>4</sub>	6'40	0'88	6'66	13'9
NT <sub>5</sub>	6'30	0'83	9'40	20'3
NT <sub>6</sub>	6'10	0'81	5'43	18'5
NT <sub>7</sub>	6'24	0'86	6'57	15'7
$\bar{x}$	6'29	0'82	7'53	17'30
s.	0'1524	0'0418	1'7706	2'63
C.V.	2'42	5'09	23'51	15'20

n.d.: no determinado.

El valor medio del contenido de Cl<sup>-</sup> es mayor en las muestras que contienen cristales de tirosina. Sin embargo, conviene distinguir entre los jamones de menor contenido salino T<sub>2</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>6</sub> que poseen cristales de tirosina grandes (3-5 mm) de escaso número y distribuidos heterogéneamente por la masa muscular, y aquellos jamones con elevado contenido salino (T<sub>3</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>7</sub>) que contienen cristales pequeños (0'5-2 mm) en menor número y repartidos homogéneamente. Los análisis sensoriales realizados demuestran que los catadores diferencian las muestras con y sin cristales de tirosina (99'99 %), manifestando preferencia por las muestras de jamón que contienen cristales de tirosina grandes.

Estos resultados no concuerdan con la hipótesis de que la presencia de cristales de tirosina en el jamón es un índice de calidad. Según Schneider (1979), su formación es consecuencia de un fenómeno proteolítico que suele tener lugar en jamones con bajo contenido salino y sometidos a un proceso largo de curado. Sin embargo, del estudio realizado parece deducirse que la sola presencia de cristales no debe considerarse como índice de calidad, debido a que se han encontrado en jamones con elevado contenido salino y, presumiblemente, por su aspecto, se han elaborado mediante un proceso de curado rápido. En estos casos, los cristales son de pequeño tamaño (0'5-2 mm) y están repartidos homogéneamente por toda la masa muscular.

Sin descartar otras teorías sobre el origen de la tirosina en el músculo del jamón (Schneider, 1979; Comi *et al.*, 1981, 1982, 1983), su presencia puede deberse a que durante las primeras etapas del proceso se produzca un aumento importante de la tirosina libre como consecuencia de la ac-

ción prematura de enzimas proteolíticos. Estos enzimas se liberan rápidamente de los lisosomas cuando se produce un descenso rápido del pH en la canal, fenómeno que se presenta en animales que han sufrido un proceso de estrés (Morris, 1979; Comi *et al.*, 1982). A medida que transcurre el proceso de curado, la acción proteolítica se detiene bruscamente en los jamones con elevado contenido en sal, y la tirosina, por efecto del secado, precipita por su insolubilidad en agua y por encontrarse en el rango de su punto isoeléctrico. La formación de cristales pequeños puede ser debida a que, por efecto del secado rápido, la tirosina liberada no puede fluir suficientemente y queda atrapada en la masa muscular sin la posibilidad de formar aglomerados de gran tamaño que normalmente se presentan en jamones sometidos a un curado lento, en los que la acción proteolítica continuaría durante más tiempo.

### AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Dra. Montoro la asistencia técnica y asesoramiento en los análisis de espectrofotometría. A D. Alberto Alvarruiz y a doña María Pilar Valero y doña María Angeles García, su ayuda en el trabajo analítico. También a la Dra. Costell su asesoramiento en los estudios sensoriales. Asimismo, desean agradecer al C.S.I.C. la concesión de dos becas (postdoctoral y predoctoral) a dos autores, lo que ha permitido la realización de este trabajo.

### BIBLIOGRAFIA

- ARTIOLI, D. "Blastomicosi dei prosciutti." *Arch. Vet. Ital.*, 3 (1952), 105-110.



- BALDINI, P., BERNARDI, E. P. y RACZYNSKI, R. "Indagini sul prosciutto tipico di Parma: influenza della fase di salagione sull'evoluzione dei parametri chimico-fisici e della popolazione batterica." *Ind. Conserve*, 52/1 (1977), 16-26.
- BAIRD-PARKER, A. C. "Methods for identifying staphylococci and micrococci." En *Identification methods for microbiologists*. Ed. Skinner, F. A. y Lovelock, D. W. Second ed. Acad. Press. London (1979).
- BUCHANAN, R. E. y GIBBONS, N.E. *Bergey's manual of determinative bacteriology*. Eighth ed. Williams and Wilkyng Company. Baltimore, Md. USA (1974).
- CARINI, S. y RESMINI, C. "Attività caseinolitica di una *Candida lipolytica*, isolata di formaggio amaro." *Sci. Tecnol. Latt. Casearia*, 19/1 (1975), 13-18.
- CHANCHRA, P. y VINING, L. "Conversion of phenylalanine to tyrosine by microorganisms." *Can. J. Microbiol.*, 14 (1968), 573-578.
- COMI, G., CANTONI, C., SARONNI, G. y DENOZZA, D. "Ipotesi sulla formazione di cristalli di tirosina nei prosciutti crudi da parte dei lieviti." *Ind. Aliment.*, 20/2 (1981), 879-883.
- COMI, G., CANTONI, C. y TRALDI, C. "Attività proteolitica di lieviti isolati da granuli di tirosina di prosciutti crudi stagionati." *Ind. Aliment.*, 21/196 (1982), 524-527 y 531.
- COMI, G. y CANTONI, C. "Presenza di lieviti nei prociutti crudi stagionati." *Ind. Aliment.*, 22/202 (1983), 102-104.
- DAVIES, J. G. "Practical hints on media in dairy bacteriology." *Dairy Ind.*, 4, sept. (1939), 331.
- FLEGEL, T. W., BHUMIRATANA, A. y SRISUTIPRUTI, A. "Problematic occurrence of tyrosine crystals in the thai soybean paste tao chieo." *Appl. Environ. Microbiol.*, 41/3 (1981), 746-751.
- FRANCISCO, J. J., GUTIÉRREZ, L. M., MENES, I., GARCÍA, M. L., DÍEZ, V. y MORENO, B. "Flora microbiana del jamón crudo curado." *Anal. Bromatol.*, XXXIII-2 (1981), 259-272.
- GARCÍA, I. "Las llamadas pintas de los jamones españoles." *Alimentaria, nov-dic.* (1968), 17-27.
- GILBARG, G. y BLOCH, K. "Synthesis of phenylalanine and tyrosine in yeast." *J. Am. Chem. Soc.*, 72 (1950), 5.791.
- HARRIGAN, W. F. y MCCANCE, M. E. *Métodos de laboratorio en microbiología de alimentos y productos lácteos*. Ed. Academia. León (España) (1979).
- I.S.O. *Determination of chloride content, R1841*. International Organization for Standardization. (1970).
- MORRIS, CH. E. "Electrical tenderization." *Chillons Food Eng.* (1979), sept.
- PRESIDENCIA DE GOBIERNO "Métodos de análisis de productos cárnicos." *B.O.E. núm. 207* (1979), 20.233-20.240.
- RIVAS, J. C., FONT, I. y MARINÉ, A. "Tirošina en vinos." *Alimentaria*, dic. (1981), 27-30.
- SCHNEIDER. "Deposits found in Parma hams." *Fleischwirtschaft.*, 59/1 (1979), 71.
- SHARPE, M. E. "Identification of the lactic acid bacteria." En *Identification methods for microbiologists*. Ed. Skinner, F.A. y Lovelock, D.W. Second ed. Academic Press. London (1979).
- SZUMSCKI, S. A. y CONE, J. F. "Possible role of yeast endoproteinases in ripening surface-ripened cheeses." *J. Dairy Sci.*, 45 (1962), 349.
- WICKERHAM, L. J. "A critical evaluation of the nitrogen assimilation tests commonly used in the classification of yeasts." *J. Bacteriol.*, 52 (1946), 293.
- WOODS, F., KINSELLA, J. "Protease from *Sach. carlsbergensis*. Activity on food proteins." *J. Food Sci.*, 45 (1980), 1.200-1.202.