

## Influencia de la alimentación del cerdo ibérico en las características de los compuestos relacionados con la grasa del jamón curado.

Por J. Melgar, C. Cid, I. Astiasarán y J. Bello\*.

Departamento de Bromatología y Toxicología. Facultad de Farmacia, Universidad de Navarra.  
31080 - PAMPLONA (ESPAÑA).

### RESUMEN

**Influencia de la alimentación del cerdo ibérico en las características de los compuestos relacionados con la grasa del jamón curado.**

Se ha estudiado la influencia que pueda tener la alimentación del cerdo ibérico (bellota, recebo, pienso) sobre las características de la grasa y sus productos de degradación, responsables en parte del aroma que presenta el jamón curado. Se ha puesto de manifiesto una incidencia de la alimentación sobre la insaturación de la grasa intramuscular del jamón, que se refleja en la relación parcial, que en cada tipo de jamón aparece entre el ácido oleico y la suma de linoleico y linolénico. Diferencias en parámetros de curación como actividad de agua, índice de salinidad y potencial redox, tienen su reflejo en las diferencias encontradas para las proporciones relativas entre los ácidos grasos libres saturados e insaturados. Una mayor oxidación en la grasa de jamones de pienso marca también diferencias con los otros tipos de jamones en lo que respecta a sus componentes volátiles. Los jamones de bellota y recebo son más ricos en los aldehídos acetaldehído y pentanal, mientras que los jamones de pienso tienen mayor contenido en hexanal, heptanal y octanal. Los tres tipos de jamones coinciden en los porcentajes de los componentes cetónicos: propanona, 2-butanona y 2-pentanona.

**PALABRAS-CLAVE:** Alimentación - Cerdo ibérico - Grasa - Jamón curado.

### SUMMARY

**Alimentation influence in the characteristics of compounds related with fat of ham from iberic pigs.**

Alimentation influence (acorn, acorn-bait mixed, bait) over characteristics fat and their degradation products, that are in part, responsible of the aroma of ham, has been studied. Influence over the naturation degree has been observed. Relation oleic/linoleic+linolenic acids are different in the three types of hams. Also water activity, salinity index and redox potential show differences that affect to the relative percentage of saturated and unsaturated free fatty acids. Fat of bait hams suffer more oxidation. Acorn and mixed acorn-bait hams offer a higher level of pentanal and acetaldehyde. Whereas bait hams have higher level of hexanal, heptanal and octanal. The percentage of cetonic compounds are similar in all then.

**KEY-WORDS:** Alimentation - Fat - Ham - Iberic pig.

### 1. INTRODUCCION

El desarrollo de las características organolépticas de los derivados cárnicos curados suele estar íntimamente relacionado con reacciones químicas de hidrólisis y oxidación. Los procesos oxidativos que sufre la grasa del jamón durante su curación influye de modo

considerable en el aroma y en el sabor del producto final, porque son el origen de la formación de muchos componentes volátiles (1), cuyo contenido total depende de las condiciones tecnológicas que favorecen la oxidación de los ácidos grasos (2). Esto quiere decir que la composición química de la grasa desempeña un papel importante en la evolución del aroma y del sabor (3). Composición que viene determinada, en gran parte, por la alimentación del cerdo (4). Un ejemplo de la importancia que la composición grasa tiene sobre la calidad final del producto curado se tiene en las diferencias encontradas por otros autores para las características organolépticas de los jamones ibéricos comerciales (5).

Se ha considerado interesante estudiar la respuesta de la grasa intramuscular del jamón de cerdo ibérico al proceso de curación en función de la alimentación recibida por un cerdo, distinguiéndose la alimentación de bellota, de recebo y de pienso.

### 2. MATERIAL Y METODOS

#### 2.1. Materia prima.

Se procedió a la curación de tres lotes de seis jamones cada uno, correspondiente a cerdos de raza ibérica que habían recibido diferentes tipos de alimentación:

Lote I: Jamones de cerdos alimentados con bellota.

Lote II: Jamones de cerdos alimentados con bellota y pienso (recebo).

Lote III: Jamones de cerdos alimentados con pienso.

Los jamones se tuvieron apilados en sal de Ayamonte para su salazón durante 9 días, lo que supuso un día de sal por cada Kg de jamón fresco. Tras un mes de reposo en cámara refrigerada a 2°C, se colgaron en ambiente fresco y seco hasta que comenzó la exudación de la grasa, pasándose en ese momento a cuevas naturales, donde permanecieron en fase de secadero durante un período de 18 meses.

La toma de muestras se efectuó en cada pieza de jamón curado homogeneizando la masa muscular comprendida en un cilindro cortado de modo perpendicular al fémur, en la zona de su porción central. Los resultados recogidos en las tablas representan los valores medios de seis jamones acompañados de sus correspondientes errores standard. Para cada jamón los parámetros se determinaron por triplicado.

## 2.2. Métodos analíticos.

### a) Parámetros físico-químicos generales:

1. Humedad: Determinada según la Norma Internacional ISO R-1442.
2. Actividad de agua (Aw): Determinada utilizando un Medidor de la actividad de agua modelo 5803 NOVASINA, calibrado con solución de cloruro bórico.
3. pH: Medido con el Potenciómetro ORION RESEARCH.  
Microprocessor Ionalyzer-901 con electrodo de aguja para muestras sólidas.
4. Potencial Redox: Medido con el Potenciómetro del apartado anterior, con un electrodo adecuado introducido en una suspensión del producto tras ser homogeneizado.
5. Cloruros: Determinados según el método Volhard.

### b) Parámetros relacionados con la fracción lipídica:

1. Grasa total: Determinación cuantitativa utilizando el aparato RAFATEC-II, 1050. Extractor de la casa Tecater.  
Extracción de grasa, para realizar posteriores determinaciones, por el método tradicional empleando éter dietílico y soxhlet.
2. Intervalo de fusión: Determinado mediante el método del tubo capilar cerrado en un aparato BUCHI.
3. Índice de lodo: Según Norma UNE 55-013-64.
4. Índice de acidez: Según Norma UNE 55-011-64.
5. Índice de Peróxidos: Según Norma UNE 55-023-73.
6. Compuestos carbonilos: Según el método de Henick y col. (6), que se basa en la reacción de la 2,4- dinitrofenilhidrazina con los radicales carbonílicos formándose hidrazonas, que en disolución con medio básico (solución alcohólica de KOH) da coloración roja que se mide espectrofotométricamente a 423 nm.
7. Ácidos grasos totales y ácidos grasos libres: Se han determinado de acuerdo con la metodología establecida por la Norma UNE 55-

037-73 con un equipo de cromatografía gaseosa PERKIN -ELMER modelo SIGMA-300 y programador SIGMA -15.

### c) Determinación de componentes volátiles:

Se han determinado aplicando el introductor de muestras de espacio de cabeza PERKIN -ELMER: HS 6 al cromatógrafo de gases (7). Condiciones de control HS-6: gas portador inerte N<sub>2</sub> con flujo de 25 ml/min; temperatura de las muestras 70°C, presurización 1 minuto. Condiciones del CG: Temperatura del horno 90°C, temperatura del detector 240°C, temperatura del inyector 200°C. Se utilizaron patrones de Polyscience Corporation Analytical Standard.

## 2.3. Análisis de datos.

Se ha empleado el programa estadístico estandarizado epistat. Se ha aplicado un análisis de varianza de 1 vía para detectar la existencia o no de diferencias significativas, para cada parámetro, entre los tres grupos de jamones estudiados. Cuando se han observado diferencias significativas se ha aplicado el test de comparaciones múltiples de Tuckey. Nivel de confianza del 95%.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla I recoge los valores correspondientes a parámetros analíticos relacionados con el proceso tecnológico de curación del jamón: contenido acuoso, actividad de agua, pH, potencial redox, cloruro sódico e índice de salinidad (cociente entre el porcentaje de cloruro sódico y la suma de los porcentajes de grasa y proteína). Los tres tipos de jamones poseen el mismo contenido acuoso, aunque la actividad de agua sea algo más elevada en los jamones de pienso, posiblemente como consecuencia de su menor índice de salinidad. La menor concentración de cloruro sódico que presentan estos jamones podría, en efecto, explicar su mayor disponibilidad de las moléculas de agua. En cuanto al pH, es significativamente superior en los jamones de recebo. Se observan diferencias significativas en el potencial redox de los tres grupos de jamones estudiados, presentando valores mucho más elevados en el jamón de bellota que en el de pienso. Estas diferencias se van a poner también de manifiesto en los parámetros relacionados con la fracción grasa del magro de cerdo. La tabla II recoge los resultados obtenidos en el análisis de parámetros relacionados con la naturaleza de la grasa en función de la alimentación y las modificaciones sufridas durante la curación: grasa total, intervalo de fusión, índice de lodo, índice de acidez, índice de peróxidos, compuestos carbonilos, relación oleico/linoléico + linoléico, relación saturación/insaturación en ácidos grasos totales y relación saturación/insaturación en ácidos grasos libres.

Tabla I  
Parámetros relacionados con la curación del magro de jamón (\*)

Parámetros	Grupo I	Grupo II	Grupo III
Contenido acuoso (%)	43.8 ± 0.3 <sup>a</sup>	42.8 ± 0.2 <sup>a</sup>	42.8 ± 0.1 <sup>a</sup>
Actividad de agua	0.851 ± 0.010 <sup>a</sup>	0.858 ± 0.010 <sup>a</sup>	0.895 ± 0.020 <sup>b</sup>
pH	5.88 ± 0.02 <sup>a</sup>	6.02 ± 0.03 <sup>b</sup>	5.80 ± 0.02 <sup>a</sup>
Potencial redox (mV)	204.6 ± 0.9 <sup>a</sup>	180.8 ± 0.6 <sup>b</sup>	91.0 ± 0.09 <sup>c</sup>
Cloruro sódico (%)	8.0 ± 0.1 <sup>a</sup>	7.3 ± 0.1 <sup>b</sup>	5.6 ± 0.1 <sup>c</sup>
Índice de salinidad (%)	12.0 ± 0.2 <sup>a</sup>	9.9 ± 0.4 <sup>b</sup>	7.7 ± 0.7 <sup>c</sup>

(\*) Los valores que en una misma fila llevan la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí ( $p < 0.05$ )

Tabla II  
Parámetros que caracterizan la fracción grasa del magro del jamón (\*\*\*)

Parámetros	Grupo I	Grupo II	Grupo III
Grasa Total (%)	22.0 ± 0.3 <sup>a</sup>	20.7 ± 0.2 <sup>a</sup>	16.0 ± 0.4 <sup>b</sup>
Intervalo de Fusión (°C)	16 - 23	17 - 24	19 - 25
Índice de Iodo (%)	64.6 ± 1.2 <sup>a</sup>	64.4 ± 1.2 <sup>a</sup>	61.2 ± 0.4 <sup>b</sup>
Índice de Acidez (mgKOH/g)	15.8 ± 0.9 <sup>a</sup>	18.5 ± 0.5 <sup>a</sup>	24.3 ± 0.4 <sup>b</sup>
Índice de Peróxidos (meqO <sub>2</sub> /Kg)	13.6 ± 1.2 <sup>a</sup>	15.6 ± 1.7 <sup>b</sup>	16.1 ± 1.6 <sup>b</sup>
Compuestos Carbonilos (µMCO/g)	11.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	12.8 ± 0.2 <sup>a</sup>	17.8 ± 0.2 <sup>b</sup>
Relación C18:1/C18:2+C18:3	14.5	13.7	18.2
Relación S/I en AGT (*)	37.6/62.2=0.60	37.5/62.2=0.60	38.5/61.4=0.63
Relación S/I en AGL(**)	38.0/61.5=0.62	39.5/59.7=0.66	43.3/56.1=0.77

(\*) S/I = relación entre la suma de ácidos grasos totales saturados (S) e insaturados (I)

(\*\*) S/I = Relación entre la suma de ácidos grasos libres saturados (S) e insaturados (I)

(\*\*\*) Los valores que en una misma fila llevan la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí ( $p < 0.05$ ).

Los jamones que proceden de cerdos que han sido alimentados con bellotas (grupos I y II) tienen mayor cantidad de grasa intramuscular, caracterizada por un índice de iodo algo más elevado, que los jamones de cerdos alimentados con pienso. Esto representa un mayor grado de insaturación, proporcionado por un

contenido algo superior en ácidos grasos poliinsaturados, especialmente los ácidos linoléico y linolénico. Efectivamente, en el jamón de pienso la relación de oleico a linoléico + linolénico alcanza la cifra de 18,2, significativamente superior a la de los jamones de bellota (14,5) y de recebo (13,7). También se obser-

van en los jamones de piensos una mayor proporción saturación/insaturación en el conjunto global de todos los ácidos grasos. Esta proporción aumenta de forma significativa al referirla a los AGL, tanto en los jamones de pienso como en los de recebo (de 0,63 a 0,77 en los primeros y de 0,60 a 0,66 en los segundos). Estos cambios se deben a la posible degradación de ácidos grasos insaturados como consecuencia de los procesos oxidativos que se desarrollan durante la curación, lo que lleva consigo un incremento del porcentaje relativo de los ácidos grasos saturados. Este hecho se pone también de manifiesto en los resultados obtenidos para los porcentajes relativos de los ácidos grasos totales y libre de la fracción grasa del magro del jamón, que se muestran en la tabla III. Se observa un mayor porcentaje de los ácidos grasos saturados mirístico y

palmítico en la fracción de AGL frente a la de AGT, sobre todo en el caso de los jamones del grupo III. Por otro lado, el ácido oleico disminuye en los tres tipos de jamones y fundamentalmente en los jamones de pienso. Los resultados obtenidos para los parámetros analíticos que caracterizan la alteración de la grasa parecen confirmar las consideraciones anteriores. El jamón de pienso parece haber sufrido una lipólisis más acentuada en su proceso de curación que los otros dos tipos de jamones, según se desprende de su índice de acidez. En consecuencia, la mayor cantidad de ácidos liberados pueden ser oxidados y degradados con mayor facilidad, sobre todo si son insaturados. Paralelamente, es el jamón de pienso el que demuestra unos índices de peróxidos y compuestos carbonilos más elevados.

Tabla III

Porcentajes relativos de los ácidos grasos totales y libres de la fracción grasa del magro del jamón curado.

Acido Graso	GRUPO I		GRUPO II		GRUPO III	
	Totales	Libres	Totales	Libres	Totales	Libres
Láurico 12:0	0.2 ± 0.06	0.5 ± 0.22	1.0 ± 0.03	1.1 ± 0.15	0.6 ± 0.09	0.6 ± 0.03
Mirístico 14:0	1.5 ± 0.05	2.4 ± 0.25	1.6 ± 0.09	2.6 ± 0.16	1.5 ± 0.15	4.0 ± 0.66
Palmítico 16:0	25.7 ± 0.67	27.3 ± 1.11	25.1 ± 0.34	26.0 ± 0.21	25.8 ± 0.41	28.7 ± 1.09
Palmitoléico 16:1	5.0 ± 0.16	6.0 ± 0.39	4.9 ± 0.07	4.4 ± 0.16	5.7 ± 0.13	4.2 ± 0.19
Estéarico 18:1	9.3 ± 0.29	7.3 ± 0.05	9.0 ± 0.28	9.0 ± 0.29	9.2 ± 0.28	9.2 ± 0.29
Oleico 18:1	53.7 ± 0.31	51.6 ± 1.49	53.4 ± 1.10	50.6 ± 0.15	52.8 ± 0.53	48.3 ± 1.05
Linoléico 18:2	3.1 ± 0.69	3.7 ± 0.22	3.6 ± 0.07	4.5 ± 0.23	2.8 ± 0.04	3.4 ± 0.50
Linolénico 18:3	0.4 ± 0.03	0.2 ± 0.01	0.3 ± 0.02	0.2 ± 0.05	0.1 ± 0.02	0.2 ± 0.02
Aráquico 20:0	0.9 ± 0.19	0.5 ± 0.22	0.8 ± 0.08	0.8 ± 0.06	1.4 ± 0.05	0.8 ± 0.04

El aroma de los derivados cárnicos se encuentra altamente influido por el contenido graso, sobre todo por los ácidos grasos libres (8) con especial referencia al ácido linoléico (9). De ahí que las diferencias señaladas para los procesos oxidativos y degradativos de las grasas han de traducirse en diferencias en el contenido de los componentes volátiles responsables del aroma de estos jamones, como pueden apreciarse en la tabla IV, que recoge los datos aportados por el análisis de cromatografía de gases con espacio de cabeza. De los resultados obtenidos cabe destacar la mayor riqueza de los jamones de bellota y recebo en acetaldehído y pentanal, mientras que los jamones de pienso son más ricos en aldehídos de peso molecular superior: hexanal, heptanal y

octanal, además de propanal. También el jamón de pienso presenta una mayor riqueza en otro compuesto que no se ha identificado. Los tres tipos de jamones coinciden en los porcentajes de propanona, 2-butanona y 2-pentanona.

En resumen, la alimentación del cerdo ibérico influye tanto en la composición de la grasa intramuscular del jamón como en las transformaciones que esta grasa experimenta a lo largo del proceso de curación. Esta influencia se refleja en la relación saturación/insaturación, referida al conjunto global de sus ácidos grasos libres así como en el perfil cromatográfico de componentes volátiles responsables en gran parte del aroma de los jamones.

Tabla IV  
Perfil cromatográfico de los componentes volátiles que caracteriza el magro de jamón (\*)

Nº del Pico	Tiempo de retención	Compuesto	Area proporcional de los picos (%)		
			Grupo I	Grupo II	Grupo III
1	0.58	?	2.2 ± 0.77 <sup>a</sup>	1.2 ± 0.02 <sup>a</sup>	-
2	0.76	acetaldehido	27.5 ± 0.39 <sup>a</sup>	28.5 ± 0.70 <sup>a</sup>	18.3 ± 0.14 <sup>b</sup>
3	0.85	?	5.0 ± 0.48 <sup>a</sup>	4.7 ± 0.28 <sup>a</sup>	20.9 ± 0.68 <sup>a</sup>
4	0.94	propanal	1.5 ± 0.76 <sup>a</sup>	1.9 ± 0.16 <sup>a</sup>	3.5 ± 0.31 <sup>a</sup>
5	1.21	propanona	9.4 ± 0.76 <sup>a</sup>	10.1 ± 0.20 <sup>a</sup>	8.9 ± 0.90 <sup>a</sup>
6	1.55	butanal	0.9 ± 0.21 <sup>a</sup>	0.9 ± 0.09 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.08 <sup>a</sup>
7	2.00	2-butanona	9.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	9.4 ± 0.13 <sup>a</sup>	9.7 ± 0.11 <sup>a</sup>
8	2.80	2-pentanona	11.4 ± 0.65 <sup>a</sup>	11.4 ± 0.85 <sup>a</sup>	12.8 ± 0.97 <sup>a</sup>
9	4.45	pentanal	25.9 ± 0.31 <sup>a</sup>	25.3 ± 0.23 <sup>a</sup>	11.0 ± 0.68 <sup>b</sup>
10	5.42	hexanal	1.9 ± 0.16 <sup>a</sup>	1.5 ± 0.07 <sup>a</sup>	5.3 ± 0.12 <sup>b</sup>
11	7.70	heptanal	1.8 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.9 ± 0.01 <sup>a</sup>	3.9 ± 0.03 <sup>b</sup>
12	9.90	octanal	2.4 ± 0.03 <sup>a</sup>	2.8 ± 0.03 <sup>a</sup>	4.1 ± 0.05 <sup>b</sup>

(\*) Los valores que en una misma fila llevan la misma letra no presentan diferencias significativas entre sí ( $p < 0,05$ )

#### BIBLIOGRAFIA

- Cantoni, C.; Giampolo, L.; Bianchi, M. y Renon, P.- "Color of cured hams".- Arch. Vet. Ital. **22** (1) (1971).
- Ockerman, H.; Blumer, T. y Craig, H.- "Volatile chemical compounds in dry-cured hams".- J. Food Sci **29** (1964) 123-129.
- Baldini, P.; Palmia, F.; Pezzani, G. y Lambertini, L.- "Indagine sulla composizione del grasso superficiale di prosciutti freschi-destinati alla produzione del prosciutto di Parma".- Ind. Conserve **58** (1983) 219-222.
- Pearson, A.; Love, J. y Shorland, F.- "Warned-over flavor in meat, poultry and fish".- Adv. Food Research **23** (1977) 1-74.
- León Crespo, F.; Montero, E.; Beltrán de Heredia, F.; Penedo, J. C.; López, A.; Mata, C. y Barranco, A.- "Perfiles sensoriales descriptivos del jamón serrano comercial".- Alimentaria **147** (1983) 39-46 y "Composición química del jamón serrano comercial".- Alimentaria **148** (1983) 23-26.
- Henick, A. S.; Benca, M. F., y Mitchell, J. H.- "Estimating carbonyl compounds in rancid fat and foods".- J. Am. Oil Chemists' Soc. **31** (1954) 88-91.
- Williams, F.- "Applied headspace gas chromatography".- J. Chromatogr. **241** (1982) 432-433.
- Kirova, E. y Pescheuska, M.- "Correlation between some indexes of sensory profiles of beef broths and the levels of 5' -nucleotides, total lipids, total carbonyl compounds and free fatty acids".- Nahrung **26** (1982) 669-674.
- Mottram, D. S.; Edwards, R. A. y Macfie, J. H.- "A comparison of the flavour volatiles from cooked beef and pork meat system".- J. Sci. Food Agric. **33** (1982) 934-944.

(Recibido: Junio 1990)