PARTE II

EL ENVASADO DEL JAMON CURADO

CAPITULO I

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS EN JAMON CURADO DESHUESADO Y ENVASADO AL VACIO

J. ARNAU y G. CASADEMONT

1.1 Introducción

El jamón curado envasado al vacío está cobrando interés en los últimos años debido a las claras ventajas que supone la ausencia de, mermas, problemas de dípteros, ácaros y coleópteros, así como la mayor facilidad de corte.

El proceso de fabricación incluye una salazón con sal y nitrificantes, un período de estancia en cámara fría donde la sal se reparte por todo el jamón y donde empiezan a desarrollarse las características organolépticas típicas que se completarán en el secado y estufaje posteriores.

La evolución de los parámetros físico-químicos durante el proceso de fabricación ha sido ampliamente estudiada por diversos autores. Sin embargo no existen prácticamente datos bibliográficos sobre el jamón curado envasado al vacío.

En este trabajo se estudian algunos parámetros físico-químicos y su evolución en el tiempo.

Las muestras procedían de jamones con nueve meses de curación y deshuesados.

Se han analizado los siguientes parámetros: humedad, cloruros, nitratos, nitritos, nitrógeno total, nitrógeno no proteico y cenizas. Las muestras se tomaron de tres zonas distintas: de 0 a 2 cm, de 2 a 4 cm y de 4 a 6 cm de profundidad. Se realizaron cuatro muestreos, el primero justo antes de envasar la pieza al vacío, el segundo, tercero y cuarto a los 21, 42 y 87 días posteriores.

1.2 Resultados y discusión

Tal como se muestra en la tabla XXXVIII durante el almacenamiento de jamones envasados al vacío, se producen cambios importantes en los valores de humedad. La humedad en estas muestras aumenta un 6,27% en la parte exterior y disminuye un 3,25% en la parte interna. Esto es debido a que al producirse el envasado del jamón al vacío, se crea un ambiente cerrado que no permite prácticamente pérdidas de humedad hacia el exterior de la bolsa. Al existir un gradiente de humedad se produce una migración de agua de las partes más húmedas a las más secas, disminuyendo con el tiempo los valores en la zona 3 y aumentando los de la zona 1. Esto acarrea un cambio en la textura que produce un reblandecimiento de las partes externas, que son más secas. La tendencia a la uniformidad de los valores de la humedad, se expresa en la tabla XXXIX. Los valores de la humedad se acercan cada vez más al valor medio ($\bar{H}$). La desviación típica es cada vez menor, lo que indica una menor dispersión.

Como puede verse en la tabla XL, las concentraciones de sal son superiores en las zonas más profundas, ya que éstas son también las más húmedas y es donde se disuelve

mejor la sal, encontrándose un sabor más salado en ellas. Así pues, los músculos más cercanos a la corteza, como el *Biceps femoris*, que son los últimos en recibir la sal son al final del proceso los que más sal contienen. Durante el salado y reposo se producen cambios en las concentraciones de sal, pasando de las zonas exteriores en que la deshidratación es más rápida a las interiores en que la deshidratación es más lenta.

Los cambios observados en la concentración de NaC1 durante el almacenamiento del jamón envasado al vacío son pequeños. Los valores del cociente sal/humedad disminuyen a lo largo del tiempo en la zona 1, lo cual hace suponer que el agua migra más fácilmente que el cloruro sódico.

La proteína total (N_t x 6,25) aumenta en la zona 3 y disminuye en la 1 como consecuencia de los cambios de humedad que tienen lugar durante el almacenamiento.

El NNP (Nitrógeno no proteico) permanece prácticamente constante, puesto que la proteolisis tiene lugar en los jamones durante los primeros meses, disminuyendo posteriormente la actividad enzimática. Su ligera disminución podría justificarse por la aparición de precipitados de Tirosina en la superficie externa.

La concentración de nitratos debería en principio seguir una pauta parecida a los cloruros. Es decir, la concentración en el interior debería ser superior a la superficial. Sin embargo los resultados que se han encontrado son variables, no percibiéndose una pauta clara. En algunos jamones que presentan olores putrefactos se observa una concentración de nitrato superior en superficie que en el interior, y la concentración de nitrito es superior en el interior que en la superficie. Esto puede ser debido a que en el interior la actividad de agua es superior y por tanto puede verse facilitada la actividad enzimática o microbiana de reducción de nitrato a nitrito. Por tanto, la concentración de nitrato y nitrito es variable en función de la actividad de agua y flora microbiana presente en el músculo.

El porcentaje de cenizas es superior en la parte interior del jamón, dado que es donde mayor concentración de sal existe. La proporción NaC1/cenizas en la zona 1 es inferior a las zonas 2 y 3 debido a que la humedad es menor y por tanto la contribución a las cenizas de otros productos que no sean el NaC1 es también mayor, indicando que los productos menos solubles de la sal no se difunden.

En este trabajo se han estudiado algunos parámetros físico-químicos del jamón curado envasado al vacío. Sin embargo queda por estudiar un tema de gran importancia: la interacción plástico-jamón. El jamón curado posee una parte de grasa y otra con mayor contenido de agua: el magro, y ambos pueden disolver algunos de los aditivos que se adicionan al plástico.

Los productos de degradación de las grasas y proteínas pueden interaccionar también con el plástico. Esta interacción será mayor en las lonchas de jamón, las cuales presentan una superficie de contacto por gramo de jamón superior a los jamones enteros o medios. Evidentemente, el conocimiento de estas interacciones y su influencia en los caracteres organolépticos, puede ayudar en la mejora del tipo de envasado.

TABLAS XXXVIII a XLVI

Evolución de algunos parámetros físico-químicos a lo largo del envasado del jamón al vacío

TABLA XXXVIII: *Humedad (%)*

Zona de muestreo	0 días	21 días	42 días	87 días
1	40,60	43,98	44,55	46,87
2	54,68	54,96	54,90	55,70
3	60,02	59,41	58,31	56,77
Corteza	14,72	17,40	17,25	18,44
$\bar{\sigma}$ 123	10,03	7,94	7,17	5,43

TABLA XXXIX: *Desviación de la humedad respecto a la media*

Muestra	0 días	21 días	42 días	87 días
1	11,17	8,80	8,04	6,24
2	– 2,91	–2,18	–2,31	–2,54
3	– 8,25	–6,63	–5,72	–3,66

TABLA XL: *Sal (% NaCl)*

Muestra	0 días	21 días	42 días	87 días
1	5,68	5,83	5,95	5,88
2	7,23	7,61	7,58	7,74
3	7,76	7,88	7,93	7,58

TABLA XLI: *Nitrito (ppm $NaNO_2$)*

Muestra	0 días	21 días	42 días	87 días
1	10,0	8,4	9,4	10,6
2	5,9	7,6	7,4	7,6
3	6,7	8,0	8,0	7,5

TABLA XLII: *Proteína total ($N_t \times 6,25$) %*

Muestra	0 días	21 días	42 días	87 días
1	46,97	43,97	43,20	40,97
2	29,60	29,98	30,79	30,38
3	26,53	27,73	27,17	27,24

TABLA XLIII: *Nitratos (ppm $NaNO_3$)*

Muestra	0 días	21 días	42 días	87 días
1	128	118	133	121
2	135	133	141	118
3	110	135	126	126

TABLA XLIV: *NNP (%)*

Muestra	0 días	21 días	42 días	87 días
1	1,04	0,98	0,99	0,94
2	1,01	1,06	1,00	0,99
3	1,06	1,00	1,02	0,96

TABLA XLV: *(NaCl / Humedad) x 100*

Muestra	0 días	21 días	42 días	87 días
1	13,99	13,26	13,36	12,54
2	13,22	13,85	13,81	13,90
3	12,93	13,26	13,60	13,35

TABLA XLVI: *Cenizas (%)*

Muestra	0 días	21 días	42 días	87 días
1	7,43	7,14	7,28	7,30
2	8,77	8,43	8,79	9,05
3	9,34	8,90	9,02	8,72

PARTE II

EL ENVASADO DEL JAMON CURADO

CAPITULO II

EVOLUCION DE LOS PARAMETROS MICROBIOLOGICOS EN JAMON CURADO DESHUESADO Y ENVASADO AL VACIO

M. HUGAS y M. GARRIGA

2.1 Introducción

El jamón curado deshuesado y envasado al vacío tiene una vida media determinada en condiciones óptimas.

El deterioro microbiológico de este tipo de jamones es raro y cuando se produce implica un problema anterior a la fecha de envasado, consecuencia de una falta de higiene al deshuesar el jamón, o bien a que el jamón no estuviera suficientemente curado y contara con humedades relativamente altas y concentraciones salinas bajas.

En este estudio se intenta:

1) Establecer la evolución de los parámetros microbiológicos en jamones deshuesados y envasados al vacío al término de su curación.

2) Observar el desarrollo de los microorganismos típicos del jamón, al cambiar su entorno y variar su disponibilidad de oxígeno.

2.2 Resultados y conclusiones

En las gráficas 23 a 26 están representados los valores obtenidos analíticamente, observándose una tendencia de todos los parámetros a disminuir a lo largo del tiempo, llegando a desaparecer las bacterias ácido-lácticas (*Lactobacillus, Aerococcos, Pediococcos*), los hongos y levaduras y los estreptococos fecales.

Las Micrococcaceae (micrococos y estafilococos no toxicogénicos) mantienen su concentración más estable, disminuyendo paulatinamente a medida que avanza el tiempo de envasado.

Como es habitual en jamones enteros, los valores de los microorganismos totales halotolerantes siguen una evolución muy parecida a las Micrococcaceae, puesto que éstas constituyen la flora mayoritaria.

El tipo de proceso de fabricación no afecta a la evolución de los distintos tipos de microorganismos, si bien es cierto que cuantitativamente en el momento del envasado, hay una analogía entre jamones que han seguido el mismo proceso de fabricación (bacterias ácido-lácticas en 23 y 24 es del orden de 10 a 100 por gramo, mientras que en 25 y 26 es de 1.000 a 10.000 por gramo; hongos y levaduras en 23 y 24 es de 1.000 a 10.000 por gramo y 100.000 en 25 y 26 etc...). El origen del aumento de la concentración de bacterias ácido-lácticas en los jamones B podría deberse a que fueron salados con una mezcla salina que contenía dextrosa (16 g dextrosa/Kg de jamón).

Las bacterias ácido-lácticas tienen un metabolismo energético exclusivamente fermentador, por ello utilizan como sustrato los hidratos de carbono.

En los jamones de la serie B el crecimiento de las bacterias ácido-lácticas se ve favorecido probablemente a consecuencia de la presencia de azúcares añadidos.

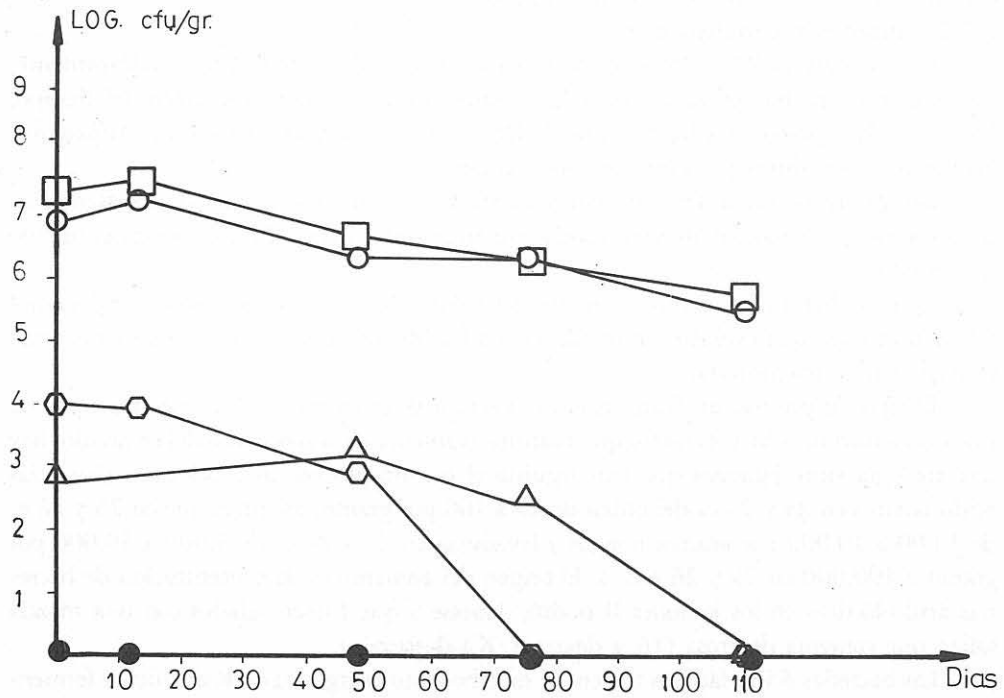
En sólo un jamón se aislaron estreptococos fecales, éstos perdieron viabilidad rápidamente y a los 48 días de envasado su recuperación era nula.

En todas las muestras analizadas se detectaron levaduras y únicamente en los jamones B se aislaron además hongos del género *Penicillium*, quizás debido a un vacío deficiente.

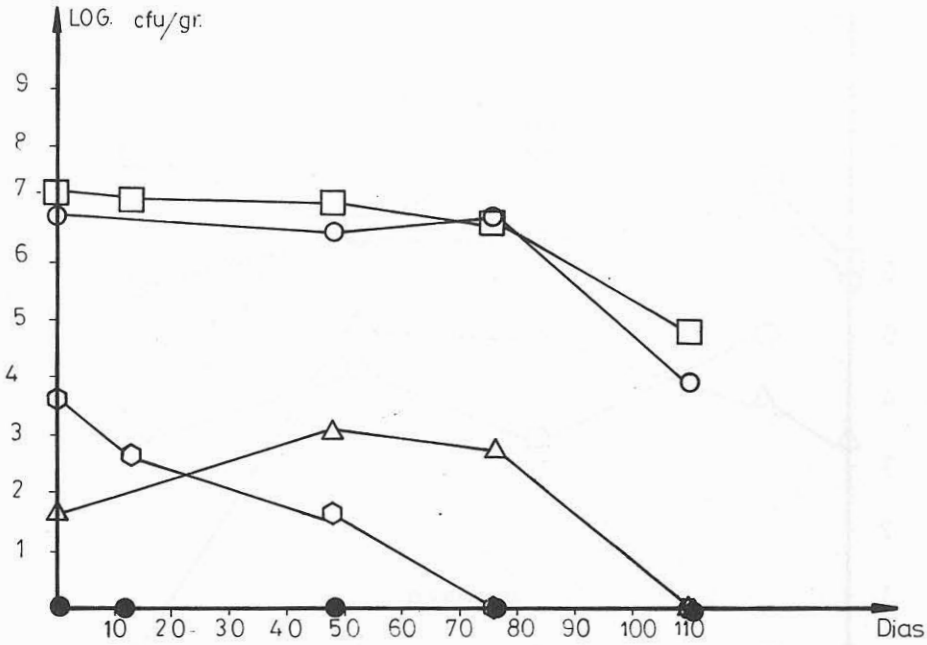
Parece ser que en las condiciones de vacío hay una relación inversamente proporcional entre la concentración de microorganismos y la pérdida de viabilidad de éstos. A menor concentración mayor pérdida de viabilidad y viceversa.

En jamones envasados al vacío, la flora microbiana va disminuyendo con el tiempo, hasta alcanzar unos valores mínimos en algunos casos y desaparecer en otros.

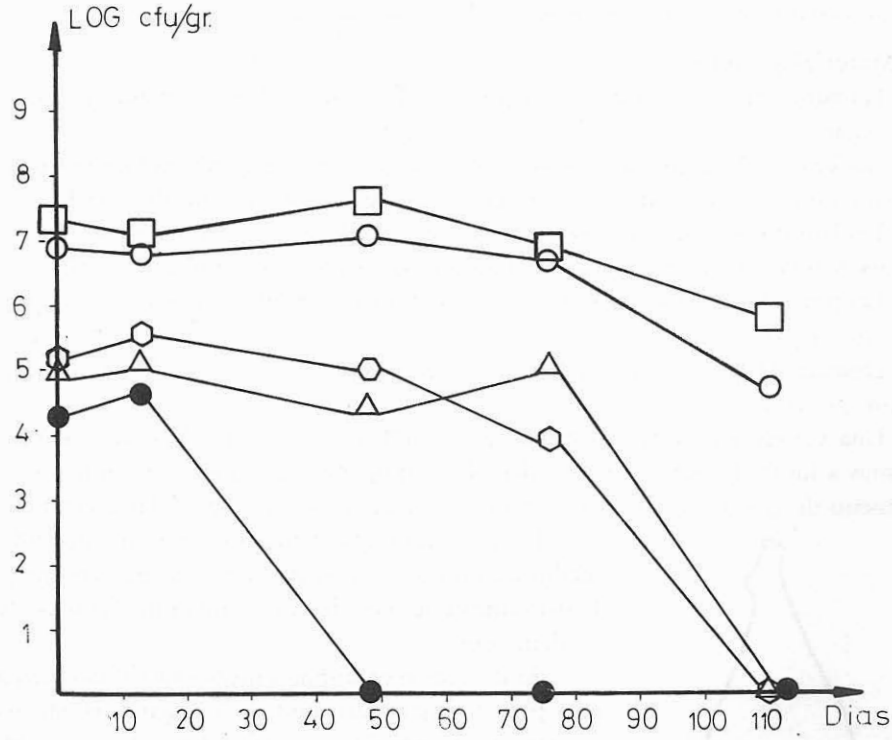
Microbiológicamente hablando, un jamón curado deshuesado y envasado al vacío no debería sufrir ningún deterioro por causa de los microorganismos al término de su vida media. Cuando se produce un defecto en este tipo de jamones, debe buscarse la causa o bien en una posible alteración del jamón antes de envasar, y que ha pasado desapercibida en el proceso de deshuesado, o en una contaminación producida por una falta de higiene en el deshuesado.



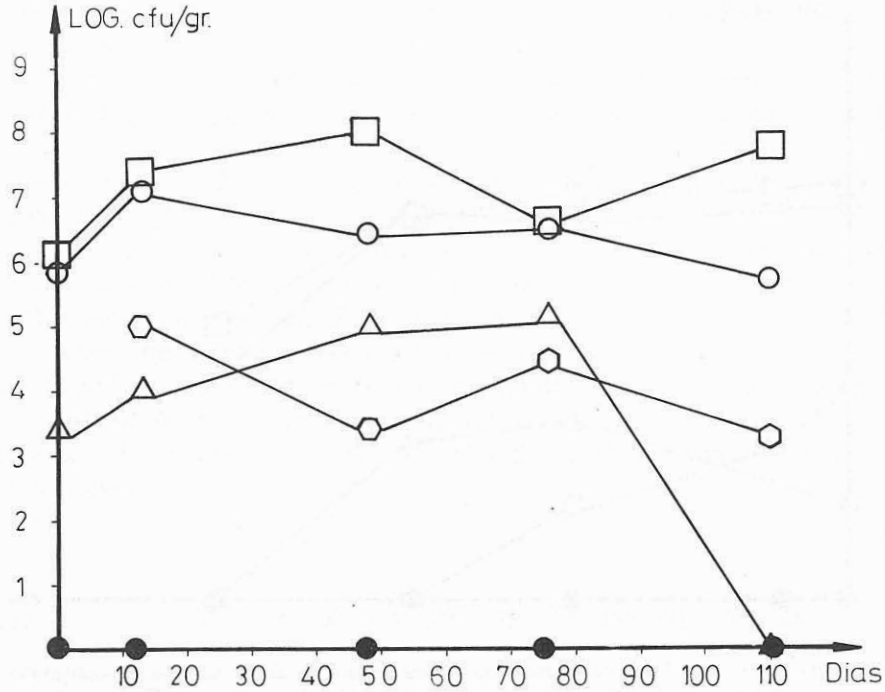
Gráficas 23. Evolución microbiana en cuatro jamones deshuesados envasados al vacío, procedentes de dos fábricas distintas: B (gráficas 23 y 24) y V (gráficas 25 y 26). (○) Micrococcaceae; (■) flora halotolerante; (△) bacterias ácido lácticas; (⬡) hongos y levaduras; (●) *B. thermosphacta*.



Gráficas 24. Evolución microbiana en cuatro jamones deshuesados envasados al vacío, procedentes de dos fábricas distintas: B (gráficas 23 y 24) y V (gráficas 25 y 26). (○) Micrococcaceae; (■) flora halotolerante; (△) bacterias ácido lácticas; (⬡) hongos y levaduras; (●) *B. thermosphacta*.



Gráficas 25. Evolución microbiana en cuatro jamones deshuesados envasados al vacío, procedentes de dos fábricas distintas: B (gráficas 23 y 24) y V (gráficas 25 y 26). (○) Micrococcaceae; (■) flora halotolerante; (△) bacterias ácido lácticas; (⬡) hongos y levaduras; (●) *B. thermosphacta*.



Gráficas 26. Evolución microbiana en cuatro jamones deshuesados envasados al vacío, procedentes de dos fábricas distintas: B (gráficas 23 y 24) y V (gráficas 25 y 26). (○) Micrococcaceae; (■) flora halotolerante; (△) bacterias ácido lácticas; (⬡) hongos y levaduras; (●) *B. thermosphacta.*

2.3 Material y métodos

Formaron parte del estudio 4 jamones procedentes de 2 fábricas con distinto proceso de fabricación.

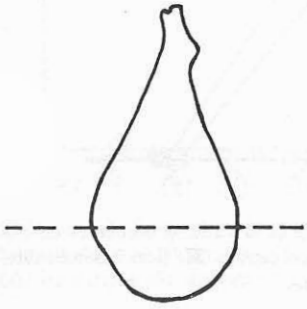
Los jamones V fueron salados en bombo durante 5 minutos, inyectados con Curajam y salados en pila durante 9 días. La mezcla salina constaba de sal y nitrificantes.

Los jamones B fueron salados en barril, primero durante 8 días, y después durante 21 días añadiéndose nueva mezcla salina. Esta consistía en azúcar, nitrificante y sal.

Las piezas fueron deshuesadas y envasadas al vacío al término de su curación, que oscilaba entre 4 y 5 meses.

Después de deshuesados, se les aplicó una película plástica y se dejaron en secadero durante 5-7 días.

Una vez envasados, fueron conservados a 4 °C mientras duró el estudio. Se tomaron muestras a los 0, 13, 48, 75 y 110 días. Cada muestra consistía en una loncha de medio centímetro de grosor, de un extremo a otro del jamón a lo largo de la línea media.



Las muestras fueron tratadas en el Stomacher 400, con medio de dilución consistente en agua de peptona y sal. Posteriormente se procedió a la siembra mediante un banco de diluciones.

Se sembraron en distintos medios de cultivo bacteriológico para conseguir recuentos de los siguientes microorganismos: microorganismos totales halotolerantes, Micrococcaceae, bacterias ácido-lácticas, estreptococos fecales, B. Thermosphacta y hongos y levaduras.

PARTE II

EL ENVASADO DEL JAMON CURADO

CAPITULO III

PROBLEMAS DE PUTREFACCION EN JAMONES ENVASADOS AL VACIO

J. ARNAU

En ocasiones algunos jamones que presentan olor normal, al ser envasados al vacío presentan olores anómalos o putrefactos cuando llegan al consumidor.

Hay que tener en cuenta que en el deshuesado del jamón hay posibilidad de contaminación por causas diversas:

– Durante el deshuesado, al tocar la parte exterior del jamón que en ocasiones ha estado en el suelo, y después el interior del mismo, se puede provocar una gran contaminación.

– Contaminación por utensilios (cuchillos, guantes...) que generalmente no son desinfectados después de deshuesar un jamón defectuoso y por tanto puede contaminar al jamón siguiente.

– Contaminación ambiental: los locales de deshuesado están localizados a menudo en lugares poco higiénicos.

– Al deshuesar el jamón se produce un aumento considerable de la superficie expuesta al medio ambiente, especialmente en la zona del fémur, donde se desgarra la masa muscular del jamón.

Al mismo tiempo esta zona presenta una humedad elevada, lo cual unido a lo anterior facilita la proliferación de microorganismos.

Estos factores unidos pueden hacer que un jamón que sería apto para el consumo, al ser deshuesado, se contamine y dé lugar a fermentaciones que lo hagan posteriormente incomestible.

Para solucionar este problema proponemos la adopción de las siguientes medidas:

A) *Película plástica*

La problemática presentada se da principalmente en jamones deshuesados y envasados directamente al vacío. A fin de conseguir una deshidratación uniforme del jamón, se deshuesa el jamón antes del final del secado y se recubre el interior con película plástica, que en ocasiones lleva antifúngico. Después los jamones son trasladados de nuevo al secadero, donde se seca la película y se deshidrata el interior del jamón. La película plástica hace disminuir la superficie de contacto con el aire y el desarrollo de hongos. Posteriormente los jamones pueden envasarse al vacío.

B) *Incremento de las medidas higiénicas*

– Los jamones no deben colocarse en el suelo, sino en carros limpios, puesto que el contacto con el suelo hace aumentar la contaminación superficial del jamón, que por contacto con los cuchillos, guantes y manos pasa después a la masa cárnica interior del jamón.

– El personal debe mantener al máximo las medidas higiénicas (lavado de manos con agua y jabón), limpieza de guantes, ropa...

– El local de deshuesado debe tener unas medidas higiénicas adecuadas: no son correctos los lugares cercanos a zonas donde haya ganado, sótanos insalubres, lugares de matanza...

– Las temperaturas y humedades elevadas, junto con ambientes con deficiente renovación de aire no son recomendables para deshuesar jamones.

– Generalmente al deshuesar un jamón en mal estado el cuchillo no se desinfecta. Por tanto éste puede contaminar fácilmente al siguiente jamón. El uso de cuchilleras con agua caliente y desinfectante, puede ayudar a mejorar la higiene del proceso. Al acabar de deshuesar un jamón, en lugar de dejar el cuchillo encima de la mesa, debe ponerse dentro de la cuchillera, donde la temperatura elevada y el desinfectante disminuyen la contaminación del cuchillo.

La cuchillera debe limpiarse diariamente, cambiando el agua, puesto que al acabar la jornada, existe gran acúmulo de suciedad.

– Al pasar jamones de una zona con temperatura baja a otra con temperatura superior, se produce una condensación de agua en la superficie externa del jamón. Este agua puede producir una ligera pátina superficial al envasarse al vacío, convirtiéndose en un caldo de cultivo para algunos microorganismos indeseables, pudiéndose producir deterioros en la calidad del jamón.

PARTE II

EL ENVASADO DEL JAMON CURADO

CAPITULO IV

EFECTO DE DIFERENTES ATMOSFERAS DE GASES SOBRE EL JAMON CURADO ENVASADO

M. HUGAS, M. GARRIGA, J. ARNAU y M. ROCA

4.1 Introducción

El envasado al vacío ofrece unas ventajas para el consumidor así como para el fabricante: garantiza la higiene del producto y se evitan las pérdidas de peso. Sin embargo, al ser un envoltorio que oprime al jamón se producen a veces roturas de la bolsa por motivo de alguna arista demasiado afilada de la pieza, con la consiguiente pérdida de vacío y el retorno del producto al fabricante.

Otro de los problemas que sufren los jamones envasados al vacío es la aparición, en según que partidas, de un velo blanco formado por depósitos de tirosina (véase el apartado «la tirosina en el jamón curado») que confiere al producto una mala imagen con el consiguiente rechazo por parte del consumidor.

El tipo de envasado al vacío para jamones deshuesados cumple bastante bien su función, sin embargo es siempre interesante investigar nuevas tecnologías de envasado. Con este objetivo se realizaron una serie de pruebas para observar el comportamiento del jamón envasado en diferentes atmósferas de gases. Este tipo de envasado al no oprimir el jamón disminuiría quizás el porcentaje de rotura de bolsas que actualmente acontece en los jamones deshuesados y envasados al vacío.

En este trabajo se estudiaron varios tipos de envasado para jamones deshuesados alternativos al envasado al vacío. De esta manera se utilizaron diferentes atmósferas a fin de detectar los cambios y la influencia de estos gases sobre la flora microbiana y la apariencia externa del jamón.

4.2 Resultados y conclusiones

En los jamones envasados con atmósfera de CO_2 se obtuvieron las concentraciones de microorganismos más bajas en cada uno de los parámetros muestreados, excepto en el caso de las bacterias acidolácticas puesto que éstas se ven favorecidas por la atmósfera existente en el envase.

Los jamones envasados en aire experimentaron el mayor crecimiento de microorganismos, así como la peor presencia externa. En este caso las bacterias menos favorecidas fueron las acidolácticas debido a las condiciones aeróbicas ambientales que limitan su crecimiento.

Los jamones envasados en atmósfera de Nitrógeno y los de mezcla de CO_2 y nitrógeno presentaron concentraciones de microorganismos intermedias entre las de los jamones envasados en dióxido de carbono al 100 % y los envasados en aire.

En cuanto a la apariencia externa que presentan estos jamones, es considerablemente mejor a la de los jamones envasados en aire, pero inferior a la de los jamones envasados en atmósfera de CO_2 puesto que presentan una incipiente aparición de velo blanco en el tejido conectivo que rodea a los músculos. Se observan cristales salinos aunque no en gran cuantía.

Resumiendo y según se desprende de los resultados anotados en la Tabla XLVIII, tenían mejor apariencia los jamones envasados en CO_2 seguidos de los de N_2 y N_2/CO_2 mientras que la peor apariencia era para los jamones envasados en aire. Los resultados de los recuentos microbiológicos concuerdan con la apariencia externa que presentaban las piezas.

El tipo de atmósfera que da un mejor resultado, tanto en lo que respecta a los contajes de microorganismos como a la apariencia externa, es la de dióxido de carbono.

No obstante, comparando este tipo de envase con el tradicional de envasado al vacío, este último presenta un aspecto más agradable y atractivo para el consumidor.

4.3 Material y métodos

Formaron parte del estudio 8 medios jamones envasados en 4 atmósferas distintas, 2 por cada tipo de atmósfera.

Las atmósferas utilizadas fueron N_2, CO_2, CO_2/N_2, Aire.

Se utilizó un mezclador de gases WITT tipo KM100-3M.

Las muestras se tomaron al inicio del estudio o sea justo antes de envasar y al cabo de 2 meses de envasado.

Se cortó una loncha del jamón para obtener muestras de cada uno de los músculos más representativos y se homogeneizó en un Stomacher 400 en medio de dilución compuesto por 0,1 % peptona y 4 % NaC1 en una proporción de 1:9. A partir de esta solución madre se realizó todo el blanco de diluciones.

Se hicieron recuentos de los siguientes parámetros: Flora mesófila halotolerante, Micrococcaceae, bacterias ácido-lácticas, estreptococos fecales y hongos y levaduras.

Se anotó el aspecto externo de las diferentes muestras en base a la aparición o no de velo blanco y a la existencia de cristales salinos en la superficie de los jamones.

TABLA XLVII: *Concentraciones iniciales i finales de microorganismos en jamones envasados en diferentes atmósferas*

C. iniciales / C. finales	F. halotolerante	Micrococcaceae	b. acidolácticas	hongos y levaduras	Estreptococos
N_2	6,46 / 7,39	3,95 / 6,88	6,30 / 6,72	3,00 / 5,73	<1 / <1
AIRE	7,11 / 8,07	6,44 / 8,18	<1 / 3,18	2,30 / 6,73	<2 / <1
CO_2	7,27 / 6,35	4,42 / 5,91	3,50 / 5,33	2,42 / 4,29	<2 / <1
CO_2/N_2	5,32 / 7,82	<3 / 8,25	<1 / 6,13	<2 / 5,15	<2 / <1

– Los datos están expresados en log cfu/gr.

TABLA XLVIII: *Valoración de la apariencia externa de jamones envasados en diferentes atmósferas.*

	Aspecto externo	Cristales de sal	Velo blanco
N_2	2	+	+ −
AIRE	4	++++	+
CO_2	1	−	+ −
CO_2/N_2	2-3	+	+

Se cataloga el aspecto externo con los valores de 1 a 4, de mejor a peor aspecto.
+ presencia, − ausencia, + − aparición incipiente.