

Compactación de la carne durante la embutición del jamón: Un nuevo avance en la automatización de los productos cocidos de alta calidad

Marta Xargayó, Josep Lagares, Eva Fernández, Daniel Sanz



INTRODUCCIÓN

El jamón cocido de más alta calidad, fabricado principalmente en el centro de Europa, se ha elaborado tradicionalmente a partir de jamones enteros seleccionados, deshuesados y ligeramente pulidos, manteniendo la piel y la grasa del exterior. Se trata de productos con bajo nivel de inyección, sin o con muy baja dosis de fosfatos y con maduración suficiente como para desarrollar el sabor, aroma y textura que identifican a estos productos de alta calidad.

Durante décadas estos productos se han embutido a mano en moldes individuales por operarios especializados, capaces de poder adaptar al molde o a la bolsa, jamones que después del masaje y la maduración, están bastante secos y duros, con una consistencia rígida que complica la correcta recomposición de la pieza. Como consecuencia de estas características de la carne, al embutir y/o moldear se producen unos defectos de estructura tan tradicionales como su propia elaboración; entre ellos, quizás, los más habituales son los agujeros que se forman por la falta de compactación entre músculos, o las grietas por falta de ligado. Estos defectos aparecen en mayor o menor medida en función del proceso y de la calidad de la carne, y aún se han visto más agravados en los últimos años por una mayor incidencia de PSE en la carne de cerdo. La disminución de la funcionalidad de la proteína de los músculos PSE, sumada al uso limitado o nulo de fosfatos, provoca texturas blandas y pastosas totalmente indeseables en este tipo de productos.

Con el cambio de los hábitos de consumo en los últimos años, los productos loncheados representan un porcentaje más elevado que las piezas individuales destinadas a los pequeños puntos de venta. Este hecho ha provocado que muchos de estos productos hayan tenido que adaptar su proceso de elaboración, trabajando con músculos separados en lugar de hacerlo con jamones enteros, reestructurándolos en moldes de barra para poder tener piezas loncheables

de mayor rendimiento. De tal manera que, si las piezas individuales presentaban problemas al lonchearlas, someter estos tipos de jamón a la acción agresiva de loncheadoras industriales no ha hecho más que magnificar el problema descrito.

A pesar de que existe una categoría especial de jamones cocidos más tradicionales de Centro Europa, como pueden ser el *Jambon Supérieur* francés o el *Prosciutto Cotto di Alta Qualità* o el *Scelto* italianos – que en muchos casos se continúan elaborando a partir de jamones enteros moldeados a mano – se ha intentado repetidamente embutir estos productos de forma automática, al vacío, para poder dar así una superior compactación a la pieza que pueda reducir en parte los problemas de loncheado y los defectos típicos de estos jamones cocidos, además de poder automatizar el proceso. Pero hasta ahora las únicas máquinas capaces de trabajar con este producto manteniendo el músculo entero, como son las embutidoras de doble pistón al vacío, no podían llegar a dar el nivel de compresión necesario, provocando en algunas ocasiones la aparición de aire y separaciones intermusculares en el producto final.

DETECCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA

Un equipo formado por técnicos y tecnólogos de la industria cárnica estuvo realizando pruebas y analizando estas limitaciones del proceso, llegando a la conclusión que el principal problema radicaba en la falta de compactación de la carne dentro del plástico de embutición, debido a que el grado de sequedad y rigidez de los músculos es tal que se hace muy difícil que puedan fluir fácilmente por las conducciones de las máquinas.

Se concentraron todos los esfuerzos en esta línea de investigación para poder aportar una solución definitiva a la embutición automática de productos de músculo entero y baja inyección.

En primer lugar se fijaron los objetivos a alcanzar para que la “solución” a este problema se tradujera

en un equipo que permitiera elaborar este producto, pero sin perder las características del mismo. Estos puntos de partida fueron los siguientes:

- Embutición de músculos grandes y enteros, de textura ligeramente dura y con una superficie poco deslizadiza.
- Producción de barras de jamón largas para alimentar las loncheadoras, sin grietas ni agujeros externos.
- Compactación de la carne internamente de forma que se elimine todo el aire entre los músculos.
- Preservación de la estructura muscular que corresponde a estos productos, sin detrimento del aspecto de músculo entero y fibroso que se espera en un producto de estas características y precio.
- Cumplimiento de todos los requisitos anteriores y lograr una producción horaria capaz de satisfacer las necesidades de las empresas.

El resultado de los estudios y experimentos llevados a cabo con la colaboración de diversos fabricantes, ha sido el desarrollo de la solución COMPACTA.

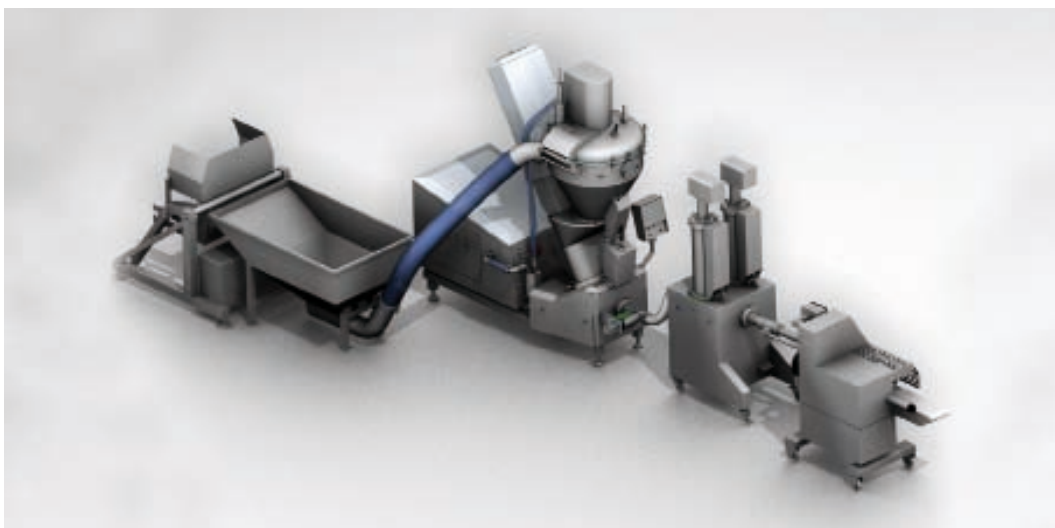
LA SOLUCION AL PROBLEMA: “COMPACTA”

Se trata de un nuevo equipo que se acopla a la salida de una embutidora automática de doble pistón, realizando una compactación previa de la carne antes de que ésta sea transferida a la tripa de plástico y a la clipadora. En este caso, la embutidora actúa solamente como una bomba continua de carne al vacío y el que determina realmente el peso de la pieza a embutir es el propio equipo COMPACTA (Foto 1).

Este accesorio consta de un doble cilindro volumétrico con un émbolo interno en cada uno de ellos. Según el recorrido interno de este émbolo, se define un volumen mayor o menor de llenado de carne por lo que se determina un peso concreto de pieza. Mediante un sistema interno de retención regulable de dichos émbolos se facilita la adaptación y compactación de los músculos en su interior antes de ser transferidos al tubo de conexión con la clipadora o termoformadora. Una combinación entre las válvulas de entrada y salida de la carne en

▼ Foto 1: Accesorio Compacta acoplado a Embutidora automática de doble pistón. Mod. TWINVAC PLUS.





▲ Foto 2: Línea completa de embutición TWINVAC PLUS & COMPACTA.

el propio COMPACTA da lugar a que los dos cilindros volumétricos actúen de forma alternativa. De esta forma, no hay una disminución en la producción de las líneas ya que mientras uno se llena, el otro descarga hacia la clipadora y así alternativamente. La regulación del volumen a embutir se puede realizar de forma manual directamente sobre el COMPACTA o automáticamente desde el propio display de la embutidora.

En el caso de la utilización de una clipadora continua es extremadamente importante la utilización del COMPACTA para productos de baja inyección de alta calidad sin fosfatos. Embutir estos productos sin el dispositivo COMPACTA da lugar a una alta presión y tensión dentro de la propia tripa de plástico para poder compactar los músculos y extraer todo el aire externo (entre la tripa y la carne), produciéndose la rotura continua de las piezas embutidas al no poder aguantar el plástico dicha tensión. Si la clipadora se ajusta para que la tripa plástica aguante el proceso de embutición, entonces las piezas resultantes salen sin compactación, con agujeros internos y con los consecuentes problemas de loncheado y de merma en el producto final.

COMPROBACIÓN EXPERIMENTAL EN PLANTA

Para poder comprobar la eficacia de este equipo sobre la disminución de los defectos comentados anteriormente en un producto loncheado, se instaló una línea COMPACTA en una fábrica de elaborados cárnicos, pasándose a producir todo el jamón para lonchar en esta línea durante tres meses. Hasta ese momento la embutición se venía realizando de forma manual en bolsa de plástico para el jamón sin fosfatos, y con embutición automática con clipado para el jamón con fosfatos.

Transcurrido este período de tiempo se compararon los resultados obtenidos en loncheado para cada tipo de jamón con la media obtenida habitualmente con el mismo producto.

La producción media diaria de jamón cocido fue aproximadamente de 23.000 kg, siendo aproximadamente el 34% de productos sin fosfatos. El jamón cocido con fosfatos se elaboró a partir de todas las piezas de jamón de cerdo 6D, con excepción de la culata de contra y de la babilla, mientras que el jamón sin fosfatos se elaboró a partir de jamón de cerdo 7D, utilizando solamente las

TABLA 1

Defecto	Descripción	Causa	Actuación
Agujeros	Agujeros de aire o cavernas entre músculos	Cohesión muscular débil y/o exceso de merma por falta de vacío o compactación	Descartar lonchas si el agujero es de más de 4 mm de diámetro
Grietas intermusculares	Falta de ligado entre músculos, con separación física	Excesiva rigidez y/o sequedad de la carne en embutición	Eliminar las lonchas que queden rotas o que no puedan ser manipuladas durante el envasado
Rotura intramuscular	Zonas de músculo desestructurado, sin consistencia	Elevada incidencia de zonas PSE	Eliminar las lonchas rotas o con zonas de color fuera de la escala aceptada
Aspecto troceado	Acumulación de trozos pequeños en un mismo corte	Piezas de carne rotas durante el proceso	Eliminar las lonchas donde el defecto suponga más del 30% de la superficie
Coloración poco homogénea	Contraste excesivo de color entre músculos	Desarrollo desigual del color inter y/o intramuscular	Eliminar las lonchas donde el defecto suponga más del 50% de la superficie

▲ **Tabla 1: Descripción de los efectos encontrados en el loncheado de jamones cocidos.**

piezas denominadas tapilla (bíceps femoris) y tapa (*M. semimembranosus* y *M. adductor*). El proceso de elaboración fue el siguiente:

- Elaboración salmuera.
- Inyección y tenderización.
- Masaje y posterior reposo en cámara.
- Masaje previo a la embutición el día siguiente.
- Embutición en COMPACTA con plástico clipado bajo vacío constante.
- Cocción escalonada en multimoldes.
- Loncheado 6 – 7 días después del enfriamiento, con un grosor de 1,2 mm para el jamón cocido sin fosfatos y 1 mm para el jamón cocido estándar

Para poder eliminar tendencias estacionales en los datos de mermas de loncheado obtenidos habitualmente por la empresa, se utilizó como referencia el porcentaje medio anual.

En la tabla 1 se caracterizan los defectos incluidos en la merma de loncheado, relacionados con los comentados anteriormente y tipificados por la propia empresa con una breve descripción de los mismos (Tabla 1).

Si bien *a priori* hay ciertos tipos de defecto donde

parece que la línea COMPACTA pudiera tener poca efectividad, se incluyeron todos para poder así observar posibles interrelaciones. Durante el período de pruebas se recogieron diariamente los resultados de merma de loncheado y, una vez finalizado este período, se calcularon los porcentajes medios mensuales de cada uno de los grupos de rechazo, así como los promedios totales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos recogidos durante tres meses de producción con la línea COMPACTA se muestran en la Tabla 2, donde se comparan con los datos obtenidos durante el año previo a la prueba.

Analizando los resultados se confirmó que las mermas debidas a agujeros y grietas intermusculares son mayores en los productos sin fosfatos debido a la dureza y sequedad de los músculos que dificultan la embutición. Si a ello se le suma que cuantos más espacios vacíos se encuentren en el producto durante la cocción, mayor será la merma de cocción, y que ésta se depositará en estos espacios huecos, engrosándolos, se explica la diferencia en la incidencia del defecto en uno y otro tipo de producto.

TABLA 2

PRODUCTO	% mermas SIN COMPACTA		% mermas CON COMPACTA	
	A (sin fosfatos)	B (con fosfatos)	A (sin fosfatos)	B (con fosfatos)
Agujeros (Foto nº3) (% disminución merma)	1,76	0,75	0,65 (-63,1%)	0,32 (-57,3%)
Grietas intermusculares (Foto nº4) (% disminución merma)	2,46	1,21	0,72 (-70,7%)	0,39 (-67,7%)
Rotura intramuscular	3,49	2,73	3,35	2,74
Aspecto troceado	0,46	1,21	0,47	0,33
Coloración poco homogénea	0,34	-	0,36	-
Total (% disminución merma)	8,51	5,9	5,55 (-34,8%)	3,8 (-35,6%)

▲ **Tabla 2: Resultados de las mermas de loncheado para cada defecto, según tipo de producto y utilización o no del accesorio COMPACTA.**

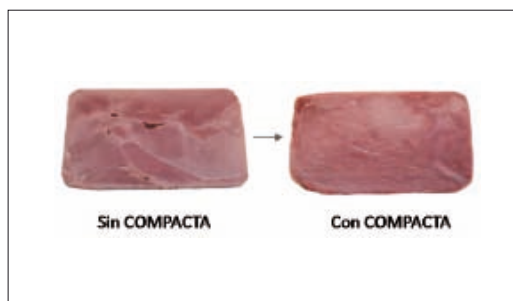
Se observa una considerable reducción de mermas debidas a agujeros y grietas en los dos tipos de productos embutidos con el equipo COMPACTA respecto a los mismos productos sin dicho equipo, representando en el caso de del jamón sin fosfatos, una disminución del 63,07 % en el apartado de los agujeros y del 70,73% en merma por grietas intermusculares. Para los productos con fosfatos, ésta reducción es menor pero sigue siendo muy atractiva para el fabricante (57,33 y 67,77% respectivamente).

La mayor compresión ejercida gracias al dispositivo, así como el poder trabajar con un mejor nivel de vacío

intermuscular, supone una mejor adaptación de las piezas musculares en el plástico de embutición y una consiguiente reducción de estos defectos. Otro factor que influye de manera indirecta en la reducción de los defectos en el producto loncheado, es el hecho que al embutir con COMPACTA las deficiencias debidas al proceso de fabricación (exceso de sequedad o dureza de la carne, etc) quedan en parte absorbidas por la acción de este equipo, ayudando a estandarizar la producción.

También se observó que una buena parte de la merma de loncheado es debida a las roturas internas del músculo por la presencia de carne PSE, siendo

▼ **Foto 3: Agujeros y grietas intermusculares en la embutición automática de agujeros de baja inyección.**



▼ **Foto 4: Grietas superficiales.**



mayor el impacto en el jamón sin fosfato (3,49%) que en el producto con fosfatos (2,73%). Este hecho no representa ninguna novedad porque en la literatura se encuentran numerosas referencias que demuestran que ciertos ingredientes y coadyuvantes tecnológicos pueden compensar en parte la pérdida de funcionalidad que padece la proteína muscular en un músculo PSE, como es el uso de fosfatos; es por ello que la afectación por rotura muscular es mayor en este caso en el jamón sin fosfatos añadidos.

Como era previsible, este tipo de defecto no sufrió apenas una variación representativa con la utilización del equipo Compacta y al continuar trabajando con las mismas condiciones habituales, el nuevo sistema no puede por sí solo mejorar significativamente ni la incidencia de este defecto ni su variabilidad.

El resto de defectos suponen un porcentaje minoritario sobre el total, aunque no dejan de tener su importancia por la pérdida que representan. En el caso del jamón con fosfatos no se valora la coloración poco homogénea como un defecto, ya que al utilizarse la mayor parte de las piezas del jamón éstas de por sí ya presentan una mayor variabilidad de coloración de forma natural. En el caso de los productos sin fosfatos se observa un prácticamente inapreciable aumento en este apartado, debido al paso de embutición manual a automática.

El porcentaje de rechazo por aspecto troceado tampoco sufrió una variación significativa en ninguno de los dos productos. Es destacable que si bien en el jamón sin fosfatos la disposición de los músculos fue más aleatoria, y por lo tanto la colocación de cada uno de los dos músculos (tapa y tapilla) no tan constante como en el producto embutido a mano, no se consideró que el aspecto fuera especialmente roto en comparación al producto sin fosfatos habitual.

Finalmente, el descenso de la merma total fue similar para ambos productos (34,78% para el jamón

sin fosfatos y 35,59% para el jamón con fosfatos), aunque cuantitativamente se ganaron 2,96 puntos de rendimiento del loncheado para el producto sin fosfatos, y 2,10 puntos en el producto con fosfatos. Este aumento en el rendimiento de las líneas de loncheado supone un incremento en la producción de 55 TM/año para el jamón sin fosfatos, y de 77 TM/año para el jamón con fosfatos (aumento de rendimiento evaluado en el centro de procesamiento donde se realizaron las pruebas).

CONCLUSIONES

En los ensayos realizados durante tres meses queda perfectamente comprobado que la compactación de la carne con el equipo COMPACTA significa un gran paso adelante en la embutición automática de los productos de características extremas, como es el caso de los productos de baja inyección (8-15%) y sin fosfatos. En productos de inyecciones similares pero con fosfatos, aumenta el rendimiento pero los resultados son menos espectaculares porque se parte de una situación menos problemática.

La rigidez de la carne impide que estos músculos se adapten a las tripas de plástico y/o moldes dejando huecos entre ellos. El sistema interno de retención regulable de los émbolos facilita la adaptación de dichos músculos, disminuyendo los espacios vacíos que no se pueden eliminar mediante las bombas de vacío y que dan lugar a las desagradables grietas y agujeros.

Es importante destacar que la línea COMPACTA supone una solución "mecánica" y no implica ningún cambio en el proceso de producción, con lo cual la calidad del producto no se ve afectada, ni tampoco la operación de las líneas de producción.

Con esta nueva aportación a la fabricación de jamón cocido se va avanzando en la embutición automática de productos de calidad, acortando cada vez más la distancia con los productos embutidos manualmente.

BIBLIOGRAFÍA

- MINVIELLE B., BOUTTEN B., ALVISET G., DESCHODT G., GOUREAU L., BOULARD J., LE STRAT P., HOUIX Y. (2002). Composition chimique des muscles de jambons frais et des jambons cuits: Influence de l'âge à l'abattage et de la classe de pH ultime. Journées de la Recherche Porcine, 34, 7 – 13.
- HUGENSCHMIDT G., HADORN R., SUTER M., SCHEEDER M.R.L., WENK C. (2007). Fréquence et degré de gravité des zones déstructurées dans le jambon cuit en Suisse. Viandes et Produits Carnés, Vol. 26 [6].
- PIZZA A., PEDRIELLI R. (2002). Utilizzo di carni con anomalie da stress nella tecnologia di preparazione del prosciutto cotto, interpretazione degli effetti prodotti sulla resa e sulle caratteristiche organolettiche con l'uso dell'analisi statistica multivariata. Industria conserve, 77.
- MÜLLER W-D., EBER M., PRZYTULLA J. (2000). Influence of different phosphate-dosage parameters and sensory properties of cooked ham. Fleischwirtschaft International, 3/2000.

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos agradecer a los ingenieros Narcís Lagares y Joan Puigferrer, del Departamento de Ingeniería de METALQUIMIA, S.A., toda su ayuda y colaboración prestada para la confección de este artículo. También nos gustaría agradecer al Sr. Miquel Dorca del Departamento Comercial de Metalquimia por su ayuda para encontrar empresas que participaran en el desarrollo del proyecto.