

## > Embutición de productos de músculo entero

## > *Whole muscle stuffing of meat*

| **Marta Xargayó, Josep Lagares, Llorenç Freixanet, Eva Fernández**  
Departamento Tecnológico de METALQUIMIA, S.A. | Technology Department of METALQUIMIA, S.A.

### | RESUMEN

En el presente artículo, se describen una serie de ensayos destinados a comparar el efecto de una máquina embutidora-dosificadora automática al vacío, diseñada especialmente para la embutición de productos cárnicos de músculo entero, con otras embutidoras existentes en el mercado usadas para tal fin, pero que no fueron concebidas específicamente para este tipo de productos. Se ha estudiado en primer lugar la incidencia del sistema de embutición sobre el rendimiento del producto en el loncheado, verificando que la embutidora analizada consigue una importante reducción del número de lonchas rechazadas por falta de ligazón intermuscular. La diferencia de rendimiento se analiza posteriormente en base a la menor aparición de aire ocluido y a la menor formación de pasta intermuscular.

En segundo lugar se analiza la fiabilidad del sistema de embutición, comparando la precisión de dosificación de diversas máquinas, comprobándose las ventajas, cualitativas y económicas, de los sistemas de embutición-dosificación volumétricos al vacío frente a los sistemas convencionales.

Finalmente se compara la incidencia del sistema de embutición manual sobre la contaminación bacteriana de la carne, observándose una importante reducción en los contajes al utilizar un sistema de embutición-dosificación automática al vacío y evitar así cualquier tipo de manipulación.

### | INTRODUCCIÓN

La fase de embutición ha sido una de las partes más olvidadas dentro del proceso de producción de jamón cocido. Si se observa la bibliografía existente hasta el momento, se podrá constatar que la mayoría de las investigaciones en la industria cárnica han ido dirigidas a perfeccionar las fases que pueden contener más desarrollo tecnológico y científico, como pueden ser la composición de salmueras, sistemas de inyección, tipos

### | ABSTRACT

This article describes a series of tests conducted in order to compare the results of an automatic vacuum stuffing-dosing machine, specially designed for the stuffing of whole muscle meat products, with other stuffers on the market used for the same purpose but not specifically designed for this type of product.

First the stuffing system's impact on product yield was studied in terms of sliceability, verifying that the stuffer analyzed attains a significant reduction in the number of slices rejected due to poor intermuscular binding. This difference in yield was found to be a result of the stuffer's capacity to greatly reduce the appearance of occluded air and the formation of intermuscular meat emulsion.

Then the stuffing system's reliability was tested by comparing the dosing precision of various machines, confirming the qualitative and economic advantages of vacuum stuffing-volumetric dosing systems as compared to conventional systems.

Finally, a comparative study was done to determine the stuffing system's influence on bacterial contamination of the meat. A significant reduction in the bacterial count was observed when an automatic vacuum stuffing-dosing system was used, thereby eliminating human contact with the products, as opposed to the manual stuffing system.

### | INTRODUCTION

The stuffing phase has been one of the most neglected parts of the production process for cooked ham. A look at the references existing up to the present reveals that most of the meat industry's research has been aimed at perfecting the phases related to greater technological and scientific development, such as brine compositions, injection systems, types of massaging, etc., in which knowledge of the meat's composition and characteristics is of prime importance. In



de masaje, etc., donde tiene mucha importancia el conocimiento de la composición y comportamiento de la carne. En cambio, la fase de embutición, es decir, introducir un determinado volumen de masa cárnica en el interior de una bolsa, tripa o directamente en un molde, se convierte en una operación básicamente mecánica y que se puede realizar manualmente con un gran requerimiento de mano de obra y posibilidad de errores humanos. Pocas veces se ha hecho hincapié en la importancia que puede tener esta fase en el aspecto y presentación del producto terminado o en la economía de una fábrica, salvo en el hecho de poder ahorrar mano de obra. También se puede observar que la mayoría de las innovaciones en máquinas embutidoras se ha destinado a productos picados o emulsionados, donde se puede constatar una clara evolución en el tiempo.

En el sector del jamón cocido y productos similares, donde uno de los aspectos más importantes es mantener el músculo entero, se empezó utilizando estas mismas máquinas, siendo necesario pasar por la picadora una carne que hasta esta fase se había mantenido entera. Poco a poco, estas máquinas se fueron adaptando para poder trabajar piezas cada vez mayores de carne, eliminándose la necesidad de cortar el músculo, pero en todos los casos el paso del músculo cárnico a través del sistema de embutición les provocaba profundos desgarros, con un claro empeoramiento del aspecto del producto final, especialmente comparándolo con el jamón cocido embutido a mano. Además, este tipo de embutidoras, que se siguen empleando, ofrece una pobre eliminación del aire intermuscular, a pesar de las adaptaciones que se han realizado, también en este sentido, y no satisface las necesidades de precisión en la dosificación. Este tipo de máquinas se han empleado básicamente en la confección de productos de bajo precio, primando el importante ahorro en mano de obra que suponen sobre el aspecto del producto terminado.

En los últimos años, la evolución e internacionalización de los mercados, con productos de cada vez mayor calidad a menor precio y el aumento generalizado del consumo de productos loncheados, ha hecho que surja la necesidad de máquinas embutidoras capaces de obtener productos de aspecto similar a aquellos moldeados a mano, con iguales o mejores propiedades de comportamiento en las máquinas loncheadoras de alta velocidad y que proporcionen la reducción de mano de obra necesaria para poder ofrecer una buena relación precio-calidad en unos mercados que, como decimos, son cada vez más competitivos.

En este artículo se verifican, de modo comparativo, las ventajas ofrecidas por una de estas embutidoras-dosificadoras de nueva generación, analizando que variables de diseño y proceso son las que justifican la mejora en las prestaciones de embutición y, esencialmente, en el aspecto del producto terminado.

### **I INCIDENCIA DEL SISTEMA DE EMBUTICIÓN EN LA LIGAZÓN INTERMUSCULAR Y EN EL ASPECTO DEL PRODUCTO TERMINADO. OCLUSIÓN DE AIRE.**

Es bien sabido que en la fabricación de productos cocidos que deban destinarse a loncheado en máquinas de alta velocidad (400 a 800 lonchas por minuto) hay que proceder a un diseño especial del producto, incidiendo, entre otros aspectos, en la ligazón entre los músculos que debe ser

contrast, the stuffing phase, that is, introducing a determined volume of meat mass into a bag, fibrous casing, or directly into a mould, has been a basically mechanical operation carried out manually, requiring a great deal of manpower and with the possibility of human errors. Rarely has any emphasis been placed on the importance this phase has in the finished product's appearance and presentation or its impact on a production plant's economy, except in terms of cutting down on manual labor. It is also evident from the industry's references that most of the innovations in stuffing machines have been aimed at ground or emulsified products, with a clear evolution and improvement in these machines over time.

In the field of cooked ham and similar products, where one of the most important factors is maintaining the whole muscle intact, these same machines began to be used, making it necessary to grind meat that, up until this phase, had been kept whole. Little by little, these machines were adapted to be able to work with larger meat pieces, eliminating the need to cut the muscle, but in all cases severe tearing was produced in the meat muscle as it passed through the stuffing system, with a clearly negative impact on the finished product's appearance, especially when compared to cooked ham stuffed manually. In addition, these types of stuffers, which are still being used, are not capable of efficiently eliminating intermuscular air, despite the adaptations that have been made towards that end, and do not satisfy the requirements of precision dosing. These machines have been used primarily for the manufacture of low-cost products, where the significant savings in manpower takes priority over the finished product's appearance.

In recent years, the evolution and globalization of markets, with products of ever-increasing quality at a lower cost and the general rise in demand for sliced products, has created the need for stuffing machines capable of obtaining products with an appearance similar to those molded by hand, with equal or better sliceability behavior when working with high-speed slicing machines and providing the reduction in manpower necessary to be able to offer a good cost-quality ratio in today's meat markets, which are becoming more competitive all the time.

This article documents, in a comparative way, the advantages offered by one of these new generation stuffer-dosers, analysing which design and process variables are responsible for the improvement it provides in the stuffing phase and, essentially, in the finished product's appearance.

### **I INFLUENCE OF THE STUFFING SYSTEM ON INTERMUSCULAR BINDING AND ON THE FINISHED PRODUCT'S APPEARANCE. AIR OCLUSION.**

It is a well-known fact that in manufacturing cooked products to be sliced in high-speed slicing machines (400 to 800 slices per minute) a special product design is necessary to affect, among other aspects, the binding between muscles, which must be strongly reinforced in order to withstand the force of high-speed cutting without damage to the product.

A problem that strongly affects intermuscular binding is the incorporation of air into the protein exudate film which forms during massaging. This incorporation of air tends to occur in the unloading of massaging reactors if it is done very

reforzada intensamente para evitar que la violencia del corte a alta velocidad rompa el producto.

Un problema que tiene una fuerte incidencia en la ligazón intermuscular es la incorporación de aire al limo proteico que se forma durante el masaje. Esta incorporación de aire tiende a producirse en la descarga de los reactores de masaje si esta se realiza de manera muy lenta (con muchas vueltas del reactor en ambiente atmosférico) o bien en las máquinas embutidoras, cuando convergen 2 factores:

- Eliminación de aire insuficiente en la zona de embutición
- Movimentación agresiva de la carne en esta zona.

La existencia de aire en esta zona unido a que la carne es agitada fuertemente hace que se forme una microemulsión que, una vez coagulada en el producto terminado, configura una zona de menor consistencia entre los músculos que debilita la loncha, provocando la rotura de ésta en la loncheadora de alta velocidad.

A fin de verificar la incidencia del sistema de embutición empleado en el rendimiento del producto en loncheadora se diseña la siguiente prueba:

Se fabrican en instalación piloto 2 partidas de 250 kg cada una de los siguientes productos:

*Jamón cocido Cook-in de rendimiento final 125% (100 kg de jamón + 25 kg de salmuera) en barras rectangulares de 19,5x12x27 cm, con un peso de 7 kg.*

*Paleta cocida Cook-in de rendimiento final 150% (100 kg de paleta + 50 kg de salmuera) en barras rectangulares de 19,5x12x27 cm con un peso de 7 kg.*

Ambos productos contienen en su composición, además de los ingredientes habituales, carragenato. Los dos fueron inyectados con una inyectora de efecto atomizador y tenderizados con cabezal con sables de 5 mm de diámetro en el caso del jamón y de 12 mm. de diámetro en el caso de la paleta. Después de este tratamiento fueron masajeados en reactor pulmonar refrigerado y al vacío, con un ciclo de maduración entre inyección y cocción de unas 20 horas aproximadamente y una temperatura de maduración de 5°C, con tiempos totales de masaje de 2 horas, 10 minutos (Jamón rendimiento final 125%) y 2 horas, 45 minutos totales (Paleta rendimiento final 150%). A partir de aquí cada lote se subdividió en cuatro partes, que fueron embutidas en cuatro máquinas distintas en bolsas Cook-in multicapa, posteriormente clipadas al vacío y moldeadas en moldes de acero inoxidable adecuados para obtener barras de las dimensiones descritas.

Las máquinas empleadas fueron las siguientes:

- Embutidora de paletas con sinfín impulsor en tolva abierta y arrastre de aire en la cámara de embutición. En ésta embutidora se utilizan 6 paletas a fin de poder manipular músculos relativamente grandes. Tubo de salida de 60 mm.
- Embutidora de doble tornillo sinfín con sinfín impulsor en tolva abierta con arrastre de aire a través del tornillo y tubo de salida de 60 mm.
- Embutidora de una sola paleta de llenado, con sinfín impulsor en tolva cerrada al vacío y accesorio volumétrico de dosificación, con tubo de salida de 80 mm.

slowly (with many revolutions of the reactor at atmospheric pressure) as well as in stuffing machines, when two factors converge:

- Insufficient air elimination in the stuffing zone.
- Aggressive movement of the meat in this zone.

The existence of air in this zone, combined with the strong agitation of the meat, causes a microemulsion to form which, once coagulated in the finished product, creates an area of less consistency between the muscles, forming a weak spot where tearing occurs during high-speed slicing.

In order to verify the influence of the stuffing system used on sliced product yield, the following test was designed: In a pilot plant, 2 batches of 250 kg were produced, each batch of the following products:

*Cook-in ham with a final yield of 125% (100 kg of ham + 25 kg of brine) in rectangular loaves of 19.5 x12 x27 cm, with a weight of 7 kg.*

*Cook-in shoulder with a final yield of 150% (100 Kg of shoulder + 50 kg of brine) in rectangular loaves of 19.5 x12 x27 cm, with a weight of 7 kg.*

Both products contain carrageenan, in addition to the usual ingredients and additives. Both were injected with a spray injector and tenderized with a needle head, the tenderizing needles being 5 mm. in diameter in the case of the ham, and 12 mm. in diameter in the case of the shoulder. After this process, the products were massaged in a refrigerated vacuum pulmonary reactor, with a maturation period between injection and cooking cycle of approximately 20 hours and a maturation temperature of 5°C, with total massaging times of 2 hours, 10 minutes (ham, final yield 125%) and 2 hours, 45 minutes (shoulder, final yield 150%). Then each batch was subdivided into four parts, which were stuffed in four different machines in multilayer Cook-in bags,



Embutidora 4. Embutidora al vacío para productos de músculo entero  
Stuffer 4. Whole muscle vacuum stuffer

- Embutidora volumétrica para músculo entero con pistón impulsor en tolva al vacío (Objeto de este estudio) con tubo de salida de 100 mm).

Las piezas obtenidas en las distintas embuticiones se cuecen en agua a 74°C hasta alcanzar una temperatura interna de 69°C en el centro de las piezas. Después de cocción se someten a un proceso de preenfriamiento durante 24 horas en el que alcanzan una temperatura interna de aproximadamente 6°C, se desmoldean y se vuelven a enfriar 24 horas más hasta alcanzar -1°C en el centro a fin de aumentar la dureza de las piezas y facilitar así el proceso de loncheado.

Después de este enfriamiento, las piezas (8 piezas por cada embutidora y producto) son cortadas en loncheadora automática a una velocidad de 500 cortes por minuto con lonchas de 1 mm. De las lonchas cortadas se descartan todas aquellas que corresponden a inicios y finales de las piezas de forma que los rechazos recogidos en la tabla adjunta, expresados en porcentaje, son únicamente aquellos que corresponden a lonchas rotas en la máquina por un insuficiente ligado muscular.

## Resultados

Los resultados obtenidos no deben tenerse en cuenta de forma absoluta, ya que existen multitud de factores de proceso que afectan sensiblemente a la ligazón intermuscular del producto terminado, pero si tienen un importante valor comparativo, a pesar de ser pocas piezas, dado que la única variante en el proceso es el sistema de embutición empleado.

Como puede observarse en la tabla adjunta, la influencia de los factores apuntados en la introducción de este apartado es muy importante en el resultado final obtenido. Los factores causantes de estas diferencias los podemos analizar máquina por máquina.

**Embutidora nº 1:** Es una máquina que no está especialmente concebida para la embutición de jamón cocido o productos de músculo entero, por lo que presentó muchas dificultades a la hora de embutir, a pesar de haber reducido el número de paletas de la cámara de embutición. En esta máquina, de tolva abierta, se produce un primer mezclado con aire por la acción del sinfín que empuja la carne hasta la cámara de dosificación. Al ser un sinfín de velocidad lenta, el aire no se emulsiona pero si se mezcla con la carne, entrando junto con ésta en la cámara de embutición, donde se produce una intensa fricción con las paletas y las paredes que emulsiona el aire, además de generar una mayor cantidad de pasta intermuscular debido al embarrado producido por las paletas. El vacío aplicado en esta cámara es, a todas luces insuficiente, ya que, además de aparecer en el corte abundantes microagujeros en la pasta intermuscular, responsables directos del pobre ligado obtenido que se refleja en los datos de rechazo de loncheado, aparecen también abundantes agujeros esféricos de 2-3 mm debidos a burbujas de aire no emulsionado que no ha podido ser eliminado por el pobre vacío efectuado en la cámara de embutición. El aspecto del corte es también el peor de los 4, con una definición muscular muy pobre y, en el caso de la paleta, las vetas intermusculares presentan una coloración amarillenta muy visible debido al alto consumo de nitrito ocasionado por el aire emulsionado.

**Embutidora nº 2:** Por su diseño de tolva abierta con sinfín impulsor de carne son aplicables a esta máquina las mismas

**TABLA 1**  
TABLE 1

STUFFER	% DEFECTIVES SLICES	
	HAM 125 %	SHOULDER 150 %
1	13,2	22.5
2	8,1	11.4
3	0,8	1.2
4	0,3	0.2

then vacuum-clipped and molded in stainless-steel moulds suitable for obtaining loaves of the dimensions described above.

The following machines were used:

- Multi-baffle stuffer with impulser worm in open hopper and air drive in the stuffing chamber. This stuffer uses 6 baffles in order to handle relatively large muscles. Outlet-stuffing tube of 60 mm.
- Double-worm screw stuffer with impulser worm in open hopper with air drive through the screw and outlet-stuffing tube of 60 mm.
- Single-baffle stuffer with impulser worm in closed vacuum hopper and volumetric dosing accessory, with outlet-stuffing tube of 80 mm.
- Volumetric stuffer for whole muscle meat with impulser piston in vacuum hopper (object of this study) with outlet-stuffing tube of 125 mm.

The pieces obtained from the different stuffing procedures were cooked in a water cabinet at a temperature of 74°C until reaching a core temperature of 69°C. After cooking cycle, they underwent a pre-cooling process for 24 hours, reaching a core temperature of approximately 6°C, then were de-molded and cooled for another 24 hours until reaching a core temperature of -1°C in order to strengthen the pieces and facilitate the slicing process.

After this cooling process, the pieces (8 pieces for each stuffer and product) were sliced in an automatic slicer at a speed of 500 slices per minute, with 1 mm width slices. Of the slices obtained, all those corresponding to the two opposite ends of the pieces were eliminated, so that all the data of defective slices that appear in the chart below refer to slices torn in the machine due to insufficient muscular binding.

## Results

The results obtained cannot be considered as absolute parameters, since there are a multitude of processing factors that perceptibly affect intermuscular binding in the finished product, but they do have an important comparative value, despite the few pieces tested, given that the only processing variable was the stuffing system used.

As can be observed in the chart above, the factors outlined in the introduction of this section have a very important influence on the final result obtained. The determining factors in the different results observed above can be analyzed machine by machine.

**Stuffer N 1:** Because this machine is not specially designed for the stuffing of cooked ham or whole muscle products, it presented many difficulties during the stuffing process,



**Embutidora 4. Producto embutido con una embutidora-dosificadora al vacío**  
**Stuffer 4. Product stuffed with a vacuum stuffer-doser**



**Embutidora 3. Producto embutido con una máquina de una sola paleta**  
**Stuffer 3. Product stuffed with a single baffle stuffer**

observaciones hechas en la primera. Sin embargo, en este caso, el embarrado producido en la zona del doble sinfin embutidor es mucho menor, observándose en el producto terminado una menor cantidad de pasta intermuscular. La extracción de aire, si bien es algo más eficaz, ya que el número de agujeros esféricos de 2-3 mm que aparecen en las lonchas es mucho menor, sigue siendo insuficiente para eliminar el aire ocluido en la carne por efecto del sinfin de la tolva y emulsionado por las grandes fricciones que se producen en la cámara de embutición. En el caso de la paleta sigue observándose una coloración intermuscular ligeramente amarillenta, si bien, como hemos comentado, la cantidad de pasta intermuscular es menor que en la primera embutidora, obteniéndose un corte más limpio, pero formado por muchos trozos pequeños, producidos por el efecto cortante del doble sinfin embutidor.

**Embutidora nº 3:** En esta embutidora se produce ya un cambio muy importante en el rendimiento de loncheado, debido esencialmente al hecho de que la tolva de trabajo se encuentra bajo vacío, por lo que en el producto obtenido con esta máquina no se observa ya aire emulsionado en la pasta intermuscular, hecho que concuerda con la premisa establecida en este apartado de la gran incidencia que tiene en el rendimiento de loncheado el estado en que se encuentre el limo intermuscular. De cualquier forma, si se compara el producto obtenido con esta máquina al obtenido con la embutidora nº 4, se puede constatar que la cantidad de pasta intermuscular es sensiblemente mayor, coincidiendo también con la diferencia que se observa en el rendimiento de loncheado. Esta pasta intermuscular adicional puede atribuirse a la fricción que sufre la carne en el impulsor sinfin en la tolva, en la cámara de embutición debido al movimiento de la paleta y a lo largo del largo tubo que conduce la carne al accesorio de dosificación.

**Embutidora nº 4:** Al igual que en la máquina anterior, en este caso, la tolva de trabajo de la embutidora está cerrada al vacío, con lo que, si se tiene en cuenta que la carga media normal es de alrededor de 200 Kg y, que se embuten piezas de 7 Kg, el tiempo medio de permanencia al vacío es de unos 5 minutos, una auténtica fase de prevacío que elimina el aire que pueda haber quedado ocluido en la descarga del masajeo o durante la carga de la embutidora. La impulsión en esta máquina se hace por medio de un pistón, con lo que la formación de pasta es mínima en este estadio. En cuanto al paso a la cámara de dosificación, se produce con un mínimo recorrido rectilíneo, a través de pasos nunca menores de 100 mm., con lo que la fricción es mucho menor, no produciéndose prácticamente ningún añadido a la pasta intermuscular

despite having reduced the number of baffles in the stuffing chamber. In this machine, with an open hopper, a first mixing with air is produced by the action of the worm that pushes the meat to the dosing chamber. Being a low-speed worm, the air is not emulsified but it mixes with the meat and moves with it into the stuffing chamber, where an intense friction with the baffles and walls produces air emulsification, as well as generating a greater amount of intermuscular meat emulsion due to the smear produced by the baffles. The vacuum applied in this chamber is clearly insufficient since the slices obtained have abundant micro-holes in the intermuscular meat emulsion, directly responsible for the poor binding reflected in the data of defective slices, as well as many spherical holes 2-3 mm in diameter due to unemulsified air bubbles that, because of the inadequate vacuum effected in the stuffing chamber, were unable to be eliminated. The appearance of the slice is the worst of the four, with a very poor muscular definition and, in the case of the shoulder slices, intermuscular strings of a very visible yellowish color, due to the high nitrite consumption caused by the emulsified air.

**Stuffer N 2:** The design of this machine, open hopper with meat impulser worm, results in the same defects observed in the first stuffer. However, much less smear is produced in the double-worm stuffing zone, and the finished product has less intermuscular meat emulsion. Although air extraction is somewhat more efficient, producing slices with much fewer spherical holes 2-3 mm in diameter, it is still insufficient to prevent air from being occluded in the meat by the hopper's worm action and being emulsified by the strong friction produced in the stuffing chamber. In the shoulder slices a slightly yellowish intermuscular color is still visible, even though the amount of intermuscular meat emulsion is less than in the first stuffer, and the slice is cleaner but made up of many small pieces, resulting from the cutting effect of the double-worm stuffer.

**Stuffer N 3:** In this stuffer a significant difference is observed in slice yield, essentially due to the presence of vacuum in the hopper, obtaining products free of emulsified air in the intermuscular meat emulsion, a fact which confirms the premise set forth in this section regarding the strong influence the condition of intermuscular protein film has on final slice yield. However, when the product obtained with this machine is compared to that obtained with stuffer n 4, a slightly greater amount of intermuscular meat emulsion can be observed, and this is verified by the difference in slice yield results. This additional intermuscular emulsion produced in the third stuffer can be attributed to the friction the meat is subjected to by the hopper's worm impulser, by the baffle's

proveniente del masaje. En cuanto al aspecto del corte, se puede apreciar también entre estas 2 máquinas una gran diferencia, sobre todo en el jamón cocido al 25%. El diámetro de 100 mm. del tubo de embutición de esta embutidora hace que el producto terminado presente grandes músculos al corte, sin deformaciones en la estructura del músculo fresco. La diferencia se hace especialmente evidente en los músculos grandes del jamón, que al ser forzados en la embutidora nº 3 a través de un circuito de diámetro 80 mm, aparecen en el corte desgajados, y con poca definición, mientras que en la embutidora nº 4 aparecen enteros y, sobre todo, con unos contornos bien definidos. Asimismo, el aspecto general del corte es más limpio, con una definición muscular más acusada, debido esencialmente a la menor cantidad de pasta intermuscular.

### I PRECISIÓN EN LA DOSIFICACIÓN

Para poder definir estadísticamente la precisión en la dosificación, se usará como parámetro la desviación standard obtenida de series de piezas embutidas en las distintas embutidoras anteriormente descritas. Este valor se puede interpretar como una medida estadística de la dispersión de los pesos de las piezas con respecto a la media, de forma que cuanto menor es la desviación, tanto mayor es la fiabilidad de la máquina en cuanto a precisión en los pesos obtenidos. La representación de este valor se refleja gráficamente en la curva conocida como campana de Gauss. Una campana de Gauss estrecha y puntiaguda significará una menor desviación standard, es decir, una mayor probabilidad de que el peso de cada pieza se encuentre en una zona muy próxima a la media.

Una baja desviación standard es especialmente importante para los productos que salen a la venta como unidades enteras, ya que para el fabricante será de gran trascendencia que todas las piezas tengan una diferencia mínima de peso entre ellas, ya que, normalmente, la legislación vigente en cada país establecerá unos límites de variación, especialmente en cuanto a peso mínimo de los envases, con relación al peso neto que figure en etiqueta. Para garantizar este peso mínimo será siempre necesario establecer un valor de peso medio algo superior. Una embutidora que garantice una desviación standard entre piezas baja permitirá situar este valor medio de peso mucho más cerca del peso neto que figura en la etiqueta, al garantizar que no habrá piezas por debajo del mínimo.

Además, desde el punto de vista tecnológico es de gran importancia que los moldes de producto estén llenos de una forma uniforme. Piezas muy llenas pueden llevar a productos finales subcocidos o provocar roturas en el envase plástico usado en la cocción mientras que piezas poco llenas pueden originar falta de ligado muscular y/o exudación de jugos en la cocción.

Para garantizar una buena precisión de dosificación se asume, como premisa en este artículo, que el mejor sistema de dosificación es el empleo de pistones volumétricos. Para comprobar este punto se diseñó una prueba comparativa entre dos de las máquinas del apartado anterior, las embutidoras nº 1 y 4. Para ello se utilizó el mismo jamón inyectado al 25% y una paleta inyectada al 90%, de consistencia más líquida y con más probabilidad de originar diferencias de peso en el proceso de embutición. En la preparación de esta paleta se utilizaron las mismas máquinas que en el caso del jamón, siguiendo un proceso parecido. Se escogieron estos dos productos para abarcar dos extremos en cuanto a inyección y rendimiento final que se suelen encontrar en muchos mercados.

movement in the stuffing chamber, and throughout the length of the tube that takes the meat to the dosing accessory

**Stuffer N 4:** Like the above machine, this stuffer's hopper operates in a closed vacuum so that, with a normal average load of about 200 kg and stuffing pieces with a weight of 7 kg, the average vacuum time is about 5 minutes, constituting a genuine pre-vacuum phase that eliminates any air that may have become occluded during unloading after the massage or during loading of the stuffer. Impulsion in this machine is effected by a piston, so that there is a minimal formation of meat emulsion in this stage. As the meat goes to the dosing chamber, it follows a minimally rectilinear path, through tubing never narrower than 100 mm, producing much less friction and practically no addition to the intermuscular emulsion as the product comes from the massaging phase. A significant difference between these 2 machines is also obvious in the appearance of the slice, especially in the cooked ham with 25% injection. The stuffing tube's diameter of 100 mm in this stuffer allows the finished product's large muscles to remain intact in the slice, without structural deformation of the raw material's muscle. The difference is particularly evident in the ham's large muscles, which in stuffer nº 3 are forced through a circuit 80 mm in diameter, resulting in slices with tears and little definition, whereas the slices produced in stuffer nº 4 appear whole and, above all, with well-defined contours. The overall appearance of the slice is cleaner, with a more pronounced muscular definition, essentially because of the smaller amount of intermuscular meat emulsion.

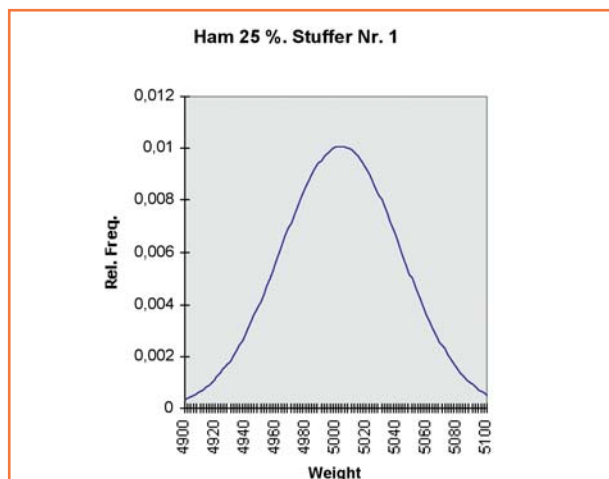
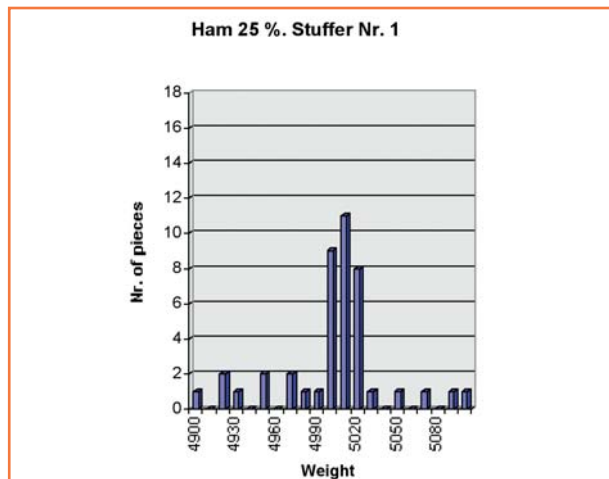
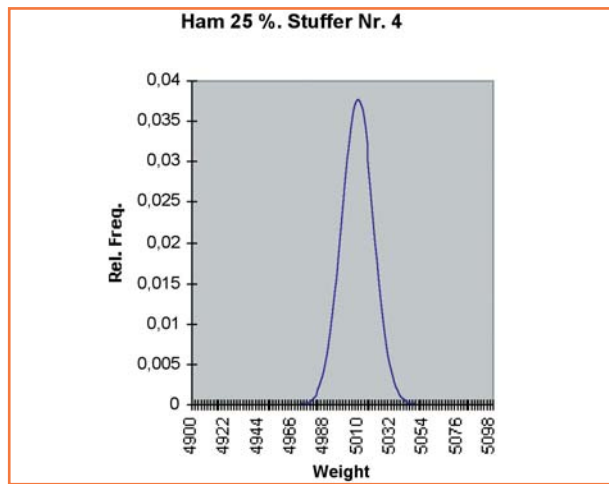
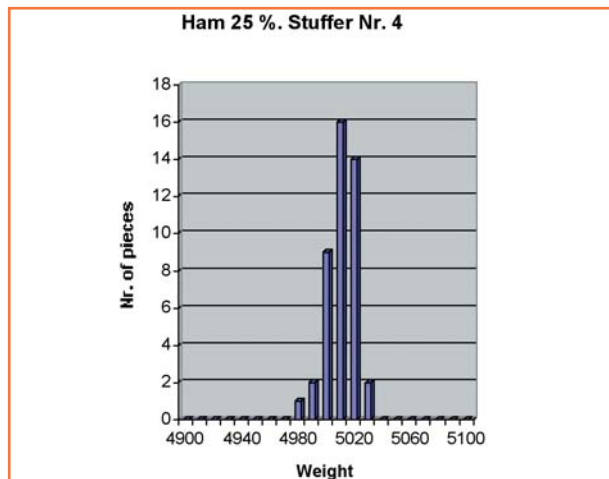
### I DOSING PRECISION

In order to statistically define the dosing precision of the stuffers in the study, the parameter used is the standard deviation obtained in a series of pieces stuffed in the different machines described above. This value can be interpreted as a statistical measure of the weight dispersion in the pieces with respect to the average weight, so that a lower deviation represents greater reliability of the machine as regards precision of weights obtained. This value is represented graphically by a curve known as the Gauss bell.

A narrow and pointed Gauss bell means a lower standard deviation, that is, a greater probability that the weight of each piece is within a zone very near the average.

A low standard deviation is especially important for products to be sold as whole units, a minimum weight difference among the units being of utmost importance to the manufacturer, since the legislation in force in each country usually establishes a limit for such variation, especially as regards the package's minimum weight in relation to the net weight on its label. In order to guarantee this minimum weight, it is always necessary to set a somewhat higher average weight value. A stuffer that guarantees a low standard deviation among pieces will allow this average weight value to be set much closer to the net weight on the product's label, since it guarantees that no pieces will be below the minimum.

Furthermore, from a technological point of view, it is extremely important for the product moulds to be uniformly filled. Overfilling can result in undercooked finished products or breakage in the plastic packaging during cooking cycle, while underfilling can prevent full muscular binding and/or cause exudation of juices during cooking.



To guarantee a good dosing precision, it was assumed as premise in this article that the best dosing system is the use of volumetric pistons. In order to verify this hypothesis, a comparative test was designed between two of the machines in the above section, stuffers n 1 and n 4. The products used in the test were the same ham with 25% injection and a shoulder injected at 90%, with a more liquid consistency and more likely to produce weight differences during the stuffing process. In the preparation of the shoulder, the same machines were used as in the case of the ham, following a similar procedure. These two products were selected in order to study the two extremes, with respect to injection percentage and final yield, that are commonly found in many meat markets.

**Producto: Jamón 25% de inyección**  
**Product: Ham 25% injection**

**a) Embutidora nº 4**  
**a) Stuffer Nr. 4**

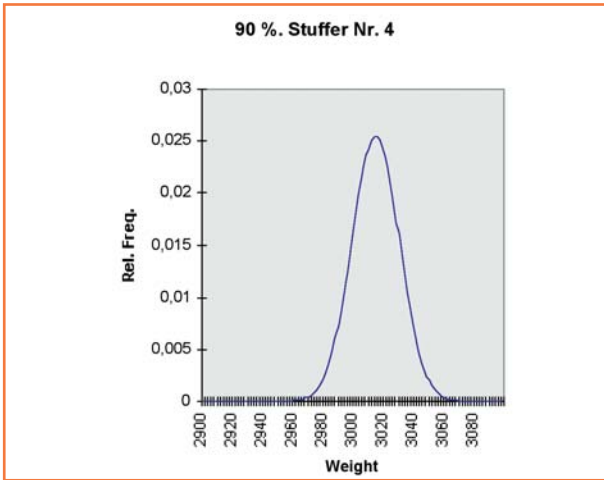
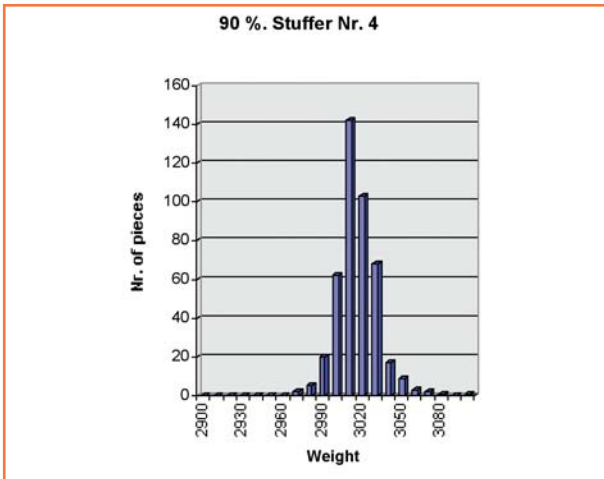
WEIGHT	Nr. PIECES
4980	1
4990	2
5000	9
5010	16
5020	14
5030	2
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>

<b>DESIRED WEIGHT</b>	5000 g
<b>AVERAGE WEIGHT</b>	5010 g
<b>STANDARD DEVIATION</b>	10.6 g
<b>MAXIMUM WEIGHT</b>	5030 g
<b>MINIMUM WEIGHT</b>	4980 g

**b) Embutidora nº 1**  
**b) Stuffer Nr. 1**

WEIGHT	Nr. PIECES
4900	1
4920	2
4930	1
4950	2
4970	2
4980	1
4990	1
5000	9
5010	11
5020	8
5030	1
5050	1
5070	1
5090	1
5100	1

<b>DESIRED WEIGHT</b>	5000 g
<b>AVERAGE WEIGHT</b>	5003 g
<b>STANDARD DEVIATION</b>	39.7 g
<b>MAXIMUM WEIGHT</b>	5100 g
<b>MINIMUM WEIGHT</b>	4900 g

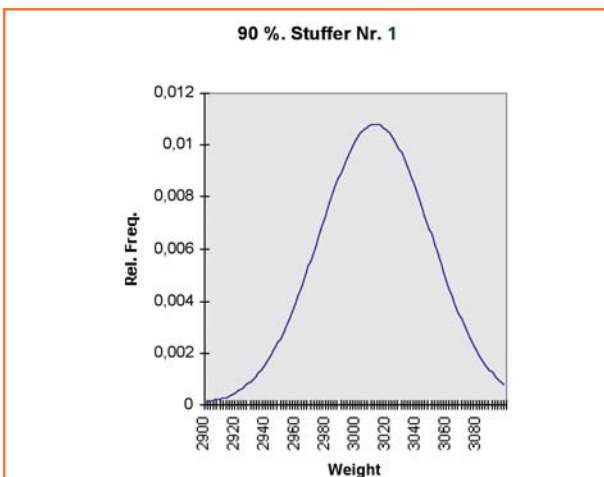
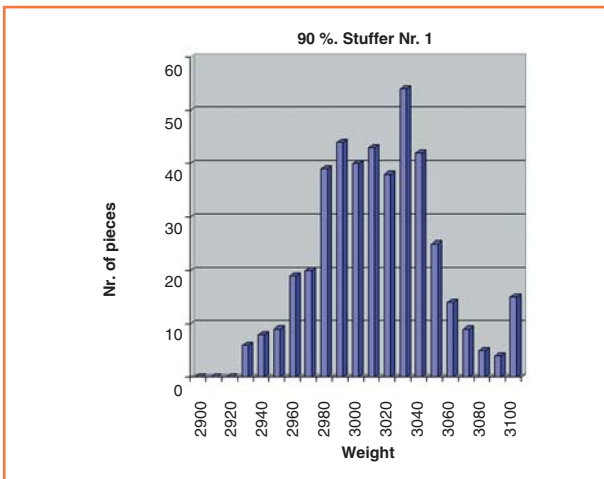


**Producto: Recorte magro 90% de inyección**  
**Product: Lean trimmings 90% injection**

a) Embutidora nº 4  
a) Stuffer Nr. 4

WEIGHT	Nr. PIECES
2960	0
2970	2
2980	5
2990	20
3000	62
3010	142
3020	103
3030	68
3040	17
3050	9
3060	3
3070	2
3080	1
3090	0
3100	1
<b>TOTAL</b>	<b>435</b>

<b>DESIRED WEIGHT</b>	3000 g
<b>AVERAGE WEIGHT</b>	3015 g
<b>STANDARD DEVIATION</b>	15.70 g
<b>MAXIMUM WEIGHT</b>	3100 g
<b>MINIMUM WEIGHT</b>	2970 g



b) Embutidora nº 1  
b) Stuffer Nr. 1

WEIGHT	Nr. PIECES
2930	6
2940	8
2950	9
2960	19
2970	20
2980	39
2990	44
3000	40
3010	43
3020	38
3030	54
3040	42
3050	25
3060	14
3070	9
3080	5
3090	4
3100	14
3110	1

<b>DESIRED WEIGHT</b>	3000 g
<b>AVERAGE WEIGHT</b>	3013 g
<b>STANDARD DEVIATION</b>	37.05 g
<b>MAXIMUM WEIGHT</b>	3110 g
<b>MINIMUM WEIGHT</b>	2930 g

## Resultados

Como se puede observar en los resultados expuestos anteriormente, en una embutidora volumétrica existe una mayor y mejor compactación de la carne antes de introducirla dentro de la bolsa o moldes, ya que el volumen a embutir está formado exclusivamente de carne sin mezclarse con el aire, por lo que el número de piezas que están muy próximas al peso deseado es mucho mayor.

También se detectó una mejora en la calidad del producto, ya que al ser el peso de todas las piezas muy uniforme se evitan pérdidas de tiempo en la colocación de la carne o bolsa en el molde porque existe una perfecta adaptación en éste. Lo anteriormente descrito, resulta en una mejor y más uniforme presentación de la pieza cárnica cocida, en cuanto a aspecto exterior, y por consiguiente un número de piezas rechazadas inferior por no cumplir los requisitos de presentación.

## | ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DE LA EMBUTICIÓN MANUAL Y AUTOMÁTICA

Un aspecto fundamental en el control de calidad de los alimentos, es la determinación de la carga microbiológica de los mismos. Una baja carga microbiológica traerá consigo un período de conservación mayor, así como será una garantía para evitar intoxicaciones alimentarias. Por este motivo es fundamental ejercer un estricto control microbiológico de todo el proceso tecnológico, desde la calidad de la materia prima hasta la obtención del producto terminado, sin olvidar las etapas intermedias de elaboración.

La contaminación de la carne se inicia con el sacrificio del animal y continua en otras dependencias del matadero, donde suele existir una abundante manipulación humana.

## Results

As can be observed in the results illustrated above, in the volumetric stuffer there is a greater and better compacting of the meat before it is introduced into the bag or moulds, since the volume to be stuffed is made up exclusively of meat free of any mixing with air, resulting in a much greater number of pieces that are very close to the desired weight.

A higher product quality was also detected since the weight of all pieces is very uniform, providing a perfect adaptation when the meat mass or the bag is placed in the mould guaranteeing that no time is lost in this stage. This results in a better and more uniform presentation of the cooked meat product, in terms of its external appearance, and therefore fewer pieces rejected for their substandard presentation.

## | MICROBIOLOGICAL ASPECTS OF MANUAL AND AUTOMATIC STUFFING

A fundamental aspect in quality control of meat products is determining their microbiological load. A low microbiological load will provide a longer shelf-life, as well as a guarantee against risk of food poisoning. For this reason, it is essential to exercise a strict microbiological control during the entire technological process, from raw material quality to obtaining the finished product, and during all the intermediate manufacturing stages.

Meat contamination begins with slaughter of the animal and continues in other sections of the slaughterhouse, where frequent human contact with the product usually takes place. Contamination continues during shipping,



Prosigue la contaminación durante el transporte, almacenamiento y manipulación posterior en fábricas. Todo esto da lugar a que al inicio del proceso tecnológico de fabricación de productos cárnicos cocidos, la carne tenga un recuento de colonias aerobias totales entre 105-106 ufc/g. A partir de la fase de inyección, donde se introduce cloruro sódico y nitrito sódico, y manteniendo temperaturas de maduración adecuadas (5°C), el crecimiento bacteriano es mínimo, ya que la mayoría de las especies son mesófilas y tienen una temperatura mínima de crecimiento de 15°C. Con las nuevas tecnologías de fabricación se ha conseguido minimizar bastante el contacto humano con la carne, dando lugar a una mayor higiene y por tanto disminuyendo en gran parte el riesgo de aumento de la flora microbiana. Actualmente el único punto de contacto entre las manos y la carne se encuentra en la fase de embutición y moldeo, en caso de no realizarse de manera automatizada, constituyendo un auténtico riesgo y Punto Crítico de Control.

Para determinar la influencia de este paso en la carga microbiana superficial de las masas cárnicas pre-cocción, se realizó un estudio comparativo, con el mismo producto cárnico, entre un proceso de embutición manual y otro de embutición automática.

Las pruebas se llevaron a cabo en una fábrica de elaborados cárnicos, durante el proceso normal de producción. Se tomó como ejemplo un producto de pierna de cerdo (dividida en 4 cortes), inyectada al 30% con inyectora de efecto atomizador, la carne así inyectada fue tenderizada inmediatamente con cabezal tenderizador de sables de 3 mm de diámetro. Después de esta fase, dicha carne recibió un tratamiento de masaje en reactor pulmonar refrigerado y al vacío, con un ciclo de maduración entre inyección y cocción de unas 20 horas aproximadamente y temperatura de maduración de 5°C con un tiempo total de masaje de 2 horas, 20 minutos. La temperatura de la carne en el momento de tomar las muestras fue de 7-8°C. Se tomaron al azar 25 muestras procedentes del mismo lote (muestras A). Posteriormente se dividió la carne en 2 sublotos, uno de los cuales se destinó a moldeo manual (muestras B) y el otro a embutición con máquina embutidora-dosificadora al vacío (muestras C). De estos dos sublotos también se tomaron 25 muestras al azar.

Toma de muestras, preparación y análisis: Fueron recogidas asepticamente y se depositaron en envases en condiciones de esterilidad. Se transportaron en contenedores refrigerados a 0-2°C y en el laboratorio fueron homogeneizadas mediante un homogeneizador de laboratorio Stomacher para poder obtener suspensiones homogéneas sin riesgos de ulteriores contaminaciones. Al tratarse de un estudio comparativo del nivel general de contaminación, se escogieron como elementos de análisis, el Recuento Total de Aerobios (siembra en PCA) y recuento de Enterobacterias (recuento en VRBG). Las diferentes placas (cada muestra por duplicado) fueron incubadas a 36°C durante 48 horas.

## Resultados

De los resultados obtenidos se ha realizado la media para cada conjunto de muestras, expresada en los siguientes gráficos:

Como puede observarse en los gráficos anteriores, no hay variación apreciable en el nivel de contaminación entre las muestras A (muestras antes de embutir) y las muestras C (embutición automática), tanto en el caso de Recuento de Aerobios Totales como de Enterobacterias. Mientras que en las muestras B se

storage and subsequent handling in processing plants, so that by the time the technological process for manufacturing cooked meat products begins, Total Aerobic Count of 105-106 cfu/g can be achieved on the meat surface. Starting with the injection phase, when sodium chloride and sodium nitrite are added, and with proper maturation temperatures (5°C) maintained, bacterial growth is minimal, since most of the species are mesophilic bacteria and have a minimum growth temperature of 15°C. With modern manufacturing technologies, human contact with meat products has been reduced considerably, resulting in better hygiene and thereby greatly reducing the risk of microbiological growth. At present, the only contact point between hands and meat takes place in the stuffing and molding phase, when this process is not fully automated, constituting a genuine risk and Critical Control Point.

In order to determine what influence this phase has on the superficial microbiological load of meat masses prior to cooking, a comparative study was conducted, using the same meat product, between a manual stuffing system and an automatic volumetric vacuum stuffing system.

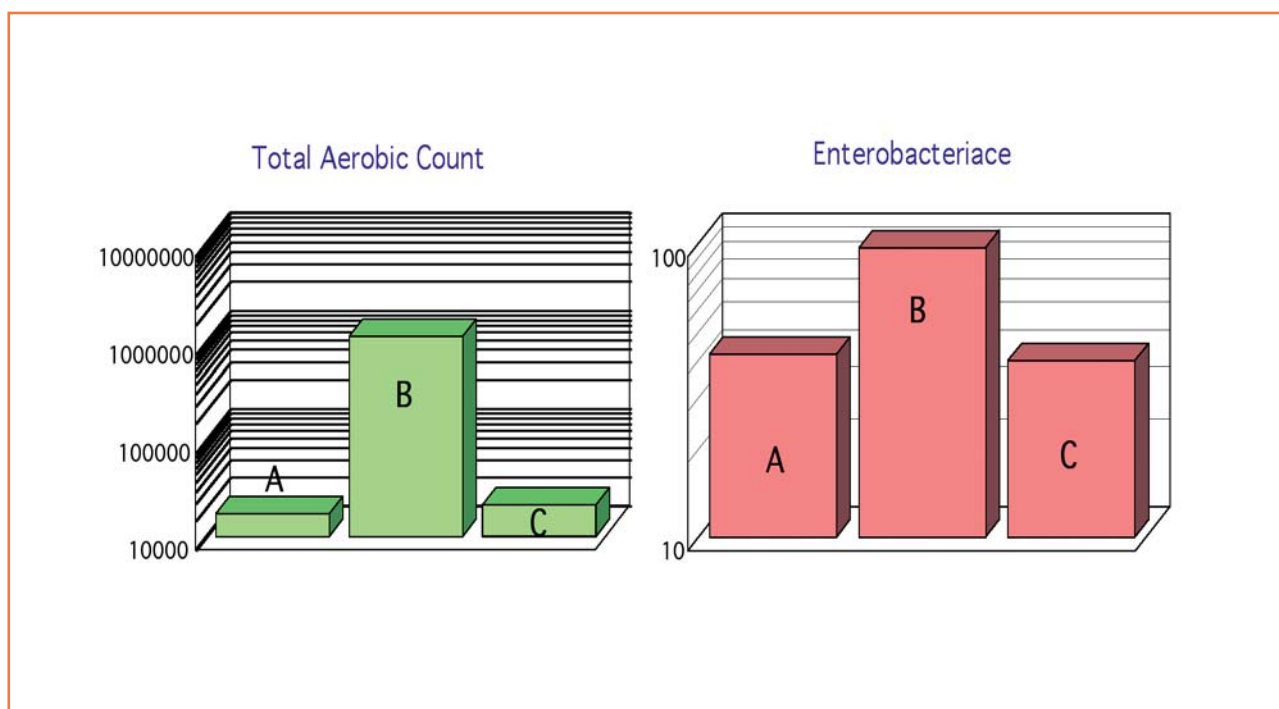
The tests were carried out in a meat processing plant, during the normal course of production. The sample product chosen was pork leg (divided into 4 cuts) injected at 30% with a spray injector, then immediately tenderized with a tenderizer head with 3 mm diameter needles. Following this phase, the meat received a massaging treatment in a refrigerated vacuum pulmonary reactor, with a maturation cycle between injection and cooking cycle of approximately 20 hours, at a maturation temperature of 5°C, and a total massaging time of 2 hours, 20 minutes. From the same batch, after massaging cycle and previous to the stuffing cycle, 25 samples (Samples A) were selected at random. The meat temperature at the time of taking the samples was 7-8°C. Subsequently, the meat was divided into 2 sub-batches, one to be molded manually (samples B) and the other to be stuffed in an automatic volumetric vacuum stuffing machine (samples C). The 25 samples taken from these two sub-batches were also selected at random.

Sample selection, preparation and analysis: The samples were taken aseptically from the surface of the meat muscles and put into containers under sterile conditions. They were transported in containers refrigerated at 0-2°C to the microbiological laboratory, where they were homogenized by means of a Stomacher lab blender in order to obtain homogeneous suspensions without risk of subsequent contamination. Because the focus of the comparative study was the general contamination level, the media of analysis used were the Total Aerobic Count (PCA) and the Enterobacteriaceae Count (VRBG agar). The different Petri dishes (each sample in duplicate) were incubated at 36°C for 48 hours.

## Results

Of the results obtained, the average was calculated for each set of samples, as illustrated in the table below:

As can be observed in the tables above, there is no significant variation in the contamination levels of samples A (samples before stuffing) and samples C (automatic volumetric vacuum stuffing), in either of the counts, Total Aerobic Count or Enterobacteriaceae Count. But in Samples B a contamination



observa un aumento de la contaminación cercano a las 2 unidades logarítmico-decimales. Al tratarse del mismo producto y con una sola variable, que es la manipulación humana durante el proceso de embutición manual, se puede concluir que, desde el punto de vista higiénico, la embutición automática aporta al proceso un mayor grado de seguridad y minimización del riesgo.

Por tanto, y teniendo en cuenta que entre el proceso de embutición y cocción transcurre un espacio de tiempo que en algunos casos puede dar lugar a la formación de gas por parte de las bacterias fermentativas y, aunque durante todo el proceso de cocción la mayoría de la flora microbiana es eliminada por la acción del calor, la formación de gas se puede haber ya producido afeando el aspecto del corte del producto terminado debido a la aparición de pequeños agujeros de fermentación. Es por esta razón que es imprescindible el intentar disminuir al máximo todos los factores de riesgo que influyen en el recuento total de bacterias de las masa cárnicas, siendo la embutición manual uno de estos factores críticos.

### CONCLUSIONES

La diferencia de rendimiento de loncheado entre embutidoras convencionales (adaptación de embutidoras para productos emulsionados) y máquinas embutidoras-dosificadoras volumétricas al vacío, especialmente diseñadas para respetar el tamaño e integridad de los músculos cárnicos, se ha evidenciado en los datos obtenidos en el presente estudio. Se ha verificado que la embutidora analizada consigue una importante reducción del número de lonchas rechazadas por falta de ligazón intermuscular, debido a la menor presencia de aire ocluido y pasta intermuscular, minimizando las zonas de menor consistencia intermuscular que debilitan las lonchas y que provocan la rotura de éstas en las loncheadoras a alta velocidad, obteniéndose simultáneamente un corte más limpio y una definición muscular más acusada.

increase of close to 2 decimal logarithmic units can be observed. Since the same product was used, and since the only variable was human handling during the manual stuffing process, it can be concluded that, from a hygienic point of view, automatic stuffing provides the process with a greater degree of safety and a minimization of risk.

In addition, the space of time that elapses between the stuffing process and cooking can, in some cases, allow Fermentative bacteria to form gas. Even though most of the microbiological flora is eliminated by heat during the cooking process, the gas formation may already have caused small fermentation holes to appear, deteriorating the physical appearance of the finished product's slice. This is why it is essential to reduce to an absolute minimum all risk factors that influence the total bacterial count in meat masses, and manual stuffing is one of these critical factors.

### CONCLUSIONS

The increase in slicing yield between conventional stuffers (adaptation of stuffers for emulsified products) and automatic volumetric vacuum stuffers, specially designed to handle large meat pieces while maintaining the muscles intact, has been proved from the data obtained in this study. It has been demonstrated that the stuffer analyzed obtains a significant reduction in the number of slices rejected for poor intermuscular binding, due to a lesser amount of occluded air and intermuscular meat emulsion, thereby minimizing zones with less intermuscular consistency that weaken the slice and cause them to tear when sliced in high-speed slicers and, simultaneously, obtaining a cleaner slice with better muscular definition.

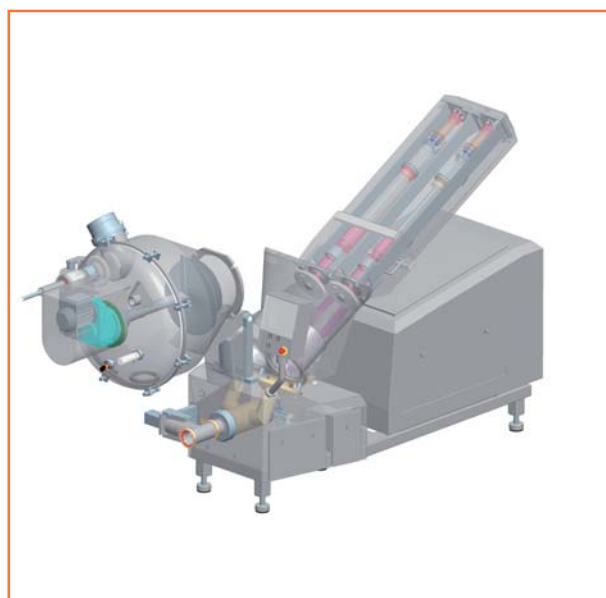
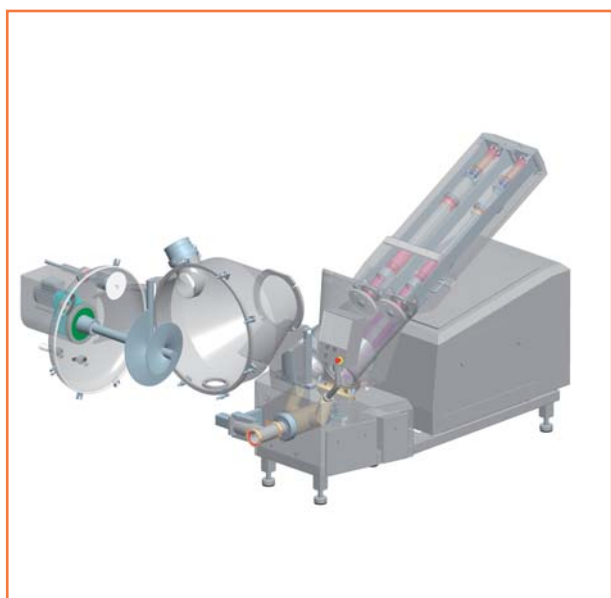
The study has also shown that automatic volumetric vacuum

Se ha estudiado también, el efecto de la mejor compactación de los músculos cárnicos ofrecida por máquinas embutidoras-dosificadoras volumétricas al vacío en comparación con las máquinas embutidoras convencionales, resultando en una menor dispersión en los pesos de las piezas con respecto a la media y, por tanto, en una mayor precisión en la dosificación de las masa cárnicas, así como una mejor calidad del producto acabado. Desde el punto de vista económico, este punto resulta particularmente interesante, pues permite al procesador cárnico una reducción considerable en la mano de obra y, consecuentemente, una reducción en el coste del producto.

Finalmente, se ha considerado el proceso de embutición como un Punto Crítico de Control, corroborando la incidencia de una embutición de tipo automático al vacío en una clara disminución del riesgo de contaminación microbiológica de las masas cárnicas, así como un aumento en la vida comercial del producto terminado.

stuffing-dosing machines produce a better compacting of meat muscles as compared to conventional stuffing machines, resulting in fewer weight variations among the pieces with respect to the average, and therefore a better dosing precision in the meat mass and higher quality finished product. These systems also offer significant advantages in terms of production costs since they allow the meat manufacturer to greatly reduce manpower and, consequently, reduce the product's cost.

Finally, the stuffing process has been analyzed as a Critical Control Point, verifying that automatic vacuum stuffing systems clearly reduce the risk of microbiological contamination in meat masses, while increasing the finished product's shelf-life.



## BIBLIOGRAFÍA BIBLIOGRAPHY

- MULLER, W.D.: Tecnología de los productos curados cocidos. *Fleischwirtsch.* 1 (1990), 66-70.  
 MOLINA, M.: Fabricación de jamón cocido. La selección de un proceso. *Procesos* 2 (1990), 44 - 45.  
 XARGAYÓ, M.: Proceso de fabricación de jamón y paleta cocidos (III). *Procesos* 5 (1990), 18 - 22.  
 FREIXANET, LL.: Proceso de fabricación de jamón y paleta cocidos (IV). *Procesos* 6 (1990), 6 - 11.  
 LAGARES, J.: Proceso de fabricación de jamón y paleta cocidos (V). *Procesos* 7 (1991), 8 - 13.  
 XARGAYÓ, M.; LAGARES, J.: Computerized Massaging of Meat. *Fleischwirtsch.* 72 (1992), 744 - 747  
 FREIXANET, L.: Spray Injection of Meat. *Fleischwirtsch.* 73 (1993), 547 - 550  
 ANON,: Horizontal mold filler with vacuum for use with shirred casings. *Research-Disclosure*; No 361, 269  
 NAKAMURA M, KASAI M.: Apparatus for manufacturing sausages or the like. **United States Patent, 1985**  
 TEIXEIRA, A.A., SHOEMAKER, CH.F. 1989: *Computerized Food Processing Operations*. Van Nostrand Reinhold, New York .  
 ICMSF 1988: *Microorganisms in Foods 4. Application of the Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) system to ensure microbiological safety and quality*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

## AGRADECIMIENTOS ACKNOWLEDGMENTS

Nos gustaría agradecer a los ingenieros Joan Puigferrer y Narcís Lagares Jr. del Departamento de Ingeniería de METALQUIMIA, S.A. toda la ayuda y colaboración prestada para la confección de este artículo. También nos gustaría agradecer a la Srta. Jennifer Sullens toda su dedicación para la traducción de este artículo. We would like to thank Mr. Joan Puigferrer and Mr. Narcís Lagares Jr., Metalquimia Engineering Department for their kind suggestions and drawings. We would also like to thank Mrs. Jennifer Sullens for her helping in the translation work.

## DIRECCION DE LOS AUTORES ADDRESS OF THE AUTHORS

METALQUIMIA, S.A.  
 Technology Department · St. Ponç de la Barca s/n · 17007 Girona · SPAIN  
 info@metalquimia.com · www.metalquimia.com