

Proceso de fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero II: inyección y tenderización

Marta Xargayó



Como ya se comentó en un artículo anterior la definición de un proceso de fabricación es el factor más importante en el momento de proyectar una planta de productos cocidos, ya que deberá cubrir las necesidades y exigencias de dicho proceso. Por tanto el planteamiento inicial partirá de la gama de productos que se quieran elaborar, incluyendo aquellos posibles en futuras fases. Para ello es necesario elegir la maquinaria integrante de dicho proceso lo más versátil posible para prever dichas fases, así como cambios en las exigencias del mercado o simplemente por cambios en la política empresarial.

¿Qué se entiende por procesos de fabricación de Productos cárnicos cocidos de músculo entero?

Se podría definir como todas las fases existentes entre la llegada de la carne y la expedición del producto terminado. Cada una de estas fases tiene que estar proporcionada a las demás para evitar acumulaciones de material innecesarios y pérdidas de tiempo por parte de los operarios. Por eso es muy importante que el proyecto se elabore en equipo, con todas las partes integrantes del mismo, para evitar desfases y desconexiones en la planta una vez construida y en funcionamiento.

El proceso de fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero ha ido cambiando constantemente durante la segunda mitad del siglo XX. Hasta hace 30-35 años se trabajaba de forma artesanal, lográndose una serie de productos muy limitada debido a la falta de equipos materiales y al desconocimiento científico de las propiedades de la carne y de la tecnología de elaboración.

Gracias al estudio teórico de universidades y centros científicos y del estudio teórico-práctico de las empresas de asesoramiento y fabricantes de equipos o de los mismos productores, se ha llegado a un conocimiento científico y tecnológico bastante amplio, lo cual ha permitido el desarrollo de nuevos tipos de productos capaces de llegar a todo el mundo y con un tiempo de conservación más largo.

Las causas del cambio en el proceso de fabricación se podrían resumir en los siguientes puntos:

- Avance técnico y tecnológico de máquinas y componentes auxiliares que integran la línea, consiguiéndose más versatilidad y automatización. Esto ha permitido estandarizar los procesos y ofrecer al consumidor una continuidad en la calidad de los productos.
- Cambios en las propiedades de la carne debido a la alimentación y sistemas de producción.
- Descubrimiento y desarrollo de aditivos para compensar deficiencias en la carne o bien para potenciar propiedades. Casi siempre encaminados a "extender" la cantidad de carne en el producto final.
- Cambios en el poder adquisitivo de la sociedad que han modificado las exigencias del mercado.
- La mayoría de los países han elaborado legislaciones para controlar el uso de aditivos y defender al consumidor. Esto ha obligado a buscar vías alternativas para poder seguir consiguiendo rentabilidad y calidad.
- La evolución de la red de distribución y técnicas frigoríficas ha permitido prescindir de conservantes usados anteriormente y un aumento considerable de la calidad.
- Cambios en las grandes cadenas de distribución y en las costumbres del consumidor que han llevado al aumento de los productos semielaborados y loncheados.

MATERIA PRIMA

La calidad de la carne es un factor determinante en el producto final. La gran variedad de razas existentes y los diferentes tipos de alimentación harían imposible la estandarización de los productos, sino fuera por los avances producidos en la tecnología de procesos y la versatilidad de las líneas para adaptarse a las diferentes clases de carne.

Los factores más importantes a tener en cuenta en la calidad de la carne son los siguientes:

- El pH, que nos condicionará principalmente el rendimiento del producto final y el aspecto del corte. La carne con pH inferior a 5,6 (Carne PSE = pale, soft, exudative) tendrá menor retención de agua y color pálido. Esto significa que si el porcentaje de PSE es muy elevado en una partida de carne, puede dar problemas de merma de cocción, ligado y aspecto. Con la carne con pH superior a 6,3 (DDF = dark, dry, firm) ocurre exactamente lo contrario pero tiene la desventaja de un mayor riesgo de contaminación y coloraciones demasiado oscuras.

- Proporción de grasa respecto a la parte muscular. Tecnológicamente la grasa tiene interés por los problemas que puede ocasionar en el ligado de los diferentes músculos y en la merma de cocción. La grasa que se encuentre entre músculos tenderá a retener jugo dando un aspecto esponjoso e impidiendo el ligado entre músculos. Pero también tiene interés por el aspecto del corte y la cantidad de grasa admitida por el consumidor depende de las costumbres sociales de cada región o país. Por ejemplo en Estados Unidos se exige que el producto sea completamente exento de grasa, mientras que en países como Italia y Francia tiene que presentarse el producto con toda la grasa exterior para darle no solamente aspecto más artesanal, sino porque dicha grasa contribuirá de manera importante en el desarrollo del gusto. En este caso es importante también que la carne sea marmorizada, o sea que presente hilos de grasa entre

las fibras musculares porque mejora notablemente la textura y masticabilidad del producto.

- Pre-maduración o el tiempo transcurrido entre la matanza y el procesamiento de la carne. El tiempo mínimo para superar el "rigor mortis" en el cerdo (rigidez muscular que aparece después del sacrificio) se considera de 36 horas. En España se acostumbra usar carne entre 48 y 72 horas, debido a que se trata de animales de poco peso (80-90 kg) con fibra muscular poco desarrollada. En los países donde es habitual sacrificar animales de más edad y por tanto más peso (120-150 kg o más) el tiempo de premaduración suele ser más largo, ya que la fibra muscular es más dura y es necesario que sea degradada por las proteasas responsables de la autólisis (catepsinas y neutral proteasas). Este es el caso también de la carne de vacuno que necesita un periodo largo de reposo, entre 1 y 2 semanas, para poder ser procesada.

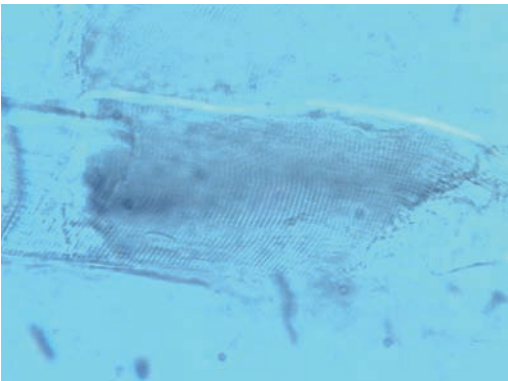
FASES DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS COCIDOS DE MÚSCULO ENTERO

PREPARACIÓN DE LA CARNE

Se divide en tres fases: deshuese, corte y pulido.

Deshuese: Salvo contadas excepciones, esta operación se realiza manualmente debido a la falta de maquinaria adecuada. Se han hecho algunos intentos

▼ Carne sin tenderizar.



▼ Carne tenderizada.



pero aun les falta mejorar, ya que rompen demasiado las piezas, dejando mucha carne en el hueso. En España y en la mayoría de los países el deshuese del jamón se hace de forma abierta, o sea se abre la pieza como si fuera un libro. En algunos casos, donde se quiere reproducir exactamente la forma del jamón para presentar más calidad, se deja la pieza entera sin abrir, sacando los huesos con una gubia (cuchillo con forma especialmente diseñada que permite separar la carne del hueso sin necesidad de abrir la pieza). Este proceso es mucho más artesanal y requiere más mano de obra, por lo que ha quedado reducido a un tipo de productos determinado, generalmente de alta calidad, donde el precio de venta permite este aumento de la mano de obra.

Corte: la existencia de gran variedad de productos hace que el corte de la pieza en diferentes músculos sea también muy variable. Generalmente el grado de corte es proporcional a la calidad del producto, debido a que desde el punto de vista del rendimiento es mucho más fácil trabajar con trozos pequeños. En el caso del jamón, generalmente se separa en sus 4 músculos principales, y si el tratamiento que va a sufrir posteriormente la carne es el adecuado, a partir de

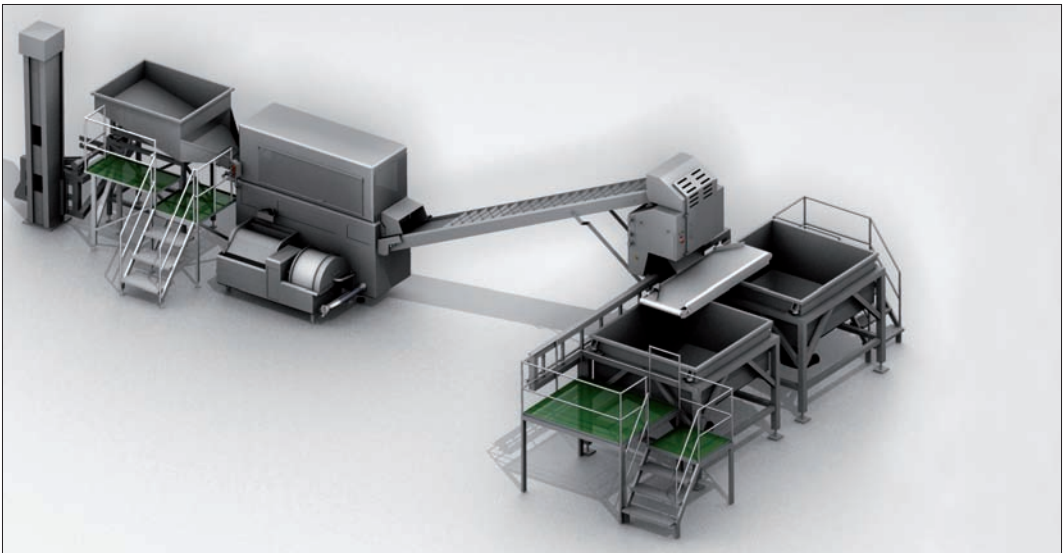
estos 4 músculos se puede llegar a reproducir la pieza entera sea cual sea el rendimiento final del producto.

Pulido: Como ya hemos comentado es importante separar la grasa en determinados tipos de productos. Pero es igualmente necesario eliminar el tejido conjuntivo que envuelve el músculo, para facilitar la solubilización de las proteínas, favorecer el ligado muscular y evitar la retracción durante el tratamiento térmico. Lo mismo ocurre con tendones y nervios que pueden dar lugar a la aparición de agujeros entre los músculos.

En el caso de que esta operación no sea rentable, es imprescindible realizar una serie de cortes transversales en nervios y tendones para reducir el nivel de contracción. Esta operación se puede realizar mecánicamente con una "tenderizadora" que realizará una serie de cortes en toda la pieza, evitando problemas de ligado y aumentando considerablemente la superficie de extracción de proteínas.

Para productos loncheados esta fase tiene que ser muy rigurosa para evitar problemas y poder mejorar el rendimiento en la línea de corte. Es de gran ayuda disponer de una máquina desveladora que permita

▼ Línea de inyección.



eliminar las aponeurosis que envuelven el músculo.

INYECCIÓN

El proceso del curado de la carne requiere la adición de una serie de aditivos e ingredientes indispensables para la coloración y el sabor. Estos elementos forman, junto con el agua, la salmuera que será introducida por inyección dentro de la carne de manera homogénea. Una distribución irregular de la salmuera origina una deficiencia o exceso de elementos en diferentes zonas, provocando irregularidades en el color, ligado, merma y sabor.

El porcentaje de salmuera a inyectar vendrá determinada por la calidad del producto final que se quiera obtener y de él dependerán todas las fases posteriores del proceso.

El porcentaje de inyección vendrá dado por la siguiente relación:

$$\% \text{ inyección} = \frac{\text{Peso carne fresca} + \text{Peso salmuera inyectada}}{\text{Peso carne fresca}}$$

La elección de la inyectora es muy importante dentro de la decisión de una línea de producción, ya que condicionará directamente el resultado de la producción.

Las características que nos interesan para la elección de una inyectora son las siguientes:

Distribución homogénea de la salmuera en el músculo cárnico. Influirá en el aspecto del corte evitando la visualización de líneas de salmuera y diferencias de color, y sobre todo en el rendimiento final del producto, debido a que todas las fibras musculares recibirán los ingredientes de la salmuera responsables de la solubilización de las proteínas.

Precisión en el porcentaje de inyección, asegurando una desviación estándar mínima entre piezas para

poder ofrecer una calidad constante al consumidor. En algunas legislaciones el porcentaje de inyección está regulado según las calidades. Cuanto menor sea la desviación estándar, más precisión tendremos en la inyección, obteniendo menor número de piezas subinyectadas (que podrían originar problemas de sabor, retención de agua por tener menor concentración de salmuera) y también menor número de piezas sobreinyectadas (fuera de norma).

Veamos el siguiente ejemplo, sacado de unas pruebas comparativas de dos inyectoras de distinta marca en una planta de jamón cocido:

Se pasó un lote de 100 piezas de jamón enteras por cada una de las dos inyectoras (A y B), calculando el % de inyección pieza a pieza. Por normativa se permitía un máximo de inyección del 25,2% (dato conocido de los numerosos análisis realizados). El motivo de la prueba era calcular cuál tenía que ser el porcentaje de inyección medio manteniendo un grado de confianza del 99%. El grado de confianza nos indica las probabilidades de que una pieza esté en una zona de la curva de inyección. Un grado de confianza del 99%, nos indicará que el 99% de las piezas de un lote se encuentran entre unos valores límite de inyección determinados. Estos valores están directamente relacionados con la desviación típica de la inyección (σ_n) a través de un factor "f" ya establecido estadísticamente.

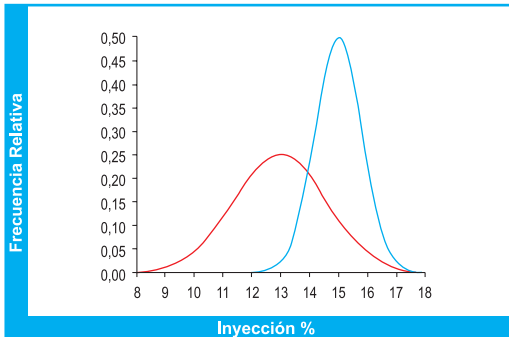
Con los valores obtenidos se calculó el grado de precisión de las dos inyectoras, según la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{PI (Precisión inyección)} &= 100 \cdot n / X \\ n &= \text{Desviación típica} \\ X &= \text{Inyección media} \end{aligned}$$

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Pi inyectora A} &= 10 \% \\ \text{Pi inyectora B} &= 4,1 \% \end{aligned}$$

Como se puede observar la Inyectora B es mucho más fiable y precisa que la A. Esto nos permitió calcular a partir de la desviación típica, precisión de inyección y con un grado de confianza del 99% (valor $f = 2,58$) el porcentaje de inyección medio a que se podía llegar manteniéndonos dentro de los límites que exigía la norma. El resultado se puede representar en la gráfica A:



■ Inyectora de baja presión ■ Inyectora Metalquimia efecto "spray"

▲ Gráfica A.

La precisión de la inyectora B nos permite inyectar una partida al 23% manteniendo las mismas condiciones de seguridad en los resultados analíticos de las piezas que se obtienen con la inyectora A con un porcentaje de inyección del 20%. Esto significa un

▼ Rodillos de tenderización.



aumento del rendimiento final en el producto del 3% por cada partida.

Capacidad para conseguir el porcentaje deseado.

En la mayoría de las empresas los niveles de inyección son bastante amplios, ya que se elaboran diferentes calidades. Por eso es importante que una inyectora sea capaz de inyectar desde un porcentaje muy bajo como sería el 5% hasta un nivel del 100% para productos de alto rendimiento. Uno y otro extremos presentan dificultad, en el primero de distribución y en el segundo de capacidad, pero son niveles que hay que tener presentes para posibles productos. Aparte de las características de la inyectora hay otros factores que influirán en el porcentaje alcanzado. Los más importantes y que hay que tener en cuenta son los siguientes:

- Carne: tamaño, temperatura, fresca o descongelada
- Salmuera: viscosidad y temperatura

Productividad. El nivel de productividad dependerá de varios factores externos a la inyectora, como puede ser el tamaño de la pieza, pero es importante que la capacidad de la máquina pueda absorber en el mínimo tiempo posible las necesidades de la planta.

Facilidad de limpieza. Es necesario que después de cada jornada laboral el operario pueda acceder



hasta el último punto para evitar problemas de contaminación, que se propagarían hacia las siguientes partidas.

Mecánicamente fiable y exigir poco mantenimiento, a fin de evitar paros de producción.

En el mercado existen muchos modelos de inyectoras multiagujas pero básicamente las podríamos agrupar en dos clases:

- De baja presión (donde encontramos a la mayoría de ellas).
- De Efecto Spray.

La diferencia entre los dos tipos de máquinas está principalmente en el modo de introducir la salmuera dentro de la carne.

Las inyectoras de baja presión van depositando la salmuera durante el paso de la aguja a través de la carne, con agujas que normalmente tienen de 2 a 4 agujeros de más de 1 mm. de diámetro, formando depósitos de salmuera que deben ser después distribuidos por acción mecánica.

En cambio las inyectoras de Efecto Spray introducen una cantidad dosificada volumétricamente de salmuera con efecto “atomizador”. Cuando las agujas han ya atravesado la pieza de carne y se encuentran paradas al final de su recorrido, la salmuera se

inyecta dentro de la carne con efecto spray. La salmuera es repartida de forma muy homogénea por toda la pieza de la carne, ya que las agujas están concebidas con un diseño especial, generalmente de 11 a 14 agujeros de 0,6 mm de diámetro distribuidos en diferentes alturas dependiendo del producto que se quiera inyectar. Este especial diseño, y debido a la alta presión presente en todo el circuito de salmuera (entre 6 y 10 kg/cm²), permite que ésta entre dentro de las fibras musculares en forma de microgotas sin dañarlas, evitando los depósitos de salmuera entre fibras.

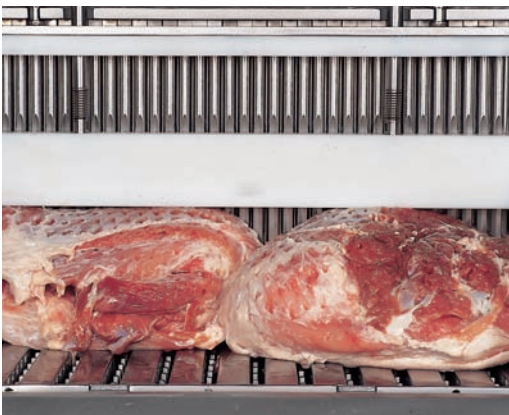
Las ventajas que nos proporciona este sistema sobre el anterior es la gran precisión de inyección y la distribución homogénea de la salmuera.

Podemos observar estas diferencias en el esquema B.

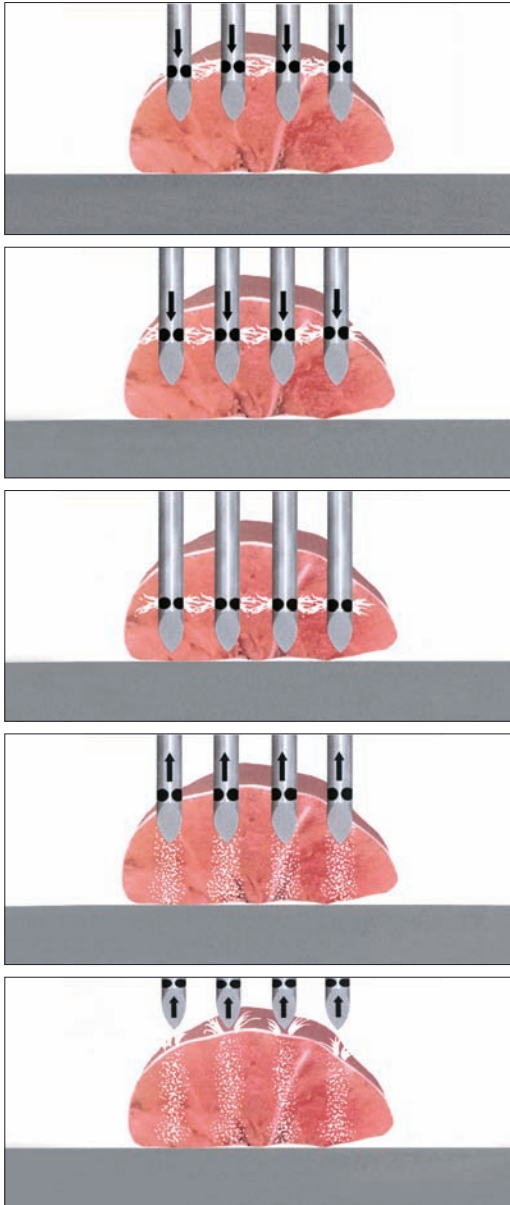
TENDERIZACIÓN

Se llama tenderización al efecto mecánico de producir multitud de cortes en el músculo cárnico para aumentar la superficie de extracción de proteínas musculares (miofibrilares). Este efecto contribuirá a la disminución de mermas de cocción, a evitar la aparición de agujeros en el corte y a mejorar el ligado intermuscular. En un apartado anterior ya se comentó que en algunos productos, la tenderización

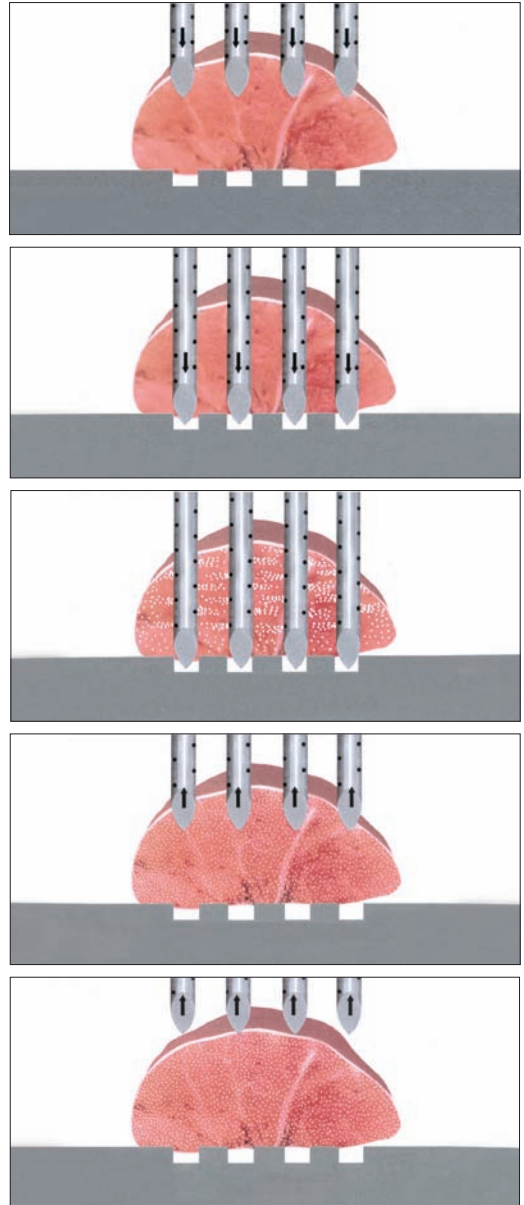
▼ Tenderizador de sables: BLADETENDER / Agujas de tenderización.



Sistema de baja presión



Sistema "Spray"



▲ B. Comparación de la inyección a baja presión y con efecto "spray".

puede disminuir el grado de pulido necesario porque rompe la estructura del tejido conjuntivo impidiendo la retracción durante el proceso de cocción.

No todos los productos necesitan de igual grado de tenderización. Dependerá del rendimiento que se quiera y de la clase de producto que se trate. En

términos generales se podría decir que cuanto más elevado sea el rendimiento, más intensa será la tenderización. Pero, en determinados productos es necesario solamente "tenderizar" la carne, para mejorar la masticabilidad, con lo cual el efecto mecánico deberá ser más débil. En algunos productos muy específicos de alta calidad, donde se quiera respetar al máximo la estructura fibrosa de la carne, generalmente no se aplica este efecto, pasando directamente a la fase de masaje.

En el mercado disponemos de tres tipos de máquinas tenderizadoras:

Tenderizador de rodillos. Consiste en dos rodillos contracortantes a través de los cuales se fuerza el paso de la carne. Generalmente se dispone de diversos tipos de rodillos según los productos a que vayan destinados. Estos pueden ser de cuchillas produciendo cortes superficiales en la superficie muscular consiguiendo una gran extracción de proteínas. Encontramos también rodillos de púas que realizan cortes profundos en los músculos. Este último sistema permite ejercer un fuerte efecto de tenderización sin romper la superficie muscular. La separación entre rodillos tiene que ser regulable para poder ajustar en cada caso el nivel del corte.

Los productos que mantienen la corteza pueden también pasar por el tenderizador, substituyéndose

uno de los rodillos cortantes por uno de plástico, que respeta la estructura de la corteza.

Tenderizador de sables. Consiste en un cabezal de sables que se introduce dentro de la carne produciendo una serie de cortes de forma suave sobre el músculo, ablandándolo pero sin desgarrar ni separar los músculos. Usado principalmente para piezas enteras y de gran calidad. Pero según el modelo de sables es también muy útil en productos de mayor rendimiento y los llamados "merma cero", donde se requiere un gran efecto mecánico. El cabezal suele formar parte de la inyectora, obteniéndose una máquina para las dos fases del proceso.

"Martilleo" o pre-masaje. Se trata de "martillar" la carne para provocar un estiramiento y separación de las fibras musculares resultando un elevado ablandamiento del músculo cárnico. De esta forma se consigue una mayor absorción de la salmuera y una disminución efectiva del tiempo de masaje requerido. En combinación con el tenderizador de sables, está especialmente indicado para todo tipo de carnes duras o en aquellos productos donde la falta de aditivos dificulta el ablandamiento de la carne y puede provocar defectos de fabricación, como por ejemplo en productos loncheados sin fosfatos.

▼ Pre-masaje / Detalle cabezal de inyección.

