

# MERCOFRIO 2000 –CONGRESSO DE AR CONDICIONADO, REFRIGERAÇÃO, AQUECIMIENTO E VENTILACION DO MERCOSUL

## LA UTILIZACIÓN DEL FRÍO EN EL PROCESO DE SALADO Y SECADO DE JAMONES CRUDOS

Ing. Químico Marcelo A. Castro Padula . [tiberica@infovia.com.ar](mailto:tiberica@infovia.com.ar)  
Tecno Iberica S.R.L. Belgrano 768. 7°. (1092) Buenos Aires. Argentina

**Resumen.** *El jamón crudo ha sido fabricado tradicionalmente aprovechando las condiciones climáticas propias de las zonas productoras. Las exigencias industriales modernas, grandes volúmenes durante todo el año y en cualquier localización geográfica, obligan a simular las condiciones naturales con medios artificiales. En particular el frío, tanto durante las etapas posteriores a la matanza de los animales, como durante el salado y en particular durante el proceso de secado y maduración permiten recrear a escala industrial aquellas condiciones que los pequeños productores de Europa encontraban en bodegas y cavernas. En la presentación se describen los procesos de elaboración y en que forma la adecuada aplicación de la refrigeración permite obtener industrialmente, un producto de alta calidad comparable a los elaborados artesanalmente.*

**Palabras clave:** *Jamón crudo; Secadero.*

### 1. INTRODUCCION

La utilización de la sal y el secado para la conservación de alimentos, es una práctica muy antigua y parece haber tenido su origen en los pueblos que circundaban la cuenca mediterránea debido a que las condiciones climáticas favorecían naturalmente su desarrollo.

Antiguamente el curado del jamón se realizaba en ambientes naturales, en zonas altas secas y frías donde en forma natural se podían obtener los productos deseados.

La matanza de animales se realizaba en invierno, comenzando el proceso de post salado con bajas temperaturas acomodando el producto en recintos naturales o artificiales con un acondicionamiento muy elemental.

Las exigencias actuales, con producciones masivas y planificadas que se desarrollan indiferentes de las estaciones y el lugar geográfico, obliga a desarrollar procedimientos de trabajo que permitan independizarse de aquellos factores y obtener un producto con calidad constante independientemente de la época del año en que se lo procese.

Así es que si bien en la elaboración de casi todos los productos alimenticios interviene en alguna forma el frío generado artificialmente, en el caso particular de los jamones curados esta presencia se hace mas intensa ya que está presente en todas las etapas.

## 2. LAS ETAPAS DEL PROCESO

Las etapas que se cumplen durante el proceso de elaboración del jamón curado luego del sacrificio y escaldado son:

- a) Oreó
- b) Desposte
- c) Salazón
- d) Post-salado
- e) Secado
- f) Estufaje
- g) Conservación

Al conjunto de operaciones d), e) y f) se las conoce globalmente como curado.

En cada una de estas etapas, salvo en el estufaje, está presente el frío generado artificialmente. Y aún en el estufaje, según sea la tecnología utilizada, se pueden hacer presentes los equipos frigoríficos operando como bombas de calor.

### 2.1 Oreó:

Una vez obtenidas las medias reses limpias de vísceras y pelos se debe realizar un rápido enfriamiento de las mismas. Allí se inicia una cadena de frío que no debería ser rota hasta el final del proceso.

La tendencia es lograr que en dos horas la temperatura media sea de  $+7^{\circ}\text{C}$ . Es muy importante mantener un bajo diferencial de temperatura ( $\Delta T^{\circ}$ ) entre el aire y la superficie del evaporador (o sea grandes superficies de evaporación) para disminuir la pérdida de peso por evaporación.

Una vez alcanzada la temperatura requerida, se traslada a las medias reses a cámaras de almacenamiento a  $0^{\circ}\text{C}$ .

### 2.2 Desposte:

El despiezado (la obtención del jamón de la media res), se debe realizar en salas acondicionadas a no más de  $+12^{\circ}\text{C}$ .

La pieza de jamón así obtenida puede seguir inmediatamente al proceso o si debe ser almacenado por un tiempo prolongado, se lo deberá congelar.

En este último caso debe tenerse en cuenta que se debe utilizar un túnel de congelamiento rápido (no una cámara de almacenamiento de congelados) para obtener cristales pequeños en el agua intracelular, lo que evitará que durante el descongelamiento se pierdan componentes propios del tejido, lo que generaría un producto final de inferior calidad por pérdida de nutrientes y sabores.

### 2.3 Salazón:

A continuación, con las piezas provenientes del despiezado, se procede a la salazón.

Esta antigua técnica, busca reemplazar parte del agua de constitución de la carne por salmuera.

La sal penetra por difusión, capilaridad y ósmosis en las fibras musculares y muy poco en el tejido graso.

Desempeña funciones saborizantes, conservantes, solubiliza las proteínas y retarda el crecimiento microbiano de manera que actúa más como bacteriostático que como bactericida. Como esta acción está en relación con la concentración de sal en la fase acuosa, en este tipo de productos es más necesario el frío en el comienzo de la fabricación que en las etapas posteriores al secado cuando la presencia de agua es más baja y consecuentemente es alta la concentración salina.

El tiempo de permanencia de las piezas en la cámara de salazones es, término medio, de 1 día por kgr. de peso de la pieza.

Actualmente la tendencia en Europa, es de jamones más "dulces" y el tiempo total se puede estar reduciendo de 1 a 2 días.

Cabe tener en cuenta que en los jamones congelados - descongelados, la penetración de la sal se produce más rápidamente por lo que los tiempos son algo menores que en los que no han sufrido el congelamiento.

La temperatura de la cámara de salazón se debe mantener entre +2 y +4 °C ya que a temperaturas menores el proceso se hace más lento y a temperaturas mayores puede haber crecimiento microbiano.

La humedad relativa (HR) debe estar cerca de la saturación, por lo que nuevamente el  $\Delta T^\circ$  debe ser el menor posible.

## 2.4 Curado:

Luego de la salazón se realiza el curado que comprende las etapas de post-salado, secado y estufaje.

Esta etapa es, si cabe la expresión, la más artificial del proceso, ya que mediante medios mecánicos intentamos reproducir un proceso que originalmente se desarrollaba durante largo tiempo en sótanos y depósitos, en las zonas productoras.

El objetivo es disminuir la cantidad de agua presente en el jamón a raíz de que en el medio acuoso es donde se desarrollan las reacciones, químicas, enzimáticas y microbiológicas responsables del deterioro de los alimentos.

Distinguimos entre agua libre y agua ligada. El agua ligada es la que no sufre cambio cuando se somete el alimento a algún tratamiento o proceso. Agua libre es la que se volatiliza fácilmente, se pierde en el calentamiento, se congela primero y es la principal responsable de la actividad acuosa.

Expresado en forma más rigurosa, el agua ligada es la contenida en una sustancia y cuya presión de vapor en el equilibrio es menor que la del líquido puro a la misma temperatura. El agua libre es la contenida en una sustancia y cuya presión de vapor en el equilibrio es igual a la del líquido puro a la misma temperatura.

La actividad acuosa ( $A_w$ ) es un parámetro físico que indica el grado de agua libre en un alimento. Es un término análogo al de humedad relativa pero expresado en tanto por uno y se define como

$$A_w = P_i / P_o, \quad (1)$$

donde  $P_i$  es la presión de vapor de agua en equilibrio con el alimento y  $P_o$  es la presión de vapor de agua a la misma temperatura.

Existe una relación entre la actividad acuosa y el crecimiento microbiano.

La  $A_w$  mínima para el crecimiento bacteriano es 0,98. Algunos hongos crecen con una  $A_w$  de 0,75.

Durante el proceso de curado, el aire de la sala retira el agua de la superficie de la carne, genera un gradiente de  $A_w$  entre el interior y la superficie que provoca que el agua migre desde el interior hacia la superficie.

Si la velocidad de evaporación superficial es excesivamente rápida (superior al flujo másico de agua desde el interior) se producirá un progresivo acortezamiento de la superficie.

Como la difusividad es sensible a la concentración de humedad y disminuye con ella, la resistencia a la difusión de las capas externas aumentará con la deshidratación de la superficie.

En casos extremos, la caída de difusividad puede ser tan grande que de origen a una costra prácticamente impermeable que impide la salida de humedad al exterior.

Si la evaporación es lenta manteniéndose un elevado valor de  $A_w$ , se podrían producir indeseados procesos microbianos.

Durante todo el curado, es de suma importancia mantener un ajustado control sobre la HR y la temperatura del aire así como de una adecuada distribución del mismo en el interior de la sala.

Un mal manejo de estos aspectos, puede ocasionar un daño irreparable en la mercadería almacenada que normalmente es de muchos cientos de piezas.

Para lograr el control sobre la temperatura y HR se utilizan equipos donde se combinan el efecto frigorífico con el efecto calorífico de los ciclos de refrigeración.

Para lograr la homogeneidad de las condiciones del aire en toda la sala, se utilizan sistemas de inyección de aire de alta inducción que aseguran una adecuada distribución del mismo.

Basicamente, el sistema de alta inducción consiste en un diseño de conductos con flujos de aire que, orientado por válvulas modulantes, alcanza a todas las piezas almacenadas con un flujo promedio constante en cuanto a caudal, velocidad y temperatura.

En la Fig.1, podemos ver como el movimiento de las válvulas modulantes hace que el aire “barra” a todos los productos en forma controlada y homogénea.

El aire se inyecta en forma vertical descendente paralelo a las paredes del recinto.

Según sea la posición de las válvulas modulantes, el flujo de retorno hacia los conductos ubicados en el centro del techo de la sala se ubica sobre diferentes ejes a lo largo de la cámara.

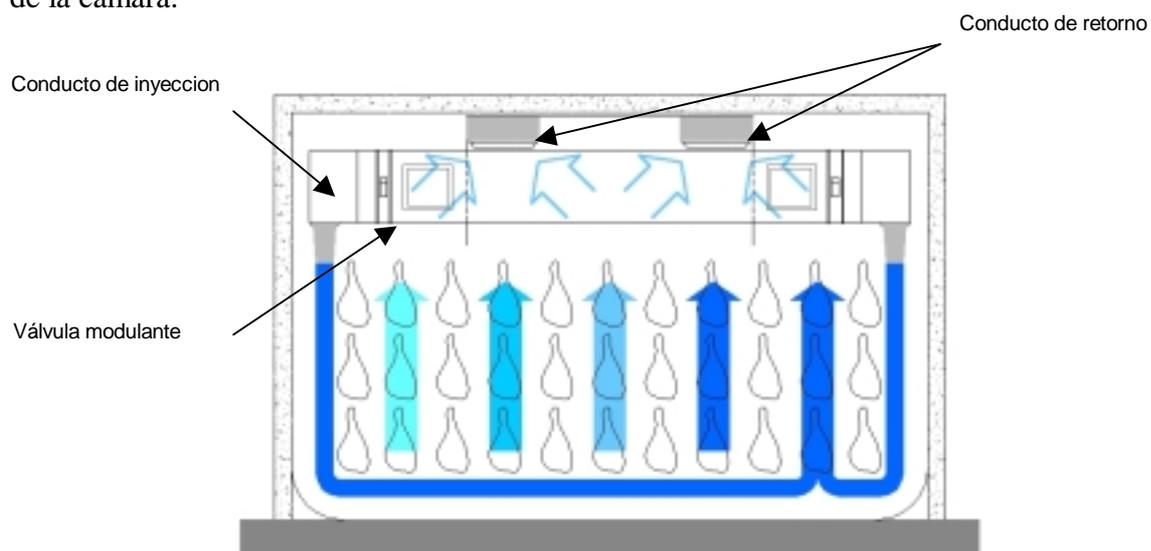


FIGURA 1

En la Fig. 2 vemos una isometría del mismo equipo.

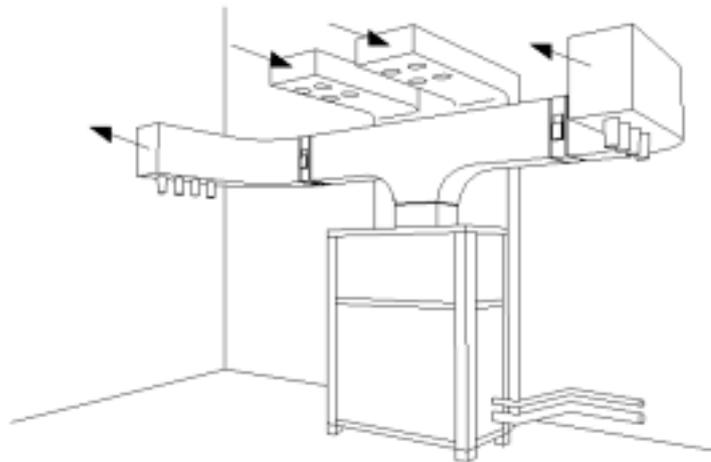


FIGURA 2

En la Fig. 3, vemos el esquema básico de un equipo frigorífico.

Consta de un ventilador centrífugo para asegurar un alto caudal de aire a baja presión.

Una batería enfriadora (de expansión directa o alimentada con agua – glicol) donde al enfriarse el aire proveniente del recinto deja sobre la serpentina parte del agua que contiene.

Como el aire sale a una temperatura inferior a la del punto de consigan, generalmente es necesario calentarlo nuevamente, con lo cual baja su HR y nuevamente está en condiciones de ser un agente “secante”.

Esta segunda batería puede estar calefaccionada electricamente (no recomendable), con vapor o agua caliente o también, como se suele hacer en los equipos autocontenidos, con los gases refrigerantes que descarga el compresor por su válvula de alta (en este caso funciona en paralelo con el condensador).

Sobre la corriente de aire se acomodan sondas de temperatura y humedad que modulan la alimentación de fluido refrigerante a la primera batería y de fluido calefactor a la segunda.

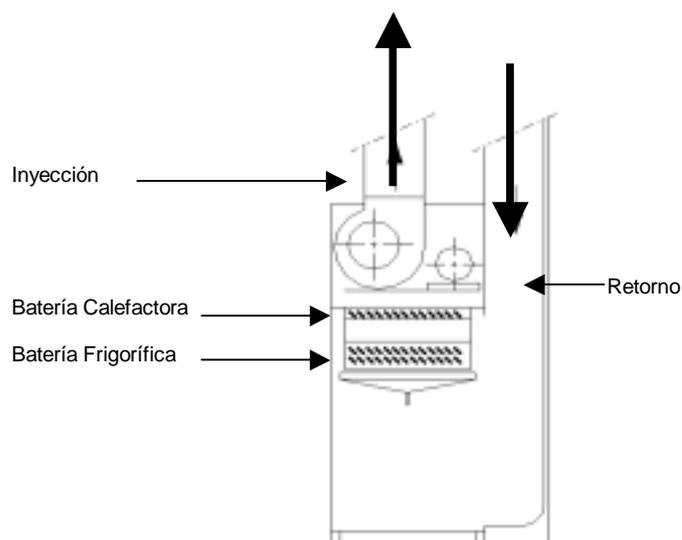


FIGURA 3

En la Fig. 4, vemos graficada la variación de la HR (eje de ordenadas) en función del tiempo (eje de abscisas).

Vemos en la figura como se alternan los ciclos de funcionamiento como de parada del equipo frigorífico.

Durante la etapa de marcha, la humedad ambiente se condensa sobre las aletas del evaporador, siendo conducida al exterior, con lo cual la HR ambiente desciende, generándose el necesario gradiente entre el aire y la superficie del jamón.

Durante los períodos de parada del equipo frigorífico, la HR aumenta progresivamente merced al agua evaporada a través de la superficie del jamón.

La curva, al disminuir la fuerza impulsora, se hace asintótica al acercarse a las líneas representativas de los puntos de consigna superior e inferior.

Se observa que los tiempos de enfriamiento son sensiblemente inferiores a los tiempos de parada.

Esto permite al agua alojada en el interior de la pieza llegar hasta la superficie humedeciéndola.

De esta forma se evita el acartonamiento de la cara externa, ya que la velocidad de pérdida de agua (por medio del aire) es mucho mas alta que la de llegada desde el interior.

En términos generales se puede establecer que la relación tiempo de marcha tiempo de parada es de 2 a 1.

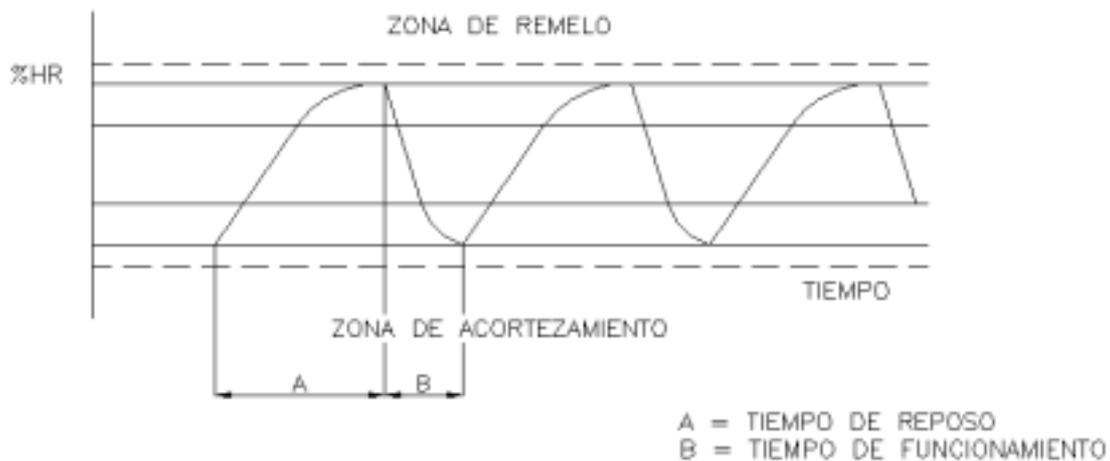


FIGURA 4

## 2.5 Post-salado:

Durante esta etapa, se inicia el descenso de la  $A_w$ . Se sustituye el agua intercelular por salmuera y el objetivo es alcanzar una  $A_w = 0,98$ .

La temperatura de la sala debe ser similar a la del saladero ( $2/3^{\circ}\text{C}$ ) y la humedad relativa del 80/85%.

El tiempo de permanencia variará según el tipo y peso de los jamones. En piezas con mayor contenido graso el proceso es mas lento. Lo habitual es 40 a 45 días con una merma total del 8 al 12%.

## **2.6 Secado:**

Hacia el final del proceso anterior se aumenta progresivamente la temperatura y disminuye la humedad relativa.

Asimismo dentro de la etapa de secado se van modificando progresivamente las temperaturas y humedades de trabajo en módulos de aproximadamente 15 días.

Se suele iniciar con temperaturas de 12°C y HR de 80% finalizando con 18°C y HR de 72%.

La duración del proceso es de 60 a 70 días con mermas del 12 al 15%.

## **2.7 Estufaje:**

En esta etapa se concluye el secado, al mismo tiempo que se funden las grasas que impregnarán el tejido muscular, proporcionando aroma y sabor característico.

Si bien la mayoría de productores realiza esta etapa, algunos opinan que no se debe estufar los jamones debido a que las grasas se oxidan.

Este proceso también se suele desarrollar en etapas sucesivas aumentando la temperatura desde 24°C hasta 32°C y disminuyendo la HR desde el 70% hasta el 65%.

Las mermas son del 4 a 5%.

## **2.8 Conservación:**

Terminado el curado, al producto se lo retira de la sala donde se ha realizado el curado y se lo almacena en bodegas a 16°C y 75% de HR.

Es aceptado por los expertos que a mayor tiempo en bodega, mayor será la calidad del producto final.

***Summary: Ham has been traditionally made taking advantage of the production zone climate conditions . The modern industrial standards, large quantities during the hole year in any geographic place, makes necessary to recreate the natural conditions with artificial methods. In particular the cold chain, before the slaughtery, as during the salting, and in particular during the process of drying and maturation allow to recreate at industrial scale those conditions that small european productors had in their warehouses and caverns. In this presentation we describe the elaboration process and in what way the right refrigeration application allow to obtain in an industrial way, a high quality product comparable to the handmades.***