



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



INFORME DE REVISIÓN

Se ha realizado el análisis con el software antiplagio de la Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", por parte de los docentes reponsables, al documento cuyo título es:

CONSERVACION DEL PESCADO MEDIANTE EL SECADO, SALADO Y AHUMADO

presentado por:

CINDY YESENIA SALAZAR FERNANDEZ

del nivel **PREGRADO** de la facultad de **INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS** obteniéndose como resultado una coincidencia de **0.66%** otorgándosele el calificativo de:

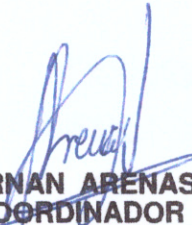
APROBADO

Se adjunta al presenta el reporte de evaluación del software antiplagio.

Observaciones:

APROBADO OBTUVO EL 0.66% (MENOR AL 30% REQUERIDO)

Ica, 16 de Enero de 2020

 JULIO HERNAN ARENAS VALER COORDINADOR SOFTWARE ANTIPLAGIO FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS	 ANGEL PASCASIO RUIZ FIESTAS ASESOR SOFTWARE ANTIPLAGIO FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS
---	--

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA



**“CONSERVACIÓN DEL PESCADO MEDIANTE EL SECADO,
SALADO Y AHUMADO”**

MONOGRAFÍA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO PESQUERO

POR LA MODALIDAD DE SUFICIENCIA ACADÉMICA

PRESENTADO POR:

BACHILLER: SALAZAR FERNÁNDEZ CINDY YESENIA

PISCO - PERÚ

2017

INDICE

	Pág.
RESUMEN.....	4
INTRODUCCION.....	5
CAPITULO I	
1. MARCO TEORICO.....	6
1.1. Secado.....	6
1.1.1. Secado por aire o por contacto.....	6
1.2. Salado.....	10
1.2.1. Actividad del agua y vida útil.....	10
1.2.2. El proceso de salado.....	11
1.2.3. Métodos de salado.....	12
1.2.4. Almacenamiento: maduración y alteración.....	15
1.2.4.1. Proceso de madurado.....	16
1.2.4.2. Deterioro microbiológico.....	16
1.3. Ahumado.....	18
1.3.1. Introducción: conservación, arreglo o camuflaje.....	18
1.3.2. Objetivos de la conservación.....	20
1.3.3. Producción de humo.....	20
1.3.4. Componentes del humo.....	22
1.3.5. Calidad, inocuidad y valor nutritivo.....	23
1.3.6. Procesos previos al ahumado.....	27
1.3.6.1. Salado.....	27
1.3.6.2. Colgado.....	27
1.3.6.3. Control del proceso de ahumado.....	28
CAPITULO II	
2. CONCLUSIONES.....	29
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	30

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Principales compuestos químicos identificados en el humo...	23

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de fases del agua.....	7
Figura 2. Diagrama psicrométrico.....	10
Figura 3. Desarrollo de rancidez en muestras de trucha arco iris (<i>Salmo gairdnerii</i>)' curadas de forma diferente y deshidratadas hasta una actividad del agua idéntica: (o) secado al aire; (.) ahumado (30°C) y secado; (..) ahumado en caliente (60°C). De Masette (1990).....	21

RESUMEN

La presente monografía "Conservación del pescado mediante el secado, salado y ahumado", comprende el estudio del secado haciendo énfasis en las curvas psicrométricas; salado, proceso del salado, actividad del agua y vida útil del pescado salado y métodos de salado empleados; proceso de madurado y deterioro microbiológico; y del ahumado definiendo el objetivo de la conservación, producción de humo, componentes del humo, calidad inocuidad y valor nutritivo del producto final, proceso previo al ahumado.

Palabras claves: Salado, ahumado, calidad inocuidad, valor nutritivo.

SUMMARY

The present monograph "Conservation of fish by drying, salting and smoking", includes the study of drying with emphasis on the psychic curves; Salting, salting process, water activity and shelf life of salted fish and salting methods employed; Ripening process and microbiological deterioration; And smoking, defining the objective of conservation, smoke production, smoke components, safety and nutritional value of the final product, pre-smoking process.

Key words: Salty, smoked, quality, innocuousness, nutritional value.

INTRODUCCION

La conservación de los alimentos a través de los tiempos ha sido y es una gran preocupación, los estudios realizados aseguran que la causa principal de la descomposición de los alimentos está relacionada con la actividad del agua (A_w), siendo el agua el componente mayoritario.

En el caso del pescado con contenido de agua entre el 60 a 80% es necesario reducirla considerablemente para aumentar la vida útil, para ello en la presente monografía se utiliza tres técnicas: secado (por aire o por contacto) donde el aspecto psicrométrico del aire es vital para la eliminación de agua; salado, al aumentar la concentración de soluto se produce una deshidratación es decir ingresa sal al pescado y se elimina agua (fenómeno de osmosis) y finalmente el ahumado que es una deshidratación parcial constituyendo una barrera física al paso de microorganismos pero además el humo producto de la combustión incompleta de la madera al contener sustancias fenólicas estas retrasan la oxidación de los lípidos del pescado y actúan como bactericidas.

CAPITULO I

1. MARCO TEORICO

1.1. Secado.

Se pueden emplear tres tipos de procesos en el secado del pescado: Secado por aire o por contacto, en el que el calor se transfiere al pescado desde el aire o superficie caliente, utiliza el movimiento del aire sobre el pescado para arrastrar la humedad; Secado al vacío, en el que se aprovecha la mayor velocidad de evaporación del agua del pescado a presión reducida, utiliza la conducción por contacto con superficies calientes o la radiación para evaporar el agua que se elimina mediante una bomba de vacío; Liofilización, se produce en una cámara cerrada donde, mediante bombas de vacío altamente eficientes, se consiguen presiones muy bajas. El pescado se congela por contacto con placas refrigeradas. A presiones por debajo de 0,64 kPa el hielo sublima y el vapor se elimina del pescado mediante la bomba de vacío.

1.1.1. Secado por aire o por contacto.

En la mayor parte del mundo, el secado del pescado se realiza todavía al aire libre, usando la energía del sol (secado solar) para evaporar el agua y las corrientes de aire para llevarse el vapor.

Los modernos avances diseñados para acelerar este lento proceso se han centrado en la utilización de: temperatura más elevada para incrementar la velocidad de evaporación; mayor velocidad del aire para arrastrar el vapor de agua y aumentar el gradiente de transferencia de calor por superficie; y la reducción de tamaño (atomización) en el caso de sólidos suspendidos en líquidos para reducir la distancia a través de la cual el vapor de agua debe difundir.

Todos estos avances y sus posibles aplicaciones en el pescado y productos de la pesca se discutirán más adelante. Sin embargo, antes de continuar es necesario definir ciertos parámetros que son propiedades del medio de secado, en este caso, el aire.

Curvas psicrométricas.

La humedad absoluta (B) es la masa de vapor contenida en una unidad másica de aire.

$$H = \frac{\text{Vapor de agua(kg)}}{\text{Aire seco(Kg)}} \quad \text{Ec. 1}$$

El aire está saturado cuando, a una temperatura y presión dadas, no puede contener más vapor de agua sin que ocurra condensación.

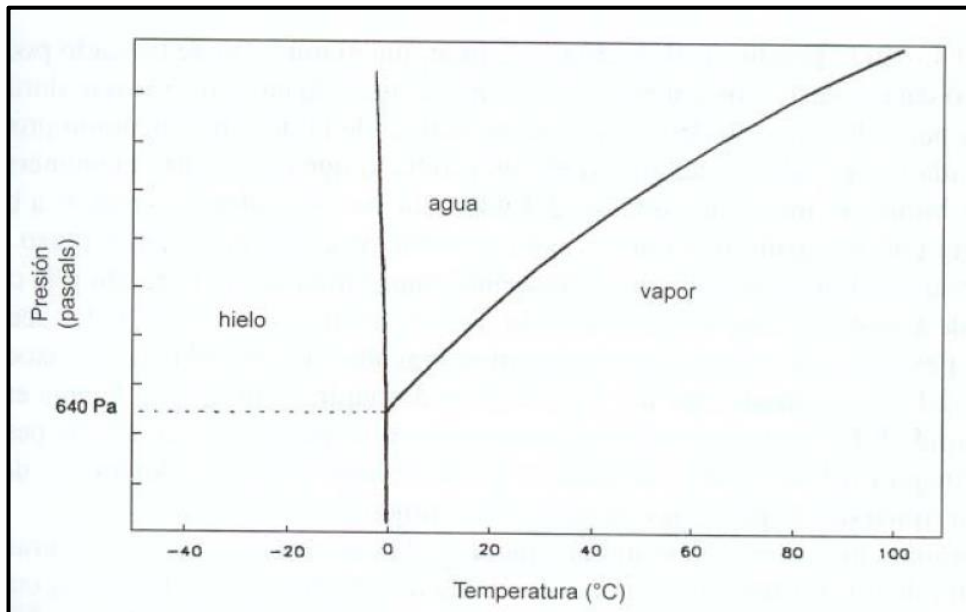


Figura 1. Diagrama de fases del agua

La humedad relativa (%HR) es la humedad absoluta dividida por la humedad del aire saturado en las mismas condiciones de temperatura y presión, asumiendo la masa unitaria de aire seco en ambos casos.

$$\begin{aligned} \%RH &= \frac{\frac{\text{Vapor de agua(kg)}}{\text{Aire seco(Kg)}}}{\frac{\text{Vapor de agua(kg)}}{\text{Aire seco(Kg) saturado a la misma T y P}}} \\ \%RH &= \frac{\text{Vapor de agua(kg)}}{\text{Aire seco(Kg) saturado a la misma T y P}} \end{aligned}$$

Ec. 2

El calor específico (e) es el calor necesario para aumentar en 1°C la temperatura de 1 kg de aire seco más el vapor de agua que contenga.

Volumen específico es el volumen total de 1 kg de aire seco más el vapor contenido en él a temperatura y presión específicas.

La temperatura de rocío es aquella a partir de la cual el vapor contenido en una mezcla de aire/vapor de agua condensa.

La temperatura húmeda es muy importante en las etapas iniciales del secado porque el agua se evapora libremente de la superficie del pescado cuando ésta se encuentra a la temperatura del bulbo húmedo.

Cuando el agua se evapora de una superficie, ésta se enfría a una temperatura por debajo de la del ambiente, suministrando la energía del calor latente para evaporar el agua. El gradiente de temperatura creado de esta manera provoca un flujo de energía calorífica desde el aire hacia la superficie, la cual, a cambio, suministra más calor latente para una mayor evaporación de agua.

El equilibrio se alcanza eventualmente a una temperatura específica, llamada temperatura húmeda, donde la pérdida de calor de la superficie debida a la evaporación de agua está equilibrada por la ganancia de calor por la superficie, aportada por aire que fluye por encima.

Cabe profundizar aún más en la aplicación de la temperatura húmeda en el secado del pescado, por ejemplo, bacalao, que empieza a cocerse a temperaturas superiores a 30°C.

En la práctica esto podría significar que el músculo de pescado podría romperse o caerse desde los ganchos en los que se ha colgado para secarse durante la primera parte del proceso. Esto sería consecuencia de la desnaturalización proteica provocada por el calor y, además, daría un producto que necesitaría mantenerse a niveles de humedad más bajos que

los correspondientes a productos secados a baja temperatura con el mismo nivel de a_w para una conservación a más largo plazo.

Temperaturas húmedas elevadas durante las etapas iniciales del secado y la consecuente desnaturalización proteica afectan adversamente a las propiedades sensoriales del pescado. Las estructuras de las proteínas desnaturalizadas no se asocian con agua del mismo modo que las proteínas no desnaturalizadas, o al menos en la misma cantidad.

Por lo tanto, cuando se reconstituya, la palatabilidad de este pescado se asemejará a la de fibras mojadas e inertes, como algodón, alejándose de la succulencia típica de las proteínas de pescado y carne.

La disminución de la temperatura húmeda es la diferencia entre las lecturas de temperatura de dos termómetros en una corriente de aire, uno con el bulbo sin cubrir y seco, el otro con el bulbo húmedo por mantenerlo en un paño húmedo de muselina.

En las etapas iniciales de la operación de secado, esto corresponde a la diferencia entre la temperatura de la superficie húmeda del pescado (bulbo húmedo) y la del aire de secado (bulbo seco). Si el aire estuviera saturado con vapor de agua, las temperaturas del bulbo húmedo y seco coincidirían y el secado no tendría lugar.

Por lo tanto, en condiciones húmedas, cuando la disminución en el bulbo húmedo es pequeña, la velocidad de secado será lenta y será necesario calentar el aire antes de pasarlo sobre la superficie del pescado. El efecto del calentamiento, aplicado al aire de secado, en la depresión del bulbo húmedo, puede ser determinado usando las cartas psicrométricas (Fig. 6).

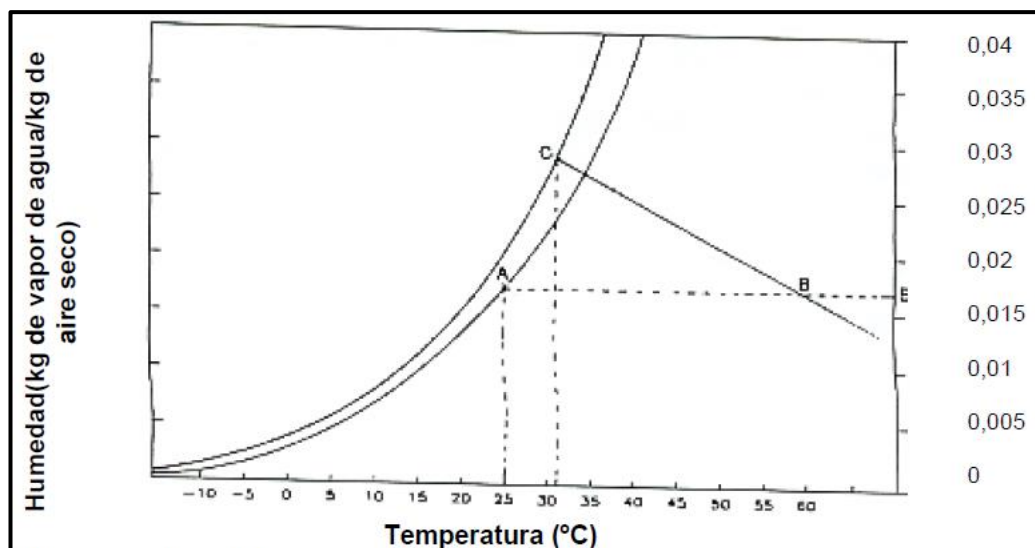


Figura 2. Diagrama psicrométrico

1.2. Salado.

Una alternativa a la reducción de la actividad del agua del pescado por, sencillamente, extracción, como ocurre en la simple deshidratación, es aumentar la concentración de solutos.

La sal común es más efectiva, inocua, corriente y barata que otros solutos alimenticios como el azúcar, incluso aunque esté presente en relativamente pequeñas concentraciones. Sin embargo, la estabilidad por largo tiempo de los productos curados se alcanza únicamente cuando la concentración de sal en la carne alcanza la saturación.

1.2.1. Actividad del agua y vida útil.

Si bien el objetivo de la deshidratación es eliminar el agua de la parte más profunda de la carne de manera suficientemente rápida, para reducir la actividad del agua a un mínimo limitando el crecimiento microbiano, antes de que ocurra un deterioro importante, el objetivo del salado es asegurar que la penetración de la sal es lo bastante rápida para disminuir la actividad del agua de forma similar en las partes más profundas de la carne.

Al completar el proceso, se consigue un equilibrio salino entre el músculo y la solución salina circundante. La concentración máxima que se puede conseguir es la de una solución de salmuera saturada, por ejemplo,

alrededor, del 26%, en condiciones normales de temperatura. En la práctica, las concentraciones serían inferiores a este valor debido a la presencia de otros solutos en las células del pescado.

Por lo tanto, el pescado salado tendría, al menos teóricamente, la actividad del agua de una solución saturada de sal común, 0,75, independientemente del grado al que se seque durante y después del proceso de salado. Sin embargo, el pescado salado reducido a la sequedad de una «galleta tostada» en hornos de secado, o al aire libre con humedad baja, puede absorber una cantidad considerable de humedad antes de que se exceda una actividad del agua de 0,75, por lo tanto iniciándose el crecimiento microbiano que conduce al deterioro. Doe y col. (1983) utilizaron la ecuación de Ross (1975) para predecir la actividad del agua del pescado curado a partir del contenido en sal (M_s), agua (M_w) y materia seca (M_b).

Mediante la observación del tiempo que tardaban las colonias del modo “pardo”, *Wallemia sebi*, en desarrollarse en pescado curado a distintos valores de a_w , Doe y col., fueron capaces de predecir la vida útil del producto.

1.2.2. El proceso de salado.

Minando, o «húmedo», en el que el pescado está sumergido en una salmuera concentrada, o «pickle» (tipo anchoado). Quizás, el método más utilizado es un híbrido de los métodos seco y húmedo; el pescado se coloca en sal seca y con el tiempo queda sumergido en la salmuera formada por la sal y el líquido extraído del pescado.

A este método se le conoce algunas veces como «blood pickle». El tamaño del pescado determinará si la salazón se realiza con el pescado entero y sin eviscerar, o bien eviscerado y abierto por la mitad, o en pequeñas piezas con tamaños variables desde filetes a carne picada.

La barrera que representa la piel del pescado a la penetración de la sal implica que sólo las especies pequeñas, como los boquerones y los

arenques pequeños, se pueden salazonar enteros sin eviscerar. El pescado más grande salado de esta forma se estropearía en el centro antes de que la sal pudiera tener ningún efecto.

El cloruro de sodio difunde a través de la carne del pescado gracias a un mecanismo de diálisis y el agua sale hacia el exterior debido a la presión osmótica entre la salmuera y la solución muscular del pescado. Este proceso no continúa indefinidamente; los iones sodio y cloruro forman un complejo con la proteína que retiene agua y que, por sí mismo, ya ejerce cierta presión osmótica, finalmente equilibrada debido a la salmuera que le rodea y alcanzando el equilibrio.

1.2.3. Métodos de salado.

Se considerarán cuatro métodos de salado: salmuera, escabechado, salazonado en verde y el curado Gaspél.

- En el caso de que la concentración final de sal en el pescado tenga únicamente interés organoléptico y la conservación se consiga mediante otras técnicas como el ahumado, el pescado se trata durante varios minutos en salmueras que no llegan a la saturación. Un efecto secundario de esta salmuera es la solubilización de las proteínas solubles, que forman una atractiva película lustrosa y brillante en la superficie, al evaporarse el agua durante el reposo y antes de que el proceso continúe.
- La inmersión en salmueras concentradas durante largos períodos, escabechado, se utiliza generalmente para conservación por largo tiempo, en especial del pescado graso. La restricción del acceso de oxígeno por inmersión retarda las reacciones de enranciamiento, aunque sí se desea algo de rancidez para el desarrollo del aroma característico.
- Cuando el pescado se abre, se aplana y se sitúa en capas intercaladas con capas de sal (Fig. 7), y el líquido que exuda se le permite drenar y ser eliminado, se consigue un producto seco con una larga durabilidad. A este método se le conoce con el nombre de salazón en verde y se utiliza para el pescado blanco, no graso.

Si, en lugar de permitir que el líquido exudado se elimine, el salado en seco se realiza en barriles, el pescado abierto flota en la salmuera formada. Se utilizan pesas para mantener el pescado sumergido durante 2 ó 3 días, tras los que se saca y seca al solo en hornos. A este método se le conoce con el nombre de curado Gaspé o «suave» debido a que procede de la península que le da nombre en la zona este de Canadá.

Se pueden utilizar cuatro tipos de sal: solar, salmueras evaporadas, de roca y sal manufacturada.

- La sal solar se prepara por evaporación de agua de mar o de lago salado mediante sol y aire. Se construyen unas lagunas en el borde del agua y se inundan, se aíslan y se dejan evaporar hasta sequedad. La sal obtenida tiene muchas impurezas debido a la variedad de sales presentes, además del cloruro sódico, y en su extracción todavía se puede contaminar más con la arena del fondo de la laguna.
- La sal de salmuera evaporada se prepara aplicando calor a salmuera concentrada bombeada desde minas profundas. La pureza de esta sal depende de la naturaleza del depósito subterráneo y es menos probable que esté contaminada con arena que la sal solar.
- La sal de roca se extrae de depósitos subterráneos de pureza variable entre 80 y 99% de cloruro sódico.
- La sal manufacturada purificada puede contener 99,9% de cloruro sódico y derivarse de cualquiera de los tres tipos de sal mencionados anteriormente, que podían contener hasta una quinta parte de su peso en impurezas.

Las principales impurezas son arena y agua seguidas de cloruros y sulfatos de calcio y magnesio, sulfato sódico y carbonato, junto con trazas de metales pesados, como cobre y hierro.

El cloruro sódico muy puro sería el más adecuado para la finalidad del curado excepto porque tiende a originar un producto ligeramente amarillo, y muchos mercados asocian la mejor calidad con el producto curado más blanco.

Sin embargo, esto no es de ningún modo una preferencia universal puesto que en muchas zonas un producto de carne más oscura, como por ejemplo el carbonero, se prefiere antes que el bacalao de carne blanca. Por el contrario, se produce un curado más blanco con la presencia de hasta 0,5% de impurezas de calcio y magnesio, aunque niveles superiores de estas impurezas imparten sabor amargo y aumentan la higroscopicidad del producto.

Debido a que muchos de los mayores mercados de pescado salado desecado se encuentran en los trópicos, donde la elevada humedad relativa conduce a una rápida absorción de humedad por los productos higroscópicos, puede merecer la pena arriesgarse a tener un producto ligeramente más amarillo en lugar de un producto más blanco que se estropearía rápidamente cuando se pusiera a la venta. Para estos mercados, un producto que actúa como una solución pura de cloruro sódico, el cual entraría en equilibrio dinámico con una atmósfera del 75% de humedad relativa a temperatura ambiente, tomará humedad la mayor parte del año cuando la humedad relativa del ambiente exceda este valor.

Resulta frecuente la aparición de manchas de color rosa, que indican crecimiento de bacterias halófilas, en pescado seco-salado expuesto para la venta en mercados tropicales. Por lo tanto, el pescado curado con sal muy pura (cloruro sódico) y seco como si fuera una galleta tostada mantendrá su calidad durante el máximo período de tiempo bajo tales condiciones. A humedad elevada constante (90% HR) incluso el pescado seco-salado tipo «galleta tostada» podría captar suficiente agua para exceder la mínima a_w de crecimiento de halófilos en 24 h.

Las impurezas de metales pesados (por ej., cobre > 0,5 ppm. o hierro > 30 ppm.) provocan manchas indeseables de color amarillo o marrón en el producto. Debe resaltarse que las sales muy puras, así como las sales impuras, se han relacionado con este defecto particular.

Cambios en el contenido en agua de filetes de bacalao curados de forma diferente en condiciones de humedad cíclicas: (o) únicamente secado; (.) secado/salado seco; () secado/salado húmedo; (") secado/ahumado en caliente. De Horner (1991)

Para prevenir el deterioro bacteriano. A este estado se le conoce con el nombre de «pescado masilla» y también se asocia, a menudo, con los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} de las impurezas de la sal que se unen a las proteínas formando una barrera al paso de los iones Na^{+} en la parte más gruesa de la carne.

En el curado en seco, la sal extrae el agua del pescado provocando en los primeros 4 ó 5 días una disminución de peso del 25% en bacalao de 1 kg, abierto y colocado en pilas. La sal se disuelve en el agua extraída formando una solución muy concentrada en la superficie del pescado. Ésta difunde gradualmente hacia el interior, consiguiendo una concentración de alrededor del 18% en 8 días y, finalmente, tras 15 días en Pilas, alrededor del 20%.

Cuando el pescado se encuentra a una concentración salina próxima al 9 ó 10%, las proteínas del músculo se desnaturalizan y resulta muy fácil separadas de la piel, aunque esto no se hace normalmente porque el músculo sin soporte se fragmentaría y la presencia de la piel es importante de cara al consumidor y para la identificación del producto.

1.2.4. Almacenamiento: maduración y alteración.

Cuando ya no se puede extraer más agua del pescado mediante el reapilado se puede mantener durante meses, o incluso años, madurando, siempre que la temperatura de la sala de madurado sea inferior a 10°C.

1.2.4.1. Proceso de madurado.

El madurado es una parte muy importante en el desarrollo de aroma del pescado graso escabechado en salmuera. Después de haber perdido hasta el 20% de su peso mediante la exósmosis de agua hacia la salmuera, los filetes de arenque vuelven a ganar su peso original gracias a la absorción de sal en 10 días.

Los enzimas responsables de la maduración pueden proceder del sistema digestivo del pescado (algunas veces los ciegos pilóricos se dejan in situ para favorecer este tipo de maduración), del músculo, y de las bacterias que crecen en el pescado y en la salmuera. Aunque la naturaleza de las reacciones del madurado es sumamente complicada, se cree que los productos de la proteólisis y lipólisis son los que predominan en el producto madurado.

La lipólisis y la rancidez oxidativa juegan un papel importante en el aroma de productos de pescado blanco curado, incluso con bajo contenido graso. Los productos de las reacciones de pardeamiento de Maillard también ejercen una contribución significativa en el aroma. El azúcar, ribosa, liberado durante la degradación del ATP, es particularmente activo en el pardeamiento tipo Maillard.

En pescado curado con sal y secado, no es deseable ningún tipo de pardeamiento que pueda hacer el producto inadecuado para la venta. Niveles elevados de ribosa y ciertas aminos procedentes de la descarboxilación de las proteínas, como existiría en pescado que no fuera muy fresco, promueven el pardeamiento de Maillard.

1.2.4.2. Deterioro microbiológico.

La mayoría de los microorganismos asociados normalmente con el deterioro del pescado, por ejemplo, *Pseudomonas* spp., son halófilos y no crecen en concentraciones salinas superiores al 5%. Sin embargo, hay ciertos organismos que son saprófitos habituales y patógenos al mismo tiempo, que

pueden ser halotolerantes, creciendo en ambientes con un 10 o, incluso, 20% de sal. Un ejemplo muy significativo es el *Staphylococcus aureus*.

Los microorganismos responsables del deterioro más importantes son los halófilos que realmente requieren sal para su desarrollo, y que no crecen a menos que haya presente un 10% de sal. Estas bacterias, que son responsables del deterioro «rosa», conocidas por este nombre debido al color de sus colonias y, en consecuencia, de la apariencia del pescado curado, incluyen *Halobacterium salinarum*, *H. cutirubum*, *Sarcina morrhuae* y *S. litoralis*. Son aerobias y no se encuentran de forma usual en el pescado escabechado donde existe un acceso de oxígeno limitado por la salmuera. También son termófilas con una temperatura óptima de crecimiento próxima a 42°C y una temperatura mínima de 5°C.

El primer signo de deterioro «rosa» es un suave brillo de color rosa en la superficie del pescado apilado o durante el madurado. Esta coloración se puede eliminar fácilmente sin estropear el pescado. Para prevenir la recontaminación se puede tratar con vapores de formaldehído o dióxido de azufre, o bien sumergiendo el pescado en una solución de metabisulfito sódico, si bien el mantenimiento de la temperatura del ambiente por debajo de 10°C puede ayudar a prevenir la germinación inicial y el crecimiento. Los casos de intoxicación atribuidos al consumo de pescado deteriorado por el defecto «rosa» se han debido, en realidad, a la producción de exotoxinas por *Staphylococcus aureus*. Éste comenzará a crecer a actividades del agua ligeramente superiores a las requeridas por las bacterias causantes del efecto «rosa». Se ha demostrado que estas bacterias no son tóxicas ni patógenas.

La actividad del agua del pescado salado tras el secado es demasiado baja para permitir el crecimiento bacteriano, pero si las condiciones de temperatura y humedad se hacen adecuadas, ciertos mohos amófilos pueden crecer. El nombre de deterioro «pardo» deriva de la decoloración marronácea de la superficie causada por el crecimiento de hongos del género *Wallemia*. Éstos son capaces de crecer en concentraciones de sal

entre 5 y 26%, aunque no son específicas para el cloruro sódico y pueden crecer en concentraciones osmóticas equivalentes de cloruro potásico, cloruro amónico, glicerol o glucosa, por lo que son más osmófilos obligados que halófilos. Otras condiciones para el crecimiento son: (I) temperatura de 10 a 37°C (óptimo 25°C); (II) pH 4,0 a 8,0 (óptimo entre 6,0 y 7,0); y (III) humedad relativa óptima 75%.

Al contrario de las bacterias del defecto «rosa», los hongos del deterioro «pardo» no descomponen la carne pero hacen que la superficie sea repugnante y, consecuentemente, el producto tiene menor venta. Las superficies pueden cepillarse y desaparece pero vuelve a crecer si las condiciones de frío y sequedad no se mantienen. La madera vieja y podrida alberga estos hongos, por lo que debería evitarse en los almacenes de pescado seco o guardarse a cubierto.

Los agentes causantes de ambos deterioros, «rosa» y «pardo», abundan en las sales solares de curado, de manera que mantener la temperatura y humedad bajas son la mejor forma de combatirlos durante la producción y almacenamiento. Desafortunadamente, la mayoría del mercado del pescado salado (seco) se encuentra en zonas en las que predomina un clima húmedo y cálido, por ello la prevención de la entrada de humedad en el envase utilizado es un factor esencial. La utilización de bolsas de plástico no es adecuada porque cualquier disminución de temperatura en el ambiente circundante provocaría condensación.

Sumergiendo el pescado curado en aceite vegetal se reduce a la mitad, aproximadamente, la velocidad de absorción de agua de un ambiente húmedo. Esto podría ser suficiente para retrasar el deterioro microbiológico más allá del tiempo de almacenaje deseado.

1.3. Ahumado.

1.3.1. Introducción: conservación, arreglo o camuflaje.

Originalmente, el ahumado del pescado fue un acontecimiento accidental cuando, en épocas de tiempo húmedo, los pescadores tenían que recurrir al

uso de hogueras para secar sus excedentes de capturas, en lugar del sol y el viento. Fue mucho más tarde cuando llegaron a conocerse los efectos bactericidas y antioxidantes del humo. Mucho antes, los consumidores adquirieron un gusto por el pescado ahumado como una alternativa agradable al consumo de pescado fresco y, mediante la reducción de la «severidad» del proceso (por ej., el grado de salado, secado y ahumado), estos productos se hicieron más apreciados.

En el Reino Unido, la disminución en la severidad del proceso ha conducido de forma creciente a la idea de que el ahumado, tal como se practica en este país, es un efecto cosmético más que un método de conservación para atraer a los consumidores (ligeramente) aventureros.

Otra función del ahumado, aunque rechazada, ha sido su amplia utilización para suplir la deficiente calidad del pescado que queda sin vender después de haber estado expuesto a la venta. Por tanto, el proceso se ha utilizado para enmascarar el pescado que podría ser menos fresco de lo que debiera. Pero, esta práctica puede resultar peligrosa por predisponer al comprador contra el pescado ahumado.

Una forma más ética de utilizar el ahumado es, quizás, para copiar pescados caros enmascarando materias primas baratas. Un ejemplo de ello es el producto alemán «seelachs», que consiste en rodajas de filete de carbonero, teñido y ahumado ligeramente, que se utiliza como sucedáneo del salmón ahumado. Sin embargo, la conservación es, todavía, el objetivo principal del ahumado del pescado en la mayoría de las partes del mundo. Puede ser la conservación durante períodos largos como ocurre con el producto indonesio, «ikan kaju», o la adición de un día o dos extra en la vida útil esperada del pescado fresco, para permitir su distribución a mercados lejanos, o para retenerlo por más tiempo a la venta.

Incluso, en el caso de que el proceso se haya reducido de forma importante, con la finalidad de atraer nuevos consumidores a una sutil diferencia de gusto, o aumentar el rendimiento del producto acabado, parece, al mismo

tiempo, que los elaboradores, vendedores y consumidores esperan una mayor vida útil. Ello puede apreciarse fácilmente por las diferencias entre lo que las Torry Advisory Notes recomiendan como previsión de vida útil y lo que los productores y vendedores al detalle parecen esperar.

El pescado ahumado se contempla como un producto alimenticio «delicatesen», para consumirse en ocasiones especiales, o ser presentado como una alternativa tentadora en nuestra dieta que, sin embargo, no es caro. Así pues, muestra un gran potencial como tecnología que puede ser cuidadosamente manipulada para asegurar el consumo más amplio de productos de la pesca saludables y de elevada calidad.

1.3.2. Objetivos de la conservación.

El efecto conservante del ahumado en los productos de la pesca se debe a la combinación de los cuatro factores siguientes:

- **Deshidratación superficial**, lo que origina una barrera física al paso de los microorganismos y un ambiente hostil para cualquier tipo de proliferación microbiana aerobia;
- **salado**, que reduce la a_w e inhibe el crecimiento de muchos microorganismos deteriorantes y patógenos (aunque se requiere una reducción de a_w inferior a 0,95 para que el efecto sea significativo, y a este nivel la salinidad puede ser demasiado elevada, alrededor del 5%, para el gusto del consumidor);
- **Deposición de sustancias antioxidantes fenólicas**, que retrasan la auto oxidación (y la rancidez) de los lípidos del pescado generalmente muy insaturados (como se muestra en la Fig. 8.) deposición de sustancias antimicrobianas tales como fenoles, formaldehído y nitritos.

1.3.3. Producción de humo.

En muchas partes del mundo, la madera se utiliza con preferencia frente al serrín, lo que produce un fuego más caliente y con menos humo, haciendo que el pescado sea carbonizado en lugar de ahumado. En un fuego de

serrín, a menos que se fuerce un flujo rápido, el aire no puede llegar fácilmente al fuego, de manera que el serrín se consume lentamente en lugar de arder. Temperaturas más bajas y menor cantidad de oxígeno producen un humo con más sustancias aromáticas y conservantes. Temperaturas superiores y mayor aporte de oxígeno consumen estas sustancias al oxidarlas a dióxido de carbono y agua.

Los productores de humo modernos aportan el serrín de forma lenta sobre una superficie muy caliente, pero, por todo el mundo, la mayoría del humo para ahumar se produce todavía con un fuego sencillo. El fuego se produce generalmente en un quemador. Cuando las virutas de madera reciben una buena corriente de aire, la combustión es rápida y el serrín comienza a arder lentamente sin producir llama. Tanto las virutas como el serrín deben estar bien secos y no contener conservantes de madera. El material húmedo contiene hongos y el humo los llevará hasta el pescado. Los conservantes de la madera pueden producir un humo perjudicial que haga al pescado ahumado un peligro para el consumo.

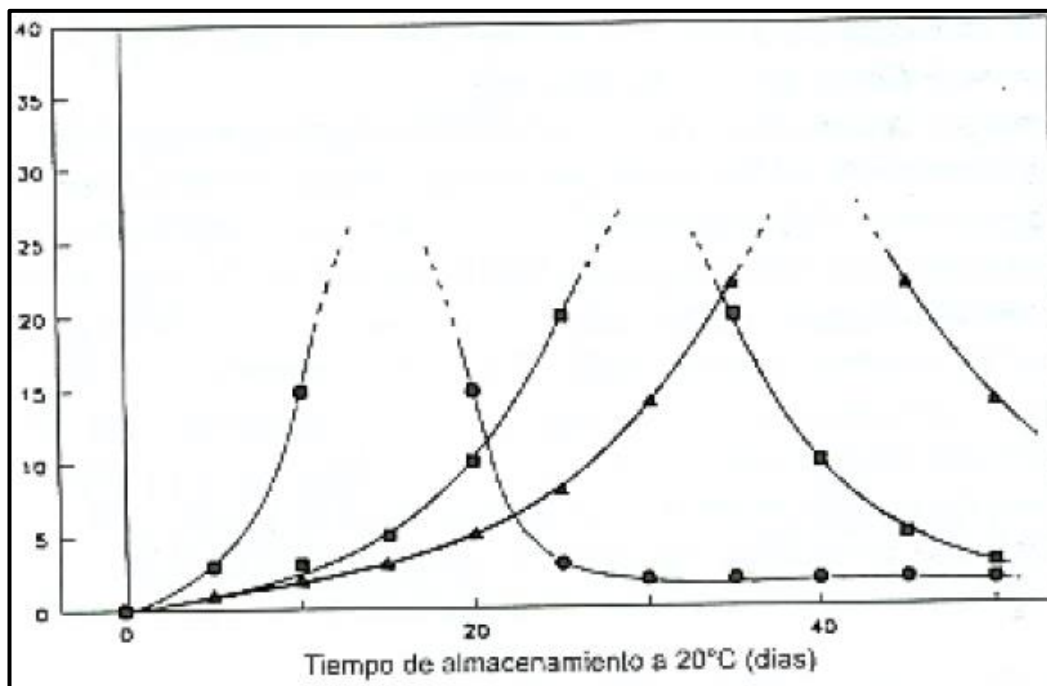


Figura 3. Desarrollo de rancidez en muestras de trucha arco iris (*Salmo gairdnerii*) curadas de forma diferente y deshidratadas hasta una actividad del agua idéntica: (o) secado al aire; (.) ahumado (30°C) y secado; (..) ahumado en caliente (60°C). De Masette (1990)

1.3.4. Componentes del humo.

La especie arbórea de procedencia del serrín afecta al aroma del producto final. Las maderas duras como el roble, nogal, cerezo, manzano y haya producen un humo con mayor cantidad de fenoles, que conservan y, además, imprimen un aroma característico «<a medicina») al producto. Sin embargo, resulta dudoso que un producto ahumado con nogal pueda distinguirse de otro ahumado con haya de forma similar, en especial si después el producto se enfría y almacena, aunque el primero parece que tiene un mayor atractivo para la venta.

El humo es una emulsión de pequeñas gotas en una fase continua de aire y vapores estabilizados mediante cargas electrostáticas. Estos vapores son de la máxima importancia para la finalidad de aromatizar, pigmentar y destruir los microorganismos en el ahumado. Se han identificado unos 200 compuestos y en la tabla 2 se recogen los más importantes.

Existe un equilibrio dinámico entre las fases de gotas y de vapores del humo, el cual, según Tilgner y col. (1962) cambia continuamente con las fluctuaciones de temperatura, la relación de aire y humo, la velocidad del aire-humo y se debe a la absorción de componentes del humo en la superficie del pescado. En realidad, la fase de gotas actúa como reservorio de componentes del humo, volátiles y no volátiles, librando más volátiles a medida que se absorben de la fase de vapor.

Los estudios de Foster y col. (1961) han mostrado que cuando el humo de madera se diluye en el aire, la concentración de los fenoles más volátiles disminuye en mayor grado que la de los fenoles no volátiles. En el intervalo de temperaturas entre 30°C y 80°C, que incluye todo el proceso de ahumado en frío y la mayor parte del ahumado en caliente, la adsorción de los vapores de humo es independiente de la temperatura, mientras que la deposición o absorción de los fenoles no volátiles aumenta con la temperatura.

1.3.5. Calidad, inocuidad y valor nutritivo.

El control de los parámetros de producción de humo debe complementarse con el control de las materia primas si se pretende conseguir un producto de calidad estándar. Puesto que la mayoría de los componentes del humo encontrados en un producto de pescado se absorben por el agua de la superficie y de los intersticios del músculo es importante que el pescado se mantenga húmedo, al menos en parte del proceso de ahumado.

Foster y col. (1961) han demostrado que el grado de absorción de los compuestos fenólicos del humo por parte del pescado, previamente seco, es sólo el 5% de lo que absorbe el pescado húmedo. Los objetivos de los procedimientos modernos de ahumado deberían ser: impartir unas características sensoriales deseadas de manera uniforme, sin excesiva variación entre lotes, y prolongar la vida útil evitando la deposición de conocidos carcinógenos.

Tabla 1. Principales compuestos químicos identificados en el humo

Ácidos	Fenoles	Carbonilos	Alcoholes	Hidrocarburos
Fórmico	Siringoles	Formaldehído	Etanol	Benzopireno
Acético	Guayacoles	Propionaldehído	Metanol	Benzoantraceno
Butírico	Cresoles	Furfuraldehído		Indeno
Caprílico	Xilenoles	Acroleína		Noftaleno
Oxálico		Metil etil cetona		Estilbeno
Vanílico		Metil glioxal		Fluoreno
Siringico				Fenantreno
Ftálico				

La apariencia y la textura del producto ahumado están muy afectadas por el control de la calidad de la materia prima y de los parámetros del proceso, como por ejemplo el tratamiento con salmuera, y el tiempo, temperatura y velocidad del aire en el horno de ahumado. Sin embargo, hay cierta evidencia que sugiere que algunos de los componentes del humo, por ejemplo formaldehído, tienen un efecto endurecedor en las proteínas del músculo.

La consecución de un producto consistente en relación al aroma y sabor es mucho más compleja. Generalmente se considera que los fenoles juegan un importante papel en el aroma característico del pescado ahumado. De éstos,

eugenol, siringaldehído, acetosiringona y acetovanillona, parece que son más importantes en el aroma de los productos ahumados en caliente; y guayacol, maltol, fenol y m-cresol son importantes en los productos ahumados en frío. Sin embargo, el eugenol es más importante que el guayacol en lo que se considera un aroma de ahumado típico.

Los derivados del furano en la fracción de más bajo punto de ebullición del condensado de humo de madera, tienen un aroma dulce y fragante que se cree que suaviza los pesados aromas de los derivados de los fenoles. Aunque las fracciones de peso molecular bajo del humo de madera son, aparentemente, más responsables del aroma de pescado ahumado a bajas concentraciones, concentraciones más elevadas se perciben como notas de «quemado» o «fenólicas» menos deseables. Quizás, aunque resulte sorprendente, las fracciones de punto de ebullición medio muestran la más uniforme buena respuesta en una escala hedónica al estudiar el máximo rango de concentraciones.

La prolongación de la vida útil del pescado ahumado, en comparación con el fresco, se debe a la combinación de la disminución de la actividad del agua y la ganancia de compuestos bactericidas y antioxidantes del humo por parte del producto. Se ha demostrado, por ejemplo, que el ahumado tradicional puede incrementar el período de inducción (por ej. por encima de un nivel de 20 mili equivalentes de peróxido por kg) de la auto oxidación, de 4 días en controles sin ahumar, hasta aproximadamente 50 días. Sin embargo, este efecto antioxidante se asocia principalmente con la fase de partículas del humo (la fase vapor muestra muy poco o nulo efecto antioxidante) y es mayor al aumentar la temperatura de la etapa de oxidación de la producción de humo, pero no se afecta por la temperatura de pirólisis o el aporte de aire.

En relación con la deposición de sustancias carcinogénicas en el pescado durante el ahumado, el grupo de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) contiene muchos compuestos fuertemente carcinogénicos, 27 de ellos se han identificado en el humo de madera. Uno de éstos, 3,4 benzopireno, se

ha detectado en niveles entre 0,05 y 0,62 $\mu\text{g kg}^{-1}$ en un estudio de productos cárnicos ahumados comercializados en Alemania.

No se encontró correlación entre la ganancia de fenoles y la de 3,4 benzopireno en arenque ahumado en caliente. Por el contrario, estos fenoles y gran parte de 3,4 benzopireno se absorben durante la última fase del ahumado, la más caliente (70-80°C). Durante el ahumado en caliente se absorbe de ocho a nueve veces más 3,4 benzopireno que en el ahumado en frío; en cuanto a los niveles de HAP, en conjunto, son máximos en los productos ahumados en caliente y los ahumados en frío de forma prolongada. El pescado deshidratado mediante aire caliente de forma directa sobre llamas de gas o petróleo puede también contener estas sustancias.

Las sustancias con grupos nitroso (NO) producen una ligera coloración (osa) en el músculo del pescado ahumado, semejante al color rosa impartido por las salmueras de curado de carne que contienen nitritos/nitratos. Por lo tanto, es probable que estas sustancias sean capaces también de producir N-nitrosaminas carcinogénicas debido a la reacción con las aminas del pescado.

Puede parecer que hay muchas posibilidades para mejorar el proceso de ahumado tradicional en relación a la calidad del producto, su consistencia e inocuidad. Por ejemplo, aumentando la intensidad de ahumado pero eliminando la fase de partículas que hay entre el generador de humo y la cámara de ahumado, lo que reduciría la mayoría de los compuestos HAP y aumentaría la intensidad del aroma.

Se pueden realizar grandes mejoras en este sentido simplemente aumentando la distancia entre el quemador y la cámara. Sin embargo, hay dos argumentos en contra de esto. El primero es que eliminando la fase de partículas disminuye de forma importante el efecto antioxidante del ahumado, y el segundo es que el calor generado por las brasas al consumirse el serrín se desperdicia en lugar de secar o cocer el pescado. No obstante, las condiciones de inocuidad deberían ser de mayor importancia

El consumo de la madera sin llegar a arder es un proceso simultáneo de pirólisis y oxidación, lo cual no es eficiente porque la oxidación, que ocurre a la temperatura de pirólisis, convierte la mayoría de los componentes del aroma a dióxido de carbono y agua. Los parámetros óptimos que se sugieren para la generación de humo son la pirólisis del serrín a 400°C con flujo de nitrógeno a 1.500 l/h, seguido de la oxidación a 200°C con flujo de aire a 1.500 l/h por cada 50 g de serrín.

Los antioxidantes y las altas temperaturas del ahumado en caliente se podrían aplicar mucho más uniformemente y con mayor seguridad que con los procesos tradicionales de ahumado, con sistemas como el ahumado electrostático, en el que el humo se transporta a través de campos cargados para precipitar la fase de partículas sobre el pescado, y la parte caliente del proceso se conseguiría mediante resistencias eléctricas.

El proceso de ahumado afecta al valor nutritivo del pescado principalmente por la reducción de la biodisponibilidad de las proteínas. El sobrecalentamiento, como podría ocurrir en algunos de los procesos más severos, reduce significativamente la disponibilidad de metionina, triptófano y lisina. Sin embargo, los procesos de ahumado más modernos, no implican temperaturas lo suficientemente altas para reducir su valor biológico o utilización neta proteica simplemente debido a las reacciones de enlaces cruzados, y pardeamientos inducidos por el calor.

No obstante, se sabe que muchos de los componentes del humo reaccionan con los aminoácidos y las proteínas de los alimentos. Los carbonilos y fenoles, en particular, reaccionan con la lisina, arginina, metionina y otros aminoácidos azufrados: Incluso así, estas pérdidas son relativamente pequeñas. Tang (1978) informó de la reducción de la disponibilidad de la lisina hasta en un 25% en la capa de 5 mm más externa, en un 14% en la capa entre 5 mm a 10 mm por debajo de la superficie, y disminuyendo gradualmente hasta ser insignificante en el centro de filetes de carbonero (*Polachius vireus*) ahumados en caliente a 115°C durante 3 horas.

1.3.6. Procesos previos al ahumado.

Pueden dividirse en apertura, limpieza, salado y colgado. Apertura y limpieza. El tratamiento adecuado depende del producto; debe cuidarse siempre de no magullar ni rasgar el pescado, se deben eliminar totalmente los intestinos, agallas y riñones, ya que se estropean rápidamente y pueden deteriorar el pescado que inicialmente sí está en buenas condiciones.

1.3.6.1. Salado.

El pescado puede sumergirse en una salmuera concentrada, Pueden adicionarse diversos colorantes permitidos para reforzar e color impartido o por el humo. El tiempo de contacto depende del tamaño y el contenido en grasa del pescado, la presencia de piel y las exigencias del producto el máximo requerido es entre 2 y 3 % de sal si el producto se consume como tal en lugar de como condimento,

La concentración de salmuera más utilizada oscila entre 70 y 80% (por ej., 80°), Salmueras saturadas de 100° dejan unos cristales de sal pulverulentos, nada atractivos, en la superficie del producto acabado, mientras que una salmuera saturada al 50% haría que el pescado se hinchara de tal manera que el exceso de agua tendría evaporarse durante el secado, Las salmueras deben mantener su fuerza y deberían cambiarse al menos una vez al día. puede resultar necesaria la eliminación frecuente de escamas y otros desechos ya que una salmuera deteriorada puede contaminar el pescado.

1.3.6.2. Colgado.

El pescado se cuelga en estantes o perchas en el propio horno para el goteo y eliminación de agua. La proteína se disuelve en la salmuera dando una solución pegajosa, Durante esta etapa el pescado se seca superficialmente y produce una película brillante típica, El mejor brillo se consigue cuando se utilizan salmueras de 70 a 80°. El pescado ahumado que no ha sido salado tiene un aspecto mate y áspero.

1.3.6.3. Control del proceso de ahumado.

Al inicio del proceso de ahumado es mejor mantener la temperatura en la cámara de ahumado por debajo de 30°C. En realidad, para el ahumado en frío, la temperatura se mantiene siempre en este mismo nivel. Esto es debido a que el proceso debe secar el pescado en cierto grado, al mismo tiempo que se deposita el humo en su superficie. Para conseguirlo, los respiraderos del quemador deberían estar casi cerrados, de manera que el serrín se consuma sin llegar a arder.

Si el flujo de aire es excesivamente rápido y la temperatura es demasiado elevada se forma una costra en la superficie y no puede salir más agua del pescado. Este producto continúa húmedo por debajo de la superficie endurecida y tiende a estropearse desde el interior. La superficie, dura y obstruida, no permite el paso hacia el interior de las sustancias del humo, disminuyendo, de nuevo, el efecto conservador del ahumado.

El aire caliente, que es menos denso que el frío, se mueve hacia arriba arrastrando el humo con él. En la mayoría de los hornos de ahumar, incluyendo el horno tradicional de chimenea mostrado en la figura 19, el humo se desplaza hacia arriba por encima del pescado colgado. En consecuencia, la temperatura en la parte inferior del horno es más alta y el humo más denso. A lo largo de todo el proceso, los estantes de pescado deben moverse a diferentes alturas, de manera que todo el pescado reciba el mismo tratamiento de humo. Éste es un trabajo duro que requiere cierta experiencia. En muchos hornos modernos el quemador está separado de la cámara de ahumado. El movimiento del aire es horizontal más que vertical, y el humo es arrastrado a través de los estantes de pescado. A pesar de ello, no es posible conseguir un tratamiento homogéneo de humo y temperatura. A medida que la mezcla de aire/humo pasa de un estante a otro, ésta se transforma:

- menos concentrada en humo: porque los compuestos químicos del humo son absorbidos por el pescado de cada estante;
- más húmeda: porque se pierde agua en cada estante de pescado;
- más fría: a medida que el humo y el aire se alejan del quemador.

CAPITULO II

2. CONCLUSIONES.

- ✓ El secado, salado y ahumado de pescado constituyen medios importantes para la conservación del pescado.
- ✓ En el secado del pescado se debe tener en cuenta la actividad del agua (A_w) optima 0,75.
- ✓ En el proceso de salado debe conseguirse el producto final blanco por lo que el ClNa no debe ser puro (se utiliza hasta 0,5% de impureza de calcio y magnesio).
- ✓ En el ahumado se debe utilizar maderas duras libres de resina.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Artículo sobre definiciones de las latas para conserva. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Lata&action=edit>. Acceso el 30 de mayo de 2007.
2. Artículo sobre las conservas en general. Disponible en: <http://www.clubdelamar.org/conservas.htm>. Acceso el 30 de mayo de 2007.
3. Artículo sobre el procesado y elaboración del pescado para conserva. Disponible en: <http://www.portalbesana.es/estaticas/informacion/paginas/pescado.html>. acceso el 10 de junio de 2007.
4. BRENNAN, J.G.; Butters, J.R.; Cowell N.D. 1994. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Pp. 319-332.
5. CHARLEY, Helen. 2001. Procesos físicos y químicos en la preparación de alimentos. Pp. 601-612.
6. DESROSIER, Norman. 1983. Elementos de técnicas de alimentos. Pp. 381-391.
7. FORMOSO, Antonio. 1999. 2000 procedimientos industriales al alcance de todos. Pp. 542- 553.
8. HALL, George M; 2001. Tecnología del procesado del pescado. 301 p.