

SALADO DE MERLUZA POR PILA SECA, HÚMEDA Y POR DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA A VACÍO (*MERLUCCIVUS GAYI PERUANUS*)

Recepción: Noviembre de 2005 / Aceptación: Diciembre de 2005

(1) Luz López Ráez

(2) Luis Dávila Solar

RESUMEN

Se compararon tres procedimientos de salado de merluza (*Merluccius gayi peruanus*) en pila seca (PS), pila húmeda (PH) y deshidratación osmótica a vacío (DOV). En las muestras saladas, se determinó la evolución del contenido de sal, el contenido de agua, el recuento de microorganismos aerobios viables, estafilococos, mohos y la actividad de agua (a_w). Se encontró que la población de microorganismos decae rápidamente en las muestras tratadas con DOV.

Palabras Clave: Deshidratación osmótica, merluza, salado, salado en pila seca, salado en pila húmeda.

SALTED OF HAKE IN DRY AND HUMID PILE AND FOR VACUUM OSMOTIC DEHYDRATION (*MERLUCCIVUS GAYI PERUANUS*) ABSTRACT

Three salted procedures were studied comparatively in hake filets (*Merluccius gayi peruanus*): in Dry Pile (PS), Humid Pile (PH) and Vacuum Osmotic Dehydration (DOV). In the salted samples, the evolutions of the following variables were determined: Salt and water content, recount of viable aerobic microorganisms, staphylococcus, molds and water activity (a_w). The population of microorganisms was found to decay quickly in samples tried with DOV.

Key words: Osmotic dehydration, hake, salted, salted in dry pile, salted in humid pile.

- (1) Magister Scientiae. Master of Science. Directora de la Sección de Posgrado de la Facultad de Oceanografía, Pesquería, y Ciencias Alimentarias, UNFV.
E-mail: luzlopez@yahoo.es
(2) Magister Scientiae. Master of Science. Profesor de la Escuela Universitaria de Posgrado, UNFV.
E-mail: ldavilass@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

El Colegio de Ingenieros del Perú (1995) reportó que la captura de recursos demersales por la flota arrastrera industrial costera y de altura tenía un potencial estimado anual de 100 a 180 mil toneladas métricas, resaltando que los volúmenes capturados podrían reducir, en el ámbito nacional, los elevados índices de desnutrición, propiciándose el diseño de productos con materias primas no tradicionales como la merluza (*Merluccius gayi peruanus*), caracterizada por ser una especie magra de pulpa blanca.

Proponiéndose al salado como un proceso de conservación, que prolonga el período de comercialización a condiciones de almacenamiento de menor costo, que los métodos de refrigeración o congelación (ITP, 1998), se reportó que los productos salados son los más difundidos internacionalmente, por la tendencia a promover la inversión en productos destinados para consumo humano directo, considerando como desventajas, en su elaboración, el tiempo prolongado de impregnación de sólidos en el tejido, la manipulación y conservación inapropiadas de la materia prima y la aplicación de técnicas tradicionales no mejoradas ni optimizadas, por considerarlas sencillas.

La importancia del estudio reside en el menor tiempo de exposición de la materia prima al agente oxidante por la aplicación de la deshidratación osmótica a vacío (DOV), la obtención de un producto de consumo humano directo de mejor calidad sensorial con mayor impregnación de sólidos, la aplicación de una alternativa tecnológica de salado con la consiguiente elaboración de productos similares a los tradicionales, pero sin los inconvenientes sanitarios que provocan la desconfianza del consumidor (Guarda, 1989).

Hartal (1967) estudió la deshidratación osmótica, utilizando como soluto cloruro de sodio. Karel (1973) desarrolló alimentos de baja humedad y humedad intermedia. Mc Keon (1986) y Pavasovic et al. (1986) dieron orientaciones sobre productos deshidratados osmóticamente. Le Maguer y Biswal (1988) analizaron la transferencia de masa en procesos osmóticos al igual que Marcotte (1988). Le Maguer (1988) señaló algunas tendencias en el desarrollo de estos tratamientos. Sin embargo, es muy poco lo estudiado sobre productos hidrobiológicos, así encontramos las investigaciones de Guarda (1989), en España, quien trabajó con trucha.

El objetivo del trabajo es comparar, en los tres tipos de salado, la evolución del contenido de sólidos, el contenido de agua, la actividad de agua, variaciones de la carga microbiana y la aceptabilidad de los productos.

>>> *Salado de merluza por pila seca, húmeda y por deshidratación osmótica a vacío (merluccius gayi peruanus)*

MATERIALES Y MÉTODOS

Las pruebas se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Oceanografía, Pesquería y Ciencias Alimentarias de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Materia prima

La materia prima se adquirió en el terminal pesquero de Villa María del Triunfo y la sal fue de Química del Pacífico, comprada en el mercado local.

Análisis

Se analizaron: Proteínas mediante el método AOAC de la 10ª edición (1965), citado por Hart y Fisher (1984), humedad (Método 18.006 de la AOAC, citado por Hart y Fisher, 1984), grasa (Hart y Fisher, 1984; Kirk et al., 1996), cenizas (Hart y Fisher, 1984), cloruros (Kirk et al., 1996), actividad de agua (Hart y Fisher, 1984).

Para la determinación de microorganismos aerobios viables, estafilococos y hongos, se aplicaron los métodos de la ICMSF (1993).

Se seleccionó la materia prima, mediante la escala de valoración por puntos de H. Wittfogel, modificada y adaptada para la merluza (Jiménez et al., 1978).

En la evaluación sensorial, se emplearon pruebas afectivas para mejorar los productos (IFT, 1981). Se utilizó una escala hedónica verbal de cinco puntos para evaluar la intensidad del agrado de las muestras tratadas en PS, PH y DOV (Anzaldúa, 1994). Participaron como panelistas, estudiantes universitarios entrenados. A las muestras, se les asignó un código aleatoriamente.

Diseño experimental

Para comparar el efecto de los tratamientos de salado, se aplicó un diseño bloque completo al azar (DBCA) en el tiempo transcurrido. Las corridas se realizaron por triplicado por cada tipo de salado. Se evaluaron el contenido de sólidos, humedad, actividad de agua y población de microorganismos. Las unidades experimentales fueron trozos de filetes de merluza que se evaluaron en fresco y al cabo de cada período establecido, hasta observar que la variable en medición no fluctuase.

Procedimiento experimental

En el salado de PS, se colocaron los filetes de pescado en capas alternadas con sal y se drenaron los líquidos exudados de las muestras. En el salado de PH, a diferencia del anterior, no se drenaron los fluidos. En la DOV, se usó como agente osmótico una solución saturada de cloruro de sodio. Las muestras

se retiraron de cada tratamiento de salado, se les eliminó el exceso de sal, se las escurrió y secó superficialmente con papel absorbente (Rahmany Lamb, 1990). Luego se pesaron los trozos de filetes salados, se picaron y homogeneizaron para analizarlos.

La DOV se realizó sumergiendo las muestras de pescado colocadas en una canastilla en salmuera preparada con 7,2 kg de sal / 20 l de agua, en relación de 1 a 5 (Contreras y Smyrl, 1981), aplicando vacío a 130 mb por 5 min. Considerando el contacto de la fase sólida con la fase líquida, importante para el desarrollo de la operación, por lo cual los productos que tienden a flotar en la solución concentrada, debido a la diferencia de densidades deben mantenerse sumergidos para mantener la interrelación sólido-agente osmótico, asegurando, en todo momento, el contacto con la misma (Raoult-Wack, 1991).

A cada hora se tomaron muestras por triplicado de los tipos de salados propuestos, procediendo a realizar análisis de: Peso inicial de la muestra, peso de la misma muestra al tiempo de salado transcurrido, el contenido de agua inicial de la muestra, el contenido de agua de la muestra al tiempo de salado transcurrido, actividad de agua inicial, actividad de agua de la muestra tratada al tiempo transcurrido, contenido de sólidos inicial, contenido de sólidos de la muestra al tiempo de salado transcurrido. Para los cálculos de la determinación de la cinética, se emplearon los procedimientos aplicados de acuerdo a Fito et al. (1992), Fito et al. (1993), Dávila et al. (1993), Pensabén (1993) y Dávila (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución de la humedad

En la Figura 1, se presenta la evolución de la fracción de agua en las muestras tratadas en función al tiempo, hallándose que, a condiciones de vacío, se produce un mayor retiro de agua en las muestras analizadas. Semejantes tendencias son reportadas por Mata (1991) y Fito et al. (1992). Se observa que la velocidad de pérdida de agua en el tejido es mayor que la de ingreso de sólidos, produciéndose una disminución de peso en las muestras, resultados coincidentes a los de Vial et al. (1990). La deshidratación de la célula es ocasionada porque la sal ingresa a través de la membrana celular, alterando las propiedades coloidales de las proteínas y se cambia la relación agua-proteína (Fennema, 1993). Además, en las primeras horas de salado, se observó la mayor pérdida de agua como lo indican Shi y Fito (1993) y Palou et al. (1993). En la Figura 1, se observa que el agua fue el componente que en mayor cantidad se transporta desde la parte interna del filete hacia los alrededores, coincidiendo

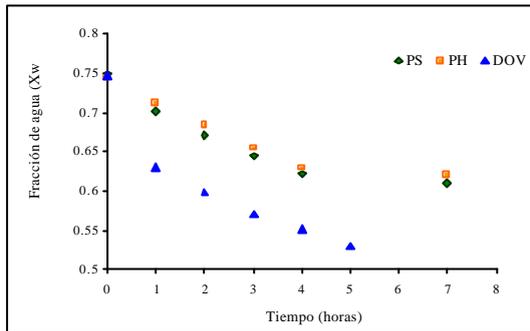


Figura 1. Evolución de las fracciones de agua en muestras deshidratadas de merluza durante el salado
Fuente: Elaboración propia, 2005.

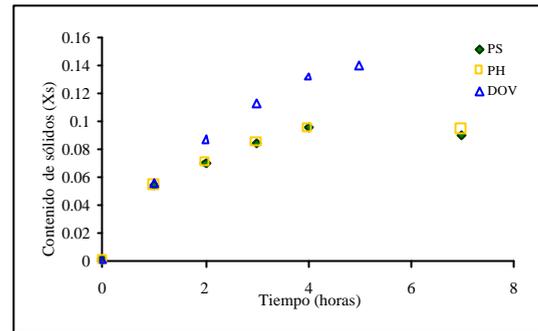


Figura 2. Evolución de los sólidos en función al tiempo en muestras deshidratadas de merluza durante el salado
Fuente: Elaboración propia, 2005.

con los reportes de Bolin et al. (1983). En un balance neto de transferencia, las muestras presentaron, en todos los casos, pérdida de peso en el equilibrio, comportamiento similar al de los experimentos de Beristain et al. (1990).

Se analizó en los tipos de salado (PS, PH y DOV), el efecto sobre las fracciones de agua, hallándose que hay diferencia en la cantidad de pérdida de agua eliminada de las muestras, durante los tratamientos de salado y según el tiempo que permanecen en la solución osmótica, diferencia ocasionada porque el gas que ocupaba parcialmente la estructura porosa es sustituido, parcialmente, por la solución osmótica cuando las fuerzas capilares intervienen (Barat et al., 1998). Al aplicar la prueba de significación de Duncan se determinó que la pérdida del contenido de agua de las muestras varía con el tipo de salado, diferenciándose el de DOV de los tradicionales en PS y PH, debido a que la aplicación de vacío favorece la sustitución del gas que ocupaba parcialmente al tejido por la solución osmótica que altera el estado de las proteínas.

Evolución de los sólidos

El ingreso de la sal depende de la condición en que se encuentre el pescado. Si está en rigor mortis demorará más que en aquellos que se encuentren en las primeras etapas de la autólisis. El proceso aquí es afectado por el cambio de estructuras tisulares, viscosidad del fluido del tejido, etc. Una buena preservación depende del tiempo tomado para que la concentración de la sal, dentro del pescado, llegue al mínimo requerido para obtener la autólisis y retardar el crecimiento de la microflora; es decir, un buen salado depende básicamente de la velocidad de penetración de la sal o del tiempo requerido para que su concentración se incremente en el tejido del pescado (Soudan, citado por Isidro en 1988). Mata (1991) y Fito et al. (1992), al trabajar con anillos de manzana

na y usando la DOV, hallaron que el vacío acelera agresivamente el ingreso de sólidos solubles, comportamiento similar al observado en el presente trabajo. En la Figura 2, se presenta la evolución de los sólidos totales en la operación de salado de merluza, en la cual las mejores condiciones de transferencia se realizaron a vacío, coincidente a lo publicado por Dávila et al. (1993) que trabajaron con rodajas de mango y a los estudios de Lenart y Flink (1984) que usaron como muestra papas a las que se aplicó concentración osmótica, determinándose que el tubérculo gana rápidamente sólidos cuando los tiempos son pequeños, como lo observado con el tejido de pescado.

Bolin et al. (1983) señalan que no hay una abundante migración de soluto hacia las células durante el salado, sino que permanecen los sólidos entre los espacios intercelulares, remarcando el hecho de ganancia de solutos. Por tanto, es conveniente incidir en que cuando las dos soluciones acuosas (fluidos del pescado y la salmuera) se ponen en contacto, las sustancias disueltas y el solvente se difunden en direcciones opuestas, con el resultado que la concentración de la solución se iguala en toda la zona, lo que se evidencia en las correlaciones de M_s y M_w en los tres tipos de salado, determinándose que la variación de sólidos (M_s), en las tres técnicas de salado, difiere significativamente. Las pruebas de significación de Duncan indicaron que las fracciones de sólidos, durante la DOV, no fueron iguales a las correspondientes, en el mismo tiempo, a los tratamientos de PS y PH y la variabilidad en la impregnación de sólidos difiere de la obtenida con PH. Es probable que, en este caso, el mecanismo dependa del gradiente de presión denominado Mecanismo Hidrodinámico (HDM), que incluye los efectos capilares y que está afectado por la estructura (Barat et al., 1998).

>>> Salado de merluza por pila seca, húmeda y por deshidratación osmótica a vacío (*merluccius gayi peruanus*)

Evolución de la actividad de agua

En la Figura 3, se observa que el vacío deprimió los valores de a_w en pescado tratado con DOV, comparado con los salados en PS y PH, destacándose una importante caída de a_w en la DOV a las 2 horas de tratamiento con un valor de 0,835, en comparación con el 0,925 en PS y 0,93 en PH. Estos valores hacen suponer que el descenso de la a_w fue el resultado de los transportes mayoritarios de agua (que decae) y de solutos (que aumentan), en función al tiempo.

Este comportamiento puede postular la presencia de un mecanismo, donde se describa la transferencia de fluidos, entre la parte extracelular y la fase líquida externa, porque a medida que aumenta la presión externa se va produciendo una desaireación del gas ocluido dentro de la estructura porosa de la parte muscular, como consecuencia de la existencia de una diferencia de presiones, por las fuerzas capilares y cambios de presión llegando el gas a ser expandido, de modo que la solución salina va ocupando los espacios vacíos que van quedando exentos de gas y, a la vez, por un mecanismo osmótico, va perdiendo agua, lo que influye también en la disminución de la actividad de agua y ésta es más rápida a menor presión de trabajo. La disponibilidad de agua decae por el ingreso de solutos con efecto deshidratante a través de la membrana celular, ocasionando la desnaturalización de las proteínas y la contracción del tejido (Fennema, 1993). Al empezar el salado en el pescado, la parte hidratada de los tejidos que contiene casi 20% de materia nitrogenada es isotónica con una solución de una concentración de sal de 0,9 a 1% (Isidro, 1988), por lo cual no se produce un intercambio de componentes, dado que los potenciales químicos son muy semejantes; sin embargo, al aplicar el vacío se acelera el desalojo de los gases ocluidos en las células, por presentar un

desequilibrio entre los potenciales químicos. El ANOVA de las variaciones de actividad de agua, durante los tres tipos de salado, determina que existe diferencia significativa entre los tratamientos de salado y el tiempo que las muestras son tratadas, como se había reportado en el análisis previo. El descenso más rápido de actividad de agua, se produce en el salado por DOV, debido a la mayor velocidad de impregnación de sólidos y a la reducción brusca de la cantidad de agua inicial, que concuerda muy bien con los resultados de Dalla et al. (1982). Al aplicar, el método de Duncan se obtuvo una diferencia altamente significativa del tratamiento DOV con los de PS y PH. En estos dos últimos métodos, no se aprecia ningún efecto sobre el salado, presentándose un comportamiento similar de los componentes mayoritarios a los reportados por Contreras y Smyrl (1981). Por la formación del complejo sal-proteína se fija el agua y se reduce su disponibilidad (Fennema, 1993). La actividad de agua de las muestras frescas varió de 0,993 a 0,996, descendiendo de 0,9 a 0,89 en las tratadas por técnicas tradicionales (PS, PH) durante 5 horas y a 0,815 en la obtenida por DOV a las 4 horas, depresión que concuerda con la tendencia reportada por Dávila et al. (1993), de ahí que la actividad de agua (a_w) pueda considerarse como una propiedad importante, lo que podría explicar el porqué la inhibición microbiana es más pronunciada con el tratamiento por DOV, frente a las técnicas de PS y PH.

Evolución de la carga microbiana

En la Figura 4, se presenta la concentración de microorganismos aerobios viables, de estafilococos y hongos, en función al tiempo de salado en los 3 tratamientos. Se observó que salando el filete, a condiciones de vacío, se inhibió el crecimiento de microorganismos, lo cual contribuyó a mejorar la calidad del producto final. Se determina que el cloruro de sodio inhibe significativamente el crecimiento de

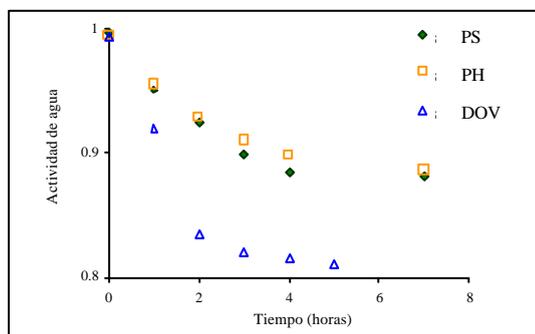


Figura 3. Evolución de la actividad de agua del salado en filetes de merluza
Fuente: Elaboración propia, 2005.

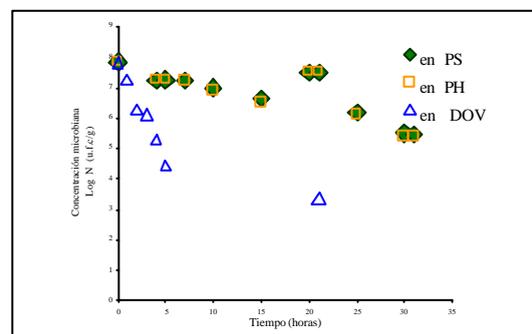


Figura 4. Evolución de microorganismos aerobios viables en función al tiempo
Fuente: Elaboración propia, 2005.

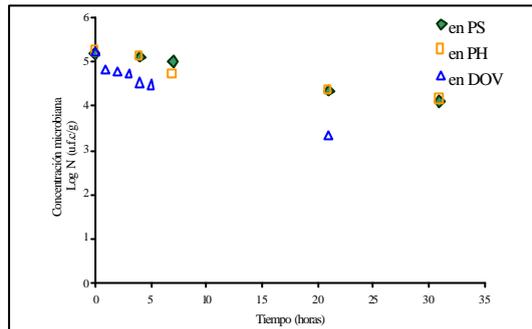


Figura 5. Evolución de estafilococos en función al tiempo durante el salado de merluza
Fuente: Elaboración propia, 2005.

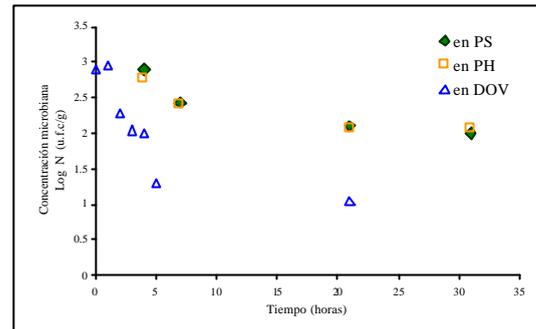


Figura 6. Evolución de los hongos en función al tiempo durante el salado de merluza
Fuente: Elaboración propia, 2005.

los microorganismos (Fennema, 1993). Se aprecia que las caídas más bruscas en la concentración microbiana se producen en la etapa inicial de la operación del salado y cuando el tiempo de tratamiento aumenta, las pendientes de las curvas tienden a ser menos pronunciadas. Asimismo, se determinó que en la materia prima se obtuvo un recuento de microorganismos aerobios viables de $6,8 \times 10^6$ ufc/g y que durante el salado por PS y PH se redujo en un 99 % al cabo de 31 horas de proceso y se obtuvo un descenso de la población del 99,9% en 21 horas al aplicar DOV. Un indicador muy importante para la carne de pescado es el estafilococo, empleando como indicador el *Staphylococcus aureus*, cuyos resultados pueden verse en la Figura 5, en la que se relaciona su evolución en muestras de pescado con las tres técnicas de salado. En el salado por DOV, se evidencia que los niveles de estafilococos se deprimen por efecto del vacío, como ejemplo, a las 21 horas la carga fue de $2,2 \times 10^4$ ufc/g con PS o PH, mientras que usando DOV la carga fue de $2,2 \times 10^3$ ufc/g. Se halló una reducción de esta población en valores promedio de 91,76% en PS y PH a las 31 horas, y en DOV de 98,7% a las 21 horas.

En la Figura 6 que trata sobre la evolución de hongos en muestras saladas, se inhibe más el desarrollo de microorganismos por tratamiento a vacío. Se halla una reducción de esta carga microbiana del 83,95% en PS, 85,19% en PH y del 98,64% aplicando DOV a las 21 horas. En las muestras tratadas con PS y PH, la reducción del contenido de hongos es de 87,65 y 85,19% respectivamente, mientras que en las que se aplicó la DOV la reducción de esta población es 87,65% a las 31 horas, siendo necesario destacar que porcentualmente la inhibición o destrucción de los hongos es representativa, partiendo de la concentración inicial ($8,1 \times 10^2$ ufc/g). Sin embargo, en proporción a la concentración inicial de aerobios via-

bles ($6,8 \times 10^7$ ufc/g), sólo representan el 0,001% en productos en fresco y, por efecto del salado, llegan a constituir a las 21 horas de tratamiento en PS y PH sólo el 0,0004 % y, en los tratados con DOV, el 0,4782 %, por lo cual se considera que el efecto de vacío deprime más severamente la reducción de la carga microbiana; aún cuando la población de hongos es poco significativa en las muestras evaluadas. En el caso de estafilococos se cuantificó la concentración inicial (de $1,6 \times 10^5$ a $1,7 \times 10^5$ ufc/g), la misma que decae en un 86,25 % en PS, 87,06 % en PH y 98,7 % en DOV a las 21 horas, llegando los tratamientos de PS y PH a las 31 horas, a reducciones del 91,8 %, hallando que el tratamiento de vacío es más efectivo que las técnicas tradicionales para inhibir el aumento de la población en menos tiempo, afirmación que coincide con los reportes de Nickerson y Sinskey (1978), al señalar que el efecto de la sal añadida a las muestras limita el crecimiento de los gérmenes, al disminuir la actividad de agua, presentando un gradiente de actividades de agua a las que los microorganismos pueden crecer o no. Considerando que los alimentos que causan intoxicación estafilocócica presentan recuentos a partir de 50×10^6 ufc/g (Nickerson y Sinskey, 1978), en ninguno de los tratamientos efectuados (PS, PH y DOV), se hallaron valores cercanos al mismo. En el recuento de aerobios viables se determinó en PS y PH una reducción de la concentración microbiana de un 52,9% a las 21 horas, mientras que en DOV se llega al 99,9%. Sólo a las 31 horas se llega en PS a disminuir la población en 99,6% y en PH el 99,6%. En nuestro caso, la demora en la impregnación de los filetes al aplicar PS y PH permite el mayor desarrollo de aerobios viables y hongos comparado al de DOV. Se halla la diferencia altamente significativa entre las técnicas de salado propuestas y que el tiempo de salado también afecta a la reducción de la carga microbiana en las muestras analizadas. Los resulta-

>>> *Salado de merluza por pila seca, húmeda y por deshidratación osmótica a vacío (merluccius gayi peruanus)*

dos de los análisis realizados en las muestras elaboradas por PS, PH y DOV son satisfactorios, porque en todas las muestras se verifican niveles bajos de contaminación microbiológica. El proceso de salado lleva a una deshidratación del producto que influye en la inhibición o muerte de algunos microorganismos indeseables que no son viables por debajo de ciertos niveles de a_w (Barraud, 1978, citado por Silla y Flores, 1982).

Al observar las Figuras 4, 5 y 6, es posible identificar una zona en la cual los microorganismos interactúan con su entorno de mayor concentración de sal y sufren una reducción drástica de su población, probablemente ocasionada por su incapacidad a adaptarse a condiciones de vida en las que hay menor disponibilidad de agua y al aumento de la presión osmótica en las paredes y membranas celulares, considerándose como un período de velocidad constante, en el que la muerte de los microorganismos depende de la velocidad de pérdida de agua de las células microbianas y de la transferencia de solutos a su superficie, provocando la desestabilización de la conformación celular e implicando su destrucción cuando no se adaptan al medio fuertemente salino o su inhibición cuando son halotolerantes. A continuación, en la curva se observa que la carga microbiana tiende a mantenerse constante, probablemente porque los microorganismos sobrevivientes son mayoritariamente halófilos o se han adaptado al medio salino por su halotolerancia y no afecta a su desarrollo la presencia de otros tipos de microorganismos, pudiendo pensar en que el medio selectivo generado por la impregnación de la sal, en el alimento, evita la alteración del alimento por agentes microbianos no halófilos.

Se destaca el mayor efecto letal en aerobios viables que en hongos, por lo cual se sugiere que existe un comportamiento análogo entre los aerobios viables, estafilococos y hongos en los tres tipos de salado. Se observa que en la DOV y la PH, los estafilococos a las mismas condiciones de inmersión, en medios fuertemente salados, tienen como único factor diferencial de tratamiento el vacío. Por lo cual, la población de microorganismos halófilos y halotolerantes son sensibles y pueden inhibirse o destruirse aplicando condiciones de vacío, afirmación que se verifica al comparar las relaciones de las velocidades de destrucción de microorganismo durante la razón constante en los tres tipos de salado; de este comportamiento se desprende que microorganismos, como el *Staphylococcus aureus*, son sensibles a la aplicación de presiones de vacío, por lo cual, sería conveniente realizar pruebas confirmativas de esta hipótesis, dilucidando si estamos destruyendo al microorganismo y su probable habilidad para producir toxinas. A

presión atmosférica en medios fuertemente salados, en los que los fenómenos físicos (la solución salina, las muestras saladas o el contacto de los cristales de sal con las muestras a salar) interactúan, se halla que el tratamiento en PH es más efectivo para destruir a los estafilococos, duplicando su velocidad de destrucción en la razón constante.

La aplicación del salado con DOV permite que la concentración de hongos y aerobios viables se reduzca aproximadamente en cinco veces la velocidad determinada para los salados en PS y PH, probablemente porque el vacío permite que el aire ocluido en las células y espacios intersticiales sea reemplazado parcialmente por la solución osmótica, permitiendo una mayor área de intercambio de soluto y agua del medio deshidratante (solución osmótica) y de la muestra a deshidratar.

En el caso de estafilococos, la DOV permite quintuplicar su destrucción comparada a la acción en PS, probablemente por la menor área de contacto entre la sal en cristales y la carga microbiana; sin embargo, para PH la superficie de contacto es mayor entre el soluto de la solución osmótica y la concentración de microorganismos, por lo cual la DOV casi duplica su acción letal.

Al comparar los tratamientos de PH y PS se determina que el comportamiento en la destrucción de los hongos es similar al de aerobios viables. Sin embargo, para los estafilococos el salado en PH casi se triplica (2,6), como consecuencia de la mejor interacción entre el soluto y las paredes celulares. Podría considerarse que el cloruro de sodio por difusión interacciona con el agua disponible de las muestras. Simultáneamente, se considera que los componentes proteicos cambian su conformación en el espacio, formando estructuras más rígidas que formarán canales por los cuales, por capilaridad, la solución salina ingresará al medio que se va a deshidratar.

Evaluación sensorial

Los panelistas fueron estudiantes entrenados del área de alimentos, con conocimientos teóricos y prácticos sobre la realización de pruebas sensoriales y las características de los productos salados. Se consideró un número de jueces de 24 a 17, de acuerdo a las recomendaciones de la IFT. Para verificar los resultados de las pruebas sensoriales, se realizaron tres corridas experimentales con los jueces seleccionados.

Se evaluó el efecto de los tratamientos (PS, PH y DOV) y la participación de los jueces. Se determinó que existen evidencias estadísticas para señalar que,

por lo menos, una de las técnicas de salado tiene un efecto altamente significativo en el grado de satisfacción del producto salado y se determinó que no hay diferencias entre las opiniones de los jueces. Al aplicar la prueba de significación de Duncan, se halló que el pescado salado con DOV fue el de mayor agrado por los catadores. Mediante las pruebas, se determinó que no hay diferencias significativas ($p < 0,01$) entre las muestras elaboradas por PS y PH, pero sí con la de DOV, por lo cual se seleccionó este último, que produce una textura más firme que el de las otras técnicas y con mejor tonalidad.

El efecto blanqueante se debe a la desnaturalización de la fracción proteica de la mioglobina, por acción de la alta concentración de soluto, liberándose el grupo heme al medio (Whitaker y Tannebaum, 1977; citados por Cabrera et al., 1991).

CONCLUSIONES

Al evaluar las muestras saladas con PS y PH, aplicando la escala hedónica en sus características de color y textura, se halló que tienen menor aceptación que aquellas en las que se aplicó DOV, en las que se obtiene mayor blancura y dureza a las tres horas de tratamiento, sin encostramiento superficial.

La fracción de agua de las muestras durante el salado en PS y PH decayó paulatinamente de 0,75 a 0,6 al cabo de las 7 horas, pero al aplicarse vacío en esta operación se llegó al mismo contenido de humedad en las dos primeras horas, con un ahorro de tiempo del 71%.

Las muestras tratadas por DOV tuvieron mayor velocidad de impregnación de cloruro de sodio (0,09 en 2 horas) en el tejido muscular. En el mismo período, en las muestras de salado tradicionales de PS y PH, se halló una variación menor del contenido de sólidos (0,07 en PS y 0,071 en PH).

En el salado con DOV, la inhibición del recuento de aerobios viables se pronuncia dentro de las cinco primeras horas, de 7,83 ufc/g a 4,45 ufc/g, en comparación a las reducciones de 7,6 ufc/g por las técnicas de PS y PH en el mismo período, probablemente por la reducción de la disponibilidad de agua en las muestras saladas. El tratamiento de DOV incide durante el período de razón constante en la velocidad de destrucción de hongos (0,3183), quintuplicando su efecto comparado al de PS (0,065) y al de PH (0,0693). Probablemente, por efecto del vacío, se quintuplica la velocidad de destrucción de estafilococos en PS (0,0281) y se duplica la de PH (0,0732).

BIBLIOGRAFÍA

1. Anzaldúa, A. (1994). *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica*. Editorial Acribia. Zaragoza. p.198.
2. Beristain, C.I.; Azuara, E.; Cortez, R. y García, H.S. (1990). *Mass Transfer During Osmotic Dehydration of Pineapple Rings*. Int. J. Food Sci. Technol. 25 (5) 576-582.
3. Bolin, H.R., Huxsoll, C.C. y Jackson, R. (1983). *Effect of Osmosis Agents and Concentration on Fruit Quality*. J. Food Sci. 48: 202-205.
4. Cabrera, V., Campbell, N., Vinagre, J. y Castro, E. (1991). *Desarrollo de Pre-marinadas de Sardinna Española (Sardinops sagax musica)*. Alimentos. 4 (6): 9-14.
5. Contreras, J.E. y Smyrl, T.G. (1981). *An Evaluation of Osmotic Concentration of Apple Rings Corn Syrup Solids Solutions*. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal. 14(4): 310-314.
6. Dalla Rosa, M.; Pinnavaia, G. y Lerici, C.R. (1982). *La Disidrataciones della Fruta Mediante Osmosi Diretta*. Industria Conserve. 57(1): 3.
7. Dávila, L.A.; Fito, P. y Pensabén, M. (1993). *Modelo Empírico para la Transferencia de Masa en la Deshidratación Osmótica a Vacío de Mangífera indica*. En: Anales de Investigación del Master en Ciencias e Ingeniería de Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia, España.
8. Dávila, L.A. (1999). *Cinética de la Deshidratación Osmótica a Vacío y Atmosférica de la Piña (Ananas comosus L. Merr)*. Tesis de Magíster. Escuela de Post Grado. Especialidad Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. p.101.
9. Fennema, O. (1993). *Food Chemistry*. 2nd edition. Ed. Acribia. Zaragoza. p.1094.
10. Fito, P.; Shi, X.Q.; Chiralt, A.; Acosta, E. y Andrés, A. (1992). *Vacuum Osmotic Dehydration of Fruits*. In: ISOPOW-V. Valencia, Spain. p. 20.
11. Guarda, M.A. (1989). *Contribución al Conocimiento del Proceso de Fabricación de Productos de Humedad Intermedia a Partir de Truchas (Salmo gairdneri) Cultivadas*. Tesis Doctoral. E.T.S.I.A. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. p.110.

>>> *Salado de merluza por pila seca, húmeda y por deshidratación osmótica a vacío (merluccius gayi peruanus)*

12. Hart, F.L. y Fisher, H.J. (1984). *Análisis Moderno de los Alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p. 619.
13. Instituto Tecnológico Pesquero. (1998). *La Pesquería de Consumo Humano Directo en el Perú*. Focus 1(3): .9, 12, 19.
14. Isidro, E. (1988). *Cinética Macroscópica en las Operaciones de Salado y Secado Efectuado en los Filetes "Tollo" (Mustelus sp.)*. Tesis de Ingeniero Pesquero Tecnólogo. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima. p.126.
15. Kirk, R., Sawyer, R. y Egan, H. (1996). *Composición y Análisis de Alimentos de Pearson*. 9na. Edición. Cía. Editorial Continental S.A. de C.V. México D.F. p 777.
16. Le Maguer, M. (1988). *Osmotic Dehydration: Review and Future Directions*. In: Proc. Int. Symp. Progress Food Preser. Process. Vol. 1. Brussels. Belgium.
17. Lenart, A. y Flink, J.M. (1984). *Osmotic Concentration of Potatoes. I. Criteria for the end Point of the Osmotic Process*. J. Food Technol. (19): 45-63.
18. Mata, M. (1991). *Aportación al Desarrollo de un Proceso de Deshidratación Osmótica a Vacío de Alimentos*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España. pp. 115.
19. Mc Keon, J. (1986). *Market Trends in Dehydrated Foods*. In: Mc Carthy, D. Concentration and Drying of Foods. Elsevier Applied Sci. Pub. London. p.10.
20. Palou, E., López-Mab, A., Argaiz, A. y Walti, J. (1993). *Deshidratación Osmótica de Papaya: Efectos de la Concentración del Jarabe*. Rev. Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 33(6): 621-630.
21. Pavasovic, V., Stefanovic, M. y Stevanovic, R. (1986). *Osmotic Dehydration*. *Drying*. 86(2): 761-764.
22. Rahman, M.S. y Lamb, J. (1990). *Osmotic Dehydration of Pineapple*. J. Food Sci. Technol. 7(3): 150-152.
23. Raoult-Wack, A. (1991). *Les Procèdes de Déshydratation Imprégnation par Immersion Dans des Solutions Concentrées Etude Expérimentale et Modélisation des Transfers d'eau et de Soluté sur Gel Modèle*. Tesis Doctoral. Université Montpellier II. France. p.120.
24. Silla, H. y Flores, J. (1982). *Aportaciones de la Calidad Microbiológica del Chorizo*. Rev. Agroquímica y Tecnología de Alimentos. 22(3): 413-416.
25. Vial, C.; Guilbert, S. y Cuq, J. (1990). *Osmotic Dehydration of Kiwi Fruits: Influence of Process Variables on the Color and Ascorbic Acid Content*. Sciences des Aliments. (11): 63-84.