

Influencia del Azúcar como componente de una Solución de Salmuera, en las Características Físicas y Sensoriales del Camarón de Exportación Congelado por Aspersión y su efecto en el Proceso.

Jorge Álava Gutiérrez ⁽¹⁾, Sue González Auhing ⁽²⁾, Priscila Castillo Soto ⁽³⁾
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica Del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
jorge_ag05@hotmail.com⁽¹⁾, sgonzal303@gmail.com⁽²⁾, pcastil@hotmail.com⁽³⁾

Resumen

*Tradicionalmente, industrias camaroneras utilizan soluciones de salmuera constituidas únicamente de sal como soluto para el proceso de congelación, sin embargo, los tiempos en el proceso del camarón congelado por aspersión de salmuera inciden sobre las características físicas y sensoriales del producto terminado debido que a mayor tiempo de exposición del producto a la salmuera, habrá mayor ganancia de sólidos (sal) causando inaceptabilidad sensorial por el sabor salado adquirido; además, incide en la formación de cristales de mayor tamaño en el producto causando lesiones en el tejido celular del camarón y consecuentemente el aumento del drenado (exudado) de fluidos intracelulares del producto. Por otro lado, cuando estos tiempos de proceso son muy cortos no se logra obtener una congelación del producto final satisfactoria. Por estas razones, esta tesis propone evaluar las condiciones de proceso de la salmuera cuya composición incluye azúcar como medio de congelación y como factor influyente en las características físicas y sensoriales del camarón (*Penaeus Vannamei*). Para la nueva formulación en la salmuera, es necesario establecer controles de parámetros de proceso como son los tiempos y temperaturas de procesamiento, lo cual permitirá incrementar el tiempo de vida útil de la salmuera en un 50% en relación al tiempo que normalmente dura una salmuera común, esto permitirá aprovechar sus ventajas y optimizar el uso de la misma, además definir los parámetros de proceso a los que encontramos que se puede lograr obtener un porcentaje de cloruros en el camarón de 0,51% el cual es percibido por el consumidor como agradable y simultáneamente obtener un porcentaje de exudación del producto de un 4% para no detectar problemas en la textura del camarón, dichas condiciones se adquieren bajo parámetros de proceso de 300 segundos a -15 °C.*

Palabras Claves: *Salmuera, cloruros, formación de cristales, exudado.*

Abstract

*Traditionally, shrimp industries use solutions of brine constituted by salt for the process of freezing, nevertheless, long times in the aspersion of brine process of frozen shrimp affect on the physical and sensory characteristics of the product because of the exhibition of the product to the brine causing sensory unacceptability for the acquired salty flavor. In addition, the process time affects at the formation of big crystals in the product that cause injuries in the cellular fabric of the shrimp and consistently the increase of the exudation of fluids intra celular of the product. On the other hand, when these times of process are very short it is not achieved to obtain a satisfactory freezing of the final product. This thesis proposes to evaluate the process conditions of the brine which composition includes sugar as way of freezing and as influential factor in the physical and sensory characteristics of the shrimp (*Penaeus Vannamei*). For the new brine formulation, it is necessary to establish controls of process parameters such as times and temperatures of processing which will allow to increase the time of useful life of the brine in 50 % in relation at the traditional time, this will allow to optimize the use of the brine and define the process parameters that we find it is possible to obtain a percentage of chlorides in the shrimp of 0,51 % which is perceived by the consumer as agreeably and simultaneously obtain a percentage of exudation of the product of 4 % not to detect problems in the texture of the shrimp, the above mentioned conditions are acquired under process parameters from 300 seconds to -15 °C.*

Introducción

La congelación rápida individual (I.Q.F.) se hace presente cada vez más en las industrias de alimentos en especial en la congelación de camarones de exportación, siendo la de aspersión por salmuera un método de mucho interés debido a las diferentes formulaciones de solución que se pueden dar dependiendo de los requerimientos del producto y del proceso.

En la presente investigación se estudia el uso de azúcar en la solución de salmuera con el objetivo de disminuir la concentración de sal y lograr mejor aceptación en el mercado, para lo cual se realizan pruebas experimentales como la determinación de cloruros que logra establecer el tiempo de congelación más adecuado para que la ganancia de sal no afecte la calidad sensorial del producto, así mismo se realiza un evaluación sensorial para confirmar lo antes mencionado y finalmente se mide el porcentaje de exudado al final de la congelación para analizar la formación de cristales en la congelación de la mezcla sal – azúcar.

1. Solución de salmuera (sal y azúcar)

Una salmuera eutéctica es una solución compuesta por una o más sustancias disueltas en agua en proporciones tales, que se obtiene el punto de congelación más bajo posible con esas sustancias (13). La solución de salmuera que se plantea, opera con una mezcla de sal y azúcar para disminuir en cierto punto es sabor salado del camarón al final de este equipo. La congelación se da por contacto directo bañando prácticamente el camarón a lo largo del equipo, la aspersión sucede debido a que al final de cada tubería el sistema presenta unas bandejas que distribuyen el flujo en pequeños orificios que se encuentran en la bandeja a fin de tener una mayor área de congelación en cada etapa del equipo (3).

En camarones, el punto de congelación es de -2.2 °C, si el camarón presenta entre un 70 y 80 % de agua en su composición (11), usualmente se encuentra entre -1 y -5°C (2).

Para la preparación de la salmuera hay que considerar que la capacidad del equipo es de 7.500 litros por los dos módulos, así se determinara las cantidades de soluto que se necesitan para congelar a -15 °C (4).

En primer lugar se prepara en el mezclador la salmuera con sal fina, para lo cual se requiere mantener la temperatura de salmuera a -8 °C a fin de evitar la formación de espuma y sedimentación en los módulos (8).

Se realizan varias bombeadas hasta obtener una solución de 15 % sal. Se prende una bomba para que

comience a circular la solución dentro del equipo por unos 30 minutos. Luego que se ha preparado la solución de salmuera con sal, se procede a la preparación del jarabe (azúcar y agua), se debe mezclar a una temperatura de 50 °C aproximadamente.

Cuando la solución de azúcar este lista ($T = 14\text{ }^{\circ}\text{C}$) se procede a verter en los módulos por medio de las rejillas de recargas lo que representaría 12 % de jarabe en la solución.

Una vez realizado este proceso (el nivel de salmuera correcto), se dosifica 750 ml de Dióxido de cloro (5–10 ppm) para mantener la solución limpia (4).

Finalmente la salmuera debe ser renovada cada cierto tiempo debido que, al pasar grandes cantidades de camarón por hora, la concentración de sal se va perdiendo y por lo tanto es de considerar que al no tener la misma concentración inicial la temperatura de congelación no será la misma ($T > -15\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Considerando que la salmuera se prepara con una mezcla de 15 % de sal y 12 % de azúcar (jarabe), las características físicas de la salmuera son:

Tabla 1. Condiciones de operación de la salmuera

°T DE SALMUERA	DENSIDAD BAUME	SAL		AZUCAR		AGUA	
-15 °C	21 °B +/- 1°B	0.2 Kg/Lt	15 %	0.12 Kg/Lt	12 %	0.64 Kg/Lt	73 %

Una salmuera eficiente debe permanecer en estado líquido a la temperatura más baja en que vaya a usarse, puesto que si se congela formaría hielo afectando la eficiencia del evaporador por lo que reduciría la capacidad de transmitir calor. Las concentraciones de los sólidos deben ser monitoreadas periódicamente para lograr una mezcla eutéctica adecuada para mantener la solución de salmuera a las temperaturas más bajas sin llegar a la cristalización (14).

1.1 Metodología de operación, control físico-químico y microbiológico

Para mantener una salmuera estable se tiene que considerar temperaturas y concentraciones de sólidos con la que opera en el equipo de congelación.

Para la preparación de salmuera es importante tener en cuenta que primero se deben formular las cantidades, una vez formulada primero se prepara la solución con pura sal. La preparación adecuada de la salmuera da lugar a una congelación más eficiente, donde las concentraciones juegan un papel importante para indicar el punto eutéctico y por ende conocer el punto de cristalización. Además de evitar sedimentos en el equipo que son causados cuando la salmuera no ha sido diluida correctamente.

Un punto de suma importancia para mantener la concentración de salmuera dentro del rango, con la

finalidad de una congelación constante durante todo el proceso, es la sedimentación (14).

La recirculación que brinda el equipo para mantener la salmuera circulando por el equipo tiene que ser controlada periódicamente, puesto que al tener sedimentos significaría que el porcentaje de sólidos circulando por el proceso disminuya, lo que aumentaría la temperatura de congelación y por ende varía temperaturas y tiempos de congelación (9). Además es de suponer que el sedimento que se forma, al no preparar bien la fórmula con el tipo de sal correcto (sal fina), puede ser el causante de corrosiones que afectaría al equipo y a la solución de salmuera.

Para finalizar con este análisis se habla de la espumación, la cual se puede formar cuando la salmuera está recién preparada o cuando se refuerza la salmuera vieja. El aire contenido en la salmuera y el agua es la causa principal de la espuma (14). Por ende, para detener la espumación se utiliza un antiespumante, donde se dosifica por cada metro cubico de salmuera 40 ml; por ende se necesita 300 ml para mantener estable la salmuera en el equipo (4).

Respecto a la parte microbiológica de la salmuera, se tiene que tomar en consideración el perfecto uso del dióxido de cloro en la solución (5-10 ppm) (4), con el uso de este agente se desea mantener un pH levemente bajo (4-6) para evitar el crecimiento microbiano. Al ser un equipo por aspersión (duchas), las gotas de salmuera tienden a salpicar y acumularse en las paredes del equipo, lo que favorece un ambiente para el desarrollo de agentes microbiológicos, puesto que la salmuera está constituida por azúcar (fuente de nutrientes para microorganismos) (12). La quitina, la unidad estructural del exoesqueleto de los crustáceos, es un compuesto importante de camarones y es muy resistente a los solventes químicos y enzimas bacterianas (11).

2. Pruebas experimentales

Para evaluar física y sensorialmente el camarón, se requiere de la adecuada elección de una metodología para la experimentación, en este proyecto se ha elegido un diseño de experimentos utilizando el modelo 2^k (donde k es el número de variables). En primer lugar se obtienen las variables más representativas (temperatura, tiempo y densidad de la salmuera), de las cuales la densidad se deja como constante (21 °B). Por ende el modelo 2^k tendría 4 datos (2 de temperatura y 2 de tiempo).

Las variables (tiempo y temperatura) atribuyen cambios en el producto tanto en la textura (exudado) como en el sabor, por lo tanto según registros de

tiempos y temperaturas del proceso se encontraron los siguientes rangos de operación, tiempos entre 200 y 400 segundos, temperaturas entre -14 a -16 °C; teniendo en cuenta que dicho análisis servirá para evaluar el proceso cuando se encuentre a $^{\circ}T = -15$ °C, $t = 300$ segundos.

En el experimento se tomaron muestras de camarones congelados en el equipo de Salmuera por Aspersión a 2 diferentes temperaturas y 2 tiempos de proceso, es decir, se obtendrán 4 tratamientos o condiciones a la que someterá el camarón durante el proceso, para cada tratamiento se tomarán 4 camarones de muestra para la jornada de trabajo. Para realizar las distintas pruebas (cloruros, evaluación sensorial y exudado), se toma en consideración la talla más representativa en la producción, la cual es 31-35.

2.1. Determinación de cloruros por método químico

El método químico, en conjunto con la evaluación sensorial, servirá para establecer cuáles serán las condiciones más adecuadas del proceso (t y $^{\circ}T$) para obtener un producto congelado sin alteración de una de sus características sensoriales principales como es el sabor.

Se desea determinar hasta que punto la ganancia de sólidos es aceptable para el consumidor, lo cual involucra el tiempo ideal de permanencia en el equipo de congelación de salmuera por aspersión.

Los cloruros se determinarán mediante una prueba cuantitativa que indica la cantidad de cloruro de sodio que se encuentra presente en el camarón.

Dicha prueba puede determinarse por el método de Mohr que consiste en una titulación directa con nitrato de plata 0.01085N en presencia de indicador Cromato de Potasio.

$$\% \text{ Cloruro de Sodio} = \frac{\text{consumo nitrato de plata} \times \text{su normalidad} \times \text{millequivalente de cloruro} \times 100 \times 100}{\text{peso de muestra} \times \text{alícuota de la muestra}}$$

Normalidad del $\text{AgNO}_3 = 0,01085$

Millequivalente del $\text{NaCl} = 0,05845$

Alícuota de la muestra (ml) = 5

Se realizan los cálculos respectivos mediante la fórmula expuesta, y así determinar el porcentaje de cloruros a los diferentes parámetros de proceso.

Tabla 2. Cantidad de NaCl a diferentes temperaturas y tiempos de proceso

Condiciones en el proceso				Resultado de Cloruros		
T inicial del producto (°C)	T final del producto (°C)	T equipo (°C)	t pasaje (seg.)	Peso inicial de muestra (g)	Volumen consumido de AgNO ₃ (ml)	NaCl (%)
7	-9	-14	200	2.35	0.9	0.486
6.8	-12	-14	400	2.18	1.6	0.931
7.2	-11	-16	200	2.34	0.9	0.488
8	-14	-16	400	2.14	1.8	1.067
7	-12	-15	300	2.17	0.87	0.510

Considerando que el camarón fresco presenta un porcentaje de cloruros entre 0.25 - 0.3 %, se observa en la Tabla 2. que aquellos tratamientos donde el tiempo de residencia es de 200 segundos, el porcentaje de cloruros se encuentra en 0.48 %; mientras que con un tiempo de residencia mayor (400 seg.), el porcentaje se encuentra en 1 %.

Respecto a las temperaturas de proceso, se observa en la Tabla 2. que a -14 °C hay menos ganancia de sólidos que a temperaturas de -16 °C, lo cual se da debido a que el punto de congelación para la salmuera es de -15 °C, por lo tanto a temperaturas más bajas (-16 °C) empieza la salmuera a cristalizarse, por lo que el producto será congelado con una solución de salmuera más espesa, estimando más ganancia de sólidos al producto.

Según la Tabla 2. el tiempo y temperatura más adecuado es a -15 °C durante 300 segundos obteniendo un porcentaje de cloruros de 0.51 %, además que el producto sale a -12 °C del equipo, por otro lado a -14 °C por 200 seg. se obtiene un producto con 0.48 % de cloruros; sin embargo debido al tiempo de residencia, la temperatura final del producto no es lo suficientemente baja (-9 °C). Con una temperatura de -12 °C a la salida del equipo de Salmuera por Aspersión, se requiere de un posterior congelado que puede darse por un túnel de aire forzado para lograr una temperatura menor a -18 °C.

2.2. Evaluación del sabor por método sensorial

Obtenidos los resultados de la concentración de cloruros adquiridos para las diferentes muestras, se procede a realizar la evaluación sensorial de dichos productos, a fin de establecer si la cantidad de cloruro de sodio determinada cuantitativamente mediante el método químico de análisis de sal, va a incidir en la aceptación del camarón como producto final, es decir con la evaluación sensorial se podrá comprobar si el producto con mayor cantidad de sólidos (NaCl) es detectado, en cuanto a su sabor, como el producto con mayor alteración sensorial y por lo tanto menor preferencia por parte del consumidor.

Se debe utilizar una metodología adecuada para el tipo de evaluación sensorial que se desea realizar y dependerá del número de muestras a ser analizadas y de la precisión de los resultados que se desea obtener.

La evaluación sensorial se realiza por el método de comparaciones múltiples, con 8 jueces entrenados. Para el análisis se necesita comparar una muestra que posee un grado de aceptación adecuado en condiciones de proceso optimas (°T= -15 °C, t= 300 segundos), la cual va a servir de referencia a otras muestras que han sido procesadas a diferentes condiciones de proceso.

La prueba de comparaciones múltiples brinda la facilidad de realizar un análisis del parámetro sensorial que se desea evaluar de una manera más rápida que otras pruebas (1), puesto que en el análisis se cuenta con 4 muestras que se desea evaluar. Utilizando otro tipo de pruebas como la dúo trío implicaría el uso de mayor número de muestras y por ende cierto hastío por parte de los jueces.

Por tal motivo la prueba sensorial de comparaciones múltiples es la más indicada para el análisis del sabor (salado) para las 4 muestras bajo las condiciones más severas de tiempo de residencia en el equipo de salmuera por aspersión.

El objetivo de la prueba es determinar si existe diferencia significativa entre un grupo de muestras de camarón con distintas concentraciones de sal y diferentes condiciones de proceso (temperaturas y tiempos) (1), frente a un camarón de referencia que posee una concentración de sal ideal (0.50 %).

Los camarones, una vez que han sido congelados en el proceso IQF (-18 °C), son llevados al laboratorio para su respectiva preparación; los camarones son descongelados y puestos a cocción a una temperatura de 100 °C por un tiempo de 20 segundos, hasta tomar una coloración rosácea (5). Las 5 muestras que se distribuirán a cada juez constarán de una codificación, la cual diferencia cada muestra.

Para poder establecer una correcta interpretación de la percepción de cada juez en la prueba sensorial se requiere de la tabulación de los datos, es decir, las calificaciones que han dado los jueces en frases o palabras serán transformadas a números que permita el análisis de los resultados.

Las respuestas han sido transformadas de la siguiente manera:

1. **Muestra Igual que R:** Cuando el juez indicó que no había diferencia entre la muestra y el estándar, se le asignó a dicha muestra una calificación de **5**.
2. **Muestra más salada que R:** Calificación entre **6** y **9** puntos. Donde se asignó la puntuación de:

3. **Muestra menos salada que R:** Cuando el juez indicó esta opción como respuesta, entonces se le dio a la muestra una calificación entre **1 y 4** puntos. Donde se asigna:

De esta manera se obtuvieron los siguientes resultados, en función de la varianza:

Tabla 3. Análisis de Varianza, Ev. Sensorial (Sabor)

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Varianza Estimada	F	F tabla	
					1%	5%
Tratamientos	3	53,3	17,781	63,22	4,87	3,07
Jueces	7	2,22	0,317	1,13	3,66	2,495
Residual	21	5,91	0,281			
Total	31	61,47				

En la tabla de distribución F, para pruebas de comparaciones múltiples, se observa niveles de significancia (del 1% y 5%); con éstos niveles se desea comparar el valor de F calculado para determinar si existe diferencia significativa.

Respecto a los tratamientos, para un 1% de significancia se obtuvo $F = 4.87$ y para un nivel del 5% un $F = 3.07$, es decir que tanto para un 1 % como para una % 5 existe deferencia significativa en cuanto a los tratamientos, puesto que el valor de F calculado fue mayor (63.22).

Evaluando cada tratamiento se logra determinar que los valores, con tiempos de residencia de 400 seg., son los que presentan una varianza del 85 % del total de la prueba; en otras palabras aquellos tratamientos donde se congela el producto en contacto con la salmuera a 400 seg., revela un grado de significancia muy elevado el cual es percibido claramente por los jueces al momento de realizar la prueba sensorial.

Por otro lado, para evaluar a los jueces con el 1 % de significancia se obtuvo $F = 3.66$ y para un nivel de 5 % un $F = 2.495$, por ende para un 1 % y 5 % no existe deferencia significativa en cuanto a la evaluación de los jueces, puesto que el valor de F calculado fue menor que el F de tablas.

En el caso de los jueces se observa que no existe diferencia significativa en sus resultados, lo que asegura que los datos obtenidos en la evaluación son confiables.

Por lo tanto se logra confirmar lo expuesto en análisis de cloruros, donde se determinó que procesos de congelación con salmuera, con largos tiempos de residencia (400 seg.), provoca en el camarón pérdidas en sus características sensoriales (sabor), cuya concentración está fuera del rango (1 % de cloruros); además de ser detectable por los jueces como un producto no apto por su gran contenido de sal.

Se determina entonces que el tiempo de residencia en el equipo de Salmuera por Aspersión, para que el camarón conserve sus características sensoriales (sabor), sea de 300 seg. a una temperatura de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.3. Evaluación de textura (exudación)

Según experimentos realizados durante el proceso, los camarones mantienen su calidad respecto a la textura cuando el exudado en la descongelación no supere el 4.5 %, por lo tanto aquellos camarones que superen dicho porcentaje tendrán problemas en la textura (7).

El equipo al final del proceso cuenta con una cabina para recuperar la solución de salmuera y por tanto los tiempos de residencia en el equipo son de mucha importancia puesto que al permanecer mucho tiempo el camarón en la solución de salmuera implica que la ganancia de agua en la superficie del camarón dañe el tejido, permitiendo el derrame de fluidos internos y la consiguiente pérdida de sabor, textura y valor nutritivo cuando se descongela el alimento (6), al momento de pasar al túnel de aire forzado para su congelación final a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Mediante la prueba experimental, los camarones que pasaron por un proceso de 200 segundos en el equipo de Salmuera por Aspersión, muestra un porcentaje de exudado de 3.7 % el cual no infiere en la textura del camarón, puesto que el tejido no presenta daño en la descongelación. Por otro lado, los camarones procesados con un tiempo de 400 segundos en el equipo de Salmuera por Aspersión, presenta un valor de exudado de 5.75 %.

Los camarones, con un proceso de 400 segundos, son evaluados para observar algún defecto en el tejido superficial, dando como resultado un camarón con características físicas con problemas en la textura.

3. Consideraciones finales

Según los resultados obtenidos en el experimento, se logra comprobar que los tiempos de residencia en cada uno de los equipos tiene un efecto en las características físicas y sensoriales en el camarón.

Tabla 4. Resultados Finales de los Experimentos

Muestra	Determinación de Cloruros			Evaluación Sensorial		Textura		
	T equipo ($^{\circ}\text{C}$)	t pasaje (seg.)	NaCl (%)	Calificación promedio	Interpretación	T equipo ($^{\circ}\text{C}$)	t pasaje (min.)	Exudado (%)
1	-14	200	0,486	5	Sabor tolerable (sabor ideal)	-40	5	3,64
2	-14	400	0,931	7	Sabor salado	-40	4	5,85
3	-16	200	0,488	5*	Sabor moderadamente salado	-40	5	3,68
4	-16	400	1,067	8	Sabor muy salado	-40	4	5,99

* El valor promedio se acerca a 6

Como lo muestra la Tabla 4. los valores con menor tiempo de residencia (200 seg.) son aquellos que muestra una menor concentración de cloruros, a razón de 0.48 %, además se demuestra mediante evaluación sensorial que dicho porcentaje presenta un sabor tolerable para el consumidor.

Sin embargo, para procesos de 200 seg. con temperatura de -16 °C el camarón presenta, sensorialmente hablando, un sabor moderadamente salado.

Mientras que a condiciones de -14 °C con 200 seg. de tiempo en el equipo por aspersión de salmuera, el camarón sensorialmente es aceptado; no obstante de acuerdo con las temperatura de salmuera (-14 °C), el camarón no alcanza la temperatura de congelación deseada de -12 °C a la salida del equipo de Salmuera por Aspersión.

Por otro lado, para los procesos en condiciones de mayor tiempo de residencia (400 seg.), el camarón resulta no apto tanto en sus características físicas, químicas y sensoriales.

A continuación se presenta en la Figura 1. una gráfica que muestra el valor de cloruros y los valores promedios de la escala sensorial.

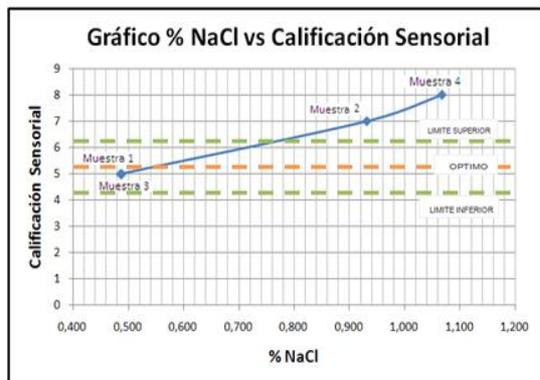


Figura 1. Calificación Sensorial vs. % de NaCl

Según la Figura 1. se puede observar claramente la relación que existe entre el porcentaje de cloruros presente en el camarón y la calificación dada por los jueces sensorialmente. Es decir, que el consumidor puede percibir el sabor salado cuando la concentración de sal sea mayor a 0.5 %; no obstante el sabor salado, calificado como “no tolerable”, se presenta a partir de 0.7 % en donde los jueces califican la muestra como un producto muy salado.

Finalizando el análisis, con todo lo expuesto, se estima que las características físicas y sensoriales del camarón congelado se mantienen a una temperatura de

-15 °C durante un tiempo de residencia de 300 segundos para el equipo de Salmuera por Aspersión.

4. Conclusiones

El uso de azúcar en la solución de salmuera del equipo de aspersión, brinda al producto una protección en la superficie formando una película que lo protege de las temperaturas bajas, evitando la deshidratación. Además la solución de azúcar neutraliza el sabor salado en el camarón, lo que infiere en la aceptación sensorial.

La evaluación sensorial realizada, respecto al sabor salado del camarón congelado en el equipo de Salmuera por Aspersión, sirve para complementar el análisis de cloruros con el objetivo de medir la aceptabilidad del consumidor para cada concentración de cloruros, dando como resultado un valor de aceptabilidad (salado tolerable) de 5 puntos (escala medida sobre 9 puntos) para los camarones que se congelaron a -15 °C por 300 segundos.

El tiempo de vida útil de la solución de salmuera se logró aumentar de 20 días a 1 mes manteniendo los grados Baume de 20 a 22 °B. Considerando controles, como: concentraciones de sal y azúcar (monitoreo en las recargas realizadas), uso controlado de dióxido de cloro para concentrar la solución limpia (libre de microorganismos), además del uso del antiespumante para que la concentración de la solución no varíe.

Finalmente hay que considerar la alternativa de innovar soluciones combinadas como la expuesta (sal-azúcar) a fin de mejorar un proceso de congelación rápida.

5. Agradecimientos

A todas las personas que de algún modo colaboraron en la realización de este trabajo de investigación, y especialmente al Ing. Edgar Barzola y a la Tecnóloga María Cristina Álava, por su invaluable ayuda.

6. Referencias

- [1] Anzaldúa M., Antonio. **La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica**. Editorial ACRIBIA S.A. Zaragoza, España. Año 1994. Páginas: 79, 84-87, 163-167.
- [2] Barreiro M., Jose A; Sandoval B., Aleida J. **Operaciones de Conservación de Alimentos por bajas temperaturas**. Editorial Equinoccio. 1 Edición. Caracas, Venezuela. Año 2006. Págs. 8 y 269.
- [3] Catálogo del Equipo Cabinplant, Salmuera por Aspersión.
- [4] Catálogo de Instructivos de la Empresa: “Métodos, dosificación de aditivos alimentarios, fichas técnicas”.
- [5] Catálogo de Procedimientos de la Empresa: “Procesos para materia prima, producto en proceso y producto terminado”.
- [6] Descosier, N.W. and Tressler, D.K. **Fundamental of Food Freezing**. First Edition. VVI Pub. Co., Westport, Connecticut, U.S.A. Year 1977.
- [7] Dossat, R.J. **Principles of Refrigeration**. Second Edition. John Willey & Sons, New York, U.S.A. Year 1978.
- [8] Elonka, S. y Minich Q. **“Refrigeración y Acondicionamiento de Aire: Preguntas y Respuestas”**. Editorial McGraw Hill. Tercera edición. México. Año 1989. Páginas: 45-47, 333-346.
- [9] Goncalves, J.E. **Critical Parameters in Freezing of Food**. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Brazil, 23 (1), 1. Year 1986.
- [10] McCarthy, S.A. 1992. Attachment of *Listeria monocytogenes* to chitin and resistance to biocides. *Food Technol.* 46: 84-87.
- [11] Persson, P.; Londahl, G. **Freezing Technology**. Editorial Blackie Academic & Professional. First Edition. Year 1993. Page 28.
- [12] Pruthi, J.S. **Quick Freezing Preservation of Food**. Volumen I. Allied Publishers Limited. Year 1999. Page 14 and 34.
- [13] Sawons, R.H. **Calcium chloride and Sodium Chloride Refrigeration Brines**. Application data section 40, 1-5. Year 1947.
- [14] Stoecker, W.F. **Refrigeración y Acondicionamiento de aire**. “Sistema de Presiones Múltiples”. McGraw-Hill. Año 1982. Paginas 56-74.