

Estudio técnico del proceso de cocinado de camarón en FG Mariscos

Proyecto Especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por
Ana Paola Wiese

MICROISIS:	_____
FECHA:	_____
ENTREGA:	_____

Zamorano, Honduras
Diciembre, 1998

La autora concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



Ana Paola Wiese

Zamorano, Honduras
Diciembre, 1998

DEDICATORIA

A Dios.

A mi "familia pequeña".

A los Wiese.

A los Acosta.

A los amigos.

A los "Cocineros Fundadores".

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a dos tipos de personas.

A los que me regalaron la oportunidad:

Dios, que ilumina mis días, me guía en el camino y me ayuda a aceptar tanto los logros como los fracasos con una sonrisa en los labios.

Mi madre, Ana Lucy, porque con esa persistencia suya siempre me hizo salir adelante... porque estuvo allí, incondicionalmente para las buenas y las malas.

Mi padre, Otto, que con esa eterna tranquilidad, sus sabios consejos, sus intervenciones oportunas, sus suaves palabras y su serenidad me dio el ejemplo en el momento justo.

Mi hermano, Klaus Wolfgang, por soportarme...

El Dr. Cuevas quien a través de una gestión especial puso más que su confianza en mí.

A los que me apoyaron en el camino:

Mis asesores, Roberto Cuevas, Roque Barrientos y Alejandro Colindres por su guía, tolerancia, comprensión y paciencia.

Esa gente linda de FG Mariscos: Alba, Alejandro, Lobo, Ismael, Melissa, Emil, Marlon Sayda y todos, que me enseñaron más de lo que imaginan. Además, a Martha, Ana Keilyn, Yessica y Sandra, por tomar mis datos...

Familia Rodríguez de San Lorenzo por su apoyo desinteresado y la calidez de su hogar.

Los amigos, que me soportaron cuando estaba enojada... y peor aún: cuando estaba alegre! A Flavisha, Carlos, Edgarr, Pam, la Rata de alcantarilla, Perico, Pauli, Tonello, Santiago, Karen y todos aquellos que se me olvidan en este instante pero siempre estarán en mi corazón. Ah! A Ricardo: la mención honorífica, por no cobrarme la infinidad de horas extras que le tocó hacer en la lucha contra los virus (Mil-gracias-tú).

Alberto, por ser la inspiración, el apoyo y las nuevas fuerzas.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Grupo Granjas Marinas, que por medio de FG Mariscos financió mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica. Hondureños como ustedes son ejemplo digno de seguir por las generaciones venideras.

A la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras por ayudar en el financiamiento de mis estudios en el Programa de Agrónomo.

A Zamorano y todos los graduados que, a través del Fondo Dotal, cooperaron con ayuda económica para finalizar mis estudios del Programa de Agrónomo.

RESUMEN

Wiese, A.P. 1998. Estudio técnico del proceso de cocinado de camarón en FG Mariscos. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 54 p.

FG Mariscos es una empresa hondureña que cocina camarón para el mercado europeo y estadounidense. Para asegurar una calidad sensorial y sanitaria constante, se necesita tener un proceso estandarizado. El objetivo principal de este estudio fue hacer una descripción técnica del flujo de proceso de cocinado de camarón en FGM. Para esto, se realizaron mediciones de parámetros técnicos (temperaturas, tiempo de cocinado, pesos de camarón y recuento total de bacterias a lo largo del proceso), para dos tallas de camarón y se describieron analíticamente las fases del proceso de cocinado. Se observó que el proceso de cocinado a vapor produce dos reducciones logarítmicas a la carga inicial de microorganismos (recuento total de bacterias). La carga inicial es menor a 30000 UFC/g y fluctúa después del cocinado debido al glaseo, exposición al aire, maquinaria y manipuleo por el personal. El producto empacado no sube de 350 UFC/g, siendo el límite aceptable 10^4 UFC/g. Los tamaños de los lotes y sus rendimientos fueron similares para ambas tallas. Los porcentajes de glaseo fueron 26 % más altos en el camarón pequeño (51/60 piezas por libra). Los tiempos de cocinado fueron mayores para los camarones más grandes (41/50), pero su temperatura a la salida del cocinador también fue menor. Sin embargo, todos los lotes alcanzan temperaturas mayores a 72 °C, que es el límite propuesto. El proceso de cocinado bajo las condiciones de FG Mariscos es seguro desde todo punto de vista.

Palabras claves: cocinado a vapor, rendimiento, carga microbiana, recuento total de bacterias, talla y estilo, alto riesgo.

COCINADO DE CAMARÓN EN HONDURAS: UNA INDUSTRIA INNOVADORA

El Grupo Granjas Marinas (GGM) de Honduras fundó una planta de cocinado de camarón para exportación considerada como la más moderna en su género en Latinoamérica y probablemente en el mundo. Con esta planta, llamada FG Mariscos, GGM integra la línea completa de producción y procesamiento del camarón blanco tropical hasta llegar directamente al consumidor.

La mayor ventaja de cocinar industrialmente el camarón es el incremento en rendimientos y calidad que se obtiene. Cocinando en el país productor, se minimiza la manipulación y transporte del camarón, ya que éste entra a la planta descabezado, pelado y devenado, habiendo pasado un riguroso control de calidad. Luego se sumerge en los niveles adecuados de sal y se cocina a vapor por una moderna línea de cocinado diseñada por Carnitech de Dinamarca. Entonces, se congela por el método de congelamiento rápido, mejor conocido como IQF, para empacarlo en bolsas del tamaño que el consumidor desee. FG Mariscos tiene la capacidad de procesar 1200 libras de camarón por hora.

Desde todo punto de vista, el producto de FG Mariscos es 100 % de alta calidad. Se hacen cuidadosas pruebas del producto con catadores expertos, que pueden detectar sabores, olores, a fin de evitar que el producto pueda tener algún defecto. También se tiene implementado a lo largo del proceso un plan preventivo de aseguramiento de calidad "HACCP", a fin de garantizar la inocuidad del camarón cocinado. El producto cumple con las estrictas normas de calidad de clientes tan exigentes como los de mercados europeos al grado que supera las exigencias que éstos tienen.



Un estudio realizado a partir de los datos de la empresa, reveló que con el proceso de cocinado de FG Mariscos se ocasionan casi dos reducciones logarítmicas en la carga microbiana inicial, que, comparado con el proceso de la leche pasteurizada que es de casi tres reducciones, significa que el producto de FG Mariscos es completamente saludable.

Los microorganismos patógenos como *Salmonella*, *Listeria*, *Escherichia coli* y el temido *Vibrio cholerae* causante del cólera, ni siquiera están presentes en el camarón cocinado a vapor de FG Mariscos o están en niveles muy por debajo de los permisibles para productos de consumo humano.

Uno de los principales factores que contribuyen a que el producto de FG Mariscos sea tan seguro es su tiempo y temperatura de cocinado. Para el proceso se ha fijado un mínimo de 72 °C por 25 segundos. Las temperaturas a la salida del cocinador de los camarones de talla 41/50 y 51/60 (conteo de piezas por libra) están por sobre los 72 °C y el camarón permanece en el cocinador por más de 2 minutos en total, alcanzando la temperatura meta a los 99 segundos aproximadamente. Sin embargo, con este proceso no se pierde demasiado peso del camarón, siendo los rendimientos promedio de 95 % para ambas tallas.

El camarón cocinado a vapor es una industria innovadora, que brinda a consumidores exigentes un producto de alta calidad y seguridad microbiológica. Todo esto es iniciativa de un emprendedor grupo de hondureños: el Grupo Granjas Marinas.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	x
Índice de Cuadros.....	xiii
Índice de Figuras.....	xiv
Índice de Anexos.....	xv
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 FINALIDAD DEL ESTUDIO.....	3
1.3 LIMITACIONES.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1 DEFINICIÓN DE CAMARÓN COCINADO.....	5
2.2 RAZONES PARA EL COCINADO DEL CAMARÓN.....	6
2.2.1 Razones de calidad.....	6
2.2.2 Razones de mercado.....	6
2.3 MERCADO DE CAMARÓN COCINADO.....	7
2.4 PROCESAMIENTO TÉRMICO DE ALIMENTOS.....	8
2.4.1 Clasificación.....	8
2.4.2 Etapas del procesamiento térmico de alimentos.....	9
2.4.3 Variables del proceso térmico.....	9
2.4.4 Efectos del proceso térmico.....	9
2.4.5 Pasteurización de mariscos.....	10
2.5 SELECCIÓN DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS.....	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 MATERIALES.....	12
3.1.1 Ubicación.....	12
3.1.2 Materiales y equipos.....	12
3.2 MÉTODOS.....	14
3.2.1 Definición del proceso.....	14
3.2.2 Mediciones.....	15
3.2.3 Muestreos.....	15
3.2.3.1 Temperatura.....	15

3.2.3.2	Porcentaje de glaseo.....	15
3.2.3.3	Camarón.....	16
3.2.4	Análisis de laboratorio.....	16
3.2.4.1	Recuento total de bacterias.....	17
3.2.5	Variación de peso del camarón en el proceso.....	17
3.2.6	Rendimiento de cocinado.....	17
3.2.7	Análisis estadístico de datos.....	17
4.	RESULTADOS	
4.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE COCINADO DE CAMARÓN.	19
4.1.1	Sistemas de Aseguramiento de Calidad.....	21
4.1.2	Tratamiento.....	22
4.1.3	Cocinado.....	22
4.1.4	Enfriado.....	23
4.1.5	Primer congelado IQF.....	24
4.1.6	Glaseado.....	24
4.1.7	Segundo congelado IQF.....	24
4.1.8	Empacado.....	25
4.1.9	Almacenaje.....	25
4.2	VARIACIÓN DEL PESO DEL CAMARÓN EN EL PROCESO.....	25
4.3	RESULTADOS EXPERIMENTALES.....	26
4.3.1	Carga microbiana durante el proceso.....	27
4.3.2	Descripción de los lotes y tallas.....	28
4.3.2.1	Lotes talla 41/50.....	28
4.3.2.2	Lotes talla 51/60.....	30
5.	DISCUSIÓN	
5.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE COCINADO DE CAMARÓN..	34
5.1.1	Diferencias entre procesos.....	34
5.1.2	Fases del proceso de cocinado.....	34
5.1.2.1	Tratamiento.....	35
5.1.2.2	Cocinado.....	35
5.1.2.3	Enfriado.....	36
5.1.2.4	Primer IQF.....	37
5.1.2.5	Glaseado.....	37
5.1.2.6	Segundo IQF.....	37
5.1.2.7	Empacado.....	37
5.1.2.8	Almacenamiento.....	37
5.2	CARGA MICROBIANA DURANTE EL PROCESO.....	38
5.3	DESCRIPCIÓN DE LOS LOTES Y TALLAS.....	39
6.	CONCLUSIONES.....	42
7.	RECOMENDACIONES.....	43
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	44

9. ANEXOS..... 46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Diferencias entre los tipos de procesamiento térmico.....	8
2. Estadígrafos muestrales.....	27
3. Parámetros de rendimiento descriptivos de los lotes talla 41/50.....	29
4. Parámetros microbiológicos descriptivos de los lotes talla 41/50.....	29
5. Parámetros de rendimiento descriptivos de los lotes talla 51/60.....	30
6. Parámetros microbiológicos descriptivos de los lotes talla 51/60.....	31
7. Tiempo de cocinado según peso del camarón.....	36
8. Comparación entre los lotes de diferentes tallas.....	40
9. Variación de la carga microbiana (UFC/g) a lo largo del proceso de cocinado en FG Mariscos para las tallas 41/50 y 51/60.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Flujo de camarón en el cocinador Carnitech de FG Mariscos.....	13
2. Flujo de proceso de cocinado de camarón según Hansen, 1997.....	19
3. Flujo de proceso de cocinado de camarón de FG Mariscos.....	20
4. Variación de la temperatura del camarón dentro del cocinador.....	23
5. Carga microbiana del camarón (UFC/g de recuento total de bacterias) en las fases del proceso en FG Mariscos.....	28
6. Carga microbiana de camarón talla 41/50 en las fases del proceso de cocinado, expresada en UFC/g.....	30
7. Carga microbiana de camarón talla 51/60 en las fases del proceso de cocinado, expresada en UFC/g.....	32
8. Temperaturas en que la mayoría de los microorganismos dejan de crecer en comparación con la temperatura de almacenamiento de camarón.....	38
9. Carga microbiana de camarón de dos tallas, 41/50 y 51/60 en las fases del proceso de cocinado, expresada en UFC/g.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Cargas microbianas aceptables para camarón crudo y cocinado.....	47
2.	Composición química del camarón.....	47
3.	Datos nutricionales del camarón cocinado de FG Mariscos.....	48
4.	Valores D de microorganismos no formadores de esporas.....	48
5.	Resultados microbiológicos de producto terminado en FG Mariscos..	49
6.	Metodología AOAC para análisis de recuento total de bacterias, según se aplica en el Laboratorio de Análisis Microbiológico.....	50
7.	Resumen de muestreos necesarios en camarón cocinado.....	51
8.	Propuesta de sistema de muestreo de camarón (basado en Kramer y Twigg, 1970).....	51
9.	Ilustraciones del proceso de cocinado de camarón en FG Mariscos...	53

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Muy poca gente, entre los que consumen carne, rechaza degustar los placeres de los productos del mar: los mariscos. Los mariscos son alimentos muy cotizados y de elevado costo en los lugares lejanos a las costas. En general, los mariscos son alimentos delicados que pueden llegar a provocar enfermedades gastrointestinales en consumidores susceptibles. Esto se agrava aún más si no son adecuadamente preparados.

Los problemas con camarones industrializados que pueden llegar a causar incidentes de salud pública son muy limitados y relacionados a ciertas especies en determinadas condiciones de área geográfica, modo de cosecha, manipuleo y almacenamiento. Los mayores problemas con mariscos se refieren, más que todo a manipuleo después de compra y en las casas. Según Barnett (1988), cerca del 10 % de las intoxicaciones alimentarias en humanos son debidas a mariscos, y de éstas, el 60 % podría evitarse si la gente dejara de consumir productos crudos, es decir que cocinara adecuadamente sus alimentos. Otro dato estadístico nos dice que el 46 % de todas las enfermedades causadas por mariscos se atribuyen a mal manejo en el hogar (Barnett, 1988).

Los mariscos tienen una serie de cualidades que los hacen susceptibles a contaminaciones microbianas y otros tipos de deterioro. Entre estas cualidades se encuentran su alto contenido de proteína, que por el tipo de dieta que tienen los camarones puede llegar hasta 18 %; y su bajo contenido de carbohidratos, que puede ser tan bajo como 1.5 %. El contenido de grasas y minerales no influye grandemente en la susceptibilidad a deterioro por estar en muy pequeñas proporciones, 0.8 % y 0.0042 % respectivamente (Colón y Rodríguez, 1981).

La verdad es que la preocupación del consumidor por la salubridad de los mariscos siempre ha estado presente y en estos últimos años se ha agravado debido a incidentes concernientes a la calidad de los productos marinos (Barnett, 1988). La tendencia actual es consumir alimentos naturales que no contengan químicos nocivos a la salud (Romojaro *et al.*, 1996). Otra tendencia de mercado, sobre todo en los países industrializados, es preferir alimentos que ya están preparados o semi-preparados, los llamados "convenience foods". Estos alimentos preparados, listos para su consumo, presentan muchas ventajas para la gente ocupada de hoy.

Así, a la industria de alimentos se le presenta la oportunidad de desarrollar, preparar y vender alimentos preparados que no representen ningún riesgo a la salud del consumidor y que tengan un mínimo de ingredientes añadidos. Ejemplos de estos alimentos

preparados son los productos de panadería, camarones cocinados o empanizados, pizzas, emparedados, cenas preparadas y otros que solamente necesitan un pequeño calentamiento para ser ingeridos.

Para que los alimentos cocinados sean seguros para el consumidor, se deben fijar parámetros de procesamiento, almacenamiento y manipuleo que garanticen su inocuidad. Los procesos que se apliquen al camarón antes de llegar a la mano del consumidor deben ser estandarizados, para garantizar constantemente una máxima calidad sanitaria y sensorial. Con las preocupaciones sanitarias en mente, las instituciones nacionales como el Ministerio de Salud y las internacionales como el Centro de Comercio Internacional (ITC, siglas en inglés), y el *Codex Alimentarius*, se han encargado de establecer parámetros permisibles de presencia de microorganismos en camarón que guíen a la industria de procesamiento en su camino de brindar alimentos seguros. En el Anexo 1 se presentan ejemplos de parámetros microbiológicos permisibles en camarón crudo y cocinado, según el ITC.

Honduras recientemente se ha incorporado al número de países que procesan camarón, por medio de la empresa "FG Mariscos". FG Mariscos pertenece al Grupo Granjas Marinas de Honduras y cocina camarón para exportarlo a los mercados europeos y estadounidense. Estos mercados son sumamente exigentes en la calidad y seguridad del camarón y, para cumplir con sus exigencias, FG Mariscos necesita fijar parámetros de proceso que aseguren la inocuidad del producto final.

Para asegurar una calidad sanitaria y sensorial constante, el proceso dado al camarón debe ser estandarizado. Para esto, se necesita describir los parámetros que se presentan a lo largo del proceso. Entre los parámetros en el proceso de cocinado más importantes se encuentran: el tiempo de cocinado, del cual depende la temperatura alcanzada al centro del camarón; y el porcentaje de glaseo, que influye en las especificaciones de etiquetado.

La temperatura de cocinado es un parámetro muy importante, puesto que el cocinado es el que elimina la carga microbiana del camarón crudo y le da a éste el sabor y textura finales que requiere el mercado. La temperatura de cocinado es incluso un punto crítico de control en el plan de análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP, siglas en inglés) de FG Mariscos. Este estudio permitirá a los técnicos de FG Mariscos conocer el comportamiento del camarón en el cocinado para así poder optimizar el proceso.

Otro parámetro mencionado es el porcentaje de glaseo. Este debe ser medido constantemente, pues hay reglas del *Codex Alimentarius* (FAO y OMS, 1992), en las que se exige que el peso declarado en la etiqueta excluya el agua agregada al camarón durante el proceso, como ser el agua de glaseo.

1.2 FINALIDAD DEL ESTUDIO

La finalidad de esta investigación es describir analíticamente el tratamiento térmico proporcionado al camarón en FG Mariscos, desde el punto de vista técnico y económico. La importancia de todo este estudio radica en describir claramente el proceso proporcionado al camarón para poder garantizar un producto seguro de consumir. La descripción se hace analizando las operaciones del proceso, tal y como se ejecutan actualmente, para detectar oportunidades de mejoramiento tecnológico. Asimismo, la parte económica puede contribuir para saber más exactamente los costos y beneficios del proceso y los rendimientos y rentabilidad obtenidos.

Con base a los resultados obtenidos, pueden formularse propuestas de mejoras y recomendarse estudios posteriores en el proceso de cocinado de camarón de FG Mariscos.

1.3 LIMITACIONES

La mayor limitación en la realización de este estudio fue que la toma de datos estuvo sujeta a los tratamientos que se aplicaban al camarón en la empresa. Es decir, que el ámbito de este estudio es el proceso industrial y comercial diario de la empresa. Toda la información vino de los registros de la compañía, debido a que las políticas de Aseguramiento de Calidad, para garantizar la seguridad de consumo del alimento en todo momento, no permiten hacer las variaciones que son posibles en estudios experimentales.

Parte de la información estaba en formatos separados y, aunque muy ordenados, no estaban en la presentación necesaria para analizarlos directamente. En el caso de los rendimientos, costos y reducciones logarítmicas en la carga microbiana, fue necesario calcular los números para poder interpretar lo que estaba sucediendo en el proceso.

También se presentó el caso de que los registros eran tan extensos, que físicamente fue impráctico buscar entre ellos la información útil para describir el proceso. Sin embargo, la mayor ventaja de esto fue que todos los datos necesarios eran ya tomados y registrados por interés de la empresa y que lo que se consigna en este documento corresponde al proceso industrial del camarón, de enorme valor y utilidad para los estudios de la Tecnología de Alimentos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Describir, explicar y evaluar técnicamente el proceso estandarizado de cocinado de camarón en FG Mariscos, para proponer recomendaciones técnicas aplicables.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Observar el comportamiento de la carga microbiana en cada fase, para comprender los cambios que se dan a lo largo del proceso y ver qué pasos tienden a aumentar la carga.
- Explicar las fluctuaciones en la carga microbiana a lo largo del proceso de cocinado.
- Estudiar el comportamiento del peso y rendimiento del camarón.
- Explicar las fluctuaciones en el peso y rendimiento del camarón en el proceso completo de cocinado.
- Detectar las operaciones que podrían requerir un mejoramiento tecnológico en cuanto a las prácticas de fabricación.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

En esta sección se definen los términos básicos en la industria del camarón y se discuten las bases en la selección de tratamientos térmicos para alimentos. También se revisan los conceptos de pasteurización de alimentos sólidos.

2.1 DEFINICIÓN DE CAMARÓN COCINADO

Se va a comenzar por definir claramente el producto alimenticio en cuestión, el camarón cocinado. Para esto, se van a utilizar las descripciones de tres instituciones: FG Mariscos, la FAO y OMS (*Codex Alimentarius*) y el Centro de Comercio Internacional (ITC, siglas en inglés).

El camarón cocinado es el camarón (*Penaeus vannamei* y *Penaeus stylirostris*) tratado con sal y/o fosfato, cocinado a vapor y posteriormente congelado por el método de congelado rápido individual (IQF, siglas en inglés), que se consume descongelado sin ningún tratamiento adicional (Colindres *et al.*, 1997).

De acuerdo con el *Codex Alimentarius* (FAO y OMS, 1992), los camarones cocinados congelados son "camarones congelados rápidamente obtenidos de especies de las familias: Penaeidae; Pandalidae; Crangonidae; Palaemonidae. La norma se aplica a los camarones crudos y a los tratados al vapor de agua, precocidos o hervidos totalmente durante la elaboración, congelados rápidamente y destinados directamente al consumo". La familia Penaeidae incluye todas las especies tropicales y subtropicales silvestres y cultivadas, a esta familia pertenecen las diversas especies del género *Penaeus* (Lucien-Brun, 1997).

Según la Regulación Estándar del Consejo de Salud Nacional e Investigación Médica de 1983 del Centro de Comercio Internacional, un producto cocinado congelado "es un alimento cocinado antes de ser congelado que es apto para consumo humano sin ningún cocinado posterior aún cuando puede ser recalentado para servirse".

Muchos pueden preguntarse las razones por qué cocinar camarón en una planta de procesamiento. A continuación, se presentan las razones para cocinar camarón.

2.2 RAZONES PARA EL COCINADO DEL CAMARÓN

Las razones para cocinar camarón se dividen en dos tipos: las de calidad y las de mercado. Las primeras, se refieren básicamente a las ventajas sobre la vida útil que presenta el pasteurizar el camarón. Este efecto se debe a la reducción en la carga de microorganismos y enzimas deteriorativas presentes en el camarón crudo. Las razones de mercado se fundamentan en la existencia de un mercado de exportación para camarón procesado y el alto precio que pueden alcanzar los productos marinos procesados en relación con los crudos. A continuación se explican más detalladamente las razones para cocinar el camarón.

2.2.1 Razones de calidad

El cocinado del camarón se hace para inactivar los componentes que causan deterioro de su calidad, como bacterias y algunas enzimas. El cocinado a vapor de camarón puede considerarse como pasteurización de sólidos, por las temperaturas a las que es sometido el alimento. La pasteurización es un procesamiento térmico ligero que incrementa la vida útil del producto durante refrigeración y contribuye a la inocuidad del alimento final, al reducir la cuenta microbiana y la actividad enzimática, así como al destruir los microorganismos patógenos (Heldman y Hartel, 1997).

2.2.2 Razones de mercado

Se produce camarón cocinado porque existe una demanda creciente. De acuerdo con Lobo (1996), se estima un incremento de 66,4 millones de toneladas métricas en el consumo de mariscos desde 1990 hasta el año 2025. Con este incremento en la demanda, a la industria del camarón también se le presenta la oportunidad de innovar ofreciendo alimentos preparados, listos para consumo y altamente apreciados en países industrializados.

Actualmente son dos los tipos de mercado para el camarón cocinado de FG Mariscos. El primer mercado es el consumidor a detalle, que adquiere los productos en los supermercados. El segundo mercado es el sector industrial, o bien restaurantes, que producen alimentos más elaborados como cenas, arroz con vegetales y camarón, cocteles, ensaladas y ceviche cocido y que no tienen una línea de cocinado de camarón especializada¹.

La demanda de productos preparados ha sido creada en los países desarrollados por las tendencias sociales actuales como el creciente número de mujeres que trabajan, el tamaño cada vez menor de las familias y el envejecimiento de la población; y por tendencias económicas como la abolición de los impuestos en las economías, el crecimiento económico de ciertos países, con el consiguiente incremento en la clase media, y el

¹ Comunicación personal con Alejandro Colindres (B.Sc.), Gerente de Aseguramiento de Calidad de FG Mariscos y Asesor de este Proyecto Especial (1998).

mayor ingreso *per capita*. Todo esto hace que aumente la demanda por productos de rápida preparación y por la diferenciación, calidad y servicios añadidos a los alimentos ya existentes. En los países industrializados, el poder de compra adicional se destina a consumir servicios añadidos al producto (Romojaro *et al.*, 1996; Lucien-Brun, 1997).

A los consumidores no les agrada el olor característico de los mariscos, así que en vez de pelarlos y prepararlos ellos, prefieren comprar un producto cocinado de la calidad que deseen (Tressler *et al.*, 1968). Además, el consumidor demanda alimentos saludables y dietéticos de alta calidad, con sabor, textura y olor óptimos, y libres de químicos añadidos como preservantes artificiales. Adicionalmente, el producto debe ser seguro (libre de patógenos y otros contaminantes), uniforme en tamaño y color y económicamente accesible (Romojaro *et al.*, 1996).

2.3 MERCADO DE CAMARÓN COCINADO

Algunos de los países que producen camarón cocinado son: China y Tailandia en Asia; Inglaterra y Bélgica en Europa; y Ecuador, Guatemala, Estados Unidos, Chile y recientemente Honduras en América. Los principales importadores de camarón cocinado son Estados Unidos, Japón y Europa. El camarón cocinado constituye en Norteamérica y los países industrializados un alimento muy apetecido (Herrmann, 1970; Tressler *et al.*, 1968; Lucien-Brun, 1997).

Honduras, como cuarto país productor de camarón proveniente de acuicultura en América, no podía quedarse atrás en los adelantos de la industria. Es por ello que el Grupo Granjas Marinas inició un proyecto de cocinado de camarón en San Lorenzo, Valle, Honduras, llamado FG Mariscos. FG Mariscos procesa camarón crudo de varios estilos pelado o sin pelar y devenado, para luego empacarlo y comercializarlo.

Los principales países que absorben la producción mundial de camarón son Estados Unidos, Japón y la Unión Europea, especialmente España y Francia (Lucien-Brun, 1997).

En el mercado estadounidense, las cadenas de comercialización de camarón están manejadas principalmente por "brokers", mientras que en Japón se observan múltiples eslabones en la cadena de comercialización (importadores, mayoristas, semi-mayoristas, detallistas, supermercados, mercados y restaurantes). En Estados Unidos, la clasificación del producto se da principalmente por presentación (entero y pelado o no). En Japón, la clasificación del producto se hace por especie, color, presentación, tamaño y precio. En Japón, los camarones pelados son destinados principalmente a plantas procesadoras de alimentos (Lucien-Brun, 1997).

En Europa los principales consumidores de camarón cocinado son España y Francia. Solamente en España, donde la demanda por camarón cocinado ha incrementado a partir de 1990, el mercado para este producto representa un 40 %. El mercado francés prefiere el camarón fresco cocinado y congelado, principalmente de especies tropicales como

Penaeus vannamei (66 %), *P. monodon* (3 %) y otros peneidos. En Francia la cadena de comercialización está constituida mayormente por supermercados (Lucien-Brun, 1997).

2.4 PROCESAMIENTO TÉRMICO DE ALIMENTOS

2.4.1 Clasificación

Muchos de los procesos utilizados para preservar alimentos dependen de la adición o extracción de calor (Heldman y Hartel, 1997; Potter y Hotchkiss, 1995). Se pueden clasificar, en una forma muy sencilla, los métodos térmicos de conservación de alimentos en: refrigeración, congelación, blanqueo o escaldado, pasteurización y esterilización (ICAITI, 1997; Potter y Hotchkiss, 1995). Las principales diferencias entre estos métodos son las combinaciones tiempo/temperatura a las que se somete el alimento y el objetivo básico que persiguen. También difieren en cuanto al tipo de equipo utilizado para cada técnica.

Las técnicas de refrigeración y congelación consisten en la extracción de calor, se llevan a cabo a temperaturas bajas y su finalidad principal es retrasar el deterioro del alimento por microorganismos o enzimas. Los métodos de blanqueo o escaldado, pasteurización y esterilización consisten en la adición de energía en forma de calor al alimento y difieren en la severidad del tratamiento tiempo/temperatura aplicado (Cuadro 1).

Cuadro 1. Diferencias entre los tipos de procesamiento térmico.

Técnica	Temperaturas (°C)	Objetivo principal
Refrigeración	0 a 5	Retrasa actividad microbiana.
Congelación	Menos de -10	Frena actividad microbiana.
Blanqueo o escaldado	Más o menos 65	Fija color, inactiva enzimas y disminuye cantidad de microorganismos.
Pasteurización	Menores al punto de ebullición del agua	Inactiva enzimas y destruye patógenos y cuenta microbiana, alargando la vida útil.
Esterilización comercial	121 por 15 minutos o su equivalente	Causa la muerte o inactivación de microorganismos.

La importancia de los métodos de preservación que agregan calor está asociada con la eliminación de patógenos en los alimentos crudos y la consecuente seguridad en éstos. Los métodos que extraen calor simplemente retardan el crecimiento microbiano, mientras que los que aplican calor eliminan los microorganismos. Algunas ventajas adicionales de los métodos que añaden calor son: la obtención de nuevos sabores o texturas, la inactivación de agentes del deterioro como enzimas y microorganismos y el incremento de la vida útil.

También puede aplicarse al alimento una combinación de técnicas de preservación, dependiendo de la naturaleza del producto, de sus requerimientos y de la rentabilidad del proceso. Las técnicas de conservación como la pasteurización normalmente se utilizan en combinación con otras como la refrigeración y la congelación, para alargar más aún la vida útil del producto (Potter y Hotchkiss, 1995).

2.4.2 Etapas del procesamiento térmico de alimentos

En el tratamiento térmico de alimentos es preciso que se llegue y mantenga a una temperatura crítica para cada caso (Charley, 1989). Esta temperatura depende del efecto deseado. Cuando hablamos de calentamiento, la temperatura a la que se somete al alimento y el tiempo por el que se mantiene ésta son todavía más importantes.

Usualmente el proceso térmico se compone de tres fases de duración variable, éstas son: calentamiento, sostenimiento y enfriamiento. Se desea que el alimento llegue a una temperatura dada lo más rápido posible, para evitar daños a la estructura, y que se mantenga allí por un período suficiente para inactivar los microorganismos patógenos presentes que sean más resistentes al tratamiento térmico, sin dañar las propiedades originales.

2.4.3 Variables del proceso térmico

En un proceso térmico podemos encontrar variables regulables y no regulables.

Las variables independientes o regulables del proceso térmico de alimentos son:

- a. Combinación tiempo/temperatura.
- b. Modo de aplicación de calor (directo: vapor, agua; o indirecto: superficies).
- c. Mecanismo de transferencia de calor (conducción, convección o radiación).
- d. Temperatura del medio de calentamiento y la temperatura inicial del producto.
- e. Carga y tipo de microorganismos en el producto.
- f. Características iniciales del producto.

Las variables dependientes o resultantes de los efectos individuales o combinados de las variables independientes son:

- a. Destrucción de microorganismos (deseable).
- b. Destrucción de enzimas (deseable en algunos casos).
- c. Destrucción de nutrientes (no tan deseable).
- d. Destrucción de factores de calidad (indeseable).
- e. Pérdida de peso (indeseable).

2.4.4 Efectos del proceso térmico

El efecto de la temperatura sobre la carga microbiana puede sintetizarse diciendo que la velocidad de inactivación de microorganismos incrementa logarítmicamente al incrementar las temperaturas de procesamiento (Heldman y Hartel, 1997). La destrucción térmica de los componentes de los alimentos es también detectable en la mayoría de los casos (Heldman y Hartel, 1997). Algunos de estos cambios son deseables, como otros no lo son. Los procesos térmicos como la pasteurización intentan maximizar la inactivación de microorganismos minimizando la destrucción de componentes deseables de los alimentos.

2.4.5 Pasteurización de mariscos

La pasteurización es un procesamiento térmico a temperatura moderada diseñado para destruir un microorganismo patógeno específico. De acuerdo con Rippen *et al.* (1992), se considera a la pasteurización como un paso integral en programas de Aseguramiento de Calidad en el procesamiento de mariscos. Es un punto crítico de control en los programas preventivos de Aseguramiento de Calidad (HACCP) en mariscos en general (Rippen *et al.*, 1992; Colindres *et al.*, 1997).

En los Estados Unidos, los procesadores de mariscos deben mostrar evidencia a la Administración de Alimentos y Drogas (FDA, siglas en inglés), de que los alimentos que producen son procesados bajo condiciones sanitarias que garanticen la seguridad de consumo del producto final.

Por ser alimentos de alto riesgo, es decir listos para consumo y que no van a recibir ningún tratamiento posterior que elimine agentes nocivos que podrían presentarse, la mayor preocupación en los mariscos preparados es la presencia de microorganismos patógenos. Para los compradores comerciales de mariscos procesados, es importante obtener alimentos pasteurizados, que sean garantizados de estar libres de patógenos, para ser distribuidos congelados (Rippen *et al.*, 1992). Por ejemplo, en cangrejo listo para consumo, la prioridad de la FDA es controlar la presencia de *Listeria monocytogenes*, la cual es eliminada con un proceso convencional de pasteurización. Para FG Mariscos, es importante eliminar la presencia en su producto de patógenos como: *Salmonella*, *Vibrio cholerae*, *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli*. Según las exigencias de sus clientes, estos microorganismos deben estar ausentes del producto terminado.

2.5 SELECCIÓN DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS

El tratamiento térmico es benéfico en el grado en que destruye microorganismos pero al mismo tiempo preserva las propiedades del alimento. Debe encontrarse el tratamiento menos drástico, con el que se alcance una carga microbiana aceptable para el tipo de producto y su uso intencionado, se logre la eliminación de patógenos y se alargue la vida útil lo suficiente.

Para encontrar el tratamiento térmico óptimo, Potter y Hotchkiss (1995) dicen que son dos los factores que deben conocerse: la combinación tiempo/temperatura requerida para inactivar los patógenos más termoresistentes en el alimento y las características de penetración de calor propias del alimento.

Según Holdman y Hartel (1997), el impacto del procesamiento térmico sobre el camarón es definido por la relación de tiempo/temperatura aplicada a éste. Hay dos consideraciones importantes en el establecimiento de esta relación. Primero, es necesario definir la combinación tiempo/temperatura requerida para obtener el resultado deseado: destrucción de microorganismos sin destruir factores de calidad como textura y sabor. Segundo, se requiere definir la configuración y modo de operación del equipo para alcanzar el proceso establecido. Por ejemplo, para el cocinador Carnitech de FG Mariscos, la configuración en el tablero de lectura del tiempo de cocinado hace que la lectura tenga que multiplicarse por 0.60 para poder obtener el tiempo de cocinado en minutos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se discute la metodología usada para obtener la información sobre el proceso, se habla de qué datos se recolectaron, de los métodos de muestreo y los análisis de laboratorio realizados. También se describen los equipos usados tanto para el procesamiento de materia prima como para la toma de datos.

En resumen, lo que se hizo fue tomar lotes de camarón y medir los parámetros de temperatura a la salida del cocinador, lectura del tiempo de cocinado, porcentaje de deshidratación en el primer IQF, porcentaje de glaseo, pesos inicial, final, sobrante y de muestreo, así como la talla y estilo. También se obtuvieron análisis microbiológicos de recuento total de bacterias del camarón en las fases del proceso.

Todos los datos se extrajeron de los registros de la compañía, dado que esa es la práctica empresarial para el presente Proyecto Especial, y eso permitió apreciar y describir con precisión lo que la empresa hace actualmente. Los lotes se muestrearon uno cada semana, de acuerdo con el calendario de muestreo microbiológico de FG Mariscos.

3.1 MATERIALES

3.1.1 Ubicación

El estudio se llevó a cabo en la Planta de Cocinado FG Mariscos, perteneciente al Grupo Granjas Marinas de Honduras. La planta está localizada en el puerto de San Lorenzo, contiguo a la Empacadora San Lorenzo, en el Municipio de San Lorenzo, Departamento de Valle, Honduras. La toma de datos y los análisis de laboratorio necesarios para el estudio se realizaron en la empresa.

3.1.2 Materiales y equipos

Los materiales y equipos usados en esta investigación fueron los siguientes: camarón, cocinador continuo a vapor, termómetros digitales, análisis de recuento total de bacterias, balanzas electrónicas y de precisión y tamiz.

1. Camarón de las especies *Penaeus vannamei* y *Penaeus stylirostris*, tallas 41/50 y 51/60, al estilo "PD 'I-On I". La talla del camarón es un indicador de su tamaño y se refiere al conteo esperado de camarones (piezas o colas sin cabeza) por libra. De

acuerdo a esto, de un 41/50 se puede esperar contar entre 41 y 50 camarones por libra. El pelado y devenado (PD) de camarón pueden hacerse de diferentes maneras, por lo que se hace necesario indicar el estilo que se hizo. El "PD T-On I", dice que la cola de camarón todavía conserva el último segmento de concha y que el corte para sacar la vena se hizo a partir del segundo segmento.

2. Cocinador continuo a vapor de la marca Carnitech, año 1997, modelo CT 1131.02. El cocinador de FG Mariscos fue diseñado y construido por Carnitech de Dinamarca. Tiene una capacidad de 300 a 1500 kg/hr, es decir de 500 kg/hr de camarón *Penaeus monodon* sin cabeza, con concha, de una talla de 30 a 50 piezas/kg y en una densidad de 5 kg de producto/m², estando el tiempo de cocinado establecido en 2,5 minutos. El tiempo de cocinado del cocinador Carnitech puede variarse de 0,25 segundos hasta 45 minutos por medio del regulador de la velocidad de la banda; y la temperatura de cocinado puede ajustarse hasta 100 °C por medio del tablero de control de la temperatura ("settings"). La temperatura que se alcance en el interior del cocinador depende de las condiciones de proceso, el flujo de vapor y la presión de vapor, entre otros. El cocinador tiene tres zonas de vapor, las cuales a su vez consisten de dos líneas de vapor, una arriba de la banda de la banda donde pasa el camarón y la otra abajo, con 4 eyectores con 0 % de traslape cada zona. La inyección de vapor es discontinua. Las zonas de vapor están a temperaturas de 91,3, 92,1 y 93,2 °C, prefijadas y recomendadas por el fabricante. Para alcanzar el máximo rendimiento, la mayor parte del cocinado del camarón se da en la sección tres, que es por donde entra el camarón en la banda y que está a una temperatura de 93,2 °C (Figura 1).

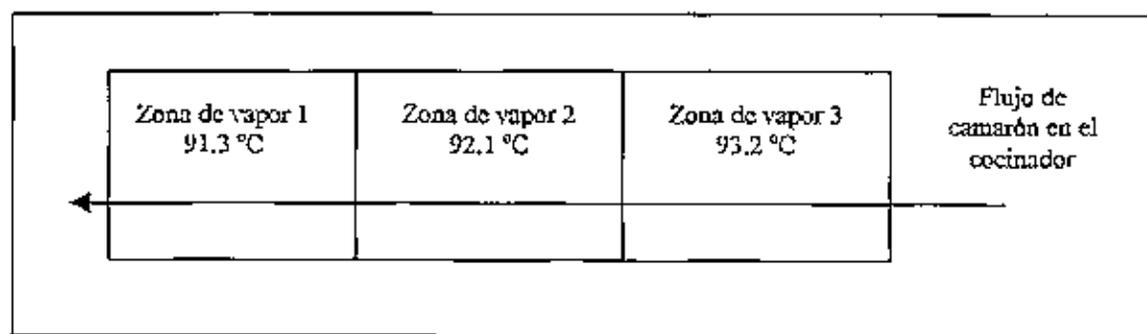


Figura 1. Flujo de camarón en el cocinador Carnitech de FG Mariscos.

3. Termómetros digitales de la marca Digi-Sense, modelo 91100-50, con un rango de temperaturas de 0 a 1768 °C y una resolución desde 0,1 hasta 999,9 grados Celsius, Fahrenheit, Rankine o Kelvin.
4. Análisis del laboratorio microbiológico, de recuento total de bacterias y patógenos.
5. Balanzas de la marca Doron, modelo 4200, con una capacidad de 3000 lb.

6. Balanzas de precisión de la marca Sartorius, modelo PT 1500, con una capacidad de 1500 g.
7. Tamiz de acero inoxidable de 2.8 mm de diámetro del hueco.

3.2 MÉTODOS

En breve se detallan las mediciones tomadas, las formas de muestrear y los procedimientos de análisis de laboratorio. Todos los datos se obtuvieron de los registros de la compañía debido a que la información se toma diariamente para el plan HACCP y por medidas de seguridad para el alimento. Las políticas de Aseguramiento de Calidad de FG Mariscos no permiten la intervención de personal no asignado en la medición de sus parámetros por motivos de seguridad del alimento.

Los análisis microbiológicos fueron realizados por personal capacitado, en el Laboratorio de Microbiología de la Empacadora San Lorenzo con métodos estándares de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, siglas en inglés). Los análisis microbiológicos se hicieron en este laboratorio y no en Zamorano debido a la mayor precisión que tiene su personal, a que sus políticas no permiten a personal ajeno hacer análisis en su laboratorio y a que el transporte de camarón desde San Lorenzo hasta Zamorano lo expone a un crecimiento microbiano.

Las tallas usadas son 41/50 y 51/60 y en su totalidad son del estilo PD T-On 1.

3.2.1 Definición del proceso

La descripción del proceso se hizo *in situ*, con la ayuda del manual del usuario de la línea de proceso y el personal de la Planta de Cocinado. Otra fuente de información que sirvió como punto de comparación, fue el documento de proceso de cocinado de camarón de Hansen (1997). Este documento describe el proceso en una planta de cocinado muy similar a FG Mariscos, pero con ciertas diferencias básicas.

Tomando en cuenta las referencias, se realizaron algunas mediciones de parámetros como: temperaturas del agua y del camarón, contenidos de cloro en el agua usada, porcentajes de sal y fosfato en la solución de tratamiento, condiciones de cocinado, porcentajes de glaseado y pesos de producto empacado.

El resultado obtenido, fue una descripción analítica de las condiciones del proceso, ya estandarizado, de cocinado de camarón.

3.2.2 Mediciones

Las mediciones tomadas para cada lote, de talla y estilo dados, fueron:

- ✓ Temperaturas al centro del camarón a la salida del cocinador.
- ✓ Tiempo de cocinado del lote.
- ✓ Porcentaje de glaseo.
- ✓ Peso inicial de la materia prima.
- ✓ Peso final del producto terminado.
- ✓ Peso del producto en recipientes plásticos esterilizados (caído al piso de la planta), llamado mercado local.
- ✓ Peso del producto extraído para muestreos.
- ✓ Recuento total de bacterias al inicio del proceso.
- ✓ Recuento total de bacterias a la salida del cocinador, del enfriador, del IQF1, del glaseador, del IQF2 y del producto terminado.
- ✓ Análisis de patógenos del producto en proceso.

3.2.3 Muestreos

A continuación se explica cómo se realizaron los muestreos de temperatura, porcentaje de glaseo y los muestreos de camarón.

3.2.3.1 Temperatura. La temperatura a la salida del cocinador se tomó introduciendo el sensor del termómetro digital en la base del camarón (primeros dos segmentos) sin cabeza y tomando la lectura para luego anotarla en una hoja de registros. Un monitor de Aseguramiento de Calidad toma 20 a 40 camarones al azar cada 5 minutos, mientras otro monitor escribe estas temperaturas en una hoja de registro. Si sabemos que el flujo de camarón es estimado en 1000 libras por hora el muestreo representa del 0.6 al 1.2 % de la población total. Este es el procedimiento establecido en la empresa.

3.2.3.2 Porcentaje de glaseo. El porcentaje de glaseo se obtiene de acuerdo con los procedimientos de otras industrias de cocinado, de acuerdo a los lineamientos estándares del *Codex Alimentarius* (FAO y OMS, 1992)². Se toma una muestra de aproximadamente 500 g (± 5 g) de camarón a la salida del IQF2 a temperaturas de -18 °C (± 2 °C). El peso real se anota. Se hace descongelar el hielo superficial sumergiendo en agua a 20 °C por veinte segundos. Luego se esparce el camarón en un tamiz de acero inoxidable, dejando reposar por dos minutos para que el agua de glaseado se descongele y drene. Se pesa nuevamente el camarón y se anota el peso final exacto. Se espera que la diferencia de peso se deba únicamente a la pérdida del agua de glaseo y no al agua interna del camarón. El agua interna que se descongela no tiene el suficiente tiempo como para salir al exterior y convertirse en peso perdido, y si lo hace la pérdida por esta fuente es mínima.

² Referencia no consultada.

El porcentaje de glaseo se calcula con la siguiente fórmula:

Ecuación 1:

$$\text{Porcentaje de glaseo} = \frac{(\text{Peso inicial} - \text{Peso final})}{\text{Peso inicial}} (100)$$

Las muestras para medir el porcentaje de glaseo se toman cada diez minutos y son registradas. Al final de procesar un lote, se saca un promedio final que se estima como el porcentaje de glaseo de dicho lote.

3.2.3.3 Camarón. Los muestreos de camarón se hicieron de acuerdo a las políticas y calendarios de muestreo preparados por el Gerente de Aseguramiento de Calidad y fueron llevados a cabo por el Asistente de este último. Se hicieron muestreos de materia prima, producto en proceso y producto terminado.

El muestreo de la materia prima al ingresar a FG Mariscos se hizo al azar, tomando una muestra de alrededor de media libra que se mandó al laboratorio inmediatamente. Se tomó media libra porque esto es lo que necesita el laboratorio para los análisis.

El muestreo del producto intermedio también se hizo de una porción al azar, tomando una muestra de alrededor de media libra que se mandó inmediatamente al laboratorio.

El muestreo del producto terminado es una muestra compuesta de 5 submuestras del mismo lote. Las submuestras se tomaron al azar al inicio, mitad y final del proceso del lote. Esta muestra se guardó en el mantenedor de temperatura hasta que el personal del laboratorio pasaba por ella.

Las muestras de materia prima y producto intermedio no se almacenan en el mantenedor de temperatura para evitar la contaminación cruzada del producto allí almacenado. Solamente las muestras de producto terminado y el producto terminado propiamente dicho permanecieron en el mantenedor de temperatura.

3.2.4 Análisis de laboratorio

Los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio Microbiológico de Empacadora San Lorenzo. Las muestras que llegaron al laboratorio en horas laborales se analizaron el mismo día y si llegaron más tarde se congelaron para ser analizadas el día siguiente. El análisis microbiológico que se hizo es el de recuento total de bacterias, cuyo resultado es expresado en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g). Dicho análisis se guía por la metodología AOAC (Anexo 6).

3.2.4.1 Recuento total de bacterias

Se escogió el análisis de recuento total para estudiar la variación de la carga microbiana durante el proceso, debido a que es un buen indicador de la higiene y es influenciado por el tratamiento térmico. Los análisis de coliformes y demás patógenos inicialmente propuestos en el anteproyecto de investigación no varían mucho con el tratamiento térmico: todos mueren después del cocinador pues son termosensibles y no vuelven a aparecer en etapas posteriores del proceso si no hay alguna fuente específica de contaminación (Anexo 4). Los niveles de patógenos (Coliformes totales y fecales, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*) en el producto terminado rara vez sobrepasan un valor de 3 UFC/g. En el caso de *V. cholerae*, *Salmonella* y *Listeria monocytogenes*, su presencia sale siempre negativa (Anexo 5).

3.2.5 Variación de peso del camarón en el proceso

Se sabe que el camarón gana y pierde peso durante el proceso al que es sometido. Se realizó un análisis de las fases del proceso de cocinado, para poder estimar aquellas en que el camarón gana o pierde peso y se expresó el resultado en forma de un balance de materiales.

3.2.6 Rendimiento de cocinado

Es el rendimiento en peso de la muestra saliendo del cocinador menos el peso de la muestra que entró, en relación con el peso de la muestra cruda.

La pérdida de rendimiento de cocinado, de acuerdo con Lobo (1996), se calcula con la siguiente fórmula:

Ecuación 2:

$$\% \text{ Pérdida de Rendimiento} = \frac{\text{Peso de muestra cruda} - \text{Peso de muestra cocinada}}{\text{Peso de muestra cruda}} (100)$$

Para efectos de este estudio, se tomará el rendimiento porcentual obtenido del cociente entre el peso final del lote y el peso final de éste. La fórmula para este cálculo es:

Ecuación 3:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Peso de lote cocinado}}{\text{Peso de lote crudo}} (100)$$

3.2.7 Análisis estadístico de datos

Para explicar la variación de la carga microbiana a lo largo del proceso de cocinado en FG Mariscos, se midió la carga microbiana como recuento total de bacterias expresado en

UFC/g, después de cada fase del proceso y se sacó un promedio. Los datos obtenidos se colocaron en una gráfica semilogarítmica cuyo eje vertical contiene los datos de carga microbiana y el horizontal las distintas fases del proceso.

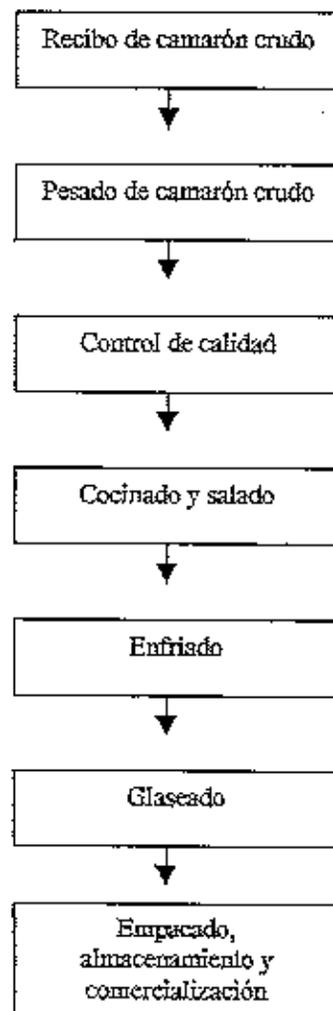
El eje vertical de la gráfica de carga microbiana contra fase del proceso está en escala logarítmica mientras que el horizontal está en escala normal, para apreciar mejor el descenso en la carga microbiana debido al cocinado en términos de ciclos logarítmicos y explicar mejor la variación en las etapas subsiguientes. Esto se basa en que la destrucción térmica de los microorganismos sigue un comportamiento de tipo logarítmico: una población de microorganismos formadores de esporas presenta disminuciones logarítmicas en su número inicial, con respecto al tiempo, después de un tiempo inicial (o fase "lag"). En cambio, los microorganismos no formadores de esporas decrecen en número de una manera logarítmica con respecto al tiempo de tratamiento térmico. Al graficar estos datos en escala semilogarítmica, se observa una línea recta que representa la disminución, en ciclos logarítmicos alcanzada por el proceso.

4. RESULTADOS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE COCINADO DE CAMARÓN

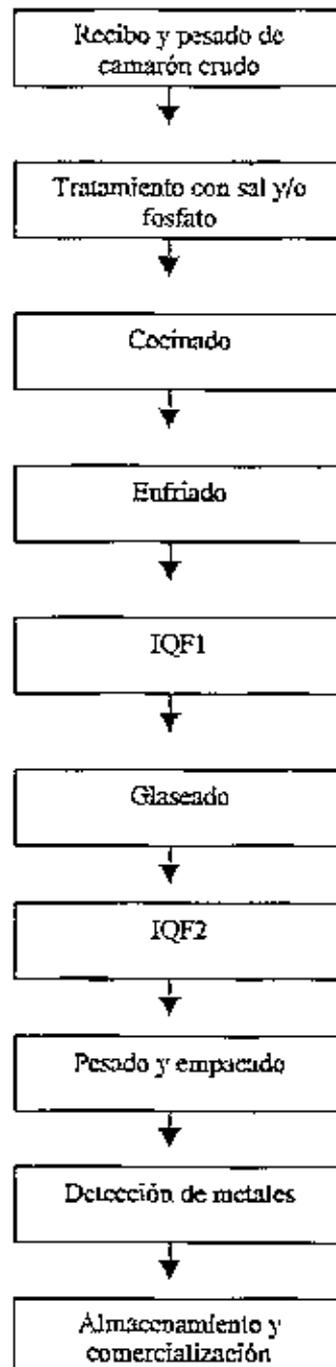
El procesamiento básico de cocinado del camarón consiste en varias etapas. En proceso descrito por Hansen (1997), dichas etapas son: recibo, pesado, control de calidad, cocinado y salado, enfriado, glaseado y empacado (Figura 2).

Figura 2: Flujo de proceso de cocinado de camarón según Hansen, 1997



En FG Mariscos, las fases del proceso de cocinado son: recibo, pesado, tratamiento con sal y/o fosfato, cocinado a vapor, enfriado, IQF1, glaseado, IQF2, empaçado, detección de metales y almacenaje en un mantenedor de temperatura (Figura 3).

Figura 3: Flujo de proceso de cocinado de camarón de FG Mariscos



El cocinado del camarón en FG Mariscos comienza con materia prima fresca, es decir, de no más de dos días de almacenaje, proveniente de las fincas acuícolas. Se realiza en un cocinador a vapor para luego enfriar y congelar el camarón. A continuación se describen más detalladamente cada una de las fases del proceso de cocinado en FG Mariscos.

4.1.1 Sistemas de Aseguramiento de Calidad

Éstos velan por la obtención de materia prima de óptima calidad y operan a lo largo de todo el proceso, para garantizar un producto seguro e higiénico que satisfaga las expectativas del cliente (Colindres *et al.*, 1997). Los sistemas de Aseguramiento de Calidad operan al nivel de materia prima, de proceso y de producto terminado. También se encargan del buen funcionamiento y calibración de los equipos de medición y de cumplir con las normas de seguridad y sanidad adecuadas en la planta y su personal ("Plant Layout and Discipline").

Los sistemas de Aseguramiento de Calidad comienzan verificando que la materia prima sea de buena calidad sensorial, esté fresca y uniforme en tamaño y corte. Esto se hace en conjunto con el personal de la empacadora, que es la que se encarga de recibir, clasificar, pelar y devenar el camarón descabezado que va a ser procesado y que proviene de la Planta de Descabezado. Se hacen muestreos para verificar la talla y los porcentajes de errores de corte y de otros defectos que puedan presentarse.

Los sistemas de Aseguramiento de Calidad también se encargan de verificar los parámetros del proceso, tales como las temperaturas de cocinado, enfriado y congelado en el camarón y en las máquinas y mantenedores de temperatura. De este modo, se tiene un proceso seguro que resulta en un producto de alta calidad microbiológica y sensorial. La verificación de las temperaturas es realizada por monitores permanentes.

Otra atribución de los sistemas de Aseguramiento de Calidad es monitorear el porcentaje de glaseo, para asegurarse de etiquetar las bolsas con el peso correcto. El peso declarado en las bolsas, por estipulaciones comerciales, debe excluir el agua de glaseo, incluyendo solamente el peso de camarón. Este peso no es necesariamente el peso de camarón descongelado porque en el proceso de descongelado se pierde un porcentaje del agua interna del camarón.

Los sistemas de Aseguramiento de Calidad también realizan revisiones de la calibración de los equipos y del estado de los vidrios dentro de la planta. La intención de las primeras es aplicar un enfoque de mantenimiento preventivo, que asegura el buen funcionamiento de los instrumentos y equipos usados para hacer mediciones de calidad importantes, como son las temperaturas y pesos. La revisión del estado de los vidrios es importante para detectar vidrios rajados que puedan poner en riesgo la seguridad tanto del personal como del alimento que se procesa en la planta.

Como ya se mencionó anteriormente, se realizan inspecciones en el producto terminado. Éstas consisten en análisis sensoriales y microbiológicos. Los análisis sensoriales

consisten en pruebas de producto por catadores entrenados, y se hacen para detectar sabores, olores y/o colores extraños. Los análisis microbiológicos requeridos son los de recuento total de bacterias, coliformes totales, coliformes fecales y patógenos como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *V. cholerae*, *Salmonella* y *Listeria monocytogenes*. Estos análisis se realizan a todos los lotes de producto terminado y una vez por semana se realizan al producto en proceso. También se hacen análisis del agua usada en el proceso y en las manos del personal.

Todos los monitoreos realizados son registrados para el plan de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP, siglas en inglés). Estos registros se almacenan y están disponibles para que personal, gerentes, inspectores, auditores y clientes los revisen.

4.1.2 Tratamiento

El salado se hace con 3.0 % de sal con respecto a la solución, aproximadamente, y es por inmersión. El tratamiento con fosfato se hace simultáneamente al salado, con tripolifosfato de sodio como fuente de fósforo (1.5 % con respecto a la solución) y es permitido por el *Codex Alimentarius* (FAO y OMS, 1992).

Una vez preparada la solución de sal y fosfato, se agrega camarón en una proporción de 1:1 (solución/camarón).

4.1.3 Cocinado

El tiempo de cocinado se mide desde que el camarón entra hasta que sale por el otro extremo del cocinador.

De acuerdo con los procedimientos de cocinado y el plan HACCP de FG Mariscos, algunas de las combinaciones temperatura/tiempo recomendadas para camarón son las siguientes: 70 °C por 2 minutos, 75 °C por 25 segundos, 80 °C por 6 segundos y 85 °C por 2 segundos (Gaze *et al.*, 1989³). El sometimiento del camarón a temperaturas mayores de 78 °C por mucho tiempo, reduce la calidad sensorial además del peso. El camarón, dependiendo de la talla y estilo, sale del cocinador a una temperatura entre 72 y 80 °C. En FG Mariscos se decidió mantener como mínimo una temperatura mayor o igual a 72 °C por 25 segundos, según recomendaciones de los técnicos de Albert Fisher Group.

Con respecto al cocinador, el vapor está a una temperatura de 100 °C, pero el ambiente interno oscila entre 91 y 93 °C debido a las configuraciones iniciales del equipo. Esto último se hace para lograr que el camarón llegue a la temperatura mínima deseada (72 °C). Este cocinador tiene tres zonas de vapor, cuyas temperaturas se ajustan de manera que la mayor parte del cocinado se realiza en la primera zona que entra en contacto con el camarón, para así minimizar los daños a la estructura del producto.

³ Referencia no consultada.

Dentro del cocinador, la temperatura del camarón varía con respecto al tiempo siguiendo una distribución asimétrica negativa. Con un termómetro, se grabaron las temperaturas alcanzadas en el centro del camarón a lo largo del cocinador y se representaron en un gráfico contra el tiempo. El tiempo total de la prueba fue de 2,1 minutos, el camarón alcanzó la temperatura deseada aproximadamente en el segundo 99, recibiendo entonces el tratamiento mínimo deseado de temperatura mayor a 72 °C por 25 segundos (Figura 4).

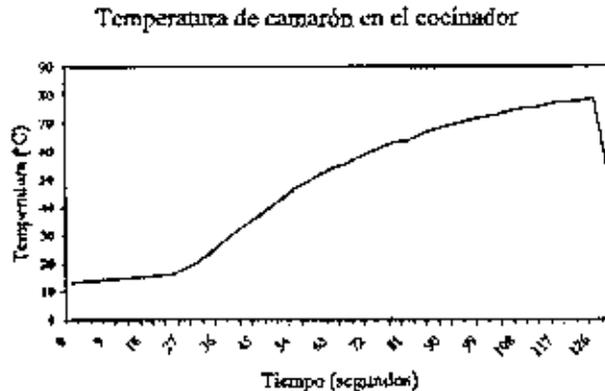


Figura 4. Variación de la temperatura del camarón dentro del cocinador.

Después de la fase de cocinado, el camarón entra a la zona de alto riesgo. Se le llama así porque en adelante el camarón no recibirá ningún tratamiento que disminuya su carga microbiana⁴. El camarón cocinado es un alimento de alto riesgo puesto que no recibirá ningún tratamiento posterior que garantice su seguridad de consumo. Por esto, se debe procurar tener el alimento más sano posible, con el proceso estandarizado para obtener un alimento seguro desde todo punto de vista.

4.1.4 Enfriado

El enfriado se hace en una pila con agua inmediatamente después que el camarón sale del cocinador, para evitar que siga perdiendo peso por sobrecocinado y disminuir su temperatura al entrar al sistema de IQF. El camarón sale de la pila de enfriado a temperaturas entre 10 y 12 °C.

En cuanto a las condiciones del agua de enfriamiento, se puede decir que inicialmente está a una temperatura de 2 °C, pero luego sube a alrededor de 6 °C por el contacto con el camarón saliendo del cocinador. Esta agua tiene 3 ppm de cloro.

⁴ Comunicación personal con Alejandro Colindres (B.Sc.), 1998.

4.1.5 Primer congelado IQF

El congelado se hace por el método de congelado rápido individual. El camarón congelado sale a una temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, estando la temperatura interna del aparato a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ para que el producto pueda alcanzar el enfriamiento deseado. Según el *Codex Alimentarius* (FAO y OMS, 1992), el proceso de congelación rápida no será considerado como completo sino hasta que el centro del camarón haya alcanzado una temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

De acuerdo con Herrmann (1970), el camarón congelado a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ puede durar de 7 a 12 meses. La vida útil del producto de FG Mariscos todavía está en pruebas para ser establecida, pero se espera que oscile entre seis meses y un año, si se almacena el camarón a temperaturas de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.1.6 Glaseado

El glaseado consiste en pasar el camarón por un baño de agua que le deja una capa protectora contra la deshidratación. El glaseo también evita la pérdida de color y sabor y la presencia de quemaduras por congelación (Herrmann, 1970). El agua de glaseo usada en el proceso de cocinado de camarón en FG Mariscos contiene cloro a una concentración de 1.5 ppm y está a una temperatura de $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, al igual que el agua de enfriamiento.

El grosor de la capa de glaseo es importante. Para Hansen (1997), entre más gruesa es la capa, mayor es la protección que brinda. Aún así, lo más importante es que la capa de glaseo debe cubrir la totalidad del producto para evitar daño o deshidratación sectorial del producto (Herrmann, 1970).

Los porcentajes de glaseo varían según el tamaño del camarón y se acuerdan en los tratados de comercio. En FG Mariscos la cantidad de agua cayendo en el glaseo se mantiene constante; lo que varía es el grosor de la capa que queda en el camarón³.

El glaseador de FG Mariscos es a la vez un vibrador. La variación que los camarones se separen antes de entrar al segundo IQF y además uniformiza el porcentaje de glaseo entre los camarones más grandes y los más pequeños (Hansen, 1997).

4.1.7 Segundo congelado IQF

Cuando el camarón recibe el glaseado, parte de su humedad se derrite. Por ejemplo, al aplicar 10 % de glaseo se derrite aproximadamente la misma cantidad de agua interna en un camarón a temperaturas entre -20 y $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. El segundo IQF tiene el propósito de congelar tanto el agua de glaseo como la derretida internamente (Hansen, 1997).

³ Comunicación personal con Alejandro Colindres (B.Sc.), 1998.

4.1.8 Empacado

El empacado se hace en bolsas de 2.5 y 5 libras y luego en cajas de cartón encerado o "masters" de hasta 20 libras. El peso declarado en la bolsa es excluyente del agua de glaseo, pero no es del producto descongelado. Esto último se debe a que al descongelar, se derrite parte del agua interna del camarón. Entre más tiempo haya estado almacenado el camarón, habrá acumulado más daños a su estructura y por lo tanto perderá más agua interna.

La etiqueta contiene información regulada por el *Codex Alimentarius* (FAO y OMS, 1992). Esta información obligatoria incluye: nombre del producto, presentación, naturaleza del producto y declaraciones de los aditivos añadidos tanto en el cocinado como en el glaseo. El nombre del producto solamente declara que es camarón proveniente de acuicultura y no de pesca a mar abierto. La presentación habla de si es camarón entero, sin/con cabeza, pelado, devenado, si incluye trozos u otras presentaciones posibles. La naturaleza del producto dice si éste es crudo o cocido. El peso de camarón declarado en la etiqueta es excluyente del peso del agua de glaseo. La declaración de aditivos añadidos se resume a aditivos permitidos en camarón, como son los reguladores de acidez, fosfatos, antioxidantes, colorantes y/o conservantes. En la etiqueta de FG Mariscos se declara el tratamiento con fosfato, en el caso de que se haya aplicado.

4.1.9 Almacenaje

El producto final se debe almacenar, transportar y distribuir a temperaturas no mayores a -18°C , según las normas establecidas por el ITC (1983) y FAO y OMS (1992) en el *Codex Alimentarius*. Esta temperatura se considera generalmente segura para impedir el crecimiento de la mayoría de microorganismos nocivos, si no hay fluctuaciones.

4.2 VARIACIÓN DEL PESO DEL CAMARÓN EN EL PROCESO

Las pérdidas son generalmente por evaporación en el cocinado, deshidratación en el congelado, acumulación en el equipo, muestreos y producto caído en el suelo. Los incrementos son por el tratamiento con fosfato y agua de glaseo.

El análisis parte de un peso inicial de materia prima cruda. Esta materia prima entrando gana peso con la absorción de agua durante el tratamiento con sal y fosfato. En el cocinador, hay una pérdida de peso por evaporación de agua debido a la alta temperatura. En el IQF1 se estima una pérdida de peso por deshidratación. En el glaseo, hay una adición de agua, que aumenta el peso del camarón. Siempre se hace por lo menos un muestreo de producto terminado para análisis microbiológico, que es una salida de peso del sistema. El producto que se cae, se almacena en recipientes plásticos estériles de aproximadamente 40 galones de capacidad para luego ser pesado. A este producto se le

llama mercado local. Además, hay acumulación de producto en el equipo, pero ésta no será tomada en cuenta para el estudio por ser considerada insignificante. Al final, terminamos con una cantidad de producto terminado generalmente menor a la que entró como materia prima.

La ecuación que describe la variación de peso del camarón a lo largo del proceso, a modo de un balance de materiales es la siguiente:

Ecuación 4:

$$\text{ENTRADAS} = \text{SALIDAS}$$

Donde las entradas son por: peso de la materia prima cruda, absorción de agua por tratamiento con sal y fosfato y por glaseo; y las salidas son por: evaporación de agua en el cocinador, deshidratación en IQF1, extracción por muestreo microbiológico, producto sobrante en recipientes plásticos y producto terminado en cajas.

Sustituyendo tenemos la siguiente ecuación que describe la variación de peso del camarón en el proceso:

Ecuación 5:

Peso inicial + Absorción por tratamiento + Glaseo = Evaporado en cocinador + Deshidratación en IQF1 + Muestreo + Producto en recipientes plásticos + Producto terminado.

4.3 RESULTADOS EXPERIMENTALES

En esta sección se presentan los resultados microbiológicos, de peso y económicos obtenidos como producto del Proyecto Especial. Los primeros resultados en presentarse son los de carga microbiana durante el proceso; éstos ilustran el comportamiento de la carga microbiana expresada como recuento total de bacterias (UFC/g) en las fases del proceso de cocinado. Para esto, se hizo un promedio de las cargas microbianas de diferentes lotes de camarón de tallas 41/50 y 51/60, del mismo estilo.

También se presentan los resultados de la descripción de los lotes de camarón de las tallas estudiadas. Estos lotes se describen en cuanto a pesos de materia prima sometida a proceso, libras de producto terminado, peso del producto de mercado local, porcentaje de glaseo, rendimientos, tiempo de cocinado, temperatura a la salida del cocinador, carga microbiana del producto terminado y reducción logarítmica en la carga microbiana.

Las características de los lotes se resumen en el Cuadro 2. En el Cuadro 2 se presentan los valores promedio, mínimo y máximo de temperatura a la salida del cocinador, reducción en la carga microbiana tanto logarítmica como porcentual, el rendimiento de cocinado y el tiempo de cocinado observados entre todos los lotes.

En la leche pasteurizada en Zamorano a 62.8 °C por 30 minutos o bien a 72-77 °C por 15 segundos, se observan 2.7 reducciones logarítmicas en la carga microbiana, es decir un 99.8 % de destrucción. Esta leche inicia con 225000 UFC/cc y termina con 494 UFC/cc.

Cuadro 2. Estadígrafos muestrales.

Parámetro	Promedio	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	74.26	73.5	75.4
Reducción logarítmica en la carga microbiana	1.88	1.17	3.71
Porcentaje de reducción en la carga microbiana	96.67	93.17	99.98
Porcentaje de rendimiento	95.80	92.40	97.50
Tiempo de cocinado (min)	2.30	2.24	2.33

4.3.1 Carga microbiana durante el proceso

Se tomaron muestras de camarón de diferentes lotes en todas las fases del proceso: crudo, cocinado, enfriado, IQF1, glaseado, IQF2 y empacado. Los lotes fueron muestreados semanalmente, de acuerdo con el calendario de muestreos microbiológicos de FG Mariscos. Estos diferían en las tallas, pero no en los estilos de pelado y devenado. Después de un análisis microbiológico de estas muestras, se graficaron los resultados del recuento total de bacterias de todas las tallas (UFC/g) en la Figura 5. El eje vertical del gráfico, que representa la población microbiana, está en escala logarítmica para representar una reducción lineal en la población contra el tiempo o etapa de cocinado.

La carga microbiana inicial del camarón crudo es de cerca de 28000 UFC/g. Después del cocinado, el camarón sale con una carga mucho más baja. Con el cocinado a vapor se logran dos reducciones logarítmicas en la carga microbiana. Después del cocinado, la carga microbiana fluctúa pero no sube de 500 UFC/g. Las fases en las que se observa un ligero aumento en la carga microbiana son principalmente las de enfriado y glaseo, por la adición y contacto con el agua. Otros factores que elevan la carga microbiana después del cocinador son la exposición con el aire, el contacto con la maquinaria y el manipuleo por el personal. Aún así, la carga microbiana no sube más allá de los estándares microbiológicos permitidos para camarón de acuerdo con el ITC y los clientes de FG Mariscos, que en crudo son de 5.0×10^6 UFC/g y en cocinado son de menos de 10^4 UFC/g (Anexo 1).

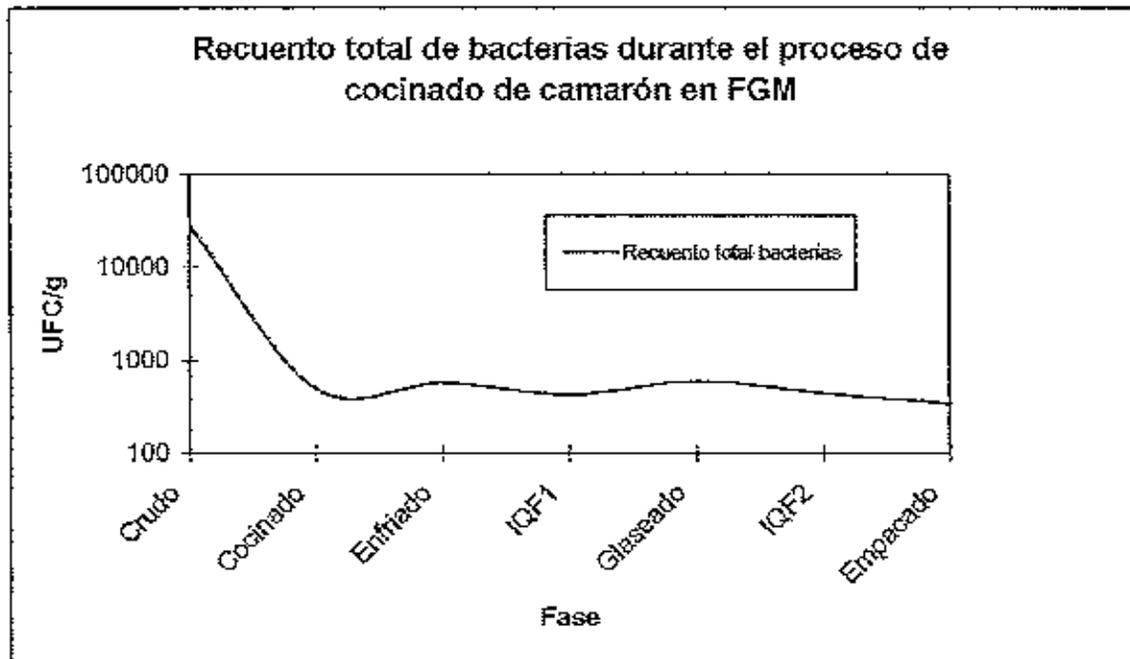


Figura 5. Carga microbiana del camarón (UFC/g de recuento total de bacterias) en las fases del proceso en FG Mariscos.

4.3.2 Descripción de los lotes y tallas

A continuación se discuten los parámetros de proceso en los lotes. Estos lotes son de las tallas 41/50 y 51/60, todos del estilo PD T-On I. Los parámetros de proceso por los que se van a describir los lotes son: talla, temperatura a la salida del cocinador, tiempo de cocinado, porcentaje de glaseo, reducción logarítmica en la carga microbiana, porcentaje de rendimiento y libras de producto sobrante. Se describieron ocho lotes de 41/50 y dos lotes de 51/60.

4.3.2.1 Lotes talla 41/50. Las características de los lotes muestreados se detallan en el Cuadro 3. Estos lotes tienen un tamaño promedio de 1699.28 libras al inicio y de 1617.81 libras de producto terminado, lo que nos indica un rendimiento de alrededor de 95 %. El producto sobrante pesado fue de 0.92 libras en promedio, pero en unos lotes fue nulo. El porcentaje de glaseo de estos lotes es de 6.88 %.

Hay un lote, el 3023068, que tiene un porcentaje de rendimiento mayor a 100 %. Probablemente, esto se debió a una alta absorción de agua durante el tratamiento con sal y fosfato. Se descarta la idea de que la causa de este alto rendimiento haya sido el agua de glaseo, puesto que el porcentaje de glaseo promedio que recibió este lote no fue extremadamente mayor al promedio para la talla 41/50.

Cuadro 3. Parámetros de rendimiento descriptivos de los lotes talla 41/50.

Lote	Libras			Porcentajes	
	Materia prima	Producto terminado	Mercado local	Glaseo	Rendimiento
3023068	1000	1010	0.48	6.9	101
0127068	1300	1270	2.38	6.7	98
0231078	373	290	0	7.3	78
0108088	958.18	890	2.19	6.75	93
0212098	928.64	887.5	0	7	96
0117098	3475.3	3212.5	0.7	7.1	92
0216098	3605.86	3505	0	6.6	97
0114098	1953.26	1877.5	1.61	6.7	96
Promedio	1699.28	1617.81	0.92	6.88	95

Los parámetros microbiológicos descriptivos de los lotes de talla 41/50 se presentan en el Cuadro 4. El tiempo de cocinado para los lotes de talla 41/50 fue de 2.25 minutos (o sea 3.755 de lectura en el tablero) y se obtuvieron 1.3 reducciones logarítmicas de la carga microbiana inicial con el cocinado. La carga microbiana final fue de 204 UFC/g en el recuento total de bacterias realizado. La temperatura a la que salieron estos lotes es de 74.28 °C.

Cuadro 4. Parámetros microbiológicos descriptivos de los lotes talla 41/50.

Lote	Tiempo de cocinado (Tablero)	Temperatura a la salida del cocinador (°C)	Carga microbiana en el producto terminado (UFC/g)	Reducción logarítmica en la carga microbiana
3023068	3.16	76.0	120	-
0127068	3.33	75.1	130	-
0231078	3.97	73.3	210	-
0108088	4.38	73.0	440	-
0212098	3.83	75.4	120	0.88
0117098	3.78	74.0	-	1.16
0216098	3.74	73.5	-	1.37
0114098	3.85	73.9	-	1.73
Promedio	3.76	74.3	204	1.29

La carga microbiana, expresada como UFC/g, también varía lo largo del proceso completo que recibe el camarón talla 41/50 en FG Mariscos. Como se puede ver en la Figura 6, se inicia con una carga relativamente alta, de alrededor de 3460 UFC/g. Después de casi 1.29 reducciones logarítmicas, la carga queda en 403.8 UFC/g a la salida

del cocinador. La carga tiende a aumentar en las etapas subsiguientes del proceso, llegando a 432, 272, 438 y 380 UFC/g en las etapas de enfriado, primer IQF, glaseado y segundo IQF respectivamente. El producto terminado tiene un recuento total de 204 UFC/g.

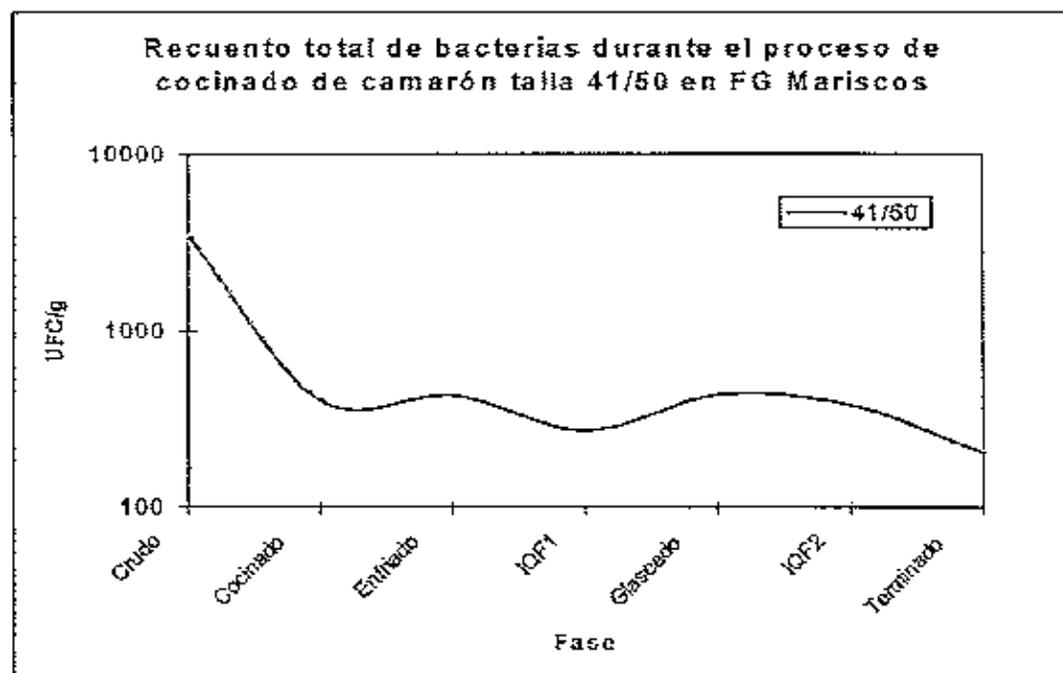


Figura 6. Carga microbiana de camarón talla 41/50 en las fases del proceso de cocinado, expresada en UFC/g.

4.3.2.2 Lotes talla 51/60. Las características de rendimiento de los lotes de talla 51/60 muestreados se detallan en el Cuadro 5. Estos lotes tienen un tamaño promedio de 1550.95 libras de materia prima y de 1470 libras de producto terminado, con un rendimiento aproximado de 95 %. El producto sobrante pesado fue de 1.76 libras en promedio. El porcentaje de glaseo de estos lotes es de 8.68 %.

Cuadro 5. Parámetros de rendimiento descriptivos de los lotes talla 51/60.

Lote	Libras			Porcentajes	
	Materia prima	Producto terminado	Mercado local	Glaseo	Rendimiento
0122078	2056.44	1900	1.47	7.43	92
0115088	999.04	960	1.05	9.93	96
0121088	1597.38	1550	2.75		97
Promedio	1550.95	1470	1.76	8.68	95

Los parámetros microbiológicos de los lotes de talla 51/60 se presentan en el Cuadro 6. El tiempo de cocinado para los lotes de talla 41/50 fue de 2,22 minutos, que representa una lectura en el tablero de 3,695. Los datos de reducción logarítmica de la carga microbiana inicial con el cocinado no están disponibles porque no se muestreó la materia prima cruda. Según las estadísticas de Empacadora San Lorenzo, el 95 % de los lotes de camarón tienen un recuento total de bacterias menor a 10000 UFC/g. Si tomamos este dato extremo como base para calcular la reducción logarítmica en la carga microbiana por el proceso de cocinado, tendríamos casi tres reducciones logarítmicas en la carga microbiana. La carga microbiana final fue de 145 UFC/g en el recuento total de bacterias realizado. La temperatura a la que salieron estos lotes es de 74,9 °C.

Cuadro 6. Parámetros microbiológicos descriptivos de los lotes talla 51/60.

Lote	Tiempo de cocinado	Temperatura a la salida del cocinador	Carga microbiana en el producto terminado
0122078	3,95	74,7	120
0115088	3,44	75,1	170
Promedio	3,695	74,9	145

La fluctuación en la carga microbiana del camarón talla 51/60 está estimada con una carga inicial de 100000 UFC/g en el recuento total de bacterias, obtenida de las estadísticas de Empacadora San Lorenzo. En la Figura 7 se presenta el gráfico de la fluctuación en una escala semilogarítmica. Con el dato aproximado de carga inicial, se observan casi 3 reducciones logarítmicas en la carga microbiana después del cocinado. La carga sube un poco después del cocinador, llegando a un máximo a la salida del glaseador (443 UFC/g). El producto terminado tiene una carga de aproximadamente 397 UFC/g.

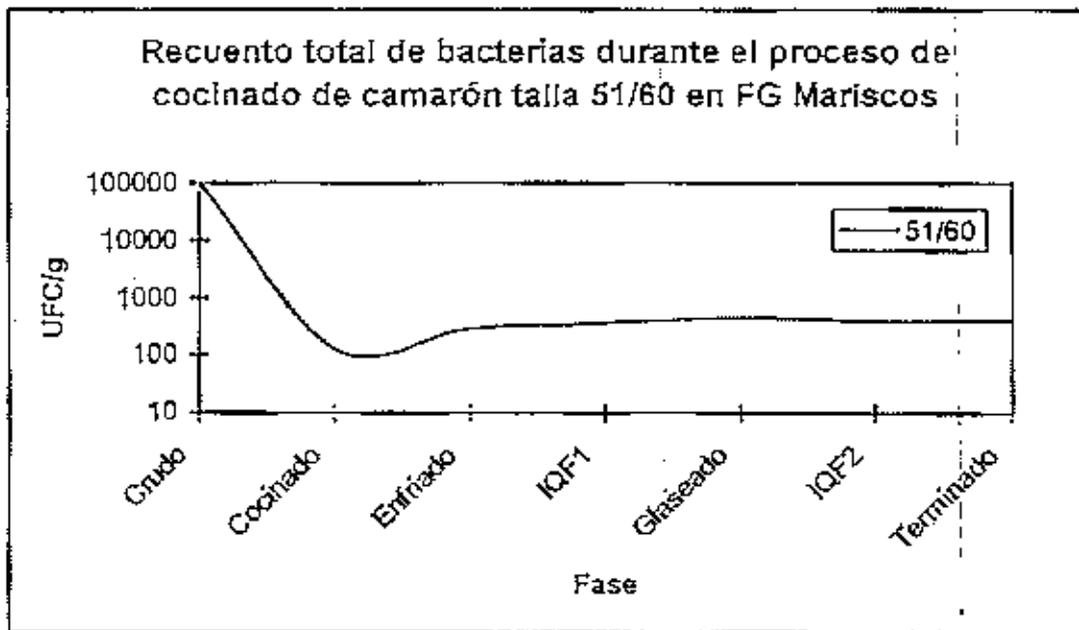


Figura 7. Carga microbiana de camarón talla 51/60 en las fases del proceso de cocinado, expresada en UFC/g.

5. DISCUSIÓN

En esta sección se discuten y comparan los resultados con los comportamientos esperados o con los obtenidos en investigaciones por otros autores. También se explican las relaciones encontradas anteriormente y por qué son o no son significativas.

5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE COCINADO DE CAMARÓN

Se puede cocinar camarón fresco o camarón descongelado. El camarón descongelado pierde más peso que el fresco, por los daños a la estructura del tejido sufridos durante el congelado, almacenaje y descongelado. Según Herrmann (1970), el camarón congelado puede perder calidad por deshidratación, endurecimiento, cambio de color y pérdida de sabor y/o aroma. El camarón descongelado se cocina en países industrializados que no producen camarón por condiciones climáticas, y por lo tanto lo importan de los países productores. El camarón fresco no pierde tanto peso porque hay poco daño al tejido, pero entre más días de almacenamiento lleve, más peso pierde⁶. Por eso, es preferible cocinar el camarón directamente en los países productores, es decir "en la fuente", en vez de someterlo al manipuleo y al transporte requeridos para cocinarlo en países industrializados.

5.1.1 Diferencias entre procesos

Una diferencia básica entre el procesamiento de camarón descrito por Hansen (1997) y el realizado en FG Mariscos, es que en el primero el control de calidad se hace solamente en una etapa del proceso y no a lo largo de éste, como es el caso de FG Mariscos. Es realmente importante realizar inspecciones y análisis microbiológicos y sensoriales al producto final. Sin embargo, se ha comprobado la rentabilidad de monitorear detalladamente el proceso para localizar, prevenir, corregir y evitar las fallas en el producto final. En muchos productos, como es el caso de aquellos destinados a la exportación, es obligatorio realizar análisis de cada lote producido, para asegurar la calidad con que sale de la planta. En FG Mariscos, con el fin de garantizar la calidad del producto final, se tienen sistemas de Aseguramiento de Calidad integrados en todas las etapas del proceso, aparte de las famosas inspecciones en el producto final.

Otra diferencia que también se nota entre ambos procesos es que en el proceso descrito por Hansen (1997) no se habla sobre el congelamiento del camarón, y mucho menos sobre el método para hacerlo. Hansen solamente habla del enfriado del camarón después

⁶ Comunicación personal con Alejandro Colindres (B.Sc.), 1998.

del cocinado, pero no especifica el momento para congelarlo, probablemente porque el producto se destina al mercado local, se consume inmediatamente y recibe algún otro tratamiento que lo preserva complementando a la pasteurización. Por ejemplo, un método de preservación que se usa en forma conjunta con la pasteurización, es el empaque con atmósfera modificada. Sin embargo, los mariscos conservados con atmósfera modificada tienen una vida útil menor a una semana, algunas veces de 3 días, por lo que solamente se destinan para el mercado local y no para exportación. Las reglas de exportación de mariscos exigen que éstos sean mantenidos, transportados y comercializados a muy bajas temperaturas (-18 °C como máximo). Por esto, el proceso descrito por FG Mariscos contempla la congelación rápida individual (IQF) como método de preservación del alimento.

En el proceso descrito por Hansen, no se contempla tampoco la detección de metales en el producto empacado. En FG Mariscos, esta detección de metales es muy importante puesto que existe el riesgo de que alguna parte metálica del equipo de IQF se desprenda y quede entre el producto terminado. Desde que el proceso descrito por Hansen no incluye el paso por un sistema de congelado, posiblemente no hay riesgo de presencia de metales en el producto terminado. Además, el riesgo de metales en el producto crudo debe ser detectado en el control de calidad inicial.

La última diferencia entre ambos procesos radica en que en FG Mariscos se hace un tratamiento fosfato, si el cliente lo desea. Este tratamiento con fosfato se hace simultáneamente con el tratamiento con sal. El tratamiento con sal se aplica antes de cocinar, aunque también se puede aplicar con el agua de enfriado después de cocinar. El propósito de combinar el tratamiento con sal con el de fosfato antes de cocinar, es promover la absorción de agua en el camarón para disminuir la pérdida de rendimiento en el cocinado.

5.1.2 Fases del proceso de cocinado

Los sistemas de Aseguramiento de Calidad se encargan, entre otras cosas, de verificar los parámetros del proceso, como las temperaturas de cocinado, enfriado y congelado en el camarón y mantenedores de temperatura. Los registros usados por los monitores permanentes de estos datos, son muy similares a los usados por otras industrias de procesamiento de camarón pertenecientes a Albert Fisher Group.

Para los monitoreos de porcentaje de glaseo, como el peso declarado en las bolsas debe excluir el agua de glaseo, se usa una metodología estándar, dictada por el *Codex Alimentarius* e igualmente recomendada por técnicos de Albert Fisher Group.

Las inspecciones de producto terminado, como son los análisis microbiológicos (recuento total de bacterias, coliformes totales, coliformes fecales y patógenos como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *V. cholerae*, *Salmonella* y *Listeria monocytogenes*), se realizan para cada lote y siguen la metodología AOAC.

5.1.2.1 Tratamiento. El tratamiento se hace con sal y/o fosfato. Según Tressler *et al.* (1968), el contenido de sal del camarón cocinado debe ser bajo. También la preferencia del consumidor ayuda a decidir el porcentaje de sal a utilizar. Se dice que el mercado estadounidense prefiere menores porcentajes de sal que el europeo.

La sal cumple dos funciones: como saborizante y como ayuda al aumento en rendimiento por disminuir la pérdida de peso en el cocinado. A veces, si el cliente lo prefiere, se hace un tratamiento adicional con fosfato, que aumenta la absorción de agua del camarón y el rendimiento (Hansen, 1997).

5.1.2.2 Cocinado. En el plan de análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP, siglas en inglés) de FG Mariscos (1997), se contempla al cocinado como uno de los puntos críticos de control puesto que si no es bien realizado, presenta el riesgo de sobrevivencia de bacterias patógenas. El cocinado es un tratamiento térmico moderado, y técnicamente es una pasteurización, que se hace por un baño directo a vapor sobre los camarones, mientras están pasando en una banda transportadora (Hansen, 1997).

También puede hacerse cocinado en agua (Tressler *et al.*, 1968), pero en ésta operación hay una mayor pérdida de nutrientes y factores de calidad, por lo que modernamente se emplea más el cocinado a vapor. El cocinado a vapor del camarón permite la óptima conservación de sabores, textura y color, a la vez que sirve como el principal método de conservación microbiológica del mismo. La pasteurización, según el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (1997), destruye patógenos y reduce la cuenta microbiana con una mínima alteración del producto.

El tiempo de cocinado es muy importante (Hansen, 1997; Tressler *et al.*, 1968). Si exponemos al camarón a un tiempo de cocinado demasiado largo, se encoge por la pérdida de humedad, disminuyendo su rendimiento y se vuelve poroso y quebradizo (Hansen, 1997). Se habla de reducciones en rendimiento de hasta 2.0 a 3.0 % dependiendo de la talla, tratamiento anterior y estilo.

Sin embargo, un tiempo de exposición muy corto resulta en el subcocinado, que puede terminar en un producto con parches transparentes o crudo, lo que ocasiona el rechazo del producto o poner en peligro la salud del consumidor si no es detectado. El tiempo de cocinado debe estar ajustado de tal manera que no quede ninguna zona transparente en el centro del camarón más grande (Hansen, 1997).

Los factores que afectan el tiempo de exposición del camarón al cocinado son: tamaño y presencia o ausencia de la concha (Hansen, 1997). Los camarones grandes requieren mayor tiempo de exposición al cocinado para obtener el efecto deseado (Cuadro 7). También los camarones con concha necesitan mayor tiempo de cocinado.

Cuadro 7. Tiempo de cocinado según peso del camarón.

Tiempo de cocinado (minutos) ²	Peso del camarón (g/pieza)	
	Camarón fresco	Camarón descongelado
1.25	5.0	7.0
1.50	5.5	8.0
1.75	6.0	9.0
2.00	7.0	10.5
2.25	8.0	12.0
2.50	10.0	13.5
2.75	12.0	16.0
3.00	13.5	18.0
3.25	15.5	21.0
3.50	18.0	24.0
3.75	20.5	28.5
4.00	24.0	-
4.25	29.5	-

Fuente: Dinamarca, Carnitech (1997), adaptado por la autora.

En cuanto a la variación de la temperatura al centro del camarón, se observa una fase de aumento lento de temperatura al inicio, probablemente debido a la baja temperatura a la que entra el camarón al cocinador. A continuación, sigue una fase de aumento acelerado de la temperatura, que coincide con la zona de más alta temperatura dentro del cocinador. Luego viene una temperatura máxima, y el camarón se mantiene a esa temperatura por un tiempo dado. Se espera que la combinación tiempo/temperatura alcanzada sea equivalente a 72 °C por 25 segundos como mínimo, para cumplir con los estándares de destrucción de microorganismos no deseados en camarón. Para terminar, hay una disminución abrupta en la temperatura, debido al ingreso del camarón en la pila de enfriamiento.

5.1.2.3. Enfriado. El enfriamiento del camarón debe ser lo más inmediato posible. Se enfría al camarón para evitar que siga perdiendo peso debido a un sobrecocinado. También se enfría al camarón preparándolo para el primer congelado rápido individual. Como el enfriado disminuye la energía invertida por el sistema de congelamiento, según Herrmann (1970), la temperatura de entrada al congelador debe ser lo más baja posible para reducir el tiempo necesario para congelarlo y obviamente minimizar la capacidad requerida de refrigeración y congelación.

En FG Mariscos el camarón que cae en la pila de enfriado baja desde temperaturas de 72 °C hasta alrededor de 10 °C casi instantáneamente. Esto asegura que la energía invertida por el primer IQF para bajar la temperatura hasta la final deseada (-18 °C) sea mínima.

² Esta es solamente una "regla de dedo".

5.1.2.4 Primer IQF. Según Heldman y Hartel (1997), con el IQF se alcanza un descenso rápido de temperatura y la formación de cristales de hielo pequeños en el producto, por lo que los daños a la textura del producto son mínimos. Además, con el IQF el proceso completo del camarón es más rápido. En cuestión de segundos, puede alcanzarse la temperatura a la que permanecerá el camarón a lo largo de su distribución y comercialización.

5.1.2.5 Glaseado. El glaseado también se puede realizar por inmersión en agua (Hansen, 1997). De acuerdo con el *Codex Alimentarius* (FAO y OMS, 1992), el agua de glaseo puede contener sales, zumo de limón, azúcares, aderezos, especias y aromatizantes.

El glaseado es un proceso necesario para prevenir pérdidas de calidad en el producto de FG Mariscos. Solamente en el primer IQF, antes del cual no se hace ningún glaseo, se han detectado deshidrataciones de 1.6 %. Este número puede llegar a representar mucho dinero cuando se trata de lotes grandes, por ejemplo en un lote de 8000 libras se podrán estar perdiendo 128 libras de camarón, que vendidas al precio actual de Lps. 60.00 representan Lps. 7680.00.

5.1.2.6 Segundo IQF. El propósito de este paso es congelar el agua de glaseo y posiblemente el agua interna del camarón que se descongeló. La unidad de IQF2 en FG Mariscos, por lo tanto tiene un menor tamaño y capacidad que el primer IQF.

5.1.2.7 Empacado. El empacado no se hace a vacío ni en atmósfera modificada porque la temperatura de almacenamiento es lo suficientemente baja como para impedir el crecimiento de microorganismos. Las normas internacionales exigen que los mariscos sean transportados a temperaturas menores a -18°C , por lo que no es rentable aplicar alguna otra técnica de conservación al camarón.

En la etiqueta, declarar la procedencia del camarón (proveniente de la pesca a mar abierto o de la acuicultura) es muy importante, y constituye una ventaja competitiva. Muchos consumidores asocian acuicultura con fincas y manejo sostenible de los recursos. Cuando se habla de pesca a mar abierto, muchos piensan en "pesca indiscriminada". Aún así, los mariscos silvestres tienen un nicho de mercado por su sabor más marcado.

5.1.2.8 Almacenamiento. Se realiza a -18°C , de acuerdo a normas internacionales. en FG Mariscos se debe asegurar que esta temperatura se mantenga a lo largo de todo el proceso de almacenamiento, transporte, comercialización y distribución. Cualquier fluctuación resultará en la pérdida de calidad del producto, en el desarrollo de microorganismos, entre ellos los nocivos para la salud del consumidor, y en poner en riesgo la salud del consumidor.

El almacenamiento a tan baja temperatura presenta la ventaja adicional de inhibir el crecimiento de cualquier microorganismo que pudiera haber sobrevivido al procesamiento o procedente de contaminación posterior. Según Herrmann (1970), las bacterias dejan de multiplicarse desde -5 a -8 °C, las levaduras de -10 a -12 °C y los mohos de -12 a -18 °C (Figura 8). Este fenómeno es debido a que en estas condiciones el agua disponible, el oxígeno y otros componentes que necesitan los microorganismos para su desarrollo son escasos.

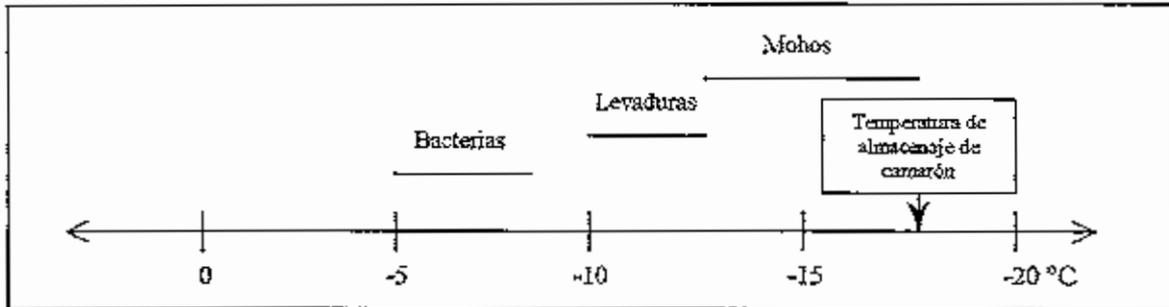


Figura 8. Temperaturas en que la mayoría de los microorganismos dejan de crecer en comparación con la temperatura de almacenamiento de camarón.

5.2 CARGA MICROBIANA DURANTE EL PROCESO

Como es de esperar, el camarón crudo tiene la carga microbiana más alta, siendo ésta de alrededor de 28000 UFC/g. Esta carga inicial es disminuida hasta casi 500 UFC/g por el cocinado. Esto quiere decir que hay dos reducciones logarítmicas de la carga microbiana por el cocinado a vapor.

Como término de comparación, podemos hablar del proceso de pasteurización de la leche. En Zamorano, según Revilla (1996), el proceso de pasteurización de la leche se hace por tandas (62.8 °C por 30 minutos como mínimo) o continua ($72-77$ °C por 15 segundos como mínimo). Con este proceso, se obtienen casi tres reducciones logarítmicas en la carga microbiana. Esta diferencia con la pasteurización del camarón se debe a que la leche inicia con una carga mayor, de alrededor de 225000 UFC/cc y debe terminar con poco menos de 500 para comercializarse. El camarón inicia con 28000 UFC/g y termina con 350. Además, como la leche está en estado fluido mientras que el camarón es un sólido, los mecanismos de transferencia de calor son diferentes, siendo más eficientes en los líquidos.

En condiciones ideales, esperaríamos que la carga microbiana del camarón se mantuviera constante después del cocinado, pero con el manipuleo y la adición de agua en las fases posteriores, esto no es posible. La carga microbiana después de cocinado fluctúa debido a la adición de agua en el glaseo, a la exposición con el aire, al contacto con maquinaria y al manipuleo por el personal. Aún así, esta elevación es mínima porque el agua de glaseo

contiene cloro, el aire del área de alto riesgo recibe un filtrado, la maquinaria es desinfectada cuidadosamente en la inspección pre-operativa y el personal se desinfecta las manos y usa ropa limpia.

El producto empacado tiene una carga final de casi 350 UFC/g, que es mucho menor al límite rechazable en camarón cocinado para exportación según el ITC (Anexo 1), que es de 10^4 UFC/g para camarón cocinado.

5.3 DESCRIPCIÓN DE LOS LOTES Y TALLAS

Los lotes de talla 41/50 tienen casi igual tamaño que los de 51/60. Asimismo, los rendimientos para ambos son muy similares. Sin embargo, se observó una menor cantidad de producto sobrante en los lotes de talla 41/50 que en los de 51/60 (Cuadro 7).

En cuanto a los porcentajes de glaseo, los lotes de 41/50 están 26 % más bajos que los de 51/60 (Cuadro 8). Esto se debe a que la cantidad de agua cayendo por los rociadores en el glaseador se mantiene siempre constante. Cuando un camarón de mayor tamaño pasa por el glaseador, éste va a recibir una capa de glaseado menor, en porcentaje, que si pasa un camarón de menor tamaño.

Los lotes de talla 41/50 tienen mayor tiempo de cocinado y lectura en el tablero que los de 51/60 (Cuadro 8). Esto se debe a que los camarones de mayor tamaño requieren de un tiempo de cocinado mayor para poder obtener el mismo efecto en la reducción de carga microbiana y textura final del camarón.

Los lotes de talla 41/50 tienen menor temperatura a la salida del cocinador que los de 51/60. Este fenómeno también se debe, probablemente, al mayor tamaño de los camarones 41/50 con respecto a los 51/60.

Los lotes de talla 41/50 tienen menor reducción logarítmica en la carga microbiana inicial. Con los datos disponibles, no hay forma de conocer la reducción logarítmica real en los lotes de talla 41/50. En promedio, se esperan aproximadamente dos reducciones logarítmicas en la carga microbiana con el proceso de cocinado a vapor. En cuanto a la carga microbiana en el producto terminado, los lotes de talla 41/50 presentaron una mayor carga microbiana final que los 51/60 (Cuadro 8). Aún así, ninguno sobrepasa los niveles permitidos, que son de 10^4 UFC/g (Anexo 1).

Cuadro 8. Comparación entre los lotes de diferentes tallas.

Parámetro	Lotes de talla 41/50	Lotes de talla 51/60
Tamaño promedio (libras)	1699.28	1550.95
Rendimiento (%)	95	95
Peso de mercado local (libras)	0.92	1.76
Porcentaje de glaseo (%)	6.88	8.68
Tiempo de cocinado (minutos)	2.25	2.22
Lectura tiempo de cocinado (Tablero)	3.76	3.7
Reducción logarítmica en la carga microbiana	1.3	2.92 ^b
Carga microbiana final (UFC/g)	204	145
Temperatura al salir del cocinador (°C)	74.28	74.9

La fluctuación en la carga microbiana (recuento total de bacterias) es diferente para ambas tallas, notándose una mayor variación en el camarón talla 41/50. Sin embargo, los valores más altos corresponden a la talla 51/60. Los valores comparativos de carga microbiana en las tallas estudiadas, en las distintas fases del proceso se observan tanto en el Cuadro 9 como en la Figura 9.

La carga microbiana a la salida del cocinador es menor para la talla 51/60, sin embargo, el producto terminado de esta talla tiene una carga mayor que la 41/50.

Cuadro 9. Variación de la carga microbiana (UFC/g) a lo largo del proceso de cocinado en FG Mariscos para las tallas 41/50 y 51/60.

Fase	Talla 41/50	Talla 51/60
Crudo	3460	100000
Después de cocinado	404	120
Después de enfriado	432	277
Después de primer IQF	272	347
Después de glaseado	438	443
Después de segundo IQF	380	380
Después de empacado	204	145

La Figura 9 muestra una comparación ilustrativa en la variación de la carga microbiana entre las dos tallas, 41/50 y 51/60. Se puede notar que en promedio las cargas microbianas son más altas en la talla 41/50. La reducción logarítmica obtenida con el cocinado a vapor también es mayor para esta talla. En ningún caso se observa que la

^b Dato estimado de acuerdo a las estadísticas de producción de Empacadora San Lorenzo. La ausencia de los datos de carga microbiana inicial impidió un cálculo más exacto.

carga final supere al nivel permitido en el recuento total de bacterias, que es de menos de 10^4 UFC/g para camarón cocinado.

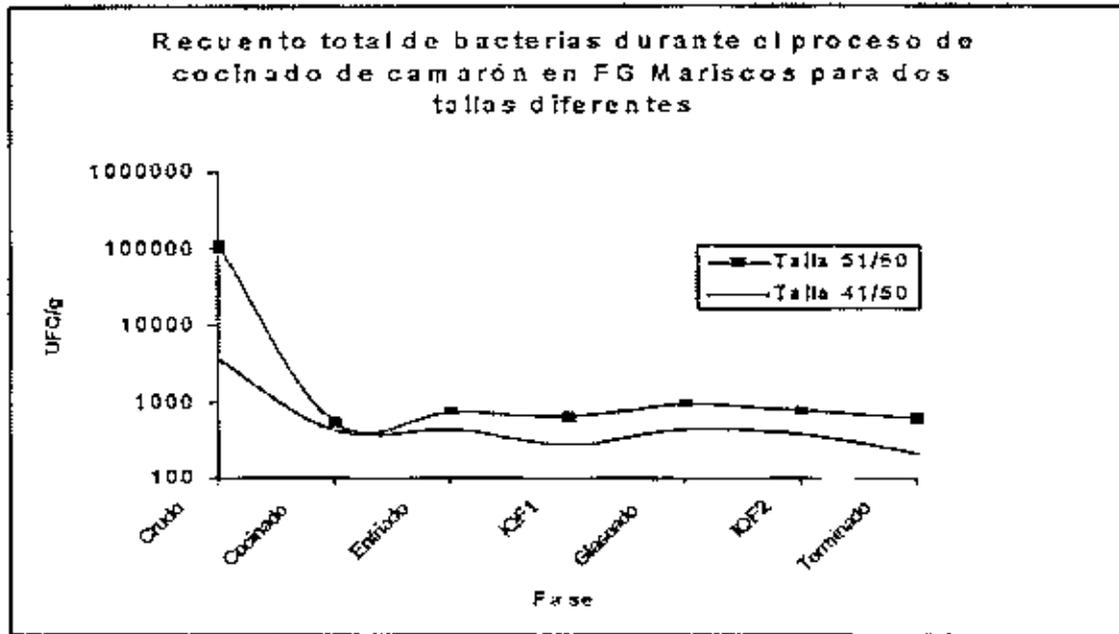


Figura 9. Carga microbiana de camarón de dos tallas, 41/50 y 51/60 en las fases del proceso de cocinado, expresada en UFC/g.

Las cargas microbianas iniciales están muy diferentes debido a que las que se presentan para la talla 41/50 son las correspondientes a los lotes muestreados, mientras que las de la talla 51/60 son un estimado de acuerdo a las estadísticas de Empacadora San Lorenzo. Los datos de carga microbiana inicial para la talla 51/60 no estaban disponibles, así que para no dejar el espacio vacío, se colocó el dato de 100000 UFC/g. Según las estadísticas de producción de Empacadora San Lorenzo, que es de donde vienen las materias primas para FG Mariscos, el 95 % de los lotes de camarón pelados y devenados tienen una carga microbiana inferior a este dato.

6. CONCLUSIONES

Después de la realización de este estudio se puede concluir lo siguiente:

Entre más grande es la talla, mayor tiempo se requiere para cocinarla. Sin embargo, el diferencial de tiempo requerido para cocinar tallas con 10 piezas por libra de diferencia no es muy grande y así se pueden obtener resultados satisfactorios en cuanto a la temperatura a la salida del cocinador, sin sacrificar el rendimiento ni la carga microbiana en el producto terminado.

Los tiempos de cocinado probados, de alrededor de 2.3 minutos brindan las condiciones de proceso adecuadas para la destrucción de la carga microbiana, la obtención de la textura adecuada y rendimientos aceptables para densidades de cama de alrededor de 1500 libras por hora.

Las temperaturas a la salida del cocinador para las tallas 41/50 y 51/60 son superiores a 72 °C, que es el límite establecido por los Gerentes de FG Mariscos. Esto asegura la destrucción de los microorganismos patógenos y del conteo total de bacterias en el producto terminado.

Se puede esperar que un proceso de cocinado a vapor, bajo las mismas condiciones de temperatura y velocidad de la banda que FG Mariscos, cause dos reducciones logarítmicas en el recuento total de bacterias. Después del cocinado, la carga tiende a aumentar por la adición de agua en el glaseo, el contacto con el aire y el manipuleo. Aún así, los valores no deben sobrepasar los permitidos por el Centro de Comercio Internacional.

Los porcentajes de glaseo varían de acuerdo al tamaño del camarón. Para camarones con tallas diferentes en 10 piezas por libra, estos porcentajes pueden llegar a ser 26 % más altos para los camarones más pequeños.

Con el proceso de cocinado bajo las condiciones de FG Mariscos, se puede obtener un producto de alta calidad sensorial y seguro microbiológicamente.

7. RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones pueden realizarse a raíz de este estudio:

Se debe hacer un muestreo periódico de la carga microbiana inicial en el producto crudo, para confirmar que está por debajo del nivel esperado, puesto que la carga final en el producto cocinado es una función de la carga inicial. Se recomienda que se haga un análisis de presencia de patógenos para los lotes de procedencia dudosa o cuando se sospeche un manipuleo inadecuado.

Los posibles temas de investigación posterior podrían ser:

- Estudio del efecto de diferentes combinaciones de fuentes de fosfato y tiempos de tratamiento sobre el rendimiento de cocinado.
- Estudio de mercado y posteriormente técnico para la introducción de otros aditivos permitidos por el *Codex Alimentarius* (limón, especias y aromatizantes) en el agua de tratamiento, de enfriamiento o de glaseo.
- Estudio de mercado y técnico para determinar qué usos potenciales puede tener el camarón que se acumula en el equipo y/o se cae al suelo.
- Estudio del efecto en el ambiente de los desechos de agua de tratamiento y enfriado (con un cierto porcentaje de proteína hidrosoluble) y propuesta de soluciones.

Se debe considerar la implementación de un sistema de control de calidad estadístico basado en muestreo de aceptación por lotes.

Realizar un estudio económico y de costos para observar la rentabilidad del proceso.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1997. Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Ed. by P. Cunniff. Maryland, EE.UU. Chapter 17.
- BARNETT, J. 1988. Seafood safety: the facts. *Seafood business* (EE.UU.). 7 (6): 122-135.
- DINAMARCA, CARNITECH. 1997. Service manual for cooking/freezing line, Albert Fisher Group PLC. s.l. s.p.
- CHARLEY, H. 1989. Tecnología de alimentos, procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. Méx., LIMUSA. 767 p.
- COLINDRES, A.; LOBO, J.; CORRALES, R. 1997. Plan de análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP) para FGM. FGM, San Lorenzo, Honduras. s.p.
- COLÓN, L.; RODRÍGUEZ, S.M. 1981. Tabla de composición de alimentos de uso corriente en Puerto Rico. P.R., Universidad de Puerto Rico. 31 p.
- HANSEN, L. 1997. Prawn processing for San Lorenzo, Honduras. Holland, Albert Fisher. s.p.
- HELDMAN, D.R.; HARTEL, R.W. 1997. Principles of food processing. N.Y., EE.UU., Chapman & Hall. 288 p.
- HERRMANN, K. 1970. Alimentos congelados, tecnología y comercialización. Trad. por Carlos Bernaldo de Quirós. Zaragoza, España, Acribia. 285 p.
- ICATTI. 1997. Buenas prácticas de manufactura. s.l. s.p.
- INTERNATIONAL TRADE CENTRE. 1983. Shrimps: a survey of the world market. Geneva. 273 p.
- KRAMER, A.; TWIGG, B.A. 1970. Quality control for the food industry. 3rd ed. The AVI Publishing, Westpoint, Connecticut, EE.UU. 556 p.

- LOBO, J.T. 1996. Cook yields on fresh and defrost WSO and fresh and defrost peeled cultured shrimp. Empacadora San Lorenzo, San Lorenzo, Hond. 3 p.
- LUCIEN-BRUN, H. 1997. Evolution of world shrimp production: fisheries and aquaculture. *World Aquaculture* (EE.UU.) Dic. 1997: 21-33.
- NATIONAL MARINE AND FISHERY SERVICES. 1992. Fishery products inspection manual, development, assessment, approval, and continuing compliance evaluation of HACCP based inspection systems. Washington, EE.UU. s.p.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN (FAO) y ORGANIZACIÓN MUNDIAL PARA LA SALUD (OMS). 1992. Pescado y productos pesqueros. *In Codex Alimentarius*, texto abreviado. Ed. por B. L. Smith. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Organización Mundial de la Salud, Roma, Italia. División 7.
- POTTER, N.N.; HOTCHKISS, J.H. 1995. Food science. 5th ed. N.Y., EE.UU., Chapman & Hall. 608 p.
- REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. 3a ed. El Zamorano, Hond. 396 p.
- RIPPEN, T.E.; HACKNEY, C.R. 1992. Pasteurization of seafood: potential for shelf-life extension and pathogen control. *Food Technology* (EE.UU.) 46 (12): 88-94.
- ROMOJARO, F.; RIQUELME, F.; PRETEL, M.T.; MARTÍNEZ, G.; SERRANO, M.; MARTÍNEZ, C.; LOZANO, P.; SEGURA, P.; LUNA, P.A. 1996. Nuevas tecnologías de conservación de frutas y hortalizas: atmósferas modificadas. Madrid, España, Mundi - Prensa. 221 p.
- TRESSLER, D.K.; VAN ARSDEL, W.B.; COPLEY, M.J. 1968. The freezing preservation of foods. EE.UU., AVI Publishing. 569 p.

9. ANEXOS

Anexo 1: Cargas microbianas aceptables para camarón crudo y cocinado.

Microorganismo	Camarón crudo	Camarón cocinado
Recuento total de bacterias	5.0×10^6 UFC/g	Menos de 10^1
Coliformes totales	1000	500
Coliformes fecales	100	100
<i>Staphylococcus aureus</i>	100	Menos de 100
<i>Salmonella</i>	Negativo en 25 g	Negativo en 25 g
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Menos de 10 UFC/g	Menos de 100
<i>Vibrio cholerae</i>	Negativo en 25 g	Negativo en 25 g
<i>Listeria monocytogenes</i>	Negativo en 25 g	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Menos de 10 UFC/g	Negativo en 25 g

Fuente: International Trade Centre (1983) y comunicación personal con Ing. Ismael Escobar (Laboratorio de Análisis Microbiológico, Grupo Granjas Marinas), adaptado por la autora.

Anexo 2: Composición química del camarón.

Componente	Contenido en 100 g de porción comestible
Agua	78.2%
Valor energético	91 kcal
Proteína	18.1 g
Grasa	0.8 g
Total de hidratos de carbono	1.5 g
Fibra de hidratos de carbono	- g
Calcio	63 mg
Hierro	1.6 mg
Sodio	140 mg
Potasio	220 mg
Vitamina A	- U.I.
Tiamina	0.02 mg
Riboflavina	0.03 mg
Niacina	3.2 mg

Fuente: Colón y Rodríguez (1981), adaptado por la autora.

Anexo 3: Datos nutricionales del camarón cocinado de FG Mariscos.

Componente	Contenido (g en 3 onzas)
Grasa total	0
Grasa saturada	0
Colesterol	0.17
Sodio	0.095
Carbohidratos totales	0
Fibra dietética	0
Azúcares	0
Proteínas	23

Fuente: Empaque del producto, análisis realizado para Albert Fisher Group, adaptado por la autora.

Anexo 4: Valores D de microorganismos no formadores de esporas.

Microorganismo	85 °C (seg)	65 °C (seg)	Valor z (°C)	Medio de calentamiento
<i>Vibrio cholerae</i>	0.16	11.7	10.5	Buffer
	0.29	93.0	7.7	Carne de cangrejo
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.14	2.8	14.8	Almejas
<i>Listeria monocytogenes</i>	0.16	39.8	8.4	Carne de cangrejo
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.002	15.0	5.1	Varios alimentos
	0.04	132.0	5.5	Varios alimentos
<i>Salmonella typhimurium</i>	0.002	2.3	6.2	Leche
<i>Salmonella senftenberg</i>	0.017	53.6	5.5	-
<i>Shigella dysenteria</i>	0.0002	3.0	4.7	Leche
<i>Campylobacter jejuni</i>	0.0007	1.03	5.8-6.7	Leche descremada

Fuente: Rippen *et al.*, 1992.

Discusión del cuadro de valores D para microorganismos no formadores de esporas

El microorganismo de mayor valor z es *Vibrio parahaemolyticus*, ($z = 14.8$ °C en almejas). Esto quiere decir que si para obtener una reducción decimal en la carga de este microorganismo, se requieren 0.14 segundos a 85 °C, para tratar por solamente 0.014 segundos se requiere una temperatura de 99.8 °C y para tratar por 1.4 segundos, el efecto deseado se obtendrá a los 70.2 °C.

Según las exigencias de los clientes de FG Mariscos, los microorganismos más nocivos y que no deben estar presentes en el camarón cocinado (Anexo 1) son *Salmonella* y *Vibrio cholerae*. A continuación se discute la sensibilidad de estos al tratamiento térmico. En leche, se requieren 0.017 segundos a 85 °C para obtener una reducción decimal en el conteo de *Salmonella senftenberg*, o bien 0.17 segundos a 90.5 °C. Para alimentos sólidos, estos tiempos podrían elevarse debido a su menor conductividad térmica. En cuanto al *Vibrio cholerae*, se puede decir que se necesita un tratamiento de 0.29 segundos a 85 °C para poder obtener una reducción decimal en la carga inicial en carne de cangrejo. Para obtener una reducción igual en la carga inicial de este microorganismo, se necesitan 92.7 °C por 0.029 segundos, o bien 2.9 segundos a 77.3 °C.

Como se dijo, la presencia de *Listeria monocytogenes* en los mariscos es una preocupación de la FDA, se discute a continuación la sensibilidad de este microorganismo al tratamiento térmico. En carne de cangrejo, se ha comprobado que se requieren 0.16 segundos a 85 °C para obtener una reducción decimal en la carga microbiana. Se necesitarían 1.16 segundos a 76.6 °C para obtener la misma reducción decimal o bien 0.016 segundos a 93.4 °C.

Anexo 5: Resultados microbiológicos de producto terminado en FG Mariscos.

Lote	011302	011702	021702	011902	012002	022002	01232	012702
Recuento total	1000	<1000	<1000	100	300	200	330	550
Coliformes totales	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Coliformes fecales	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
<i>E. coli</i>	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
<i>S. aureus</i>	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
<i>V. parahaemolyticus</i>	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
<i>Salmonella</i>	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
<i>Listeria</i> ^y								(-)

Fuente: Registros en FG Mariscos (1998), adaptado por la autora.

^y Para los primeros lotes, todavía el laboratorio no contaba con el equipo para realizar la prueba de *Listeria*. Por esto, los datos para estos lotes están ausentes.

Anexo 6: Metodología AOAC para análisis de recuento total de bacterias, según se aplica en el Laboratorio de Análisis Microbiológico.

Para los análisis microbiológicos de las muestras en el laboratorio, se siguió la metodología de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC, siglas en inglés). La metodología AOAC, aplicada para el análisis de recuento total de bacterias en camarón en el Laboratorio de Microbiología de Empacadora San Lorenzo, se guió por los pasos que se detallan a continuación.

- ✓ Se corta el camarón con una tijera estéril.
- ✓ Se pesan 25 g de camarón cortado.
- ✓ Se agregan los 25 g de camarón cortado y 225 ml de agua peptonada esterilizada a un matraz.
- ✓ Se licúa el contenido del matraz.
- ✓ Se prepara la dilución 10^{-1} con 10 ml de licuado y 90 ml de agua peptonada.
- ✓ Se prepara la dilución 10^{-2} con 10 ml de dilución 10^{-1} y 90 ml de agua peptonada.
- ✓ Se inoculan dos platos con 1 ml de dilución 10^{-1} cada uno y dos platos con 1 ml de dilución 10^{-2} .
- ✓ Se agrega Plate Count Agar¹⁰.
- ✓ Se deja 48 horas en la incubadora a 37 °C.
- ✓ Se cuenta el número de colonias en el plato.
- ✓ Se toman los platos entre 25 y 250 colonias por plato y se multiplica el conteo por el factor de la dilución.
- ✓ Los resultados obtenidos se reportan al gerente de Aseguramiento de Calidad de FG Mariscos.

¹⁰ El agar se prepara con 20,5 g en 1 L de agua destilada. Se deja reposar 5 minutos y luego se mezcla bien. Se lleva a ebullición calentando a fuego lento. Luego se pone en frascos de 90 ml y se esteriliza en autoclave a 121 °C por 20 minutos. El Plate Count Agar contiene triptona, extracto de levadura, glucosa, agar no. 1 y llega a un pH de 7.0 (6,8 a 7,2).

Anexo 7: Resumen de muestreos necesarios en camarón cocinado.

El camarón cocinado es considerado como un producto de alto riesgo ("substantial risk") porque su uso está dirigido a un consumo directo por el cliente. Por esto se necesitan por lo menos una muestra por lote para verificar los niveles y/o ausencia de patógenos como *Salmonella* y *Listeria*, y cinco muestras por lote para verificar *Staphylococcus aureus* y coliformes fecales.

Análisis	<i>Listeria</i> y <i>Salmonella</i>	<i>Staphylococcus</i> y coliformes fecales
Plan de muestreo	Guía de la FDA	NACMF ¹¹
Submuestras por prueba	15 paquetes	1 paquete
Tamaño submuestras	Mínimo de 8 onzas ¹²	Mínimo de 8 onzas
Muestra compuesta	SI, (15:1)	No

Fuente: National Marine and Fishery Services, 1992.

Anexo 8: Propuesta de sistema de muestreo de camarón (basado en Kramer y Twigg, 1970).

Hay dos tipos de muestreo: por atributos y por variables. El primero se refiere a clasificar la unidad de producción en aceptable o no. El segundo se usa cuando no se puede rechazar o aceptar un lote pero se quiere definir su nivel de calidad o uniformidad de acuerdo a una escala.

El muestreo de camarón cocinado es por atributos, es decir que su objetivo es aceptar o rechazar un lote. Los análisis que se le hacen a la muestra en el laboratorio son: recuento total de bacterias, coliformes totales, coliformes fecales y patógenos como *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *V. cholerae*, *Samonella* y *Listeria monocytogenes*. De estos, como se puede apreciar en el Anexo 1, los últimos tres deben estar ausentes en una muestra de 25 g. Los demás tienen niveles máximos permisibles más allá de los cuales los lotes son rechazados. Por esto el muestreo para analizar *V. cholerae*, *Samonella* y *Listeria monocytogenes* es de importancia "crítica". El muestreo para el resto de microorganismos es una característica de importancia calificada como "mayor".

Un lote a granel es aquel que las unidades de producto no han sido empacadas de ninguna manera. Cuando se habla de sublotes, se refiere a divisiones de un lote en unidades como bolsas, cajas, etc.

¹¹ National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods.

¹² Equivalente a aproximadamente 230 g, es decir casi media libra de peso.

El propósito del muestreo de camarón para análisis microbiológico es aceptar/rechazar/poner en cuarentena un lote de producción. Por la naturaleza del muestreo, éste debe ser por atributos, como ya se había mencionado anteriormente.

El material de muestreo, el camarón, está en tamaño unitario. Es un producto en partículas pequeñas y se puede muestrear en base a una unidad de medida discreta, como el volumen o contenidos de un recipiente.

La historia del material también debe tomarse en cuenta a la hora de muestrear. No es lo mismo muestrear un producto crudo, del que se esperan cuentas microbianas relativamente altas, que muestrear un producto cocinado, en el que las cuentas van a ser bajas. El muestreo puede ser ajustado a los resultados esperados de la muestra. Asimismo, si se presentaron problemas en el proceso que pueden poner en duda su seguridad, el muestreo debe ser más estricto.

El costo del material también influye en el muestreo. Las materias primas de alto valor no deben desperdiciarse, especialmente si el muestreo es destructivo, es decir que la muestra va a quedar inútil para resto el proceso. Como los análisis microbiológicos son requisito para cada lote de producto terminado, el muestreo para estas pruebas es de importancia crítica. El muestreo y análisis de estas muestras de camarón deben ser rigurosos porque implican un riesgo a la salud del consumidor (patógenos).

A continuación se describen las características del lote que afectan los procedimientos de muestreo. Estas características son: tamaño del lote, empaque y flujo del producto a muestrear.

El tamaño del lote no tiene una relación tan directa con la precisión del muestreo como la tiene el número de muestras tomadas. Es recomendable tener mayor número de muestras par los lotes más grandes.

Como ya se había mencionado, los lotes pueden estar a granel o empacados. En el segundo caso, la variable a determinar es el número de paquetes dentro de un sublote que deben ser muestreados para tener un muestreo representativo.

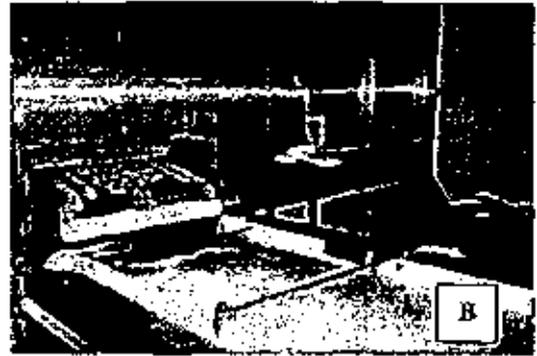
El flujo del producto a muestrear influye porque cada unidad debe tener igual oportunidad de ser muestreada. El principio de randomización es la base para el muestreo.

En general, el muestreo se basa en tablas estadísticas estándar, que se fundamentan en el tamaño del lote, el nivel de exigencia del muestreo y el nivel estadístico de aceptación deseado.

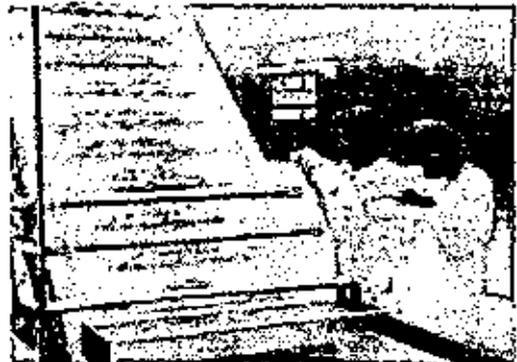
Anexo 9: Ilustraciones del proceso de cocinado de camarón en FG Mariscos.



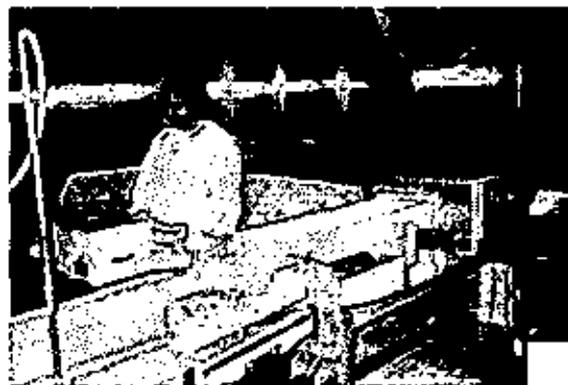
Recibo, alineamiento y control de calidad del camarón en la Planta de Cocinado FGM.



Dos vistas del cocinador a vapor de Carnitech de FG Mariscos: (A) Entrada del camarón crudo y (B) Salida del camarón cocinado.



Monitoreo de temperaturas de cocinado y enfriado.



Procesos de embolsado, pesado, sellado y detección de metales.



(C) "Masterado de las cajas e identificación de los lotes procesados.

(D) Transporte refrigerado del producto hasta el puerto. Las temperaturas son de -18°C o menos.