

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL

(UCI)

**VALIDACIÓN DE LOS PLANES HACCP PARA EL PROCESAMIENTO DE
CAMARÓN DESCABEZADO, COCINADO Y CRUDO, UTILIZANDO
CONGELACIÓN RÁPIDA INDIVIDUAL (IQF POR SUS SIGLAS EN INGLÉS),
HONDURAS**

ELISABET POSADAS MARTÍNEZ

**PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MÁSTER EN GERENCIA DE
PROGRAMAS SANITARIOS EN INOCUIDAD DE ALIMENTOS**

VALLE, HONDURAS

SEPTIEMBRE 2017

HOJA DE APROBACIÓN

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL (UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como requisito parcial para optar al grado de Máster en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos

MIA Ana Cecilia Segreda Rodríguez
Tutora

Ing. Randall Chaves Abarca, MET
Lector 1

Elisabet Posadas Martínez

SUSTENTANTE

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de posgrado en primer lugar a mi Madre, Norma Leticia Martínez, quien a lo largo de mi vida y de mi carrera profesional ha sido mi sustento, mi apoyo y mi fuerza.

A mi Padre, José Adrián Posadas, por dejar en mi vida las más importantes lecciones de humildad y fortaleza, y que desde el cielo siempre me cuida.

A mis hermanas Norma Posadas y Raquel Posadas, por la compañía, los consejos y el ejemplo de perseverancia que me han impulsado a luchar por mis sueños.

A mi dulce sobrina Sara Nohelia Posadas, sinónimo de luz en nuestras vidas.

Por ser más que mi familia, por ser mi vida entera, los amo.

Elisabet Posadas Martínez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme las fuerzas necesarias para llevar a cabo este proyecto y por ayudarme a concluir mis estudios de Maestría, porque sin Él no soy nada.

Agradezco a mi familia por ser mi mayor fuente de inspiración y mi fortaleza, por apoyarme en todos los aspectos posibles y ayudarme a lograr mis metas, gracias a ellos soy quien soy.

A Manuel Irías por ser mi segundo Padre, por compartir mis logros y estar junto a mí en los buenos momentos, pero sobre todo por ser mi incondicional compañía en las épocas difíciles.

A cada uno de los Profesores de la Maestría, en especial al Director Felix Cañet y a mi Tutora Dra. Ana Segreda, a los dos, gracias por compartir conmigo sus conocimientos y ayudarme a crecer profesionalmente.

A cada uno de los compañeros por su colaboración con el desarrollo del proyecto. Agradezco al Ing. Martín Laínez por darme la oportunidad de aprender nuevos conocimientos y por su apoyo en esta etapa profesional.

A mis amigos por su complicidad y lealtad.

Elisabet Posadas Martínez

ÍNDICE DE CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	viii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE ABREVIACIONES.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Acuicultura en Honduras.....	5
2.2 Características del Camarón Blanco del Pacífico (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	6
2.2.1 Hábitat y biología	6
2.2.2 Etapas del Procesamiento de Camarón <i>Litopenaeus vannamei</i>	7
2.2.2.1 Recepción y descabezado de camarón entero	7
2.2.2.2 Recepción y pelado de camarón con concha en Planta Empacadora	8
2.2.2.3 Procesamiento de camarón IQF crudo.....	8
2.2.2.4 Procesamiento de camarón IQF cocinado	8
2.3 Regulaciones de mercado.....	9
2.4 El Sistema HACCP en la Industria Acuícola	10
2.4.1 Importancia del Sistema HACCP	11
2.4.2 Programas Pre-requisitos del Sistema HACCP	12
2.4.3 Principios del Sistema HACCP	14
2.4.4 Descripción del Plan HACCP.....	14
2.4.4.1 Principio 1: Análisis de riesgos - Identificación de los peligros potenciales	16
A. Peligros Biológicos	16
B. Peligros Químicos: Cloratos	18
2.4.4.2 Principio 2: Determinar los Puntos Críticos de Control (PCC).....	19

2.4.4.3	Principio 3: Establecimiento de criterios, niveles objetivos y tolerancias para cada PCC	20
2.4.4.4	Principio 4: Establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PCC	20
2.4.4.5	Principio 5: Medidas correctivas	22
2.4.4.6	Principio 6: Establecimiento de un sistema de documentación y mantenimiento de los registros.....	24
2.4.4.7	Principio 7: Verificación.....	24
2.4.5	Validación de los Planes HACCP.....	27
2.4.5.1	Importancia de la validación.....	28
2.4.5.2	Elementos de la validación.....	29
2.4.5.3	Etapas del proceso de validación	29
2.4.5.4	Resultados del proceso de validación.....	29
2.4.5.5	Interrelación entre los procesos de Monitoreo, Verificación y Validación.....	31
3.	MARCO METODOLÓGICO	32
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1	Diagnóstico inicial.....	36
4.2	Verificación de histórico de desviaciones microbiológicas.....	37
4.3	Validación microbiológica del Plan HACCP, Planta Descabezadora E1, y Líneas de Proceso Cocinado IQF y Crudo IQF en Planta Empacadora E2.	41
4.3.1	Resultados Validación Microbiológica Planta de Descabezado E1.	41
4.3.1.1	Análisis Recuento Total de Bacterias.	42
4.3.1.2	Análisis Detección de <i>Salmonella spp</i> en Planta descabezadora E1.	44
4.3.2	Resultados Validación Microbiológica Planta Empacadora E2	46
4.3.2.1	Validación Línea de Proceso IQF Crudo.	46
4.3.2.1.1	Análisis Recuento Total de Bacterias (RTB).	47
4.3.2.1.2	Análisis Detección de <i>Salmonella spp</i> Proceso IQF Crudo.	49
4.3.2.2	Validación Línea de Proceso IQF Cocinado	51
4.3.2.2.1	Análisis Recuento Total de Bacterias (RTB).	51
4.3.2.2.2	Análisis Detección de <i>Salmonella spp</i> Proceso IQF Cocinado.....	54
4.4	Reporte general de tendencias de resultados de validación microbiológica 2017	55
4.5	Reporte General Resultados Análisis Cloratos	56

5.	CONCLUSIONES	58
6	RECOMENDACIONES	59
7.	BIBLIOGRAFÍA	61
8.	ANEXOS	65
	Anexo 1. Chárter	65
	Anexo 2. Artículo Científico	69
	Anexo 4. Ciclo de Producción del Camarón	82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Interrelación entre validación, monitoreo y verificación.....	31
Figura 2. Etapas del procesamiento Planta Descabezadora E1.....	34
Figura 3. Etapas de recepción y pelado en Planta Empacadora E2.....	35
Figura 4. Etapas del procesamiento Línea IQF Crudo Planta Empacadora E2.....	35
Figura 5. Etapas del procesamiento Línea IQF Cocinado Planta Empacadora E2.....	36
Figura 6. Desviaciones en producto planta E1 por <i>Salmonella spp</i> , último trimestre 2016.	38
Figura 7. Desviaciones por RTB y <i>Salmonella spp</i> en ambiente planta E1, último trimestre 2016.	39
Figura 8. Desviaciones en producto de Planta E2 por <i>Salmonella spp</i> último trimestre 2016, por línea de proceso IQF Crudo e IQF Cocinado.....	40
Figura 9. Desviaciones en ambiente de Planta empacadora E2 por RTB y <i>Salmonella spp</i> , último trimestre 2016.....	41
Figura 10. Gráfico comparativo de resultados de Análisis Recuento Total de Bacterias (Log ₁₀ UFC) en camarón y agua de Planta descabezadora E1.....	44
Figura 11. Gráfico de resultados de Análisis de Detección de <i>Salmonella spp</i> _ en camarón de Planta descabezadora E1.....	45
Figura 12. Gráfico comparativo de resultados de Análisis Recuento Total de Bacterias - RTB (Log ₁₀ UFC/g) en camarón y agua de proceso IQF Crudo.....	49

Figura 13. Gráfico de resultados de Análisis de Detección de <i>Salmonella spp_</i> en camarón de Línea de Proceso IQF Crudo.....	50
Figura 14. Gráfico comparativo de resultados de Análisis Recuento Total de Bacterias - RTB (Log ₁₀ UFC/g) en camarón y agua de proceso IQF Cocinado.....	53
Figura 15. Gráfico de resultados de Análisis de Detección de <i>Salmonella spp_</i> en camarón de Línea de Proceso IQF Cocinado.....	55
Figura 16. Tendencia general de desviaciones microbiológicas validación de los planes HACCP.....	56
Figura 17. Gráfico de resultados de cloratos en camarón, promedio mensual octubre – diciembre 2016 versus julio 2017.....	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resumen de desviaciones por presencia de <i>Salmonella spp</i> en producto de Planta E1, último trimestre 2016, versus cantidad de muestras analizadas.....	37
Cuadro 2. Resumen de desviaciones por RTB y <i>Salmonella spp</i> en agua y superficie de Planta E1, último trimestre 2016.....	38
Cuadro 3. Resumen de desviaciones por <i>Salmonella spp</i> en producto de Planta E2 en el último trimestre 2016, por línea de proceso IQF Crudo e IQF Cocinado.....	39
Cuadro 4. Reporte de desviaciones por RTB y <i>Salmonella spp</i> en agua y superficie de Planta empacadora E2 (IQF Crudo y Cocinado), octubre - diciembre 2016.....	40
Cuadro 5. Resultados análisis Recuento Total de Bacterias (UFC) en diferentes matrices: camarón, agua y hielo de Planta descabezadora E1.....	42
Cuadro 6. Resultados análisis Recuento Total de Bacterias (Log ₁₀ UFC) en diferentes matrices: camarón, agua y hielo de Planta descabezadora E1.....	43
Cuadro 7. Resultados análisis Detección de <i>Salmonella spp</i> en diferentes matrices: camarón, agua, hielo y manos de personal de Planta descabezadora E1.	45
Cuadro 8. Resultados análisis RTB (UFC) en diferentes matrices: camarón, agua, hielo y superficie - material de empaque del proceso IQF Crudo.....	47
Cuadro 9. Resultados análisis RTB (Log ₁₀ UFC) en diferentes matrices: camarón, agua y hielo del proceso IQF Crudo versus Límite superior según especificación del cliente.....	48

Cuadro 10. Resultados análisis Detección de <i>Salmonella spp</i> en diferentes matrices: camarón, agua, hielo, manos de personal y material de empaque de Línea de Proceso IQF Crudo.....	50
Cuadro 11. Resultados análisis Recuento Total de Bacterias (UFC) en diferentes matrices: camarón, agua, hielo, superficie - material de empaque y aire de vapor del proceso IQF Cocinado.....	51
Cuadro 12. Resultados análisis Recuento Total de Bacterias (Log ₁₀ UFC) en diferentes matrices: camarón, agua y hielo del proceso IQF Cocinado versus Límite superior según especificación del cliente.....	52
Cuadro 13. Resultados análisis Detección de <i>Salmonella spp</i> en diferentes matrices: camarón, agua, hielo, manos de personal, ingredientes y material de empaque de Línea de Proceso IQF Cocinado.....	54

ÍNDICE DE ABREVIACIONES

EM:	Empresa Matriz
E1:	Planta Descabezadora
E2:	Planta Empacadora de camarón
HACCP:	Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (por sus siglas en inglés)
PCC:	Punto Crítico de Control
FDA:	Administración de alimentos y medicamentos (por sus siglas en inglés)
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (por sus siglas en inglés)
ISO:	Organización Internacional de Estandarización (por sus siglas en inglés).
ETA:	Enfermedades Transmitidas por Alimentos
BPM:	Buenas Prácticas de Manufactura
BPH:	Buenas Prácticas de Higiene
BPA:	Buenas Prácticas Acuícolas
SSOP:	Procedimientos Operativos Estándar de Limpieza y Desinfección (por sus siglas en inglés)
ICMSF:	Comisión Internacional en Especificaciones Microbiológicas para Alimentos (por sus siglas en inglés)
EFSA:	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (por sus siglas en inglés)
IQF:	Congelación rápida individual (por sus siglas en inglés)
RTB:	Recuento Total de Bacterias
UFC:	Unidad Formadora de Colonia
Log₁₀:	Logaritmo en base a 10

RESUMEN EJECUTIVO

La producción acuícola actualmente, es uno de los sistemas de producción de alimentos de más rápido crecimiento en las últimas décadas. Su contribución en la industria se destaca por el uso de diversas tecnologías en pro de la elaboración de alimentos inocuos y seguros, favoreciendo la generación de divisas y llegándose a convertir en uno de los sectores con más actividad económica en el país.

Como en todo sistema de producción de alimentos, en el procesamiento del camarón la inocuidad no es negociable. El Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés), ha venido a contribuir grandemente, al mantenimiento de los controles de calidad en la industria, obteniendo un alto nivel de garantía de inocuidad y un control en tiempo real a nivel de elaboración.

Los peligros identificados dentro del procesamiento del camarón, son esencialmente microbiológicos y químicos, la flora natural y el ambiente donde se desarrolla el camarón son decisivas para su calidad durante las etapas posteriores de procesamiento.

Los entes que velan por la inocuidad de los alimentos a nivel mundial, día a día descubren diversas sustancias que pueden llegar a ocasionar daños a la salud de los consumidores, tal es el caso del peligro químico emergente de los cloratos, una molécula formada como subproducto de la desinfección, que surge de la utilización del cloro y sus derivados en los procesos de limpieza y descontaminación en las industrias alimenticias.

El objetivo general de este proyecto final de graduación (PFG), consistió en la evaluación de los planes HACCP ya implementados en la Planta descabezadora E1 y en la Empacadora de camarones E2, ambas pertenecientes a la Empresa Matriz (EM), para asegurar que los mismos siguen siendo eficaces para el control, tanto de los peligros microbiológicos, como del peligro químico emergente de los cloratos, considerando que en el último trimestre del año 2016, se realizaron diversos cambios en los procesos de potabilización de agua y desinfección del camarón.

Durante la primera etapa del PFG, se realizó un diagnóstico en el cual se revisaron documentalmente e *in situ*, los diagramas de proceso de los planes HACCP procedentes de planta descabezadora E1, y de las líneas de proceso IQF cocinado e IQF crudo en la planta empacadora E2. Se encontró que los mismos, cumplieron con los procesos en estudio, y no se identificó la necesidad de realizar actualizaciones a éstos.

También, se realizó una revisión del historial de desviaciones microbiológicas reportadas en ambas dependencias en el último trimestre de 2016. Se identificó

octubre como el mes con mayor incidencia de desviaciones por *Salmonella spp* en camarón, y por indicadores en ambiente. En noviembre y diciembre redujeron las desviaciones, meses en los que se llevaron a cabo la mayor cantidad de cambios para evitar la presencia de cloratos, lo cual podría ser indicativo que las modificaciones no impactaron en la calidad microbiológica del camarón en los últimos meses del 2016.

Para el estudio experimental, se seleccionó una laguna con historial de positividad de *Salmonella spp* en la semana 24 del año 2017, a la cual, para efectos de la validación, se le procedió a hacer rastreabilidad/trazabilidad analítica desde la cosecha y descabezado, hasta su proceso en IQF crudo y cocinado respectivamente. A lo largo del procesamiento de la laguna en estudio, se recolectaron muestras de camarón, ingredientes y variables de influencia en el proceso, tales como el agua, hielo, superficies y manos de personal, aspectos que fueron utilizados para el análisis microbiológico respectivo.

Los resultados de la validación microbiológica, evidenciaron una notable presencia de *Salmonella spp* en el camarón procedente de la laguna seleccionada. En la planta descabezadora E1, se reportaron desviaciones en el 25% de las muestras analizadas, encontrándose presencia del patógeno en dos etapas intermedias de las 8 etapas totales del procesamiento. Sin embargo, en el producto terminado previo a envío a la Empacadora E2, no se reportó presencia de *Salmonella spp*.

En la línea de proceso IQF crudo, se reportó presencia de *Salmonella spp* en cuatro de las 11 etapas, con una positividad del 36% del total de muestras analizadas en dicho proceso; lo que evidenció que los controles no fueron suficientes para su eliminación, ya que permaneció positiva en la fase final del proceso. En la validación del proceso IQF cocinado, no se encontró presente *Salmonella spp* en ninguna de sus etapas, reflejando que las medidas de control implementadas fueron efectivas y que el proceso de cocción al vapor (punto crítico de control) es capaz de eliminarla. En relación con el monitoreo ambiental, se reportan solamente desviaciones por indicadores en agua y hielo, tanto en Planta E1 como en proceso IQF cocinado.

Las medidas implementadas para controlar la presencia de cloratos en camarón, han demostrado ser efectivas, ya que los resultados obtenidos durante el período de ejecución del PFG, se reportaron por debajo del límite máximo recomendado.

Se recomienda, realizar una nueva revisión de los Planes HACCP de la descabezadora E1 y de proceso IQF crudo, efectuando ajustes para asegurar que las medidas de control, aún son suficientes para eliminar patógenos tales como *Salmonella spp*, sin afectar la concentración de cloratos, y posteriormente revalidar. Finalmente, se sugiere analizar el comportamiento de desviaciones posterior a los cambios realizados en 2016 debido a los cloratos, correlacionando resultados mensuales del monitoreo de los procesos y comparar los años 2016 y 2017.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de camarón, es una de las principales actividades económicas en Honduras, que actualmente cuenta con el puesto número 4 en lo referente a divisas generadas de la exportación, principalmente hacia los mercados europeo y estadounidense (Castro, V. 2015).

Asimismo, es uno de los sectores más prometedores para la inversión, lo que conlleva a la apertura de nuevos mercados, por ejemplo, en países asiáticos, quienes anualmente consumen cantidades importantes de camarón como parte de su cultura alimentaria y volumen poblacional. Central América Data (2017) posicionó a Honduras como el principal exportador de camarón y langostino congelado en Centroamérica en el año 2016.

Según Huss, H. (1997), los crustáceos son un elemento popular de la alimentación en muchos lugares del mundo y en algunos países ha constituido el principal aporte de proteína de origen animal. No obstante, el consumo de productos acuáticos también puede producir enfermedades por infección o intoxicación.

La globalización y el libre comercio de productos alimenticios, es una vía transcendental que favorece la aparición de enfermedades de transmisión alimentaria (ETA). Lo anterior, sustenta la necesidad de contar con industrias consolidadas, no sólo económicamente, sino que cuenten con una cultura de inocuidad y seguridad alimentaria establecida, con enfoque preventivo para la reducción o eliminación de los peligros químicos y biológicos.

El sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC o HACCP por sus siglas en inglés), surge como una alternativa para la producción de alimentos inocuos, controlando cada etapa del proceso, desde la granja hasta la mesa. El sistema HACCP es compatible con la industria camaronera, debido a que en ésta es indispensable contar con medidas que reduzcan el riesgo, y de ser posible eliminen todos aquellos peligros que amenazan la producción del camarón.

Cuando una empresa ya tiene establecido un sistema HACCP, puede contar con la certeza de que su proceso está siendo controlado y que se encuentra regido bajo un enfoque preventivo que es capaz de identificar y controlar todos los peligros a lo largo del proceso, sin embargo, es necesario evaluar (con una frecuencia basada en análisis de riesgos), si las medidas de control siguen siendo eficaces y garantizan la obtención de alimentos inocuos, especialmente si se han presentado cambios en alguna de las etapas del proceso o si se identifica un incremento en la cantidad de producto no conforme.

Dentro de los principios establecidos en el HACCP, para la evaluación del propio sistema destacan: el principio 4 sobre procedimientos de monitoreo de los Puntos Críticos de Control, y el principio 7 relacionado con los procedimientos de verificación. Tanto el monitoreo como la verificación de las medidas de control y en general de todos los elementos del sistema HACCP, son indispensables. Dentro del principio 7 se encuentra incluida la validación de los planes HACCP.

Según Codex Alimentarius (2009), la validación es la constatación de que los elementos del Plan HACCP son efectivos. Con la validación de ésta, se logra demostrar que todo lo descrito y realizado en la planta de procesamiento, puede prevenir, eliminar o reducir los niveles del riesgo que han sido identificados. (INOFOOD, 2010). Durante la validación, se verifican todos aquellos elementos que forman parte del monitoreo y de la verificación, y se puede decir que ésta es una evaluación global del sistema, fundamentada especialmente en evidencia científica.

La microbiota presente en el camarón es muy diversa, en la cual predominan especialmente las bacterias Gram negativas. Algunos de los peligros biológicos identificados en el procesamiento de camarón, provienen del medio ambiente en el que se desarrollan como *Vibrio parahaemolyticus*, mientras que otros, son normalmente ajenos al hábitat con reservorio humano/animal y que según H. Huss, 1997, pueden contaminar al ejemplar vivo durante la cosecha o procesamiento, como ser *Salmonella spp* y *Escherichia coli*. Para el control de estas bacterias, se

utilizan de forma puntual medidas de control de tiempo y temperatura, y cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

En relación a los peligros químicos, éstos están estrechamente relacionados, en la mayoría de los casos, con actividades dentro de las etapas del procesamiento de camarón, por ejemplo: adición de conservantes, utilización de químicos del programa de control de plagas, sub productos de la desinfección, entre otros.

Durante los últimos dos años, la Unión Europea (UE) ha enfocado su atención en aquellas sustancias químicas que pueden llegar a ser clasificadas como pesticidas, y que no deberían encontrarse en los alimentos en cantidades importantes que supongan un riesgo al consumidor, como es el caso de los cloratos y percloratos.

Los cloratos son moléculas generadas como subproductos de la desinfección, al utilizar productos a base de cloro (Cl), durante los procesos de potabilización del agua y desinfección del camarón. Existen diversas hipótesis sobre la generación de los cloratos, por ejemplo, que los mismos se producen cuando los químicos a base de cloro (hipoclorito ClO^-), son expuestos a los rayos ultravioleta del sol. Actualmente, no existe una normativa específica que determine los límites máximos de cloratos permitidos en camarón. Lo anterior, pone en evidencia que el tema es sumamente novedoso y que aún se encuentra bajo investigación científica.

Debido a exigencias del mercado europeo, durante el último trimestre del año 2016, la planta descabezadora E1 y la planta empacadora E2, ambas pertenecientes a la Empresa Matriz, sufrieron cambios significativos en los sistemas de potabilización de agua, así como en los procesos de lavado y desinfección del camarón, en función de la reducción de la concentración de cloro para evitar la formación de cloratos como sub productos de la desinfección.

Dichos cambios involucraron también modificaciones en los Planes HACCP, por la inclusión de los cloratos como un nuevo peligro químico.

El presente PFG, surge debido a la necesidad de la Empresa Matriz de verificar que los planes HACCP implementados en la planta descabezadora E1 y en la planta empacadora E2 respectivamente, siguen siendo eficaces para el control de los peligros microbiológicos y químicos identificados durante el procesamiento de camarón *Litopenaeus vannamei*, posterior a los cambios realizados a finales del año 2016.

El objetivo general de este proyecto de posgrado es: evaluar los planes HACCP de dos dependencias de la EM, para el aseguramiento de los controles de calidad durante el procesamiento del camarón *Litopenaeus vannamei* usando IQF.

Los objetivos específicos son:

1. Analizar la efectividad de las medidas de control implementadas para el monitoreo de los puntos críticos en ambas dependencias de la Empresa Matriz, para garantizar un sistema de control de peligros apropiado durante el procesamiento de camarón *Litopenaeus vannamei*.
2. Revisar los diagramas de proceso de los planes HACCP para ambas plantas de camarón descabezado y en las líneas de proceso de cocinado y/o crudo (ambos en IQF), para la verificación de su efectividad.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Acuicultura en Honduras

La producción acuícola es un medio de producción animal que se encuentra creciendo velozmente en el mundo. Asimismo, el cultivo comercial de algunas especies de gambas y langostinos para la alimentación es una de las áreas de mayor desarrollo de acuicultura. (Rojas, J. 2017).

Según Castellón, M. (2005), la acuicultura en Honduras tuvo sus inicios con el propósito de contribuir a mejorar los niveles de alimentación de la población rural hondureña. La Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras (ANDAH) existe desde las primeras etapas de la industria del cultivo de camarón, y se encarga de agrupar a los camaronicultores. Su función ha jugado un papel importante en el desarrollo y afianzamiento de la actividad acuícola, la investigación de la proliferación y las técnicas de combate a enfermedades, y sobre todo la investigación de la calidad del agua en el entorno de las fincas y su manejo en condiciones óptimas, proporciona la sustentabilidad de los procesos.

Además, Castellón, M., (2005) detalla algunas de las actividades desarrolladas por ANDAH desde su origen son:

- *Monitoreo Hidrográfico del Golfo de Fonseca.* Programa multisectorial con el propósito de estimar el periodo de intercambio de agua del Golfo con el Océano Pacífico, sus canales o vías de circulación interna; principalmente donde hay camaroneras.
- *Declaración de Áreas Protegidas.* Participando con las autoridades del Estado y organizaciones no gubernamentales ambientalistas en sus declaratorias, e implementación de sus planes de manejo.
- *Laboratorio de Calidad de Agua.* Programa permanente de investigación y análisis de la calidad del agua de los esteros del área, en las cuales están

concentradas las fincas camaroneras, con el propósito de conocer el comportamiento de los parámetros vitales del camarón y su manejo buscando mayor eficiencia y productividad en las operaciones de cultivo y el ecosistema en general.

Según la Secretaría de Agricultura y Ganadería-SAG, (2016), Honduras es uno de los países de mayor importancia en la actividad acuícola, con un crecimiento significativo de un 28% en los últimos cinco años, destacándose un incremento en la contribución del sector a los ingresos nacionales y generando más de 30 mil empleos directos, ubicándose así entre los rubros que más divisas aportan a la economía nacional y la seguridad alimentaria de la población hondureña.

2.2 Características del Camarón Blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*)

Pertenece al grupo de los crustáceos, el camarón cuenta con un exoesqueleto o caparazón que cubre su cuerpo alargado y sub cilíndrico, cuyo abdomen es más largo que la cabeza, finalizando en una nadadera caudal por un par de urópodos y el telson o cola. La talla comercial varía de 11 cm a 23 cm. (Rojas, J., 2017)

Según Rojas, J. (2017), el camarón *Litopenaeus vannamei* tolera factores ambientales soportando un intervalo de salinidad entre 0,5 – 45 ups (unidades prácticas de salinidad); especialmente crece bastante bien a densidades de siembra mayores de 50 org/m² en ambientes a bajas salinidades entre los 10 y 15 ups donde el medio acuático y la hemolinfa (sangre de los vertebrados), son isosmóticos (posee la misma tensión osmótica).

2.2.1 Hábitat y biología

El camarón blanco es nativo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde Sonora, México al Norte, hacia Centro y Sudamérica hasta Tumbes en Perú, en aguas cuya temperatura es normalmente superior a 20 °C durante todo el año. Pertenece a la familia *Penaeus*, éste se encuentra en hábitats marinos tropicales. Los machos maduran a partir de los 20 g y las hembras a partir de los 28 g en una edad de entre

6 y 7 meses. Cuando *P. vannamei* pesa entre 30 y 45 g, libera entre 100 000 y 250 000 huevos de aproximadamente 0,22 mm de diámetro. (Briggs, M., 2006).

La incubación ocurre aproximadamente 16 horas después del desove y la fertilización. En la primera etapa, la larva, denominada nauplio, nada intermitentemente y es fototáctica (reacciona a la luz). Los nauplios no requieren alimentación, sino que se nutren de su reserva embrionaria. Las siguientes etapas larvarias (protozoa, mysis y postlarva temprana, respectivamente), continúan siendo planctónicas por algún tiempo, se alimentan del fitoplancton y del zooplancton. Las postlarvas cambian sus hábitos planctónicos unos 5 días después de su metamorfosis y empiezan a alimentarse de gusanos, bivalvos y crustáceos. (Briggs, M., 2006).

2.2.2 Etapas del Procesamiento de Camarón *Litopenaeus vannamei*

Una vez que el camarón alcanza su madurez y talla comercial, se utilizan equipos de cosecha para retirarlo de la laguna. Posteriormente, el camarón es introducido en un bin (recipiente térmico) con agua con hielo (0 a 4 °C) donde muere por acción del frío. Seguidamente, el camarón se conserva en hielo dentro de recipientes sellados y aislados, y es transportado en camiones hacia las plantas procesadoras.

2.2.2.1 Recepción y descabezado de camarón entero

Durante esta etapa, el camarón entero es recibido de las fincas de las cuales es cosechado y, en la planta descabezadora, se realiza un muestreo de calidades y se verifica la rastreabilidad/trazabilidad del mismo. Posteriormente, el camarón pasa por las diversas etapas del procesamiento, entre las que se incluye el lavado con dióxido de cloro (ClO₂) a una concentración de 0,4 ppm. Luego, se continúa con el descabezado que se realiza de forma manual, el pesado del camarón se realiza utilizando básculas electrónicas. En lo referente al clasificado, éste se realiza separándolo por tallas, con el apoyo de máquinas clasificadoras. Finalmente, el producto es enviado en bines a la planta empacadora, no sin antes haber realizado un muestreo para análisis microbiológico.

2.2.2.2 Recepción y pelado de camarón con concha en Planta Empacadora

El camarón descabezado es recibido en la planta empacadora, en esta etapa se realiza una minuciosa verificación de la temperatura, para asegurar que no se haya perdido la cadena de frío, el producto debe estar $\leq 4^{\circ}\text{C}$. Posteriormente, el camarón es pelado y desvenado, y pasa por diversos procesos de lavado con dióxido de cloro a una concentración de 0,4 ppm, se controla que la temperatura del camarón sea $\leq 4^{\circ}\text{C}$ y por ende su rastreabilidad/trazabilidad.

2.2.2.3 Procesamiento de camarón IQF crudo

El camarón pelado es colocado en un tanque con agua a una temperatura de $\leq 2^{\circ}\text{C}$, la temperatura del producto debe mantenerse $\leq 4^{\circ}\text{C}$, con ayuda de una banda móvil, el producto ingresa al primer equipo IQF que se encuentra a una temperatura de -32°C . El camarón congelado sale del IQF a una temperatura mínima de -18°C . Posteriormente, el producto ingresa al equipo de glaseo, por medio de una banda móvil, en la cual el camarón es rociado con aspersores que vierten agua a una temperatura de $\leq 2^{\circ}\text{C}$, el glaseo se realiza para asegurar la hidratación del producto. Seguidamente el camarón ingresa al segundo IQF, para luego ser pesado y empacado en diferentes presentaciones, según especificación. Todo el producto procesado pasa por un detector de metales (Punto Crítico de Control), antes de proceder al empacado y colocación en másteres, para luego ser almacenado en las bodegas a una temperatura ambiente a -18°C , hasta su despacho.

2.2.2.4 Procesamiento de camarón IQF cocinado

El camarón pelado, ingresa al área de cocinado bajo riesgo, en la cual pasa por una etapa de tratamiento (saborizantes naturales) y luego es lavado con dióxido de cloro (ClO_2) a una concentración de 0,4 ppm. Posteriormente, éste es cocinado (Punto Crítico de Control) por medio de inyecciones de vapor a una temperatura de 82°C a 90°C durante dos minutos. Con la ayuda de un termómetro digital, se controla

que la temperatura interior del camarón, una vez cocinado, no sea menor a 72 ° C. Seguidamente, el camarón cocinado es vertido en un tanque de enfriamiento a una temperatura de $\leq 10^{\circ}\text{C}$, etapa en la cual se da un choque térmico que prepara al camarón para ingresar, con ayuda de bandas móviles, a los equipos de congelación rápida individual o IQF, que se encuentran a una temperatura de -32°C . El camarón congelado sale del IQF a una temperatura mínima de -18°C . Posteriormente, el producto ingresa al equipo de glaseo, por medio de una banda móvil, en la cual el camarón es rociado con aspersores que vierten agua a una temperatura de $\leq 2^{\circ}\text{C}$, el glaseo se realiza para asegurar la hidratación del producto. El camarón una vez glaseado ingresa a un segundo IQF, que se encuentra también a una temperatura de -32°C , con el objetivo de asegurar que el agua de glaseo ubicada en la superficie del camarón se encuentre completamente congelada.

Seguidamente, el camarón se pesa y empaca en diferentes presentaciones, según especificación. Todo el producto procesado pasa por un detector de metales (Punto Crítico de Control), antes de proceder al empaquetado y colocación en másteres, para luego ser almacenado en las bodegas a una temperatura ambiente a -18°C , hasta su despacho.

2.3 Regulaciones de mercado

Los estándares de sanidad y el empleo de medicamentos y productos químicos, así como las regulaciones de seguridad alimentaria para los mariscos (particularmente el camarón) son muy elevados en todos los países importadores. Sin embargo, la Unión Europea (UE) es aún más estricta en sus regulaciones, en relación con los residuos de productos químicos y antibióticos. El mercado estadounidense enfatiza más las medidas sanitarias tales como HACCP o evaluación sensorial. (Briggs, M., 2006).

Adicionalmente, Briggs, M., (2006) menciona que la industria debe satisfacer los requerimientos de todos los países importadores, especialmente en los siguientes aspectos:

- Residuos químicos.
- Seguridad alimentaria.
- Certificación.
- Rastreabilidad/Trazabilidad.
- Etiquetado de certificación ecológica.
- Sustentabilidad ambiental.

La formulación y adopción de Buenas Prácticas Acuícolas (BPA), están empezando a prevalecer en aras de una mayor bioseguridad, incrementar la eficiencia en costos, reducir los residuos de productos químicos e incrementar la trazabilidad. (Briggs, M., 2006).

2.4 El Sistema HACCP en la Industria Acuícola

Mouwen y Prieto, (1998), definen al HACCP como un sistema de garantía de la inocuidad y seguridad de los alimentos basado en medidas preventivas. Se trata de un enfoque sistemático, para minimizar o prevenir los riesgos para los consumidores, higiene de la planta y de los alimentos e integridad del producto. (Rojas, J. 2017)

La creciente tendencia hacia la globalización del comercio mundial, ha estimulado un interés destacable en el desarrollo de sistemas de inocuidad convincentes y más eficientes. Esta tendencia, ha sido particularmente importante en el sector agroalimentario para dar con ello una completa satisfacción, generando con esto varios acuerdos internacionales y adoptando los principios del sistema HACCP como una base reguladora. Este sistema, no es más que un método de control lógico y directo basado en la prevención de peligros: una manera de aplicar el

sentido común a la producción y distribución de alimentos inocuos. (Guzmán, E., et al, 2005).

La Norma de HACCP para Mariscos y Pescados, fue aprobada en 1997 por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA por sus siglas en inglés), y fue denominada "Procedimientos para el Procesamiento e Importación de forma Inocua y Sanitaria de Pescados y Productos Pesqueros".

La norma se basa en los siete principios de HACCP y se conoce como "La Norma de HACCP para Mariscos y Pescados". (Blakistone, B., et al, 2011)

2.4.1 Importancia del Sistema HACCP

El sistema HACCP ofrece un enfoque racional y lógico, para controlar los peligros alimentarios y evitar las numerosas deficiencias inherentes al enfoque de la inspección. Una vez establecido el sistema, el principal esfuerzo de la garantía de la calidad estará dirigido hacia los puntos críticos de control (PCC) y lejos de los interminables ensayos del producto final. Esto asegurará un grado mucho mayor de inocuidad a menor costo. (Huss, H., 1997).

Según Blakistone, B., et al (2011), HACCP ha sido avalado a nivel mundial por diversos países y organizaciones como el Codex Alimentarius. Si bien la manera de regular puede variar por país, los conceptos de HACCP son los mismos. Los procesadores de alimentos pueden utilizarlo, como una herramienta para el manejo de los alimentos de forma que se garanticen productos inocuos para los consumidores. El sistema de HACCP está diseñado para identificar peligros (AP - Análisis de Peligros) y para establecer controles (PCC – Puntos Críticos de Control). Es un enfoque sistemático para la identificación, evaluación, y control de los peligros que afectan la inocuidad alimentaria. HACCP no es un sistema de cero riesgos, pero

está diseñado para minimizar el riesgo de peligros que afectan la inocuidad de alimentos a niveles aceptables. (Blakistone, B., et al, 2011)

Según Codex Alimentarius (2009), el Sistema HACCP, es un instrumento que es utilizado para evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se centran en la prevención en lugar de basarse principalmente en el ensayo del producto final. Todo sistema de HACCP, es susceptible de cambios que pueden derivar de los avances en el diseño del equipo, los procedimientos de elaboración o el sector tecnológico. Para Echeverri, S., (2010), este programa de inocuidad adaptado a los sistemas productivos de la mayoría de industrias alimentarias a nivel mundial, presenta tres características básicas, las cuales lo diferencian de los demás sistemas de control de calidad:

1. Es racional: se relaciona con cada materia prima, con el proceso y con el uso final del producto
2. Es continuo: los problemas se detectan cuando ocurren y se toman acciones en línea para corregirlos
3. Es sistemático: es un plan que cubre paso a paso las operaciones y procedimientos de producción de alimentos.

La estructuración del sistema HACCP en una empresa, es además de una obligación legal, una táctica para la protección de los consumidores pues minimiza los riesgos, identifica los peligros y permite establecer un control preventivo de los peligros durante todo el proceso productivo. (Rojas, J. 2017)

2.4.2 Programas Pre-requisitos del Sistema HACCP

HACCP no es un programa independiente, más bien forma parte de un sistema extenso de procedimientos de control para garantizar la inocuidad en los alimentos.

Para que el sistema HACCP pueda funcionar efectivamente, debe acompañarse de lo que se conoce como programas prerrequisito. Los programas prerrequisito proveen las condiciones operacionales y ambientales básicas necesarias para la producción de alimentos inocuos y saludables, y proveen el fundamento para el sistema de HACCP. Algunos de estos programas son requeridos por las regulaciones y otros son recomendados. (Blakistone, B., et al, 2011)

Los pre-requisitos, comprenden todas aquellas actividades programadas y documentadas que involucran el control de los peligros presentes en el entorno del proceso.

Rojas, J. (2017) establece que, los siguientes son programas pre-requisitos: las buenas prácticas de manufactura (BPM), Buenas prácticas de higiene (BPH), procedimientos operativos estándares de limpieza y desinfección (SSOP por sus siglas en inglés), los programa de capacitación y entrenamientos para todos los empleados y manipuladores de alimentos, control de los proveedores, procedimientos de rastreabilidad/trazabilidad y de retiro de productos, mantenimientos preventivos, en las planta procesadora son considerados los pre-requisitos esenciales para la implementación del sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico (HACCP) como una herramienta para la inocuidad de alimentos durante su procesamiento (Guzmán, E., et al, 2005).

Según, Blakistone, B., et al, 2011, en adición a las BPM y los SSOP, existen otros programas que son considerados prerrequisito:

- Regulaciones locales.
- Requisitos de defensa y bioseguridad
- Requerimientos de etiquetado para alérgenos
- Requisitos de etiquetado de país de origen
- Requisitos de etiquetado nutricional

- Estándares regulatorios de alimentos.
- Procedimientos de seguridad contra fraude económico.

2.4.3 Principios del Sistema HACCP

La aplicación final del concepto HACCP en cualquier elaboración de alimentos es específica para cada proceso y para cada industria de alimentos. En cada caso es necesario un estudio detallado del flujo de procesos para identificar los peligros y los PCC. (Huss, H., 1997).

Huss, H. (1997), además establece que todos los principios del HACCP son muy lógicos, sencillos y claros. No obstante, en la aplicación práctica es probable que surjan diversos problemas, en particular, en las grandes industrias alimentarias. Por tanto, es aconsejable seguir una secuencia lógica y paso a paso para la introducción del sistema HACCP.

Para el diseño e implementación del HACCP para mariscos y pescados, es indispensable aplicar los siete principios fundamentales del HACCP ordenadamente previa ejecución de las cinco etapas preliminares: 1. Organizar el equipo HACCP, 2. describir el alimento y su distribución, 3. describir el plan para el uso y el consumidor, 4. desarrollar un diagrama de flujo, y 5. confirmar el diagrama de flujo.

2.4.4 Descripción del Plan HACCP

Cada procesador debe tener e implementar un plan de HACCP por escrito cada vez que el análisis de peligros indique que existen uno o más peligros que afectan la inocuidad alimentaria y que tienen probabilidades razonables de ocurrir. Según Blakistone, B., et al, (2011), cada plan de HACCP debe ser específico para el lugar de procesamiento y para cada tipo de producto. Sin embargo, los productos de la pesca que tengan los mismos peligros, los mismos controles, los mismos puntos críticos de control y los mismos límites críticos, pueden ser agrupados en un solo plan HACCP. El plan debe de ser específico para:

1. Cada lugar de procesamiento; y 2. cada especie y tipo de producto de la pesca.

Según García, (2003), para la implementación de un plan HACCP, se debe elaborar un documento, donde tienen que intervenir los representantes de la empresa, sus responsables técnicos, y asesoría externa necesaria en materia de higiene y metodología del proceso. El plan HACCP se puede acoplar al establecido por una guía del sector; cada empresa es distinta en extensión y capacidad, productos elaborados, instalaciones y fines, por lo que cada plan debe ser lo más ajustado posible a la capacidad de la empresa y a su programa de trabajo, con el fin de que se lleve a cabo su cumplimiento. Dicho documento debe ser exclusivo e independiente, separado de los destinados a obtener autorizaciones administrativas o certificaciones de calidad; y debe desarrollar exactamente los siete principios del sistema, los programas de prerrequisitos seguidos, así como toda la documentación que generan ambos. (Rojas, J., 2017)

Los siete Principios de HACCP son:

1. Análisis de riesgos - Identificación de los peligros potenciales.
2. Determinar los Puntos Críticos de Control (PCC).
3. Establecimiento de criterios, niveles objetivos y tolerancias para cada PCC.
4. Establecimiento de un sistema de monitoreo para cada PCC.
5. Medidas correctivas.
6. Establecimiento de un sistema de documentación y mantenimiento de los registros.
7. Verificación.

Blakistone, B., et al (2011) detallan que el plan HACCP debe ser firmado por el individuo con más responsabilidad en la planta de procesamiento o por el encargado de mayor rango. La firma implica que el plan ha sido aceptado por la compañía para

su implementación, lo anterior de acuerdo a la norma HACCP de Mariscos y Pescados.

2.4.4.1 Principio 1: Análisis de riesgos - Identificación de los peligros potenciales

Según Huss, H. (1997), el análisis de peligros de productos de la pesca es bastante directo y sencillo. Los ejemplares vivos se capturan en aguas marinas o continentales, se manipulan, y en la mayoría de los casos se elaboran sin utilizar aditivos o preservantes químicos y por último se distribuyen utilizando como única medida de preservación la refrigeración o la congelación. La mayor parte de los crustáceos se cocinan antes de su consumo, aunque en algunos países como Japón existe la tradición de consumir el pescado crudo. La información epidemiológica muestra que estos productos han causado cierto número de brotes de intoxicación alimentaria, pero casi siempre han estado relacionados con la presencia de toxinas estables al calor (biotoxinas).

Los procesadores deben considerar los peligros que son introducidos tanto dentro como fuera de la planta procesadora y deben considerar los peligros que afectan la inocuidad alimentaria antes, durante o después de la cosecha o transporte. Existen dos pasos principales en el análisis de peligros:

- 1) Determinar si existen peligros que tienen probabilidades razonables de ocurrir
 - 2) Identificar medidas de control para controlar los peligros identificados.
- (Blakistone, B., et al, 2011)

A. Peligros Biológicos

Según Huss, H. (1997), los crustáceos en su hábitat natural pueden estar contaminados con diversas bacterias patógenas que normalmente se encuentran en el medio acuático, como *C. botulinum*, *V. parahaemolyticus*, *Vibrio spp.*, *L. monocytogenes*, *Aeromonas spp.* No obstante, sólo puede considerarse como un peligro el desarrollo de estos organismos, ya que la patogenicidad está relacionada

con las toxinas preformadas en el alimento (*C. botulinum*) o se sabe que la dosis mínima infecciosa es alta (*Vibrio spp*). La severidad de las enfermedades relacionadas con estos organismos puede ser alta (botulismo, cólera) o baja (infecciones por *Aeromonas*), pero la probabilidad de causar enfermedades (riesgo) es extremadamente baja. Las cepas patógenas necesitan temperaturas $> 1^{\circ}\text{C}$ para su crecimiento y compiten con la flora normal de la alteración, cuyo potencial de desarrollo es comparativamente mucho más alto a bajas temperaturas. Así, es probable que los productos se deterioren antes de que ocurra la producción de toxinas o el desarrollo de gran número de patógenos. El riesgo se elimina completamente cuando los productos se cocinan antes de su consumo.

Las bacterias patógenas del reservorio humano/animal (*Salmonella*, *E. coli*, *Shigella*, *Staphylococcus aureus*) pueden contaminar al ejemplar vivo según la zona de captura, y puede ocurrir una contaminación posterior durante la cosecha y el procesamiento. Las enfermedades que pueden provocar estos organismos son graves, pero si no existe proliferación, la posibilidad de que esto ocurra (riesgo) es realmente muy baja. Si se cocinan antes de su consumo se eliminará el riesgo. No obstante, existe un peligro indirecto si productos contaminados contaminan las zonas de trabajo (industria, cocina), transportando los patógenos a productos que no se cocinan antes de su consumo (contaminación cruzada), también debe prevenirse este peligro indirecto. (Huss, H., 1997).

El análisis de peligros requiere un conocimiento microbiológico detallado, en combinación con información epidemiológica y tecnológica. Para que tenga sentido, el análisis de peligros debe ser cuantitativo. Esto precisa una evaluación, tanto de la severidad como del riesgo. La severidad representa la magnitud de las consecuencias cuando un peligro se manifiesta en el consumidor, mientras que el riesgo es una estimación de la probabilidad o posibilidad de que un peligro ocurra. Solamente se puede controlar el riesgo. (Huss, H., 1997).

B. Peligros Químicos: Cloratos

Los cloratos se producen como un subproducto de la utilización de cloro durante la desinfección de agua para la producción de alimentos, descontaminación de agua potable para consumo, así como desinfección de equipos e instalaciones en la industria alimentaria (AGQ Alimentaria, 2015). Fuentes adicionales de clorato podrían ser el uso como herbicida en plantaciones. (Ciati, 2015).

McCarthy, K. (2016) indica que las siguientes condiciones pueden producir el ion clorato:

- Relaciones excesivamente altas de gas dicloro (Cl_2) y dióxido de cloro (ClO_2).
- Presencia de concentración de cloro libre a pH bajo en solución acuosa.
- Diluir la solución de clorito a pH bajo.
- Mezclas de reacción altamente ácidas ($\text{pH} < 3$).
- Un exceso de ácido hipocloroso (HOCl) oxidará el dióxido de cloro (ClO_2^-) a clorato (ClO_3^-).

- **Efectos del Clorato en la Salud Humana**

De acuerdo con la AGQ Alimentaria, (2015) la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA por sus siglas en inglés), publicó su dictamen científico acerca de los riesgos para la salud pública debido a la presencia de clorato en los alimentos. En primer lugar, se ha realizado una evaluación toxicológica de la sustancia estableciéndose:

- Una ingesta diaria tolerable de $3 \mu\text{g}$ clorato/kg peso corporal tomando como efecto crítico a largo plazo la inhibición de la absorción de Iodo en humanos.
- Una dosis de referencia aguda de $36 \mu\text{g}$ clorato/kg peso corporal considerando la formación de metahemoglobina como el efecto crítico a corto plazo.

- **Límite Máximo de Residuos**

Aún, no se ha establecido un Límite Máximo Residual de cloratos en camarón, sin embargo, el valor máximo recomendado por técnicos independientes es de 0,25 ppm.

2.4.4.2 Principio 2: Determinar los Puntos Críticos de Control (PCC)

Blakistone, B., et al (2011) detalla que para cada peligro significativo que se identificó en el análisis de peligros, puede haber uno o más puntos o etapas en el proceso, donde el peligro se puede controlar, estos puntos o etapas son llamados Puntos Críticos de Control.

De acuerdo con la ICMSF, un PCC puede ser una localización, un procedimiento o una fase de elaboración en la cual se pueden controlar los peligros. Dentro del contexto del HACCP el término “control” en un PCC se refiere a reducir al mínimo o prevenir el riesgo de que ocurran uno o más peligros mediante la adopción de medidas preventivas específicas. (Huss, H., 1997).

Cada PCC debe tener un procedimiento de control claro y específico, que indique exactamente cómo se va a controlar el PCC. Las medidas preventivas deben describirse con detalle, y deben especificarse los valores objetivo y el rango de amplitud aceptable (en caso de que exista), además de cuándo y cómo deben realizarse las mediciones. (Huss, H., 1997).

Si no hay medidas de control que puedan ser aplicadas en una etapa específica del proceso, entonces no puede ser el PCC. En muchos casos, las medidas de control deberían ser aplicadas en una fase en particular, pero esta etapa puede que no sea el mejor lugar para controlar el peligro. En ese caso, una etapa del procesamiento que ocurre más adelante en el flujo del proceso podría ser el mejor lugar para controlar ese peligro. (Blakistone, B., et al, 2011)

En tal sentido, los PCC deberán ser seleccionados cuidadosamente según el riesgo y severidad del peligro a controlar y los puntos de control deberán ser verdaderamente críticos. En cualquier operación muchos puntos de control pueden ser necesarios, pero no críticos, debido a la baja probabilidad o la escasa severidad del peligro en cuestión. Esta distinción entre puntos de control y puntos críticos de

control es uno de los aspectos exclusivos del concepto HACCP, que establece prioridades en los peligros y pone énfasis en las operaciones que ofrecen mayor potencial de control. Así, el HACCP señala lo que es necesario, mientras que un control adicional puede ser conveniente. (Huss, H., 1997).

El árbol de decisiones, es una herramienta que puede ayudar a identificar qué etapas son PCC.

2.4.4.3 Principio 3: Establecimiento de criterios, niveles objetivos y tolerancias para cada PCC

Para Blakistone, B., et al, 2011), un límite crítico es el valor máximo y/o mínimo en el cual un parámetro biológico, químico, o físico debe ser controlado en un PCC, para prevenir, eliminar o reducir a un nivel aceptable la ocurrencia de un peligro para la inocuidad alimentaria. Debe establecerse para cada peligro en cada PCC identificado en el análisis de peligros.

Un límite crítico representa las restricciones que se usan para garantizar que un peligro ha sido controlado (prevenido, eliminado, o reducido a un nivel aceptable) en cada PCC. Los límites críticos deben fundamentarse en aquello que la experiencia de la ciencia y la industria han demostrado como necesario para controlar el peligro. (Blakistone, B., et al, 2011)

Huss, H., (1997), detalla que para establecer criterios microbiológicos (directrices o valores de referencia) en diversas fases de elaboración o en el producto final, se requiere también una amplia investigación, como puede ser el estudio de dificultades o la realización de modelos adecuados y verificados. Por tanto, para este propósito es necesario un laboratorio bien equipado.

2.4.4.4 Principio 4: Establecimiento de un sistema de vigilancia para cada PCC

El monitoreo de los PCC se define como una secuencia planificada de observaciones o mediciones para evaluar si un PCC está bajo control y para

producir un registro preciso que demuestre que se ha cumplido con los límites críticos. (Blakistone, B., et al, 2011)

La vigilancia o monitoreo deberá medir con precisión los factores escogidos que controlan un PCC. Debe ser sencilla, dar un resultado rápido, ser capaz de detectar desviaciones de las especificaciones o criterios (pérdida de control) y proporcionar esta información a tiempo para que sea posible tomar las medidas correctivas. (Huss, H., 1997).

Según Blakistone, B., et al, (2011), el propósito del monitoreo es garantizar que el límite crítico ha sido cumplido y que el peligro para la inocuidad de los alimentos está siendo controlado. El monitoreo también provee datos para que los registros puedan documentar que los productos fueron procesados de conformidad con el plan de HACCP. Es importante que los procedimientos de monitoreo sean específicos para el límite crítico identificado. Cuando no se cumple con un límite crítico, se requiere una acción correctiva.

Cuando no es posible vigilar un límite crítico de forma continua, para indicar que el peligro está bajo control es necesario determinar que el intervalo de control sea lo suficientemente fiable. Los métodos microbiológicos presentan ciertas limitaciones en un sistema HACCP, pero son muy valiosos como medio para establecer y verificar aleatoriamente la eficacia del control en los PCC (ensayos de dificultad, ensayos aleatorios, verificación de la higiene y controles de sanidad). (Huss, H., 1997). Los procedimientos de comprobación o vigilancia seleccionados deben consentir que se tomen acciones para modificar una situación que estén fuera de control, antes del inicio, o durante el progreso de una operación en un proceso. (Rojas, J. 2017) El monitoreo debe ser constante, que controle el 100 % de las actividades, fácil de ejecutar, automatizado y válido estadísticamente, (Guzmán, E., et al, 2005).

En general, deben seguirse 10 pasos para el diseño de la recopilación de datos para vigilancia:

1. Hacer las preguntas apropiadas.
2. Realizar un análisis adecuado de los datos.
3. Definir “dónde” tomar los datos.
4. Elegir una persona objetiva para la toma de datos.
5. Comprender las necesidades de la persona encargada de la toma de datos, incluidas las necesidades especiales de condiciones técnicas, formación y experiencia.
6. Proyectar impresos o planillas de toma de datos que sean sencillos pero eficaces y probarlos.
7. Comprobar que todos los impresos sean autoexplicativos, registrar todos los datos adecuados y disminuir las oportunidades de cometer errores.
8. Preparar las instrucciones.
9. Formar a las personas encargadas de la toma de registros.
10. Auditar el proceso de toma de datos y validar los resultados. La gerencia debe firmar todos los registros o planillas de toma de datos después de su revisión. (Huss, H., 1997).

La vigilancia y el registro de los datos son elementos esenciales del sistema. Deben registrarse todos los actos, observaciones y mediciones para su posible uso posterior. Estos registros son las herramientas con las que la dirección de la empresa y los inspectores externos del gobierno son capaces de asegurar que todas las operaciones se ajustan a las especificaciones y que todos los PCC se mantengan bajo un control absoluto. (Huss, H., 1997).

2.4.4.5 Principio 5: Medidas correctivas

Las medidas o acciones correctivas son procedimientos que se realizan cuando ocurre una desviación, se llevan a cabo cuando un límite crítico ha sido incumplido. Siempre que ocurra una desviación del límite crítico, el procesador debe llevar a cabo una acción correctiva. (Blakistone, B., et al, 2011)

Para Blakistone, B., et al, (2011), una acción correctiva, debe ser diseñada para asegurar que:

- Ningún producto que es perjudicial a la salud o que ha sido adulterado como resultado de la desviación, entrará al comercio.
- La causa de la desviación es corregida.

Adicionalmente, Blakistone, B., et al, (2011), detalla que los procedimientos alternativos de acciones correctivas descritos en la norma de HACCP de Mariscos y Pescados son:

- Separar y retener el producto afectado hasta que:
 - Se determine si el producto es o no es inocuo para su distribución. La decisión debe ser tomada por alguien que tiene la capacitación o experiencia adecuadas para que la persona comprenda las consecuencias de salud pública que pueden ocurrir por la desviación del límite crítico.
 - Se lleve a cabo la acción correctiva, según sea necesario para garantizar que ningún producto no inocuo entre al comercio.
- Se lleve a cabo la acción correctiva, según sea necesario, para corregir el problema que causó la desviación.
- Se realice una reevaluación para determinar si el plan de HACCP necesita ser modificado a fin de reducir el riesgo que la desviación ocurra otra vez y en caso de ser necesario modificar el plan de HACCP.

Todas las acciones correctivas deben ser documentadas en registros que incluyan las acciones tomadas para asegurar que el producto afectado, no inocuo, no entró al comercio y que la causa de la desviación fue corregida. (Blakistone, B., et al, 2011)

2.4.4.6 Principio 6: Establecimiento de un sistema de documentación y mantenimiento de los registros.

El mantenimiento preciso de registros es una parte esencial de un sistema de HACCP exitoso. Los registros por escrito documentan el plan de HACCP y demuestran que se han cumplido los límites críticos y que se han tomado las acciones correctivas y los procedimientos de verificación apropiados. (Blakistone, B., et al, 2011)

El plan HACCP aprobado y los registros correspondientes deben ser archivados. Es fundamental tener la documentación de los procedimientos HACCP de cada fase. En todo momento debe estar claro quién es el responsable del mantenimiento de los registros. Toda la documentación y los datos deben reunirse. (Huss, H., 1997).

Los registros deben revisarse continuamente. El objetivo de estas revisiones debe ser, por lo menos, garantizar que los registros están completos y que estas actividades se realizaron según los procedimientos escritos del procesador. Estas revisiones deben realizarse en un período de tiempo razonable, después que los registros se generan. (Blakistone, B., et al, 2011)

2.4.4.7 Principio 7: Verificación

Cada procesador debe verificar que el plan de HACCP es adecuado para controlar los peligros que afectan la inocuidad alimentaria que tienen probabilidades razonables de ocurrir, y que el plan está siendo implementado efectivamente. La verificación debe incluir, por lo menos, la reevaluación del plan de HACCP, las actividades de verificación que se están llevando a cabo, y la revisión de los registros. (Blakistone, B., et al, 2011)

Según INOFOOD, (2010), la verificación es la actividad continua que se utiliza para determinar que las medidas de control se han puesto en práctica según lo previsto. Ocurre durante o después de la aplicación de una medida de control. Incluye la observación de las actividades de monitoreo y el análisis de los registros.

Propósito de la verificación:

- Confirmar el desempeño de los Pre-requisitos
- Confirmar el desempeño de los PCC
- Evaluar los procedimientos de monitoreo
- Realizar correcciones y acciones correctivas
- Evaluar el nivel de capacitación y educación

Elementos de la verificación:

- Revisión de registros
- Supervisión
- Inspecciones y auditorías
- Análisis realizados por laboratorio externo.

Según Blakistone, B., et al, (2011), cada procesador debe verificar:

- Que el plan de HACCP es adecuado para controlar los peligros que afectan la inocuidad alimentaria que tienen posibilidades razonables de ocurrir; y
- Que el plan de HACCP está siendo implementado efectivamente.

La norma de HACCP de Mariscos y Pescados requiere que se estén llevando a cabo actividades continuas de verificación, además de reevaluaciones periódicas. Estas actividades continuas de verificación, son consistentes con el principio de HACCP relativo a que la verificación debe garantizar que los controles de procesamiento del plan de HACCP están siendo implementados efectivamente y de forma constante. Las actividades de verificación deben ser anotadas en el plan de HACCP. Una de las funciones de la verificación es asegurar que la compañía se está adheriendo a su plan de HACCP escrito. Es esencial que los componentes del plan de HACCP, incluyendo las actividades de verificación, sean seguidos tal como se ha escrito. (Blakistone, B., et al, 2011)

Para verificar que el sistema HACCP está funcionando adecuadamente, se puede hacer uso de: pruebas analíticas o auditorías de los procedimientos de monitoreo;

calibración del equipo que utiliza temperatura; análisis completo del producto incluyendo un análisis microbiológico del producto, revisión de los archivos o registros de monitoreo; revisión de los archivos o registro de las desviaciones ocurridas en los límites críticos y la disposición del producto; inspeccionar y auditar nuestras propias operaciones dentro del establecimiento; realizar análisis del ambiente, entre otros. (Hidalgo, G., 2001)

Echeverri, S., (2010), indica que la verificación es una actividad primordial en la aplicación del sistema HACCP ya que permite comprobar si el sistema HACCP está bien diseñado y si se están obteniendo los resultados esperados en cuanto a la inocuidad de los productos.

Por medio de éste principio se obtiene el reconocimiento oficial del sistema por parte de las autoridades de salud pública o para obtener sellos o certificaciones de inocuidad. Para su aplicación se pueden utilizar métodos, procedimientos, ensayos de verificación, sistemas de auditoría, muestreos, análisis aleatorios y encuestas, lo que permite determinar que las prácticas obedecen a lo dispuesto en el plan y que los registros se llevan con precisión. (Echeverri, S., 2010)

Según Blakistone, B., et al, (2011), el plan de HACCP debe ser reevaluado por lo menos una vez al año y cada vez que ocurran cambios que puedan afectar de cualquier manera el análisis de peligros o el plan de HACCP. Esto puede incluir cambios en:

- La materia prima o el origen de la materia prima
- La formulación del producto
- Los métodos de procesamiento o sistemas
- Los sistemas de distribución del producto final
- La intención de uso o los consumidores del producto final

El propósito de la reevaluación es asegurar que el plan de HACCP continúa siendo adecuado para controlar los peligros que afectan la inocuidad alimentaria que tienen

probabilidades razonables de ocurrir. Los métodos de análisis de laboratorio del producto final o de los productos en proceso son estrategias opcionales de verificación. Sin embargo, los análisis del producto final o de productos en proceso pueden proveer al procesador de información valiosa que puede ser utilizada para corroborar la efectividad e idoneidad de los controles de procesos. (Blakistone, B., et al, 2011)

2.4.5 Validación de los Planes HACCP

Según la definición del Codex Alimentarius (2009), validación es la constatación de que los elementos del Plan HACCP son efectivos. Determinar si las medidas de control son o no capaces de lograr su propósito específico en función del control de peligros.

La validación, es el elemento de verificación enfocado en recolectar y evaluar información técnica y científica para determinar si el plan de HACCP y/o los procesos empleados, cuando son implementados apropiadamente, controlarán efectivamente los peligros. (Blakistone, B., et al, 2011)

Según INOFOOD, (2010) los siguientes son los propósitos de la validación:

- Brindar confianza
- Demostrar eficacia en el control de los peligros
- Lograr eficiencia
- Avalar condiciones de cambios.

Para Blakistone, B., et al, (2011), la validación es un componente esencial de la verificación y requiere confirmación que el plan de HACCP, al ser implementado efectivamente, es suficiente para controlar los peligros significativos que afectan la inocuidad de los alimentos. El propósito de la validación es proveer evidencia objetiva que todos los elementos esenciales del plan tienen una base científica y

representan un enfoque "válido" para controlar los peligros que afectan la inocuidad alimentaria, asociados a un producto y proceso específico.

La validación requiere una revisión científica y técnica del razonamiento realizado en cada parte del plan de HACCP. Las actividades de validación pueden implicar un alcance, costo y compromiso de tiempo similar al del desarrollo del plan de HACCP original. Las validaciones en planta, deben realizarse antes que el plan de HACCP se implemente y cuando los factores lo justifiquen. Las actividades de validación pueden ser realizadas por el equipo de HACCP o por un individuo calificado por entrenamiento o experiencia. (Blakistone, B., et al, 2011)

2.4.5.1 Importancia de la validación

Toda la documentación recabada durante el proceso de verificación, ayudará a darle validez o validar el plan HACCP de la Empresa EM. Con la validación, se demostrará que todo lo descrito y realizado en la planta de procesamiento puede realmente prevenir, eliminar o reducir los niveles del riesgo que han sido identificados. Al validar, se podrá utilizar de referencia literatura científica, especificaciones legales, reportes técnicos de consultoría, e incluso análisis de nuestro producto elaborado cumpliendo los siete principios del sistema HACCP, entre otras.

Por último, es importante recordar que todo el plan HACCP, deberá ser revisado al menos una vez al año o antes, si ocurriera alguna condición que lo pudiera modificar como podría ser la identificación de nuevos potenciales en el proceso, la adición de nuevos ingredientes, si se realizan cambios en cualquier etapa del proceso o en los procedimientos, o si se cuenta con un nuevo equipo o un equipo de proceso diferente a los normalmente utilizados. (Hidalgo, G., 2001)

2.4.5.2 Elementos de la validación

Para INOFOOD, (2010) los siguientes son los elementos de la validación:

- a. Evaluación de los peligros para el producto
- b. Capacidad de las medidas de control
- c. Validar los Programas Prerrequisitos
- d. Validar la aplicación de los 7 principios
- e. Usar la ciencia y gestión de la información

2.4.5.3 Etapas del proceso de validación

Según INOFOOD, (2010) las siguientes son las etapas de la validación:

- a. Decidir el enfoque de la validación
- b. Definir los parámetros y criterios de decisión
- c. Reunir la información
- d. Analizar la información
- e. Documentar y revisar la validación

2.4.5.4 Resultados del proceso de validación

Los resultados de una validación, demuestran que una medida de control o combinación de medidas de control:

- 1) Son capaces de controlar el peligro con el resultado previsto si se aplica debidamente y, por consiguiente, podría implementarse; o
- 2) No son capaces de controlar el peligro con el resultado previsto y, por consiguiente, no debería implementarse.

Esto último, podría llevar a reevaluar la formulación del producto, los parámetros del proceso u otras decisiones o medidas adecuadas. La validación, también ha sido un requerimiento indispensable en la norma de inocuidad alimentaria ISO 22000 INOFOOD (2010).

- **Frecuencia de validación:**

1. Antes que el plan de HACCP se implemente
2. Cuando los factores lo justifiquen, como: Cambios en materia prima y/o proveedores, cambios en el producto o proceso, descubrimientos adversos durante la revisión, desviaciones recurrentes, información científica nueva sobre peligros o medidas de control, observaciones en línea, nuevas prácticas de distribución o de manipulación por parte de los consumidores. (Blakistone, B., et al, 2011)

- **Revalidación periódica:**

Según Echeverri, S., (2010), esta se realiza por parte del equipo HACCP, cuando se identifique una causa inexplicable, cambios significativos en los ingredientes, procesos, materiales de empaque. En esta se revisa la documentación, el diagrama de flujo y los PCC.

- **Recursos para la validación:**

Humanos: Disponibilidad de material, tiempo de personal

Técnicos: Materiales y equipos

Económicos: Disponibilidad de tiempo para hacer seguimiento a las validaciones del programa, para determinar si es efectiva, la metodología empleada. (Echeverri, S., 2010),

2.4.5.5 Interrelación entre los procesos de Monitoreo, Verificación y Validación



Figura 1. Interrelación entre validación, monitoreo y verificación

Fuente: INOFOOD (2010).

Tal y como se puede observar en la figura 1, para INOFOOD, (2010) el monitoreo significa llevar a cabo una secuencia planificada de observaciones o ediciones de los parámetros de control para evaluar si un PCC está bajo control. Monitoreo o vigilancia es un proceso continuo de obtención de información en la fase en que se aplica la medida de control. La información establece que la medida está funcionando según lo previsto. Son mediciones realizadas en tiempo real. La verificación es la aplicación de métodos, procedimientos, ensayos y otras evaluaciones, además del monitoreo, para constatar el cumplimiento del plan HACCP, y la validación es la constatación de que los elementos del HACCP están siendo efectivos, en este se toma el plan y se efectúa una evaluación que asegure que se encuentra técnica y científicamente documentado, verificar los PCC y si los límites críticos son adecuados.

En las tres etapas, se realizan las siguientes consultas:

Monitoreo – Tiempo presente: ¿Se están ejecutando las operaciones tal y como se planearon?

Verificación - Tiempo pasado: ¿Se ejecutó el trabajo acorde al plan?

Validación – Tiempo futuro: ¿Funcionará el plan?

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología del Proyecto

3.1.1 Tipo de Estudio: La presente investigación se desarrolló con un estudio teórico – experimental.

3.1.2 Área de Estudio: Instalaciones de Empresa Matriz (EM), departamentos de Choluteca y Valle, Honduras, Centro América.

3.1.3 Universo: Proceso de descabezado de camarón en Planta E1 y Líneas de Proceso IQF Crudo e IQF Cocinado en Planta Empacadora E2.

3.1.4 Muestra:

Estudio teórico: Los planes HACCP de Planta descabezadora E1 y Planta empacadora E2 (IQF Crudo y Cocinado), base de resultados de desviaciones microbiológicas enviados por el laboratorio interno en los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2016, informe de resultados microbiológicos obtenidos durante la validación HACCP en ambas dependencias en junio de 2017, informes de resultados de cloratos de octubre a diciembre 2016 y del mes de julio 2017.

Estudio experimental: En la semana 24 del año, se seleccionó una laguna con historial de *Salmonella spp* positiva, y, para efectos de la validación, se le realizó un plan de rastreabilidad/trazabilidad analítica. La laguna en estudio fue cosechada en fincas el miércoles 14 de junio de 2017, al llegar a la planta de descabezado (E1), ésta fue procesada inmediatamente. Durante todo el proceso productivo del camarón, se realizaron lavados con dióxido de cloro (ClO_2) a una concentración de 0,4 ppm. El monitoreo microbiológico dio inicio con el muestreo de camarón y de los diferentes ingredientes y variables de influencia tales como agua, hielo, superficies y manos de personal. Posteriormente, las muestras fueron enviadas al laboratorio microbiológico.

Del procesamiento de la laguna en la planta descabezadora E1, se generaron dos bins clasificados con la talla 41/50, mismos que fueron enviados a la planta empacadora E2 para continuar con la rastreabilidad/trazabilidad de la validación. El proceso de recepción y pelado del camarón en la planta empacadora E2, es compartido para ambas líneas de procesamiento IQF, es por ello que se decidió realizar un único monitoreo microbiológico en esta etapa. Posteriormente uno de los bins fue enviado a la línea de proceso IQF Crudo y el otro a IQF Cocinado.

3.1.5 Periodo de duración: Periodo comprendido entre los meses de abril a Julio del año 2017.

3.1.6 Materiales: Insumos para el muestreo microbiológico (bolsas estériles, placas con agar, frascos estériles, guantes).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Es importante enfatizar en las etapas de procesamiento de camarón de la Planta de descabezado E1 y Planta Empacadora E2, para reflejar el alcance del sistema HACCP implementado en ambas locaciones.

A continuación se retoman las etapas del proceso contempladas en el marco teórico (figuras 2, 3, 4, 5), y que forman parte de los diagramas de flujo de los Planes HACCP de ambas dependencias:

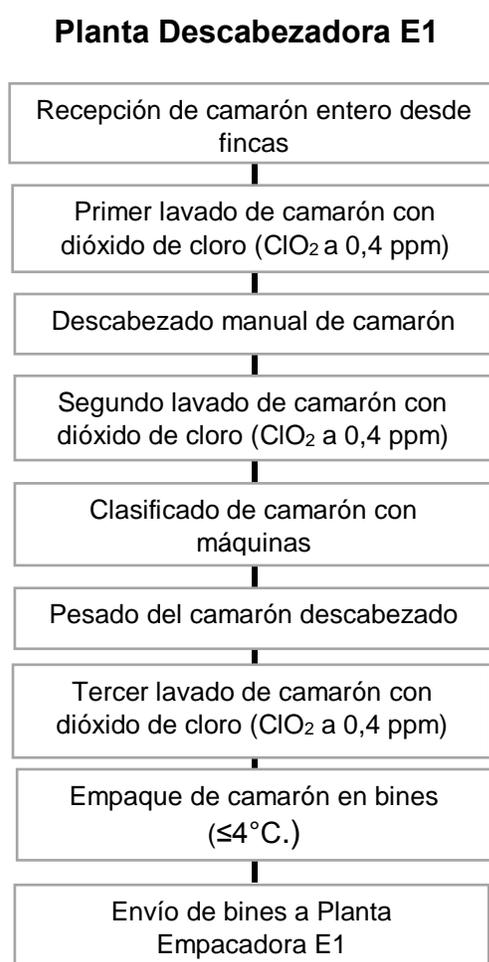


Figura 2. Etapas del procesamiento Planta Descabezadora E1

Fuente: Autoría Propia

Recepción de camarón descabezado en Empacadora E2

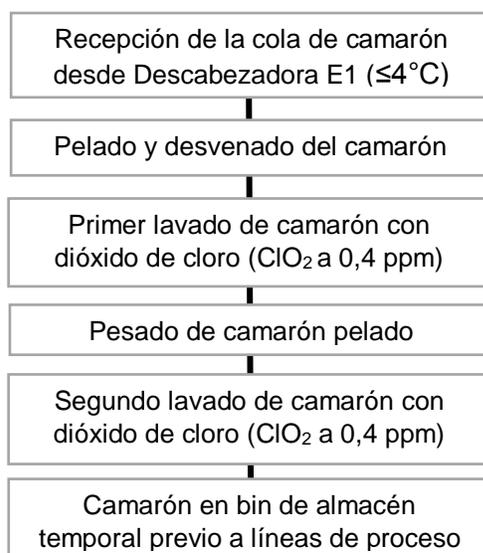


Figura 3. Etapas de recepción y pelado en Planta Empacadora E2

Fuente: Autoría Propia

Línea de Proceso IQF Crudo – Planta Empacadora E2

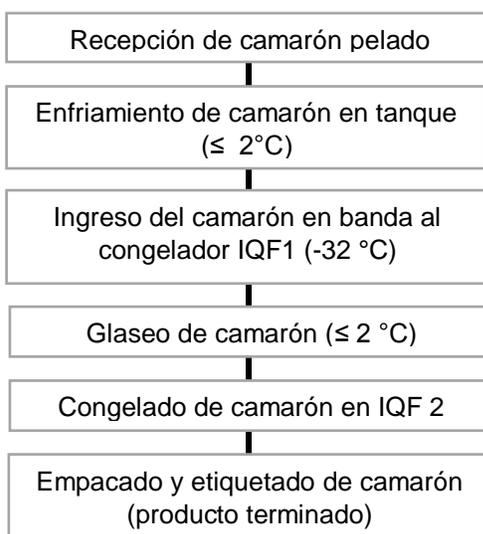


Figura 4. Etapas del procesamiento Línea IQF Crudo Planta Empacadora E2

Fuente: Autoría Propia

Línea de Proceso IQF Cocinado – Planta Empacadora E2

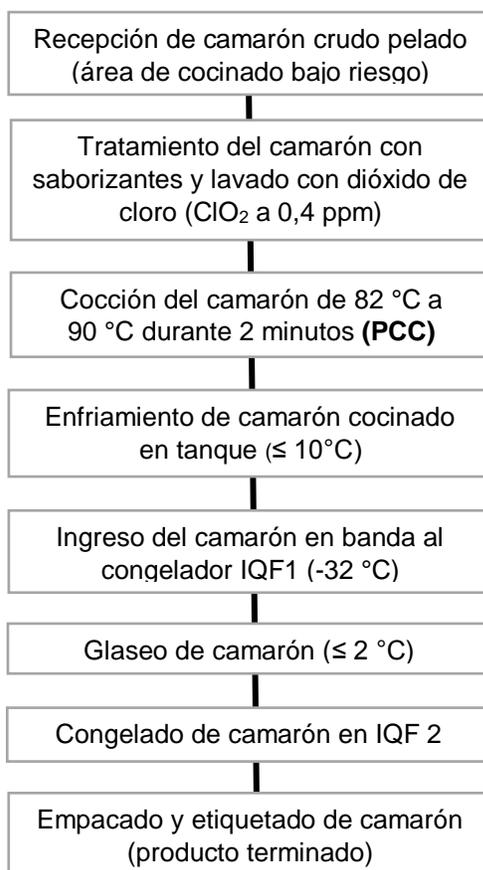


Figura 5. Etapas del procesamiento Línea IQF Cocinado Planta Empacadora E2

Fuente: Autoría Propia

4.1 Diagnóstico inicial

El diagnóstico inicial consistió en la revisión documental e *in situ* de los diagramas de flujo de los planes HACCP procedentes de Planta de descabezado E1, y en Planta Empacadora de camarones E2 de las Líneas de Proceso IQF cocinado e IQF crudo. Durante la verificación, se evidenció que los mismos se encontraron conformes con los procesos en estudio, y no se identificó la necesidad de realizar actualizaciones a los mismos. Cabe mencionar, que el diagnóstico no cubrió aspectos regulatorios y de armonización incluidos dentro de los planes HACCP.

4.2 Verificación de histórico de desviaciones microbiológicas

Se llevó a cabo la revisión documental del histórico de desviaciones microbiológicas reportadas tanto en producto como en ambiente de Planta descabezadora E1 y planta empacadora E2 en el último trimestre de 2016, meses en los que se llevaron a cabo los cambios en los procesos de potabilización del agua y descontaminación del camarón como parte de la reducción de los cloratos como un nuevo peligro químico identificado. Se obtuvieron los siguientes resultados:

4.2.1. Desviaciones Planta Descabezadora E1.

En producto procedente de la descabezadora se reportó un mayor número de desviaciones por *Salmonella spp* en el mes de octubre 2016 (cuadro 1, figura 6).

Asimismo, las desviaciones por Recuento Total de Bacterias (RTB) en agua de proceso incrementaron en el mes de diciembre de 2016 (cuadro 2, figura 7).

4.2.1.1. Desviaciones por *Salmonella spp* en Planta Descabezadora E1.

Cuadro 1. Resumen de desviaciones por presencia de *Salmonella spp* en producto de Planta E1 último trimestre 2016, versus cantidad de muestras analizadas.

Mes	Negativos	Positivos	Total Muestras Analizadas	Porcentaje Positivos/mes
Octubre	161	22	183	12.02%
Noviembre	142	8	150	5.33%
Diciembre	210	16	226	7.07%
Total	513	46	559	--

Fuente: Autoría propia.

Referencia: Correo de desviaciones microbiológicas en camarón de Planta E1, Laboratorio interno, octubre, noviembre y diciembre 2016.

En el cuadro anterior, se puede observar que en el mes de octubre de 2016 se reporta la mayor cantidad de desviaciones por *Salmonella spp* en camarón, con un porcentaje de positividad de 12.02%.

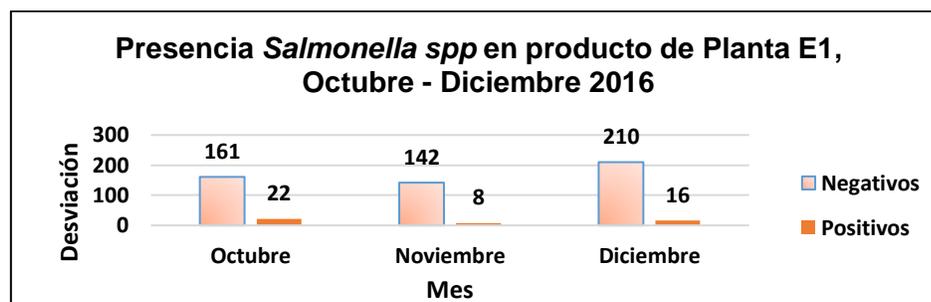


Figura 6. Desviaciones en producto planta E1 por *Salmonella spp*, último trimestre 2016.

Fuente: Autoría propia.

En la figura 6, se representa gráficamente la cantidad de resultados positivos y negativos en los análisis de *Salmonella spp* en camarón, siendo octubre el mes con mayor cantidad de desviaciones por este patógeno.

4.2.1.2. Desviaciones en Ambiente por RTB y *Salmonella spp*, Planta Descabezadora E1.

Cuadro 2. Resumen de desviaciones por RTB y *Salmonella spp* en agua y superficie de Planta E1, último trimestre 2016.

Mes	Agua		Superficie	
	RTB	<i>Salmonella spp</i>	RTB	<i>Salmonella spp</i>
Octubre	0	0	1	0
Noviembre	0	0	0	0
Diciembre	2	0	0	0
Total	2	0	1	0

Fuente: Autoría propia.

Referencia: Correo de desviaciones microbiológicas en ambiente Planta E1, Laboratorio interno, octubre, noviembre y diciembre 2016.

En el cuadro 2, se observa que en el mes de diciembre 2016 incrementaron las desviaciones por RTB en agua de Planta Descabezadora E1, mientras que en muestras de superficie, las desviaciones disminuyeron en el último bimestre del año.

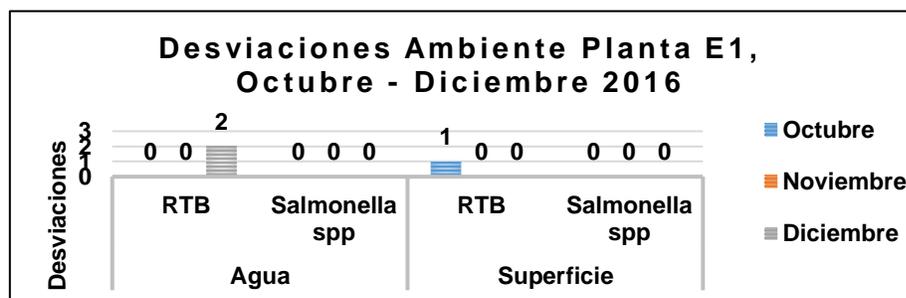


Figura 7. Desviaciones por RTB y *Salmonella spp* en ambiente Planta E1, último trimestre 2016.

Fuente: Autoría propia.

En la figura anterior, se puede observar que en el último trimestre de 2016 no se reportaron desviaciones por *Salmonella spp* en muestras ambientales.

4.2.2. Desviaciones Planta Empacadora E2.

En el producto IQF crudo de Planta E2, se reportó mayor presencia de *Salmonella spp* en el mes de octubre de 2016 (cuadro 3, figura 8). Sin embargo, el producto de IQF cocinado, no presentó desviación por este patógeno. En diciembre 2016 se presentaron mayor cantidad de desviaciones por RTB en agua, y se observa una notoria la reducción en las desviaciones en superficies en los meses de noviembre y diciembre de 2016 (cuadro 4, figura 9).

4.2.2.1. Desviaciones en producto por *Salmonella spp*, Planta Empacadora E2.

Cuadro 3. Resumen de desviaciones por *Salmonella spp* en producto de Planta E2 en el último trimestre 2016, por línea de proceso IQF Crudo e IQF Cocinado.

Mes	Empacadora de camarones E2	
	IQF Crudo	IQF Cocinado
Octubre	14	0
Noviembre	4	0
Diciembre	6	0
Total	24	0

Fuente: Autoría propia.

Referencia: Correo de desviaciones microbiológicas en producto de Planta E2, Laboratorio interno, octubre, noviembre y diciembre 2016.

En el cuadro 3, en la línea IQF crudo se observa que en el mes de octubre hay mayor cantidad de desviaciones por *Salmonella spp* en producto terminado, mientras que en IQF cocinado no se reporta ninguna desviación.

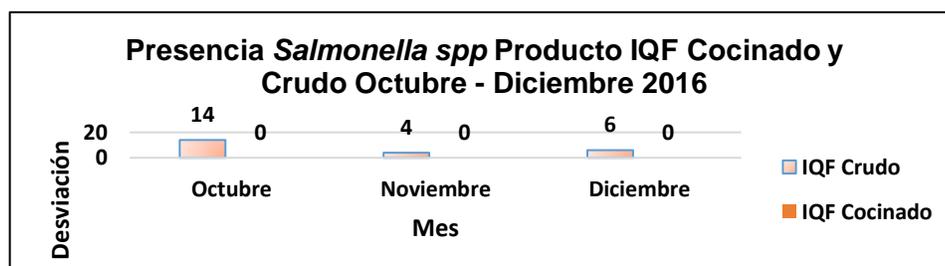


Figura 8. Desviaciones en producto de Planta E2 por *Salmonella spp* último trimestre 2016, por línea de proceso IQF Crudo e IQF Cocinado.

Fuente: Autoría propia.

En la figura 8, se observa gráficamente que únicamente en la línea de proceso IQF crudo se reportó *Salmonella spp* en los últimos meses de 2016.

4.2.2.2. Desviaciones en Ambiente por RTB y *Salmonella spp*, Planta Empacadora E2.

Cuadro 4. Reporte de desviaciones por RTB y *Salmonella spp* en agua y superficie de Planta empacadora E2 (IQF Crudo y Cocinado), octubre - diciembre 2016.

Mes	Agua		Superficie	
	RTB	<i>Salmonella spp</i>	RTB	<i>Salmonella spp</i>
Octubre	2	0	12	0
Noviembre	0	0	3	0
Diciembre	9	0	3	0
Total	11	0	18	0

Fuente: Autoría propia.

Referencia: Correo de desviaciones microbiológicas en ambiente de Planta E2, Laboratorio interno, octubre, noviembre y diciembre 2016.

En el cuadro anterior, se observa que en el mes de diciembre 2016 hubo un incremento en desviaciones por RTB en agua de Empacadora E2, mientras que las desviaciones en superficie fueron mayores en el mes de octubre de 2016.

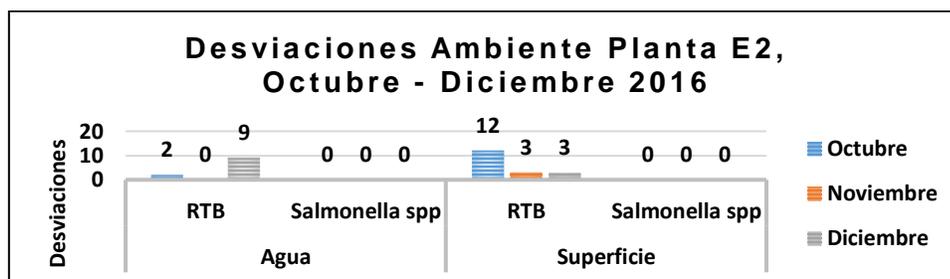


Figura 9. Desviaciones en ambiente de Planta empacadora E2 por RTB y *Salmonella spp*, último trimestre 2016.

Fuente: Autoría propia.

En la figura anterior, se observa que en los últimos meses del año 2016 no hubo reporte de *Salmonella spp* en muestras ambientales.

4.3 Validación microbiológica del Plan HACCP, Planta Descabezadora E1, y Líneas de Proceso Cocinado IQF y Crudo IQF en Planta Empacadora E2.

Se realizó, la validación microbiológica de la laguna seleccionada con historial de positividad por *Salmonella spp*. Se procedió a realizar la toma de muestras en las diferentes etapas del proceso de descabezado en planta E1, los resultados del monitoreo microbiológico se muestran a continuación. Los análisis realizados fueron tanto para indicadores (RTB) como patógenos (*Salmonella spp*).

4.3.1 Resultados Validación Microbiológica Planta de Descabezado E1.

Los resultados obtenidos, tanto en UFC, como en logaritmo 10 (cuadros 5 y 6) reflejan que el comportamiento de las bacterias viables en el camarón (RTB) es acorde con las etapas de procesamiento en Planta E1, observándose un ligero incremento en las etapas de lavado 1 y 2, y un incremento mayor en la etapa de clasificado, pesado y lavado. Sin embargo, en la etapa final de empaque y envío (producto terminado Planta E1), se observa la reducción significativa en el recuento. No se presentaron desviaciones por RTB, comparadas con estándares del cliente. En cuanto a desviaciones de agua y hielo, éstas son consistentes en las primeras etapas del proceso (cuadros 5 y 6), especialmente en recepción, lavado 1 y clasificado de camarón, etapas en donde se observa el incremento de los recuentos

en producto. En la figura 10, se observan los puntos en común de incremento bacteriano tanto en camarón como en agua.

Los resultados de *Salmonella spp* en camarón reflejan la positividad de la laguna seleccionada, encontrándose desviaciones en el 25% de las muestras (figura 11) en las etapas de clasificado, pesado y lavado de camarón (cuadro 7). Sin embargo, en el producto terminado de Planta E1, no se reportó presencia de *Salmonella spp*.

En términos generales, se observó efectividad parcial de las medidas tomadas en la Planta descabezadora E1, para la reducción de microorganismos indicadores y patógenos de la laguna en estudio.

4.3.1.1 Análisis Recuento Total de Bacterias.

Cuadro 5. Resultados análisis Recuento Total de Bacterias (UFC) en diferentes matrices: camarón, agua y hielo de Planta descabezadora E1.

Resultados Análisis Recuento Total de Bacterias (UFC)				
Etapa del Proceso / Matriz		Producto	Ambiente	
		Camarón (UFC/g)	Agua 37°C (UFC/mL)	Hielo 37°C (UFC/mL)
Recepción de camarón entero, descabezado y clasificado de camarón	Recepción desde fincas	28 000	100	
	Lavado 1	36 000	100	108
	Descabezado	18 000		
	Lavado 2	20 000	1	190
	Clasificado	54 000	100	61
	Pesado y lavado	40 000	7	
	Empaque	9 300	4	
	Envío a la empacadora	9 100		

Fuente: Autoría propia.

Estándares Recuento Total de Bacterias (UFC) – Especificación del cliente:

Producto: Camarón cola $\leq 1\ 00\ 000$ UFC / g

Ambiente: Agua: < 10 UFC / mL, Hielo: < 10 UFC / mL

En el cuadro anterior, se observa que los recuentos microbianos (UFC) tanto en camarón como en agua y hielo, incrementaron ligeramente en etapas de lavado 1 y 2, y en clasificado, y decrecieron en las etapas finales del proceso.

Cuadro 6. Resultados análisis Recuento Total de Bacterias (Log₁₀ UFC) en diferentes matrices: camarón, agua y hielo de Planta descabezadora E1.

Resultados Recuento Total de Bacterias Log ₁₀ UFC							
Etapa del Proceso / Matriz		Producto		Ambiente			
		Camarón (Log ₁₀ UFC/g)	Límite Superior Camarón (Log ₁₀ UFC/g)	Agua (Log ₁₀ UFC/mL)	Límite Superior Agua 37°C (Log ₁₀ UFC/mL)	Hielo 37°C (Log ₁₀ UFC/mL)	Límite Superior Hielo 37°C (Log ₁₀ UFC/mL)
Recepción de camarón entero, descabezado y clasificado o de camarón	Recepción desde fincas	4,4	5	2,0	1		
	Lavado 1	4,6	5	2,0	1	0	1
	Descabezado	4,3	5				
	Lavado 2	4,3	5	0,0	1		
	Clasificado	4,7	5	2,0	1		
	Pesado y lavado	4,6	5				
	Empaque	4,0	5	0,6	1		
	Envío a E2	4,0	5				

Fuente: Autoría propia.

Estándares Recuento Total de Bacterias (Log₁₀ UFC) – Especificación del cliente:

Producto: Camarón cola: ≤ 5 Log₁₀ UFC/g

Ambiente: - Agua: < 1 Log₁₀ UFC/mL - Hielo: < 1 Log₁₀ UFC/mL

En el cuadro 6, se puede observar que, tomando como referencia la especificación del cliente (Log₁₀), en camarón no se reportaron recuentos que superan el límite establecido. Mientras que en agua, en todas las etapas estudiadas se reportaron desviaciones por RTB.

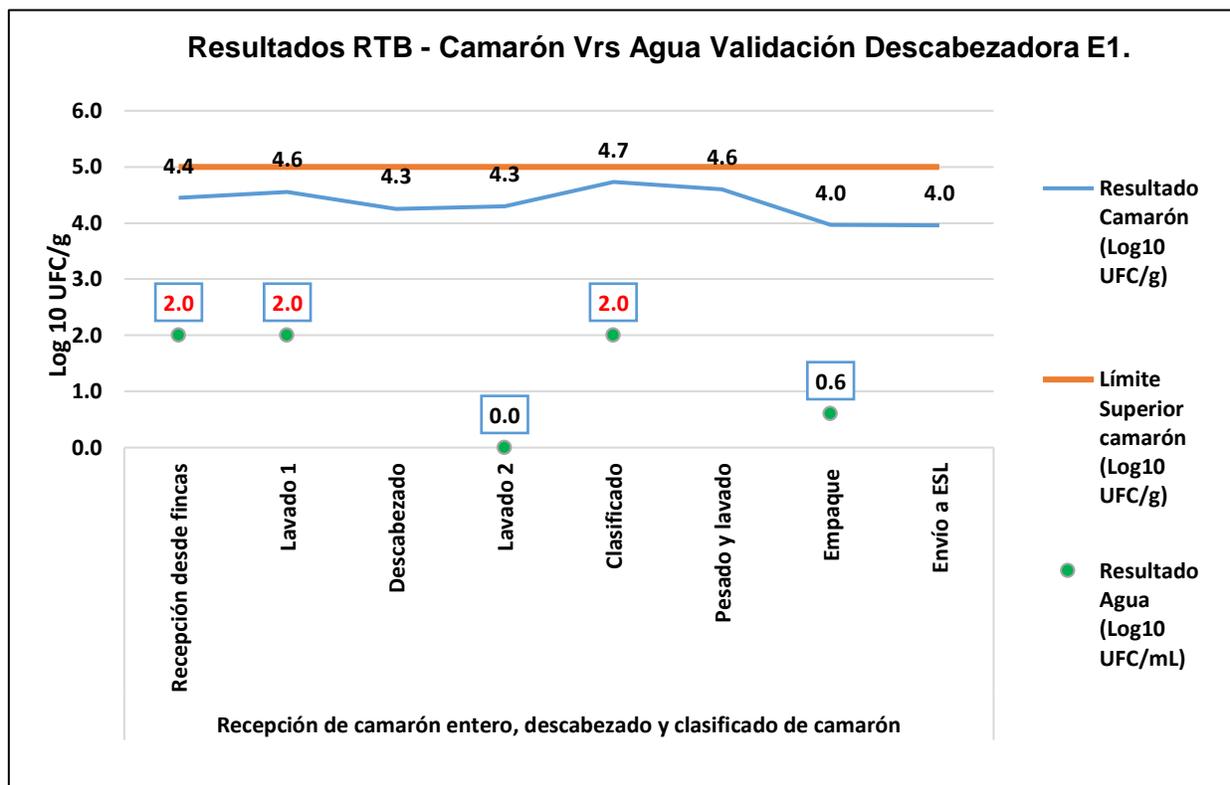


Figura 10. Gráfico comparativo de resultados de Análisis Recuento Total de Bacterias (Log_{10} UFC) en camarón y agua de Planta descabezadora E1.

Fuente: Autoría propia

En la figura anterior, se pueden observar los puntos en común donde se presentaron desviaciones tanto en camarón como en agua, resaltando las etapas de recepción, lavado 1 y clasificado.

4.3.1.2. Análisis Detección de *Salmonella spp* en Planta descabezadora E1.

Cuadro 7. Resultados análisis Detección de *Salmonella spp* en diferentes matrices: camarón, agua, hielo y manos de personal de Planta descabezadora E1.

Resultados Presencia de <i>Salmonella spp</i>					
Etapa del Proceso / Matriz		Producto	Ambiente		
		Camarón / 25g	Agua / 25 mL	Hielo 25 /mL	Personal / Manos
Recepción de camarón entero, descabeza do y clasificado o de camarón	Recepción desde fincas	Negativo	Negativo		
	Lavado 1	Negativo	Negativo	Negativo	
	Descabezado	Negativo			Negativo
	Lavado 2	Negativo	Negativo	Negativo	
	Clasificado	Positivo	Negativo	Negativo	Negativo
	Pesado y lavado	Positivo	Negativo		Negativo
	Empaque	Negativo	Negativo		
	Envío a Empacadora E2	Negativo			

Fuente: Autoría propia.

Estándares detección de *Salmonella spp* – Reglamentos Nacionales e Internacionales aplicables / Especificación del cliente:

Producto: - Camarón cola: Negativo / 25 g.

Ambiente: - Agua: Negativo / 25 mL

- Hielo: Negativo / 25 mL - Manos: Negativo / manos

Tal y como se observa en el cuadro 7, en las etapas de clasificado, pesado y lavado, se reportan desviaciones por *Salmonella spp*. En muestras ambientales no se evidenció la presencia de este patógeno.

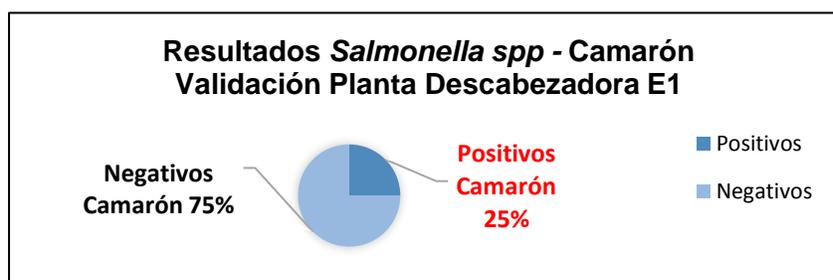


Figura 11. Gráfico de resultados de Análisis de Detección de *Salmonella spp* en camarón de Planta descabezadora E1.

Fuente: Autoría propia.

En la figura 11, se evidencia gráficamente el porcentaje de positividad de *Salmonella spp*, en el total de muestras analizadas en Planta descabezadora E1.

4.3.2. Resultados Validación Microbiológica Planta Empacadora E2

Durante el proceso de validación se continuó con la trazabilidad del producto procesado en la planta descabezadora E1, posteriormente en recepción de la planta empacadora E2 se seleccionaron los bins con talla 41/50 aplicable tanto para el proceso IQF crudo e IQF cocinado. Los resultados de análisis de la etapa de proceso de recepción y pelado de camarón descabezado (cola) tanto para camarón como ambiente, son comunes para ambos procesos de IQF, es por ello que sólo se reflejarán en el proceso de IQF Crudo.

4.3.2.1. Validación Línea de Proceso IQF Crudo.

Los resultados de análisis de RTB en camarón tanto en UFC como el Log_{10} (cuadros 8 y 9), obtenidos en la validación de IQF crudo, reflejan un recuento significativo en la recepción del producto en la planta empacadora E2, lo que supone que en la etapa de traslado del camarón desde la planta de descabezado E1 hasta la planta empacadora E2 hubo constante replicación microbiana. En las posteriores etapas se observa una reducción bacteriana significativa especialmente en pelado, lavado 1 y pesado. En la etapa de lavado 2 se reporta incremento microbiano interpolado con desviación en agua (figura 12), en las etapas siguientes se observa disminución en los recuentos y en producto terminado el resultado se encuentra dentro del rango especificado por el cliente.

En cuanto a desviaciones por *Salmonella spp* en producto, se observa presencia en la recepción del camarón procedente de planta de descabezado E1, lo que podría relacionarse con el tiempo de traslado desde la descabezadora E1 (cuadro 10), así mismo se reporta presencia de este patógeno en las etapas de lavado 1, almacén temporal, y en producto terminado, notándose que las medidas tomadas en etapas previas, no fueron suficientes para eliminar la *Salmonella spp*. En términos generales, en la línea de proceso IQF Crudo se observa un 36% de positividad por presencia de *Salmonella spp* (figura 13).

4.3.2.1.1. Análisis Recuento Total de Bacterias (RTB).

Cuadro 8. Resultados análisis RTB (UFC) en diferentes matrices: camarón, agua, hielo y superficie - material de empaque del proceso IQF Crudo.

Resultados Análisis Recuento Total de Bacterias (UFC)					
Etapa del Proceso		Producto	Ambiente		
		Camarón UFC/g	Agua 37°C (UFC / mL)	Hielo 37°C (UFC / mL)	Superficie - Material de Empaque UFC/100 cm ²
Recepción y pelado de camarón descabezado (cola)	Recepción desde Planta descabezadora E1	28 000			
	Pelado	1 800	2	0	
	Lavado 1	1 400	1		
	Pesado	1 700			
	Lavado 2	140 000	16		
	Almacén temporal	7 700			
Proceso de Congelación Rápida	Lavado	34 000			
	Congelado IQF 1	2 000			
	Glaseo IQF	34 000	1		
	Congelado IQF 2	42 000			
	Empacado y etiquetado	26 000			55

Fuente: Autoría propia.

Estándares Recuento Total de Bacterias (UFC) – Especificación del cliente: Producto:

Camarón pesado y empacado (Producto Terminado): $\leq 1\ 00\ 000$ UFC/g.

Ambiente: - Agua: < 10 UFC / mL, - Hielo: < 10 UFC / mL, -Superficie: < 400 CFU / 100 cm²

En el cuadro 8, se observa que los recuentos microbianos (UFC) tanto en camarón como en agua, incrementaron significativamente en la etapa de lavado 2, sin encontrarse fuera de la especificación del cliente en el producto final.

Cuadro 9. Resultados análisis RTB (Log_{10} UFC) en diferentes matrices: camarón, agua y hielo del proceso IQF Crudo versus Límite superior según especificación del cliente.

Resultados Recuento Total de Bacterias Log_{10} UFC							
Etapa del Proceso / Matriz		Camarón (Log_{10} UFC/g)	Límite Superior camarón (Log_{10} UFC/g)	Agua (Log_{10} UFC/mL)	Límite Superior Agua 37°C (Log_{10} UFC/mL)	Hielo 37°C (Log_{10} UFC/ mL)	Límite Superior Hielo 37°C (Log_{10} UFC/mL)
Recepción y pelado de camarón descabeza -do (cola)	Recepción desde Planta descabezadora E1	4,4					
	Pelado	3,3		0,3	1	0	1
	Lavado 1	3,1		0,0	1		
	Pesado	3,2					
	Lavado 2	5,1		1,2	1		
	Almacén temporal	3,9					
Proceso de Congela- ción Rápida Individual Crudo	Lavado	4,5					
	Congelado IQF 1	3,3					
	Glaseo IQF	4,5		0,0	1		
	Congelado IQF 2	4,6					
	Empacado y etiquetado	4,4	5				

Fuente: Autoría propia.

Estándares Recuento Total de Bacterias (Log_{10} UFC) – Especificación del cliente: Producto:

Camarón pesado y empacado (Producto Terminado): $\leq 5 \text{ Log}_{10}$ UFC/g

Ambiente: Agua: $< 1 \text{ Log}_{10}$ UFC/mL - Hielo: $< 1 \text{ Log}_{10}$ UFC/mL

En el cuadro 9, se evidencia desviación en agua en la etapa de lavado 2, por elevados recuentos microbianos (Log_{10}).

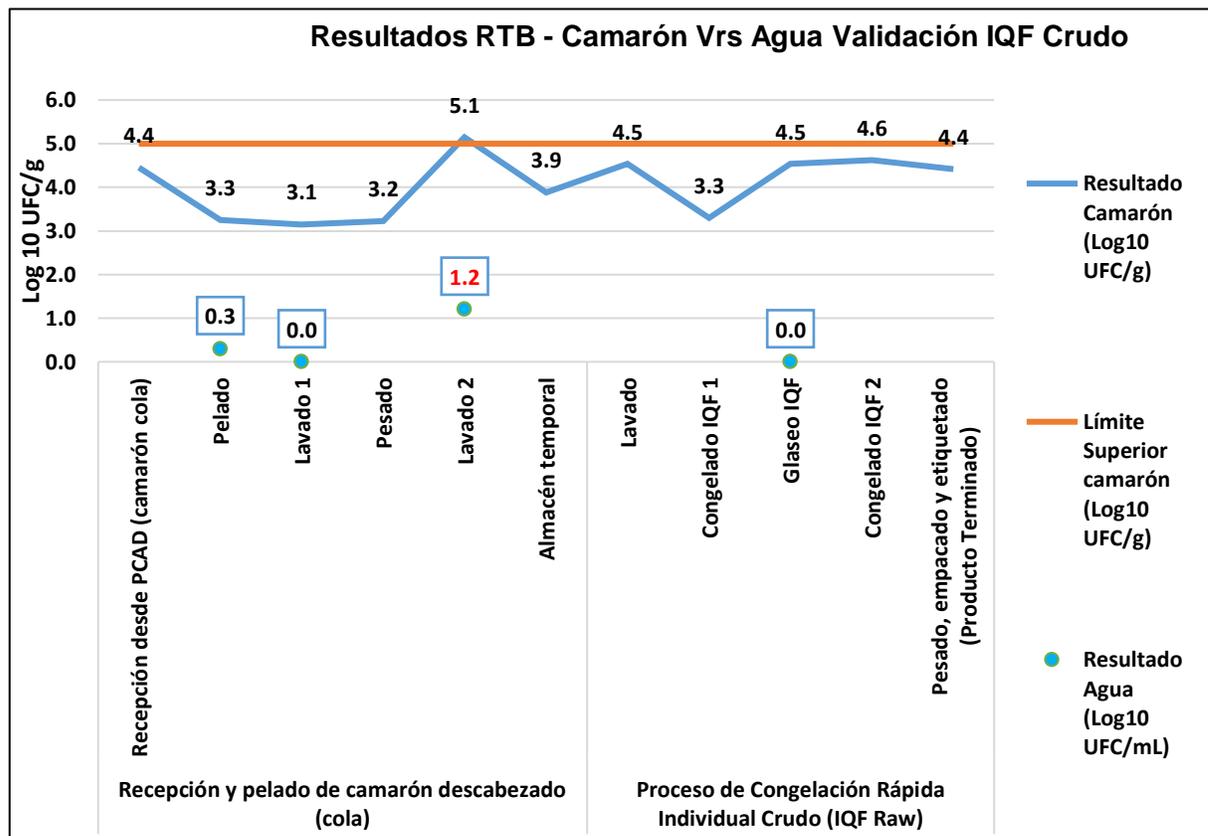


Figura 12. Gráfico comparativo de resultados de Análisis Recuento Total de Bacterias - RTB (Log_{10} UFC/g) en camarón y agua de proceso IQF Crudo.

Fuente: Autoría propia

La figura 12 representa la correlación entre los elevados recuentos en camarón y la desviación en agua reportada en la etapa de lavado 2.

4.3.2.1.2. Análisis Detección de *Salmonella spp* Proceso IQF Crudo.

Cuadro 10. Resultados análisis Detección de *Salmonella spp* en diferentes matrices: camarón, agua, hielo, manos de personal y material de empaque de Línea de Proceso IQF Crudo.

Resultados Presencia de <i>Salmonella spp</i>						
Etapa del Proceso		Camarón / 25g	Agua / 25 mL	Hielo 25 / mL	Personal / Manos	Material de Empaque / 100 cm ²
Recepción y preparación de materia prima	Recepción de camarón cola	Positivo	Negativo			
	Pelado	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	
	Lavado 1	Positivo				
	Pesado	Negativo				
	Lavado 2	Negativo				
	Almacén temporal	Positivo				
Proceso de Congelación Rápida Individual Crudo	Lavado	Negativo			Negativo	
	Congelado IQF 1	Negativo				
	Glaseo IQF	Negativo	Negativo			
	Congelado IQF 2	Negativo				
	Pesado, empacado y etiquetado	Positivo				Negativo

Fuente: Autoría propia.

Estándares análisis de detección de *Salmonella spp* – Reglamentos Nacionales e Internacionales aplicables / Especificación del cliente:

Producto terminado y ambiente: Negativo.

En el cuadro anterior, se recopila información relacionada a las etapas del proceso IQF crudo en las que se reporta presencia de *Salmonella spp*.

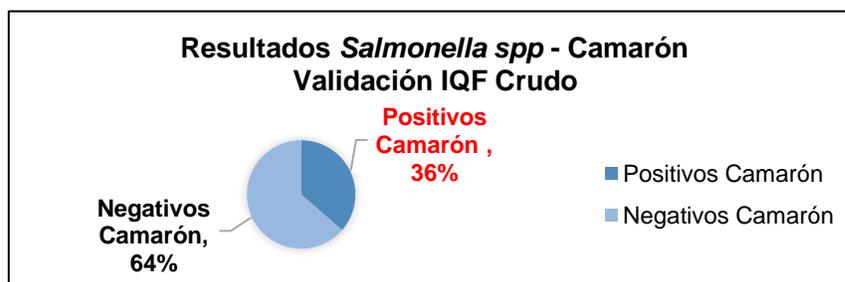


Figura 13. Gráfico de resultados de Análisis de Detección de *Salmonella spp* en camarón de Línea de Proceso IQF Crudo.

Fuente: Autoría propia.

En la figura anterior, se puede observar el porcentaje de positividad de *Salmonella spp*, en el total de muestras analizadas en Planta Empacadora E2.

4.3.2.2. Validación Línea de Proceso IQF Cocinado

Los resultados de análisis de RTB en camarón tanto en UFC como el Log₁₀ (cuadros 11 y 12), obtenidos en la validación de IQF Cocinado, reflejan un recuento elevado en la etapa de recepción de camarón pelado y en etapa de lavado, observándose en esta última también una desviación en agua (figura 14). Sin embargo, en las posteriores etapas se observa una significativa disminución de las bacterias viables que se mantiene hasta el producto terminado.

Se observa una desviación en aire de vapor del cocinador, sin llegar a incidir en el recuento final de producto. No se reportaron desviaciones por RTB ni por *Salmonella spp* en camarón procesado en la línea IQF cocinado, evidenciando que las medidas tomadas fueron eficaces para eliminar la *Salmonella spp* identificada en las etapas previas a la cocción. El agua del tanque de enfriamiento reportó desviación por RTB.

4.3.2.2.1 Análisis Recuento Total de Bacterias (RTB).

Cuadro 11. Resultados análisis Recuento Total de Bacterias (UFC) en diferentes matrices: camarón, agua, hielo, superficie - material de empaque y aire de vapor del proceso IQF Cocinado.

Resultados Análisis Recuento Total de Bacterias (UFC)						
Etapa del Proceso / Matriz		Producto	Ambiente			
		Camarón UFC/g	Agua 37°C (UFC / mL)	Hielo 37°C (UFC / mL)	Superficie - Material de Empaque UFC/cm ²	Aire de vapor UFC/100 cm ² / 15 min
Proceso de Congelación Rápida Individual Cocinado	Recepción de camarón pelado	40 000	8			
	Tratamiento	300	2			
	Lavado	6 000	424			
	Cocción	260				51

	Enfriamiento	480	164			
	Congelado IQF 1	2 400				
	Glaseo 1	500	0			
	Congelado IQF 2	400				
	Pesado y empacado	720			0	

Fuente: Autoría propia.

Estándares Recuento Total de Bacterias (UFC) – Especificación del cliente:

Producto: Camarón pesado y empacado (Producto Terminado): ≤ 1 000 UFC / g

Ambiente: Agua: < 10 UFC / mL

- Hielo: < 10 UFC / mL

- Superficie: < 400 CFU / 100 cm²

- Aire Vapor: ≤ 50 CFU / 40 cm² / 15 minutos de exposición.

En el cuadro anterior, se observan recuentos elevados en la etapa de recepción de camarón pelado y lavado, interpolada ésta última etapa con desviación en agua.

Cuadro 12. Resultados análisis Recuento Total de Bacterias (Log₁₀ UFC) en diferentes matrices: camarón, agua y hielo del proceso IQF Cocinado versus Límite superior según especificación del cliente.

Resultados Recuento Total de Bacterias Log ₁₀ UFC						
Etapa del Proceso / Matriz		Producto		Ambiente		
		Camarón (Log ₁₀ UFC/g)	Límite Superior Camarón (Log ₁₀ UFC/g)	Agua (Log ₁₀ UFC/mL)	Límite Superior Agua 37°C (Log ₁₀ UFC/mL)	Hielo 37°C (Log ₁₀ UFC/mL)
Proceso de Congelaci ón Rápida	Recepción de camarón pelado	4,6		0,9		
	Tratamiento	2,5		0,3		
	Lavado	3,8		2,6		
	Cocción	2,4				

Individual Cocinado	Enfriamiento	2,7		2,2			
	Congelado IQF 1	3,4					
	Glaseo 1	2,7					
	Congelado IQF 2	2,6					
	Pesado y empacado	2,9	3				

Fuente: Autoría propia.

Estándares Recuento Total de Bacterias (Log_{10} UFC) – Especificación del cliente:

Producto: Camarón pesado y empacado (Producto Terminado): $\leq 3 \text{ Log}_{10}$ UFC/g

Ambiente:

- Agua: $< 1 \text{ Log}_{10}$ UFC/mL

- Hielo: $< 1 \text{ Log}_{10}$ UFC/mL

En el cuadro 12, se evidencia desviación en agua en la etapa de lavado y enfriamiento, por elevados recuentos microbianos (Log_{10}).

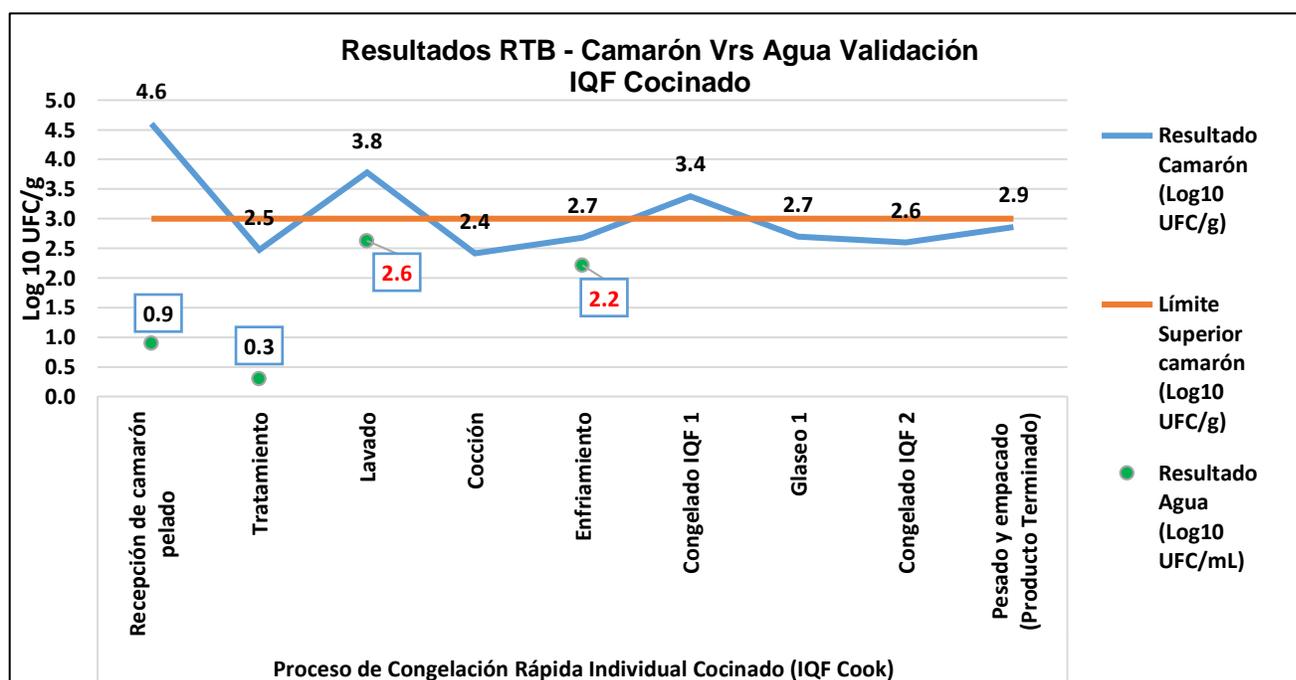


Figura 14. Gráfico comparativo de resultados de Análisis Recuento Total de Bacterias - RTB (Log_{10} UFC/g) en camarón y agua de proceso IQF Cocinado.

Fuente: Autoría propia

En la figura 14 se encuentran representadas las desviaciones por RTB en agua, interpolada con los recuentos microbianos obtenidos durante el procesamiento de camarón.

4.3.2.2.2. Análisis Detección de *Salmonella spp* Proceso IQF Cocinado.

Cuadro 13. Resultados análisis Detección de *Salmonella spp* en diferentes matrices: camarón, agua, hielo, manos de personal, ingredientes y material de empaque de Línea de Proceso IQF Cocinado.

Resultados Presencia de <i>Salmonella spp</i>							
Etapa del Proceso / Matriz		Producto	Ambiente				
		Camarón / 25g	Agua / 25 mL	Hielo 25 / mL	Personal / Manos	Ingredientes (sal y azúcar) / 25 g	Material Empaque / 100 cm ²
Proceso de Congelación Rápida Individual Cocinado (IQF Cook)	Recepción de camarón pelado	Negativo	Negativo				
	Tratamiento	Negativo	Negativo			Negativo	
	Lavado	Negativo	Negativo		Negativo		
	Cocción	Negativo					
	Enfriamiento	Negativo	Negativo				
	Congelado IQF 1	Negativo					
	Glaseo 1	Negativo	Negativo				
	Congelado IQF 2	Negativo					
	Pesado y empackado	Negativo					Negativo

Fuente: Autoría propia.

Estándares análisis de detección de Salmonella spp – Reglamentos Nacionales e Internacionales aplicables / Especificación del cliente:

Producto: - Camarón pesado y empackado (Producto Terminado): Negativo / 25 g.

Ambiente: Negativo.

En el cuadro anterior, se puede observar que en ninguna de las etapas de IQF cocinado se reportó presencia de *Salmonella spp*, tanto en producto como en ambiente.

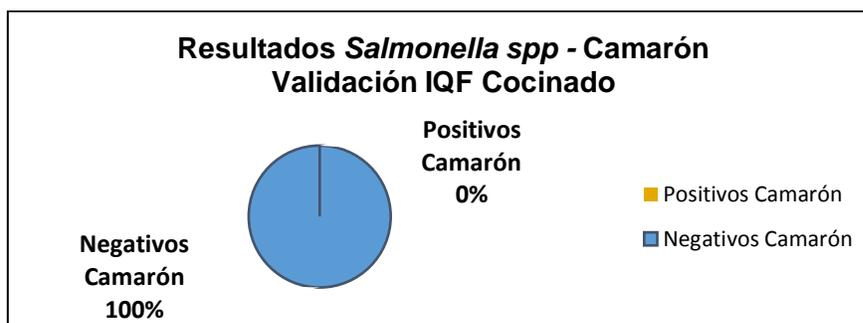


Figura 15. Gráfico de resultados de Análisis de Detección de *Salmonella spp* en camarón de Línea de Proceso IQF Cocinado.

Fuente: Autoría propia.

La figura 15 representa que el 100% de las muestras analizadas en IQF cocinado se reportaron negativas.

4.4 Reporte general de tendencias de resultados de validación microbiológica 2017

Durante la ejecución de la validación microbiológica de los planes HACCP de los procesos en estudio, se evidenció la notable presencia de la bacteria *Salmonella spp* en camarzón, llegándose a presentar desde la etapa de clasificado en planta descabezadora E1, pero sobretodo permaneciendo en la planta empacadora E2 en la línea de proceso IQF Crudo hasta aparecer en producto terminado.

En la figura 16 se evidencia el incremento en las desviaciones por este patógeno en la línea de proceso IQF Crudo, pudiéndose eliminar únicamente en la etapa de cocción en IQF Cocinado. En cuanto a las desviaciones en agua y hielo por indicadores, tanto en Planta descabezadora E1 como en proceso IQF Cocinado se reportan los mayores recuentos.

Al comparar con los resultados microbiológicos del último trimestre de 2016, no se observa un incremento o reducción significativa en las desviaciones microbiológicas.

Sin embargo, es necesario correlacionar con resultados del monitoreo diario del proceso para obtener resultados concluyentes.

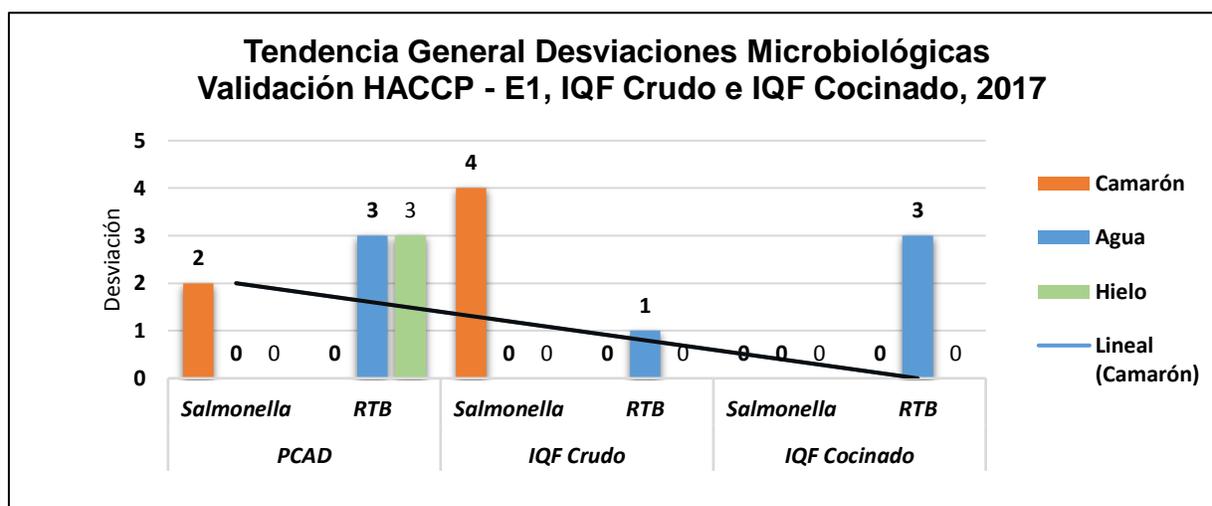


Figura 16. Tendencia general de desviaciones microbiológicas validación de los planes HACCP.

Fuente: Autoría propia.

En la figura 16 se representa gráficamente la tendencia de las desviaciones microbiológicas a través de los 3 procesos en estudio, evidenciándose un comportamiento de reducción microbiana en camarón en la última etapa de IQF cocinado.

4.5 Reporte General Resultados Análisis Cloratos

Durante el último trimestre del año 2016, se ejecutaron diversos cambios en los procesos de potabilización del agua, así como de los procesos de desinfección del camarón, con el objetivo de disminuir el valor de cloratos obtenidos en promedio hasta el momento, mismos que eran de 2,15 ppm en camarón. Cabe mencionar que en la bibliografía revisada, aún no se evidencia una normativa que indique el límite máximo permitido en camarón. Sin embargo, el valor máximo recomendado es de 0,25 ppm.

Durante los meses de junio y julio de 2017, periodo de ejecución de la validación microbiológica, se tomaron muestras de camarón para análisis de cloratos, mismas que fueron analizadas por un laboratorio de referencia del Gobierno, y se evidenció que la concentración de cloratos en promedio en camarón es de $< 0,05$ ppm, encontrándose muy por debajo del valor máximo recomendable, con lo cual se evidencia que las medidas tomadas para el control del peligro químico fueron efectivas.

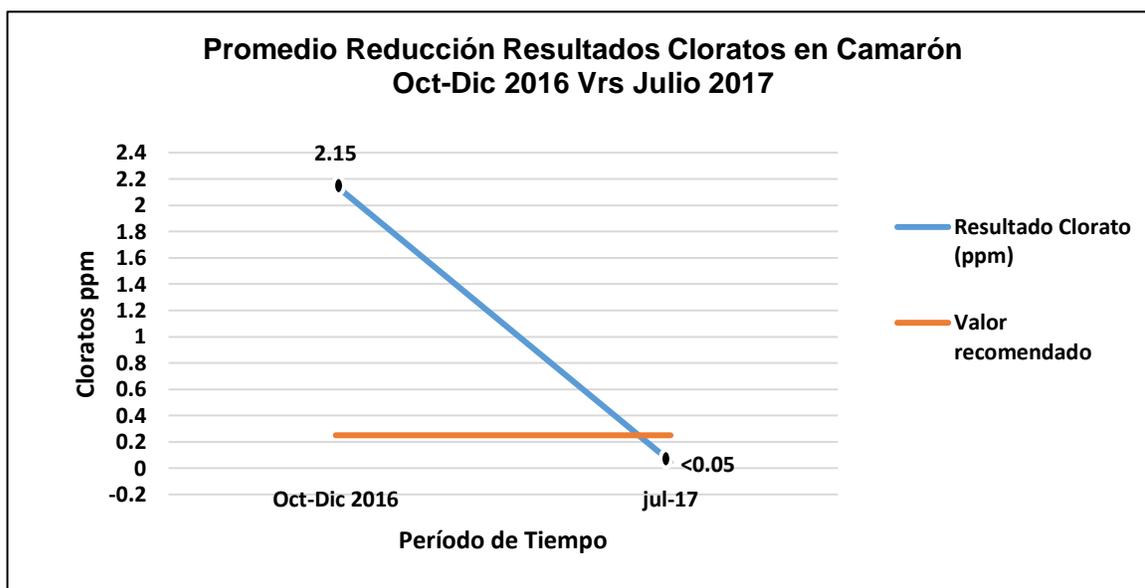


Figura 17. Gráfico de resultados de cloratos en camarón, promedio mensual octubre – diciembre 2016 versus julio 2017.

Fuente: Autoría propia.

En la figura 17 se observa la reducción de la concentración de cloratos expresada en ppm, comparando resultados de octubre-diciembre 2016 hasta julio de 2017.

5. CONCLUSIONES

Se concluye que:

5.1 Honduras es acuícola y proveedora de camarón a países importadores de éste, tal como los países europeos.

5.2 Los peligros identificados en las etapas de procesamiento de camarón blanco del Pacífico, son sensibles a ataque microbiano por *Salmonella spp* y químico por residuos medicamentos veterinarios residuales, contaminantes ambientales y trazas de cloratos.

5.3 Es indispensable la validación de los planes HACCP, para fortalecer las medidas de control requeridas para prevenir, reducir o eliminar los peligros identificados en el análisis de riesgos.

5.4 Los resultados de la validación microbiológica, reflejaron que los controles realizados no fueron totalmente eficaces para eliminar *Salmonella spp*, cuando se utilizó una concentración de dióxido de cloro (ClO_2) de 0,4 ppm para el lavado del camarón, tanto en el proceso de planta descabezadora E1 como en línea IQF crudo.

5.5 No se detectó la presencia de *Salmonella spp* en el producto que recibió la cocción con vapor, lo cual muestra la destrucción de la bacteria con este tratamiento.

5.6 En el monitoreo ambiental realizado a las plantas no hubo reporte de bacterias patógenas, únicamente desviaciones por bacterias indicadoras, mismas que deben ser controladas con las BPM.

5.7 Actualmente la concentración promedio de cloratos en músculo de camarón se encuentra por debajo del valor máximo recomendable, reflejando que las medidas implementadas en la Empresa Matriz (EM) han sido efectivas para su reducción.

6 RECOMENDACIONES

Se recomienda que se:

- 6.1 Realice una nueva revisión del plan HACCP de la descabezadora E1 y de proceso IQF crudo, para ajustar el aseguramiento de las medidas de control implementadas para eliminar bacterias patógenas tales como *Salmonella spp*, sin afectar la concentración de cloratos en producto.
- 6.2 Ajuste la concentración de ClO₂ que indique la inactivación de la *Salmonella spp*.
- 6.3 Revalide la nueva revisión del plan HACCP.
- 6.4 Realice un lavado general de las tuberías de la Planta descabezadora E1 para encontrar el origen de las desviaciones.
- 6.5 Revaliden los recuentos de RTB en agua y hielo para controlar la disminución de los recuentos microbianos en el camarón.
- 6.6 Verifiquen los criterios microbiológicos aplicables al agua del tanque de enfriamiento en cocinado IQF, debido a los recuentos microbianos elevados, para evitar contaminación en el producto terminado.
- 6.7 Optimice el proceso de muestreo del vapor del cocinador para asegurar la integridad de la muestra.
- 6.8 Dé seguimiento al proceso de armonización de los Planes HACCP incluidos en este proyecto, asegurando que se encuentren armonizados y acordes tanto con aspectos regulatorios, legales y normativos como con las especificaciones de los clientes.
- 6.9 Comparen los resultados microbiológicos de los años 2016 y 2017, dando seguimiento al comportamiento mensual de las desviaciones, para establecer una correlación.

6.10 Tomen medidas a nivel de industria para el control de cloratos, ya que la presencia de este peligro químico en crustáceos aún está en proceso de investigación.

6.11 Realice una revisión y replanteamiento de los planes HACCP cuando los programas pre-requisitos y en general el Sistema HACCP, no sean suficientes para reducir y eliminar las bacterias patógenas y peligros químicos.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. AGQ Labs and technologycal services (2015). Cloratos en alimentos, evaluación del riesgo. [en línea]. Disponible en:
<http://www.agq.com.es/article-es/cloratos-alimentos-evaluacion-del-riesgo>
(consultado el 23 de septiembre 2017)
2. Blakistone, B., Corby, J., DeVlieger, D., Flick, G., et al (2011). Educación Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control. Alianza Nacional de HACCP para Mariscos y Pescados para Capacitación. Florida. Quinta Edición. Pp. 256.
3. Briggs, M., (2006). Programa de información de especies acuáticas. *Penaeus vannamei*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO. Departamento de Pesca y Acuicultura. Roma. [en línea]. Disponible en:
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/es
(consultado el 18 de septiembre de 2017)
4. Castellón, M. (2005). National Aquaculture Sector Overview. *Visión general del sector acuícola nacional - Honduras. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO*. Departamento de Pesca y Acuicultura. Roma. [en línea]. Disponible en:
http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_honduras/es (consultado el 15 de septiembre 2017)
5. Castro, V. (2015). Conozca los cinco principales productos agroexportables. [en línea]. Disponible en: <http://www.elheraldo.hn/inicio/801889-331/conozca-los-cinco-principales-productos-agroexportables> (consultado el 23 de septiembre 2017).
6. Central América Data. [en línea]. Disponible en:
http://www.centralamericadata.com/es/article/home/Exportacin_de_camarn_congelado_crece_7 (consultado el 10 de septiembre 2017)

7. Ciati (2015). Cloratos en Unión Europea. Centro de Investigación y Asistencia Técnica a la Industria - Asociación Civil. [en línea]. Disponible en: <https://www.ciati.org/novedades-cloratos-union-europea.html> (consultado el 24 de septiembre 2017)
8. Codex Alimentarius, (2009). *Higiene de los Alimentos Textos Básicos. Organización Mundial de la Salud/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Cuarta Edición. Roma, Italia. Pp. 152.
9. Echeverri, S. (2010). *Diseño de un modelo para la implementación del Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control HACCP durante la elaboración de mezclas de harinas enriquecidas*. Trabajo de grado. Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos. Universidad Para la Cooperación Internacional. Costa Rica. Pp. 192.
10. Guzmán, E., Rodríguez, A., Otero, M., y, Moreno, O. (2005). El Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) como instrumento para la reducción de los peligros biológicos. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. Pp. 1–14. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63612657006> (consultado el 20 de septiembre de 2017)
11. Hidalgo, G. (2001). *Estándares microbiológicos para el sistema HACCP en la industria camaronera ecuatoriana*. Trabajo de grado. Química y Farmacia. Universidad de Guayaquil. Ecuador. Pp. 96.
12. Huss, H. (1997). Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. FAO (Organización De Las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación,) Documento Técnico de Pesca. No. 334. Roma, FAO. 1997. 174p.
13. Industria acuícola (2016). [en línea]. Disponible en: http://www.industriaacuicola.com/nueva_version/index.php/noticias/noticia/397 (consultado el 17 de agosto de 2017).

14. INOFOOD (2010). Verificación y validación de los programas HACCP. Puerto Varas. [en línea]. Disponible en: http://www.inofood.cl/neo_2010/pdf/presentaciones_2010/puerto_varas/09_%20DORA%20ROMO%20-%20FUNDACION%20CHILE.pdf (consultado el 07 de agosto 2017)
15. J. Mouwen y M. Prieto (1998). Aplicación del Sistema ARICPC HACCP a la Industria Cárnica Application of HACCP System To Meat Industry Aplicación do Sistema ARICPC HACCP Na Industria Cárnica. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. Pp. 42-46.
16. McCarthy, K. (2016). Chlorates? Biocel Ltd. Teagasc. Agriculture and Food Depelopment Authority. [en línea]. Disponible en: <https://www.teagasc.ie/media/website/animals/dairy/Chlorates---Karl-McCarthy,-Biocel-Ltd.pdf> (consultado el 27 de septiembre 2017)
17. Nuñez, José (2013). Validación y Verificación del Sistema HACCP. [en línea]. Recuperado de: http://www.avicultura.com.mx/avicultura/home/articulos-interior.asp?cve_art=1074 (consultado el 30 de agosto 2017)
18. Organización Panamericana de la Salud, OPS (2016). Justificación e importancia del Sistema HACCP. Inocuidad de Alimentos - Control Sanitario – HACCP. [en línea]. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10834%3A2015-justificacion-e-importancia-del-sistema-haccp&catid=7678%3Ahaccp&Itemid=41432&lang=es (consultado el 04 de septiembre 2017)
19. Rojas, J. (2017). *Implementación de sistema HACCP y su certificación en elaboración de camarón congelado y empaado de la Empresa Ecuador SEAFOOD S.A.* Trabajo de Grado. Ingeniería en Alimentos. Universidad Técnica de Machala. Ecuador. Pp. 43.

20. Rosas, P., y Reyes, G. (2008). Evaluación de los programas prerrequisitos del plan HACCP en una planta de sardinas congeladas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Vol. 58. No. 2. Pp. 174–181. Disponible en: <http://search.proquest.com/openview/e0d1b331986f7fe6c51ef1ed46e17543/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2032499> (consultado el 20 de septiembre 2017)
21. Secretaría de Agricultura y Ganadería-SAG, (2016). La SAG prepara FERISAG-Pesca y Acuicultura. *Sala de Prensa*. [en línea]. Disponible en: <http://www.sag.gob.hn/sala-de-prensa/noticias/ano-2016/marzo-2016/la-sag-prepara-ferisag-pesca-y-acuicultura/> (consultado el 17 de septiembre 2017)

8. ANEXOS

Anexo 1. Chárter



ACTA (CHÁRTER) DEL PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN (PFG)

Nombre y apellidos: Elisabet Posadas Martínez

Lugar de residencia: San Lorenzo, Valle, Honduras, Centro América.

Institución: Empresa Matriz (EM)

Cargo / puesto: Microbióloga Industrial

Información principal y autorización del PFG	
Fecha: 20 de marzo de 2017.	Nombre del proyecto: Validación de los planes HACCP para el procesamiento de camarón descabezado cocinado y crudo, utilizando congelación rápida individual (IQF por sus siglas en inglés), Honduras.
Fecha de inicio del proyecto: 01 de julio de 2017.	Fecha tentativa de finalización: 01 de noviembre de 2017.
Tipo de PFG: (tesina / artículo): Tesina	
Objetivos del proyecto:	
Objetivo General	

Evaluar los planes HACCP de dos dependencias de la Empresa Matriz (EM), para el aseguramiento de los controles de calidad durante el procesamiento del camarón *Litopenaeus vannamei* usando IQF.

Objetivos Específicos

A. Analizar la efectividad de las medidas de control implementadas para el monitoreo de los puntos críticos en ambas dependencias del Empresa Matriz (EM), para garantizar un sistema de control de peligros apropiado durante el procesamiento de camarón *Litopenaeus vannamei*.

B. Revisar los diagramas de proceso de los planes HACCP para ambas plantas de camarón descabezado y en las líneas de proceso de cocinado y/o crudo (ambos en IQF), para la verificación de su efectividad.

Descripción del producto:

El producto final es la verificación de la efectividad de los planes HACCP vigentes, tanto los utilizados en el proceso de descabezado en la planta descabezadora E1, como el de las líneas de proceso camarón cocinado y/o crudo, ambos conservados con la técnica de la congelación rápida e individual (IQF por sus siglas en inglés), en la Empacadora de camarones E2.

Como resultado de la nueva validación microbiológica y química de ambas dependencias, se generará un reporte de tendencias de resultados de validación microbiológica y química de 2017, comparados con los último trimestre de 2016. Esta información, servirá de referencia para la respectiva toma de decisiones de acuerdo con la efectividad de las medidas de monitoreo de los Puntos de Control (PC) y Puntos Críticos de Control (PCC), actualmente implementadas.

Durante la revisión de los diagramas de proceso en la planta descabezadora E1 y Empacadora de camarones E2, se hará la inclusión de las posibles etapas que no se encuentren contempladas y se colocarán en flujograma del plan HACCP correspondiente.

Necesidad del proyecto:

El presente proyecto surge debido a la necesidad la Empresa Matriz (EM) de verificar que los planes HACCP implementados en la planta descabezadora E1 y en la Empacadora de camarones E2 respectivamente, siguen siendo eficaces para el control de los peligros microbiológicos y químicos identificados durante el procesamiento de camarón, posterior a los cambios realizados en los procesos de potabilización de agua y desinfección de camarón a finales del año 2016.

Justificación de impacto del proyecto:

Debido a exigencias del mercado Europeo, durante el último trimestre del año 2016, la planta descabezadora E1 y Empacadora de camarones E2, ambas pertenecientes a la Empresa Matriz (EM), sufrieron cambios significativos en los sistemas de potabilización de agua así como en los procesos de lavado y desinfección del camarón, en función de la reducción de la concentración de cloro para evitar la formación de cloratos como sub productos de la desinfección.

Dichos cambios han traído consigo diversas modificaciones en los planes HACCP de ambas plantas procesadoras de camarón, por la inclusión de los cloratos como un nuevo peligro químico, para lo cual es necesario evaluar si dichos planes están funcionando efectivamente para controlar todos los peligros microbiológicos y químicos identificados y poder asegurar que las medidas de control implementadas actualmente son suficientes para asegurar la obtención de un producto inocuo y de calidad, durante el procesamiento de camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*).

Los beneficios del proyecto son:

Desde el punto de vista económico, el mercado europeo seguirá siendo uno de los principales clientes de la Empresa Matriz, debido al cumplimiento de la regulación nacional e internacional y se mantendrá un comercio seguro en términos de inocuidad alimentaria.

Asimismo, se disminuirán los costos por reproceso y cuarentena de producto no conforme, y se reducirá el tiempo de retención del producto en bodega.

<p>Restricciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No hay un laboratorio para análisis de cloratos en la zona sur, sólo en Tegucigalpa. - Es necesaria la capacitación en análisis estadísticos de tendencias de resultados. 	
<p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Avances del PFG al tutor (a) para su seguimiento. - Entrega de documento final al tribunal evaluador (tutor (a) y lector (a)), para su revisión y evaluación. 	
<p>Identificación de grupos de interés:</p> <p>Cliente (s) directo (s): Departamento de Aseguramiento y Control de Calidad de la Empresa Matriz (EM)</p> <p>Cliente (s) indirecto (s): Departamento de Ventas, Producción y Exportaciones.</p>	
<p>Aprobado por Director MIA: Félix Modesto Cañet Prades</p>	<p>Firma:</p>
<p>Aprobado por profesora Seminario Graduación: MIA. Ana Cecilia Segreda Rodríguez</p>	<p>Firma:</p>
<p>Estudiante: <i>Elisabet Posadas Martínez</i></p>	<p>Firma</p>

Anexo 2. Artículo Científico

VALIDACIÓN DE LOS PLANES HACCP PARA EL PROCESAMIENTO DE CAMARÓN DESCABEZADO, COCINADO Y CRUDO, UTILIZANDO CONGELACIÓN RÁPIDA INDIVIDUAL (IQF POR SUS SIGLAS EN INGLÉS), HONDURAS

Elisabet Posadas Martínez¹

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto consistió en la evaluación de los Planes HACCP ya implementados en la Planta descabezadora E1 y en la Empacadora de camarones E2, ambas pertenecientes a la Empresa Matriz (EM), para asegurar que los mismos siguen siendo eficaces para el control tanto de los peligros microbiológicos como del peligro químico emergente de los cloratos, considerando que en el último trimestre del año 2016 se realizaron diversos cambios en los procesos de potabilización de agua y desinfección del camarón.

Los resultados de la validación microbiológica evidenciaron una notable presencia de *Salmonella spp* en el camarón procedente de la laguna seleccionada, especialmente en la planta descabezadora E1 y en la línea de Proceso IQF Crudo, reportándose desviaciones en el 25% y 36% de las muestras analizadas, respectivamente. En Proceso IQF cocinado no se reportó presencia de este patógeno. La concentración de dióxido de cloro utilizada en el estudio fue de 0.4 ppm.

La revisión del historial de resultados de cloratos obtenidos en el último trimestre del año 2016, comparadas con el mes de junio y julio de 2017, evidenció que las

1. Microbióloga Industrial y auditora de laboratorios bajo la Norma ISO/IEC 17025. Candidata a Maestría en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos. UCI. Correo electrónico. myeli_117@yahoo.com.

medidas de control implementadas en la Empresa Matriz (EM) para controlar el peligro químico emergente de los cloratos, demostraron ser efectivas, ya que, actualmente la concentración de promedio de cloratos presente en camarón se encuentra muy por debajo del valor máximo recomendable.

Se recomienda realizar una nueva revisión de los Planes HACCP de la Descabezadora E1 y de Proceso IQF Crudo, realizando ajustes para asegurar que las medidas de control son suficientes para eliminar bacterias patógenas como *Salmonella spp*, ajustando la concentración de ClO₂, y posteriormente realizar una revalidación. Finalmente se sugiere dar seguimiento al comportamiento de las desviaciones posterior a los cambios realizados en 2016 debido a los cloratos, correlacionando resultados mensuales del monitoreo de los procesos y comparar los años 2016 y 2017.

PALABRAS CLAVES:

HACCP, programas pre requisitos, plan HACCP, verificación, validación, cloratos.

INTRODUCCIÓN

La producción de camarón, es una de las principales actividades económicas en Honduras, que actualmente cuenta con el puesto número 4 en lo referente a divisas generadas de la exportación, principalmente hacia los mercados europeo y estadounidense (Castro, V. 2015).

Asimismo, es uno de los sectores más prometedores para la inversión, lo que conlleva a la apertura de nuevos mercados, por ejemplo, en países asiáticos, quienes anualmente consumen cantidades importantes de camarón como parte de su cultura alimentaria y volumen poblacional. Central América Data (2017) posicionó a Honduras como el principal exportador de camarón y langostino congelado en Centroamérica en el año 2016.

Según Huss, H. (1997), los crustáceos son un elemento popular de la alimentación en muchos lugares del mundo y en algunos países ha constituido el principal aporte de proteína de origen animal. No obstante, el consumo de productos acuáticos también puede producir enfermedades por infección o intoxicación.

La globalización y el libre comercio de productos alimenticios, es una vía transcendental que favorece la aparición de enfermedades de transmisión alimentaria (ETA). Lo anterior, sustenta la necesidad de contar con industrias consolidadas, no sólo económicamente, sino que cuenten con una cultura de inocuidad y seguridad alimentaria establecida, con enfoque preventivo para la reducción o eliminación de los peligros químicos y biológicos.

El sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC o HACCP por sus siglas en inglés), surge como una alternativa para la producción de alimentos inocuos, controlando cada etapa del proceso, desde la granja hasta la mesa. El sistema HACCP es compatible con la industria camaronera, debido a que en ésta es indispensable contar con medidas que reduzcan el riesgo, y de ser posible eliminen todos aquellos peligros que amenazan la producción del camarón.

Cuando una empresa ya tiene establecido un sistema HACCP, puede contar con la certeza de que su proceso está siendo controlado y que se encuentra regido bajo un enfoque preventivo que es capaz de identificar y controlar todos los peligros a lo largo del proceso, sin embargo, es necesario evaluar (con una frecuencia basada en análisis de riesgos), las medidas de control siguen siendo eficaces y garantizan la obtención de alimentos inocuos, especialmente si se han presentado cambios en alguna de las etapas del proceso. Dentro de los principios establecidos en el HACCP, para la evaluación del propio sistema destacan: el principio 4 sobre procedimientos de monitoreo de los Puntos Críticos de Control, y el principio 7 relacionado con los procedimientos de verificación. Tanto el monitoreo como la verificación de las medidas de control y en general de todos los elementos del

sistema HACCP, son indispensables. Dentro del principio 7 se encuentra incluida la validación de los planes HACCP.

Según Codex Alimentarius (2009), la validación es la constatación de que los elementos del Plan HACCP son efectivos. Con la validación de ésta, se logra demostrar que todo lo descrito y realizado en la planta de procesamiento, puede prevenir, eliminar o reducir los niveles del riesgo que han sido identificados. (INOFOOD, 2010). Durante la validación, se verifican todos aquellos elementos que forman parte del monitoreo y de la verificación, y se puede decir que ésta es una evaluación global del sistema, fundamentada especialmente en evidencia científica.

La microbiota presente en el camarón es muy diversa, en la cual predominan especialmente las bacterias Gram negativas. Algunos de los peligros biológicos identificados en el procesamiento de camarón, provienen del medio ambiente en el que se desarrollan como *Vibrio parahaemolyticus*, mientras que otros, son normalmente ajenos al hábitat con reservorio humano/animal y que según H. Huss, (1997), pueden contaminar al ejemplar vivo durante la cosecha o procesamiento, como ser *Salmonella spp* y *Escherichia coli*. Para el control de estas bacterias, se utilizan de forma puntual medidas de control de tiempo y temperatura, y cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

En relación con los peligros químicos, éstos están estrechamente relacionados, en la mayoría de los casos, con actividades dentro de las etapas del procesamiento de camarón, por ejemplo: adición de conservantes, utilización de químicos del programa de control de plagas, sub productos de la desinfección, entre otros. Durante los últimos dos años, la Unión Europea ha enfocado su atención en aquellas sustancias químicas que pueden llegar a ser clasificadas como pesticidas, y que no deberían encontrarse en los alimentos en cantidades importantes que supongan un riesgo al consumidor, como es el caso de los cloratos y percloratos.

Los cloratos son moléculas generadas como subproductos de la desinfección, al utilizar productos a base de cloro (Cl), durante los procesos de potabilización del

agua y desinfección del camarón. Existen diversas hipótesis sobre la generación de los cloratos, por ejemplo, que los mismos se producen cuando los químicos a base de cloro (hipoclorito ClO^-), son expuestos a los rayos ultravioleta del sol. Actualmente, no existe una normativa específica que determine los límites máximos de cloratos permitidos en camarón. Lo anterior, pone en evidencia que el tema es sumamente novedoso y que aún se encuentra bajo investigación científica.

En la Empresa Matriz, como parte del cumplimiento de la regulación europea y para garantizar la obtención de productos inocuos, se han implementado diversas medidas para asegurar el control de los peligros químicos, específicamente los cloratos, las cuales involucran especialmente modificaciones en el proceso de potabilización del agua, por lo que es necesario realizar una nueva validación de los planes HACCP.

El objetivo general de este proyecto de posgrado es: Evaluar los planes HACCP de dos dependencias de la Empresa Matriz (EM), para el aseguramiento de los controles de calidad durante el procesamiento del camarón *Litopenaeus vannamei* usando IQF.

Los objetivos específicos son:

2. Analizar la efectividad de las medidas de control implementadas para el monitoreo de los puntos críticos en ambas dependencias de la Empresa Matriz, para garantizar un sistema de control de peligros apropiado durante el procesamiento de camarón *Litopenaeus vannamei*.
2. Revisar los diagramas de proceso de los planes HACCP para ambas plantas de camarón descabezado y en las líneas de proceso de cocinado y/o crudo (ambos en IQF), para la verificación de su efectividad.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un estudio teórico – experimental en las instalaciones de Empresa Matriz (EM) en la zona sur de Honduras. El periodo de duración estuvo comprendido entre los meses de abril a Julio del año 2017.

Estudio teórico: Revisión de los Planes HACCP de Planta descabezadora E1 y Planta empacadora E2 (IQF Crudo y Cocinado), obtención de información de la base de resultados de desviaciones microbiológicas enviados por el laboratorio interno en los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2016, informe de resultados microbiológicos obtenidos durante la validación HACCP en ambas dependencias en junio de 2017, informes de resultados de cloratos de octubre a diciembre 2016 y del mes de julio 2017.

Estudio experimental: En la semana 24 del año, se seleccionó una laguna con historial de positividad de *Salmonella spp* a la cual, para efectos de la validación, se le procedió a hacer rastreabilidad/trazabilidad analítica. La laguna en estudio fue cosechada en fincas el miércoles 14 de junio de 2017, al llegar a la planta de descabezado E1, fue procesada inmediatamente. El monitoreo microbiológico dio inicio con el muestreo de camarón y de los diferentes ingredientes y variables de influencia tales como agua, hielo, superficies y manos de personal. Posteriormente las muestras fueron enviadas al laboratorio microbiológico.

Del procesamiento de la laguna en la planta descabezadora E1, se generaron dos bins clasificados con la talla 41/50, mismos que fueron enviados a la planta empacadora E2 para continuar con la rastreabilidad/trazabilidad de la validación. El proceso de recepción y pelado del camarón en la planta empacadora E2, es compartido para ambas líneas de procesamiento IQF, es por ello que se decidió realizar un único monitoreo microbiológico en esta etapa. Posteriormente uno de los bins fue enviado a la línea de proceso IQF Crudo y el otro a IQF Cocinado.

Materiales: Insumos para el muestreo microbiológico (bolsas estériles, placas con agar, frascos estériles, guantes).

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Durante la primera etapa del proyecto se realizó de un diagnóstico en el cual se revisaron documentalmente e *in situ* los diagramas de flujo de los planes HACCP procedentes de Planta descabezadora E1, y de las Líneas de Proceso IQF cocinado e IQF crudo en la Planta Empacadora E2. Se encontró que los mismos estaban conformes con los procesos en estudio, y no se identificó la necesidad de realizar actualizaciones a los mismos.

Se realizó una revisión del historial de desviaciones microbiológicas reportadas en ambas dependencias en el último trimestre de 2016. Se identificó octubre como el mes con mayor incidencia de desviaciones por *Salmonella spp* en camarón, y por indicadores en ambiente. En noviembre y diciembre redujeron las desviaciones, meses en los que se llevaron a cabo la mayor cantidad de cambios para evitar la presencia de cloratos, lo cual podría ser indicativo que las modificaciones no impactaron en la calidad microbiológica del camarón en los últimos meses del 2016.

Para el estudio experimental se seleccionó una laguna con historial de positividad de *Salmonella spp* en la semana 24 del año 2017, a la cual, para efectos de la validación, se le procedió a hacer rastreabilidad/trazabilidad analítica desde la cosecha y descabezado, hasta su proceso en IQF crudo y cocinado. A lo largo del procesamiento de la laguna en estudio, se recolectaron muestras de camarón, ingredientes y variables de influencia en el proceso, como ser agua, hielo, superficies y manos de personal, para realización de análisis microbiológicos. Los resultados de la validación microbiológica realizada en el presente proyecto, evidenciaron una importante presencia de *Salmonella spp* en el camarón procedente de la laguna con historial de positividad, especialmente durante su procesamiento en la planta descabezadora E1 y en la línea de proceso IQF Crudo, obteniendo un porcentaje de desviaciones del 25% (Figura 1) y 36% (Figura 2), respectivamente.

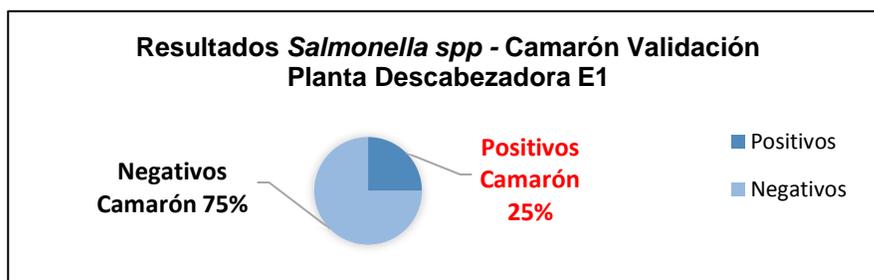


Figura 1. Gráfico de resultados de Análisis de Detección de *Salmonella spp* en camarón de Planta

descabezadora E1.

Fuente: Autoría propia.

En la planta descabezadora E1 se reportó presencia del patógeno en 2 etapas intermedias de las 8 etapas totales del procesamiento, sin embargo en el producto terminado previo a envío a la Planta Empacadora E2 no se reportó presencia de *Salmonella spp*.

En la línea de proceso IQF Crudo se reportó presencia de *Salmonella spp* en 4 de las 11 etapas, con una positividad del 36% del total de muestras analizadas en esta área, se evidenció que los controles no fueron suficientes para su control ya que permaneció positiva en la fase final del proceso.

En la validación del proceso IQF Cocinado no se encontró presente *Salmonella spp* en ninguna de sus etapas, pudiéndose evidenciar que las medidas de control implementadas fueron efectivas y que el proceso de cocción al vapor (Punto Crítico de Control) es capaz de eliminarla.

En relación al monitoreo ambiental, se reportan solamente desviaciones por indicadores en agua y hielo, tanto en Planta E1 como en proceso IQF Cocinado.

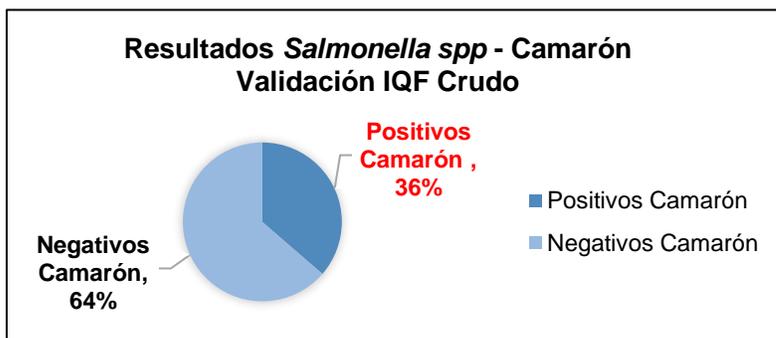
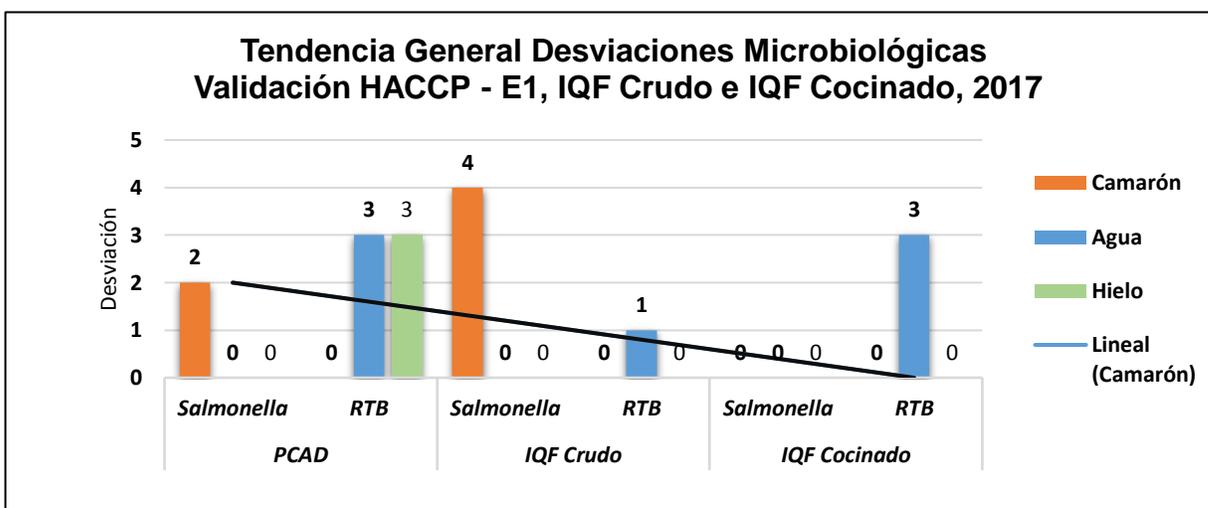


Figura 2. Gráfico de resultados de Análisis de Detección de *Salmonella* spp en camarón IQF Crudo.

Fuente: Autoría propia.



Fuente: Autoría propia.

Figura 3. Tendencia general de desviaciones microbiológicas validación de los planes HACCP.

Durante los meses de junio y julio de 2017, periodo de ejecución de la validación microbiológica, se tomaron muestras de camarón para análisis de cloratos, mismas que fueron analizadas por un laboratorio de referencia del Gobierno, y se evidenció que la concentración de cloratos en promedio en camarón es de <0.05 ppm, encontrándose muy por debajo del valor máximo recomendable, con lo cual se evidencia que las medidas tomadas para el control del peligro químico fueron efectivas.

La presencia de cloratos en camarón aún se encuentra en etapa de estudio. Con la información que se tiene hasta el momento, los procesadores deben ir tomando medidas, especialmente en optimizar los procesos de potabilización del agua, así como la desinfección de camarón y limpieza de equipos. (Ver Figura 4)

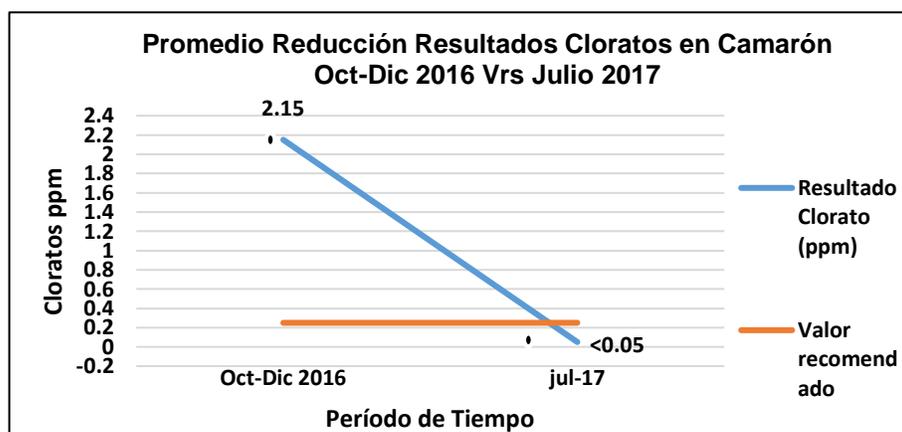


Figura 4. Gráfico de resultados de cloratos en camarón, promedio mensual octubre – diciembre 2016 versus julio 2017.

Fuente: Autoría propia.

CONCLUSIONES

Se concluye que:

1. Honduras es acuícola y proveedora de camarón a países importadores de éste, tal como los países europeos.
2. Los peligros identificados en las etapas de procesamiento de camarón blanco del Pacífico, son sensibles a ataque microbiano por *Salmonella spp* y químico por residuos medicamentos veterinarios residuales, contaminantes ambientales y trazas de cloratos.
3. Es indispensable la validación de los planes HACCP, para fortalecer las medidas de control requeridas para prevenir, reducir o eliminar los peligros identificados en el análisis de riesgos.
4. Los resultados de la validación microbiológica, reflejaron que los controles realizados no fueron totalmente eficaces para eliminar *Salmonella spp*, cuando se utilizó una concentración de dióxido de cloro (ClO_2) de 0,4 ppm para el lavado del camarón, tanto en el proceso de planta descabezadora E1 como en línea IQF crudo.

5. No se detectó la presencia de *Salmonella spp* en el producto que recibió la cocción con vapor, lo cual muestra la destrucción de la bacteria con este tratamiento. En el monitoreo ambiental realizado a las plantas no hubo reporte de bacterias patógenas, únicamente desviaciones por bacterias indicadoras, mismas que deben ser controladas con las BPM.

6. Actualmente la concentración promedio de cloratos en músculo de camarón se encuentra por debajo del valor máximo recomendable, reflejando que las medidas implementadas en la Empresa Matriz (EM) han sido efectivas para su reducción.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que se:

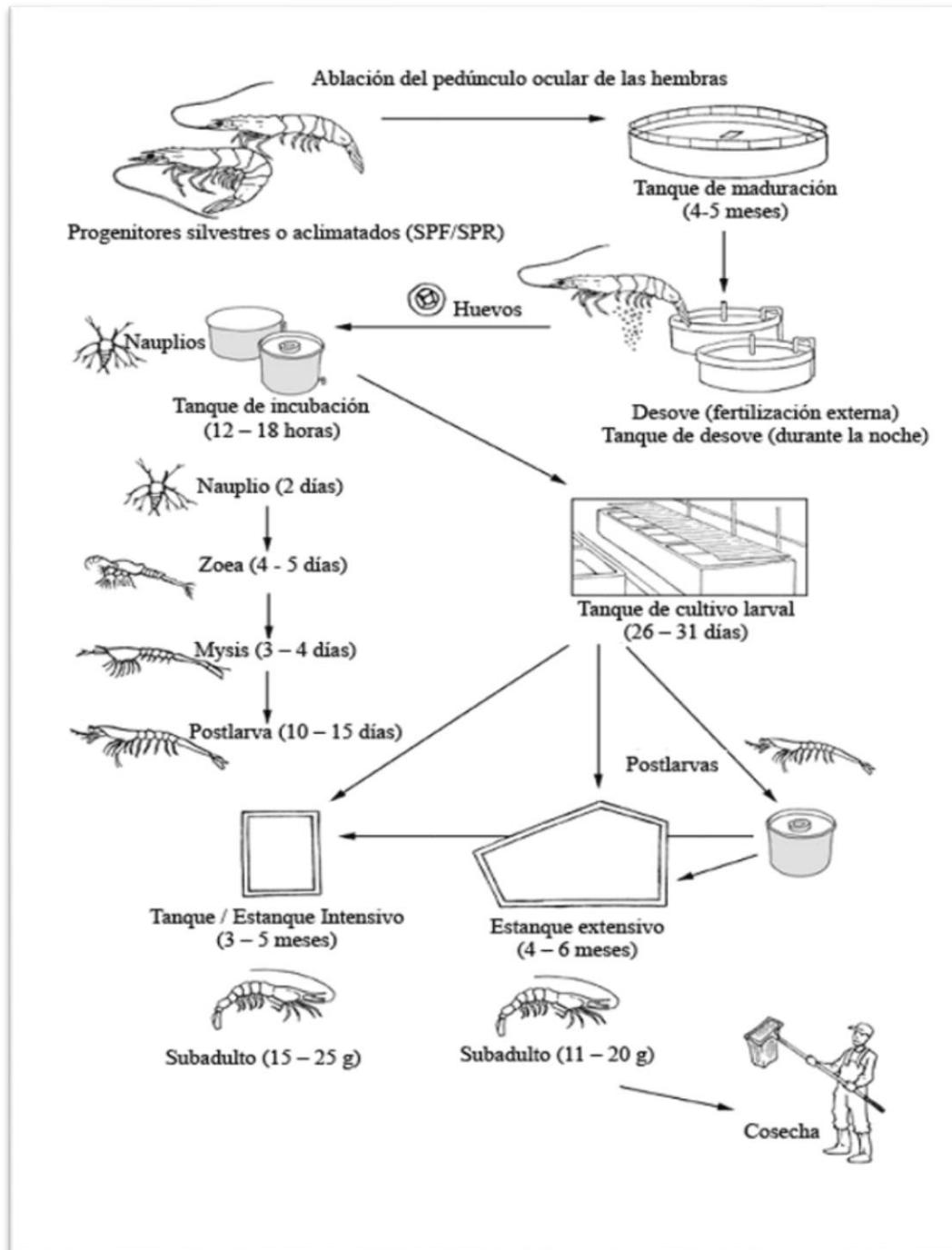
1. Realice una nueva revisión del plan HACCP de la Descabezadora E1 y de Proceso IQF Crudo, para ajustar el aseguramiento de las medidas de control implementadas para eliminar bacterias patógenas como *Salmonella spp*, sin afectar la concentración de cloratos en producto.
2. Revalide la nueva revisión del plan HACCP.
3. Realice un lavado general de las tuberías de la Planta descabezadora E1 para encontrar el origen de las desviaciones.
4. Revaliden los recuentos de RTB en agua y hielo para controlar la disminución de los recuentos microbianos en el camarón.
5. Verifiquen los criterios microbiológicos aplicables al agua del tanque de enfriamiento en cocinado IQF, debido a los recuentos microbianos elevados, para evitar contaminación en el producto terminado.
6. Optimice el proceso de muestreo del vapor del cocinador para asegurar la integridad de la muestra.
7. Dé seguimiento al proceso de armonización de los Planes HACCP incluidos en este proyecto, asegurando que se encuentren armonizados y acordes tanto con aspectos regulatorios, legales y normativos como con las especificaciones de los clientes.

8. Comparen los resultados microbiológicos de los años 2016 y 2017, dando seguimiento al comportamiento mensual de las desviaciones, para establecer una correlación.
9. Tomen medidas a nivel de industria para el control de cloratos, ya que la presencia de este peligro químico en crustáceos aún está en proceso de investigación.
10. Realice una revisión y replanteamiento de los planes HACCP cuando los programas pre-requisitos y en general el Sistema HACCP, no sean suficientes para reducir y eliminar las bacterias patógenas y peligros químicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Castro, V. (2015). Conozca los cinco principales productos agroexportables. [en línea]. Disponible en: <http://www.elheraldo.hn/inicio/801889-331/conozca-los-cinco-principales-productos-agroexportables> (consultado el 23 de septiembre 2017).
2. Central América Data. [en línea]. Disponible en: http://www.centralamericadata.com/es/article/home/Exportacin_de_camarn_congelado_crece_7 (consultado el 10 de septiembre 2017)
3. Ciati (2015). Cloratos en Unión Europea. Centro de Investigación y Asistencia Técnica a la Industria - Asociación Civil. [en línea]. Disponible en: <https://www.ciati.org/novedades-cloratos-union-europea.html> (consultado 24/09/17)
4. Codex Alimentarius, (2009). *Higiene de los Alimentos Textos Básicos. Organización Mundial de la Salud/Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Cuarta Edición. Roma, Italia. Pp. 152.
5. Huss, H. (1997). Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. FAO (Organización De Las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación,) Documento Técnico de Pesca. No. 334. Roma, FAO. 1997. 174p.
6. INOFOOD (2010). Verificación y validación de los programas HACCP. Puerto Varas. [en línea]. Disponible en: http://www.inofood.cl/neo_2010/pdf/presentaciones_2010/puerto_varas/09%20DORA%20ROMO%20-%20FUNDACION%20CHILE.pdf (consultado 07/08/17)

Anexo 4. Ciclo de Producción del Camarón



Fuente: Castellón, M. (2005).