

APLICACIÓN DEL ENFOQUE Y CONTROL DE PROCESOS EN LA REDUCCIÓN DE LA MORTALIDAD DE NAUPLIOS Y POSTLARVAS DE CAMARÓN EN UN LABORATORIO DE PRODUCCIÓN

APPLICATION OF THE APPROACH AND CONTROL OF PROCESSES IN THE REDUCTION OF THE MORTALITY OF NAUPLIOS AND POSTLARVAS DE CAMARÓN IN A PRODUCTION LABORATORY

Ramón Antonio Zambrano Mero¹, Grether Lucía Real Pérez¹,
José Raúl Quimis Reyes², Argelio Antonio Hidalgo ávila²

¹Docentes Universidad Técnica de Manabí - Ecuador

²Docentes Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí - Ecuador

e-mail: rzambrano@utm.edu.ec¹, greal@utm.edu.ec¹,
raul.quimis@uleam.edu.ec², argelio.hidalgo@uleam.edu.ec²

Recibido: 09/01/2019

Aceptado: 30/04/2019

Doi: https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v10i2.1587

Código Clasificación JEL: G24, L11, M11

RESUMEN

Las actividades realizadas en los laboratorios de producción de nauplios y postlarvas son el comienzo de la producción de camarón, donde el control de procesos es esencial para los resultados productivos deseados. La investigación se realizó en un laboratorio de producción la parroquia Canoa, provincia de Manabí, con el objetivo de establecer el control de procesos para incrementar los resultados productivos. Se aplica el método: Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC). Los resultados obtenidos demuestran que existen factores que no han sido controlados: la temperatura del agua, la energía eléctrica, la presencia de hongos, bacterias, mohos que son PCC en el proceso; su control puede incrementar la supervivencia en un 20 % de la situación actual. El estudio económico en la propuesta realizada arroja un beneficio/costo de 1.97, una tasa de retorno de la inversión de menos de un año, considerándose aceptable el proyecto.

Palabras clave: Método APPCC, riesgo, producción, productividad, camarón

ABSTRACT

The activities carried out in the production laboratories of nauplii and postlarvae are the beginning of the production of shrimp, where the control of processes is essential for the desired productive results. The investigation was carried out in a production laboratory in the Canoa parish, province of Manabí, with the objective of establishing process control to increase the productive results. The method is applied: Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP). The results obtained show that there are factors that have not been controlled: the temperature of the water, the electrical energy, the presence of fungi, bacteria, molds that are PCC in the process; its control can increase survival by 20% of the current situation. The economic study in the proposal produced a benefit / cost of 1.97, a rate of return on investment of less than one year, considering the project acceptable.

Key words: HACCP method, risk, production, productivity, shrimp



INTRODUCCIÓN

La investigación contribuye a los resultados de un proyecto de investigación desarrollado por investigadores que pertenecen al grupo científico de investigación: Productividad, Seguridad, Salud y Ambiente (PSSA) con docentes de la Universidad Técnica de Manabí (UTM) y la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM). El proyecto: “Incidencia de las condiciones de trabajo en la productividad, seguridad, salud y ambiente en las actividades relacionadas en la acuicultura y la pesca en la provincia de Manabí, Ecuador.

En el Ecuador y en especial en la zona costera del país la acuicultura y la camaronicultura constituyen uno de los renglones productivos del país. Para algunos autores como Toledo et al (2018) la camaronicultura es uno de los sectores más lucrativos y de mayor crecimiento dentro de la acuicultura marina (Toledo, Castillo, Carrillo, & Arenal, 2018) La producción pesquera mundial alcanzó un máximo de aproximadamente 171 millones de toneladas en 2016, de los cuales la acuicultura representó un 47% del total. La actividad camaronera en el Ecuador tiene sus inicios en el año 1968, en las cercanías de Santa Rosa, provincia de El Oro, cuando un grupo de empresarios locales dedicados a la agricultura empezaron la actividad al observar que en pequeños estanques cercanos a los estuarios crecía el camarón. Para 1974 ya se contaba con alrededor de 600 hectáreas dedicadas al cultivo de este crustáceo (FAO, 2018).

La importancia de la acuicultura como fuente de especies acuáticas ha aumentado de forma considerable; en 2014 la producción mundial acuícola superó por primera vez a la pesca de captura como principal proveedor de organismos acuáticos para consumo humano (Acebo , Álvarez, & Marcillo, 2018).

La producción de camarón se convirtió en un modo de vida de muchos acuicultores de las principales zonas costeras del país; sin embargo, en 1999 estas producciones fueron afectadas por el virus de la mancha blanca, en sus siglas en inglés (white spot syndrome virus - WSSV), confirmada su presencia el 28 de mayo de 1999 (Notarianni, 2006). El elemento patógeno causante de esta enfermedad es el virus de la mancha blanca que ataca a los tejidos del crustáceo. Por ser una enfermedad viral, no existe sanidad para la misma. El estrés es el elemento fundamental en el desarrollo de esta enfermedad, además se observa una marcada relación entre la temperatura inferior a 27°C. Otros factores reconocidos son los niveles bajos de oxígeno disuelto, valores extremos de pH, cambios súbitos en la calidad del agua, entre otros (Cuellar, 2013).

Las condiciones en las que se desarrollan las diferentes etapas de estos crustáceos son vitales para el logro de su supervivencia. Después del colapso de la industria camaronera por la presencia del virus de la mancha blanca, se buscaron alternativas de manejo en los laboratorios utilizando métodos adecuados tanto técnicos como económicos para la producción de post larvas de camarón de mejor calidad y disminuir el riesgo de mortalidad (Yoong & Reinoso, 2000)

Uno de los principales lugares para el desarrollo de la acuicultura se presenta en los laboratorios de producción de nauplios y postlarvas de camarón; sin embargo, aún existen muchas brechas no controladas y puede provocar los resultados de mortalidad, no deseados para los acuicultores en este sector.

Cuando se hace referencia al riesgo, en sus diferentes circunstancias o aplicaciones puede ser definido como la probabilidad de que un peligro se materialice en determinadas condiciones y genere daños. En el caso de los laboratorios de producción de poslarvas, las condiciones de estos lugares pueden ser la causa de los daños que provocan la mortalidad de estas poblaciones de crustáceos.

El surgimiento de laboratorios de producción de postlarvas de camarón fue fundamental para recuperar la población de fauna acompañante en las capturas de larva salvaje y además nos permitió investigar, domesticar y controlar enfermedades que de otra forma resultaba muy impreciso hacerlo (Alcivar & Zambrano, 2016). La Hipótesis demostrada en la investigación fue:

El enfoque y control de procesos contribuirá a la reducción de la mortalidad de nauplios y postlarvas de camarón en el laboratorio de producción de la provincia de Manabí considerado en esta investigación.

El objetivo general de la investigación radicó en: Aplicar el enfoque y control de procesos en la reducción de la mortalidad de nauplios y postlarvas de camarón en un laboratorio de producción de la provincia de Manabí, Ecuador.

METODOLOGÍA

La metodología usada en el trabajo de campo permitió dar cumplimiento al objetivo de la investigación y la demostración de la hipótesis planteada. La investigación es exploratoria, debido a que la misma busca identificar y controlar aquellas causas de la mortalidad que no han sido consideradas en el control del proceso de producción de nauplios y postlarvas.

El método APPCC usado en la investigación se basa en la aplicación de un conjunto de principios que de manera sencilla se puedan implementar en las empresas que procesan productos de origen animal o vegetal (Medina, y otros, 2016). El aseguramiento de la calidad e inocuidad alimentaria incluye la aplicación del método APPCC (Valero, 2018). En este caso, es aplicado en un laboratorio de producción de nauplios y postlarvas en la provincia de Manabí. Los pasos seguidos en la aplicación del método permitirán a otros investigadores replicarlo en otros lugares de producción similares al considerado en este estudio, los mismos son referidos a continuación:

Fase I. Método APPCC: Realizar un análisis de peligros (Principio I).

La primera fase de aplicación del método APPCC centra la atención en la identificación de peligros. En el caso de esta investigación se busca cuáles son todos los peligros que pueden provocar en cada parte del proceso la muerte de los nauplios y postlarvas. Para ello, han de considerarse:

- Identificación de los peligros: en este caso, conocidas todas las operaciones dentro del proceso en estudio se procede a identificar los peligros que son recomendados por (Bryan, 1992), concentrándose en los peligros de origen físico, químicos o biológicos que pueden afectar en el caso de esta investigación la muerte de los nauplios y postlarvas. En la tabla 1, se muestra los diferentes peligros de origen físico, químicos o biológicos que pueden estar presentes:

Tabla 1. Descripción de peligros y ejemplos en el proceso de producción de nauplios y postlarvas

Peligros	Descripción	Ejemplos
Físicos	Están relacionados con aquellos parámetros físicos que alteran la calidad del agua almacenada en los estanques que contienen postlarva de camarón, considerando el proceso de cultivo en cautiverio	Temperatura Salinidad Luz Evaporación Turbidez Color Sabor Transparencia
Químicos	Están muy relacionados con el uso de productos químicos en las actividades de limpieza y desinfección, el uso de aditivos alimentarios, de residuos de pesticidas, de toxinas que afectan los parámetros químicos del agua.	Oxígeno disuelto Potencial de Hidrógeno Compuestos nitrogenados Dióxido de carbono Amoniac Nitritos Sulfuro de Hidrógeno Alcalinidad Dureza
Biológicos	Están relacionados con la contaminación de microorganismos patógenos que se producen en el agua	Bacterias Virus Protozoos Cianobacterias Diatomeas

Fuente: Elaboración Propia

Fase II. Método APPCC: Identificar los puntos críticos de control (PCC) (Principio II)

En esta fase del procedimiento se tienen en cuenta el cálculo del riesgo en cada una de las partes del proceso de producción de nauplios y postlarvas. Para ello se utiliza como expresión matemática:

$$R_i = P * C \text{ (ecuación 1)}$$

Donde:

Ri: riesgo de muerte del nauplio y postlarvas en cada etapa del proceso i.

P: probabilidad de ocurrencia del riesgo físico, químico o biológico en cada etapa del proceso.

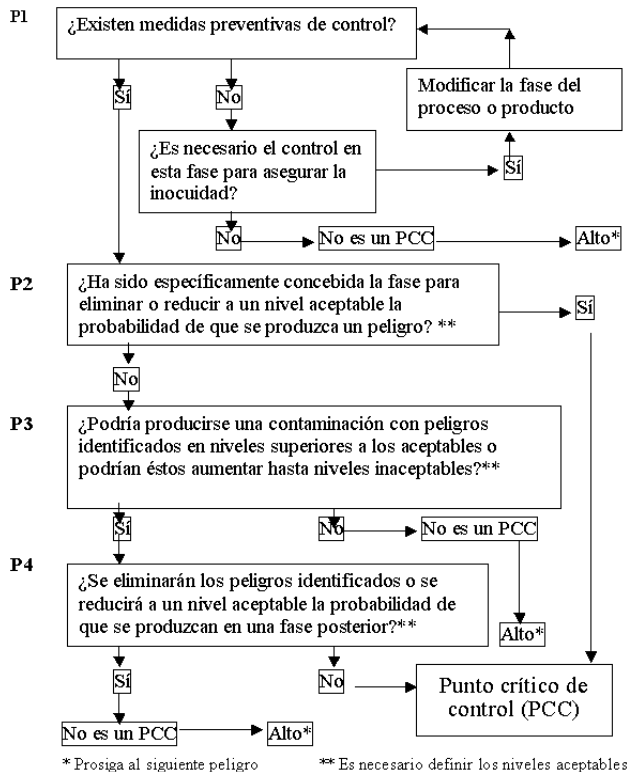
C: Consecuencia de la ocurrencia del riesgo en cada etapa del proceso.

La evaluación de riesgos se realiza en aquellas etapas del proceso donde son necesarias considerar medidas preventivas por la presencia de los riesgos y que fueron identificados en la Fase I. Una vez obtenidos el valor de los riesgos, estos pueden clasificarse como trivial, moderado, no tolerable. Los mismos tienen su respectiva codificación de colores en verde, amarillo y rojo respectivamente. La identificación del punto crítico de control (PCC) permite en cada elemento donde el riesgo es no tolerable, establecer cuáles son los mecanismos de actuación y control para evitar que el riesgo se materialice y reducir o convertir el peligro a un nivel aceptable.

Fase III. Método APPCC: Establecimiento de los límites de control (Principio III)

Para el establecimiento de los límites de control puede usarse como herramienta de análisis el árbol de decisiones. La herramienta permite ir estableciendo un conjunto de preguntas que van llevando al análisis en el establecimiento de los límites de control. Para poder seguir un procedimiento de análisis en la identificación de los PCC se recomienda el árbol de decisión propuesto en la Norma Chilena de APPCC del 2011 que se muestra en la figura 1.

Figura 1. Árbol de decisión para la identificación de los PCC



Fuente: NCh2861, 2011

En cada punto de control identificado en el proceso de producción de postlarvas se señalan los límites críticos, emitiendo los respectivos análisis para conocer si los puntos son aplicables o no relacionados con la producción de cosechas óptimas.

Fase IV. Método APPCC: Establecer un sistema de vigilancia (Principio IV)

Una vez identificados todos los PCC se procede a la toma de datos en el trabajo de campo, para ello se realizan las observaciones programadas de los PCC determinado su nivel de cumplimiento considerando los límites establecidos en función del elemento analizado.

Fase V. Método APPCC: Establecer las medidas correctoras (Principio V)

Si en el proceso de observación se detecta una desviación del parámetro de los límites establecidos se analiza como una irregularidad del Límite de Control del PCC y se sigue el protocolo correctivo establecido, proponiendo las medidas correctoras para mejorar la situación encontrada y controlar el riesgo.

Fase VI. Método APPCC: Protocolos de verificación para comprobar eficiencia del sistema (Principio VI)

La comprobación se realiza bajo los modelos de protocolos del Manual de Buenas Prácticas de Producción acuícolas (MBP), son considerados también exámenes de laboratorio bacteriológicos en función de la variable estudiada. Esta verificación debe realizarse por personal calificado que le permita identificar las deficiencias en el proceso productivo de estudio. La verificación comprende auditorías al plan de APPCC, se pueden considerar muestreos aleatorios que permita la validación total del plan.

Fase VII. Método APPCC: Sistema de documentación sobre los procedimientos y los registros apropiados (Principio VII)

En esta fase deben considerarse toda la documentación sobre los procedimientos y registros apropiados que fundamenten todos los principios antes expuestos.

RESULTADOS

Resultados Fase I. Método APPCC: Realizar un análisis de peligros (Principio I)

Un análisis detallado de cada una de las etapas en el proceso de producción de nauplios y postlarvas muestra que las operaciones principales realizadas son:

Limpieza y desinfección de tanques: Después de la cosecha y de cada corrida, se seca el laboratorio, procediendo a limpiar y desinfectar las áreas del entorno incluidos los tanques de cultivo, y las tuberías para la aireación.

Bombeo y tratamiento de agua: La captación de agua salina se la realiza en pleamar siendo almacenada en reservorios para su respectivo tratamiento, luego del tratamiento se la conduce a otros reservorios manteniéndose en constante recirculación.

Cultivo de microalgas: El cultivo de microalgas que es el alimento vivo que sirve para alimentar a las postlarvas se cultivan en el área destinada para la debida fertilización y producción.

Líneas de aireación: Las tuberías de PVC luego de ser desinfectadas se instalan en el fondo de cada tanque de cultivo.

Llenado de tanques: El llenado de los tanques de cultivo con agua salina tratada, se lo realiza con bombas para agua, con salinidad de 30 ups y temperatura de 31 °C.

Transporte de nauplios: Los nauplios en estadio 4, son transportados desde la península de Santa Elena en fundas plásticas con 15 litros de agua más oxígeno, con una densidad de 300 000 nauplios por funda, embalados en cajas de cartón.

Recepción y aclimatación: La recepción de nauplios regularmente se la realiza en horas de la mañana para su respectivo conteo e identificación de lotes. Para la aclimatación las fundas son

retiradas de los cartones y llevadas a los tanques de cultivo, manteniéndoselas inmersas por un tiempo de 30 minutos.

Siembra de nauplios: Para la siembra de nauplios se emplea agua salina junto a microalgas, luego de la aclimatación se deposita el contenido de las fundas en los respectivos tanques de cultivo.

Cultivo de Artemia: En el laboratorio existe otro departamento empleado para el cultivo de artemia, que es un crustáceo utilizado como alimento vivo para las postlarvas.

Valoración de parámetros físico-químicos: Para valorar parámetros óptimos se utilizan termómetros y salinómetros, y así obtener datos de temperatura y salinidad adecuados.

Alimentación durante el ciclo de cultivo: Se elaboran tablas alimenticias considerando el estadio larvario y postlarvario, se preparan dietas secas y líquidas según la necesidad del animal, considerando el número de tanques a alimentar.

Observación de larvas y postlarvas: La observación se la realiza diariamente utilizando un microscopio, tomando una muestra por cada tanque de cultivo, observando sus movimientos, el proceso alimentario, la presencia de bacterias, hongos, y protozoarios.

Recambios de agua: El recambio de agua salina se lo realiza en horas de la mañana, a partir del estadio de postlarvas 3, el proceso consiste en bajar el nivel de agua en los tanques para extraer los desechos contenidos y originados por los organismos.

Cosecha de postlarvas: Se procede a la cosecha bajando el nivel del tanque con el fin de facilitar la captura utilizando un challo de 1 mm de ojo de malla. Luego se escurre para realizar el debido peso y conteo.

Distribución y embalaje de las postlarvas: Superando el estadio de postlarva 10, se recomienda la cosecha, luego del pesaje son envasadas en fundas plásticas con agua más oxígeno y más alimento, a una densidad de 10.000 pl/15 litros.

En la tabla 2 se presenta la identificación de los riesgos en cada una de las partes del proceso.

Tabla 2. Identificación de riesgos en el proceso de producción de nauplios y postlarvas.

ETAPAS DEL PROCESO	IDENTIFICACION DE RIESGOS		
	FISICO	QUIMICO	BIOLOGICO
PREPARACION DE TANQUES	ESTADO DE TANQUES, FISURAS, NICHOS DE CONTAMINACION	CONTENIDO DE QUIMICOS DEL AMBIENTE FITOSANITARIOS	BACTERIAS, HONGOS, PROTOZOARIOS, (LISTERIA MONOCITOGENES, VIBRIO CHOLERAEE, PARASITOS, ETC)
	DETERIORO DE FILTROS		
PREPARACION DE AGUA		HIPOCLORITO DE SODIO, ACIDO CITRICO, VITAMINA C	PLAGAS ALADAS
	TUBERIAS DETERIORADAS, FILTROS		
AIREACION DE TANQUES		DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO DQO, DBO Y SOLIDOS DISUELTOS	HONGOS, MOHOS, LEVADURAS
	CLIMATIZACION, CONDICIONES DE TEMPERATURA		
SIEMBRA DE NAUPLIOS		RESIDUAL DE HIPOCLORITO DE CLORO	VIBRIO
	CALENTAMIENTO DE CEPAS		
PREPARACION DE ALIMENTO ALGAS		PRESENCIA DE CLORO	HONGOS
PREPARACION ALIMENTO SECO			HONGOS
PREPARACION DE ALIMENTO VIVO ARTEMIA		PRESENCIA DE CLORO	PRESENCIA DE BACTERIAS
COSECHA Y EMBALAJE	PERDIDA DE OXIGENO EN FUNDAS SELLADAS	CARBON ACTIVO	AGUA CON BACTERIAS PATOGENAS

Fuente: Elaboración propia

Resultados Fase II. Método APPCC: Identificar los puntos críticos de control (PCC) (Principio II)

Una vez identificadas las etapas del proceso y los principales peligros existentes en cada una se proceden a realizar la evaluación de riesgos, considerando los elementos expuestos en la metodología. En la tabla 3, se muestra el resultado de la evaluación de riesgo. La probabilidad se valora en Baja (B), Media (M) o Alta (A) y las consecuencias se valoran como Ligeramente Dañino (LD), Dañino (D) y Extremadamente Dañino (ED), dando una valoración del riesgo en tolerable, trivial, moderado, intolerable. Para cada uno de estos riesgos se presenta las medidas preventivas y los procedimientos para dar cumplimiento con ellas.

Tabla 3. Resultados de la evaluación de riesgos en las etapas del proceso de producción de Nauplios y Postlarvas

Etapas del proceso	Riesgo identificado	Evaluación de riesgos			Medidas preventivas
		Probabilidad	Consecuencia	Riesgo significativo	
Preparación de tanques	Estado de tanques, fisuras, nichos de contaminación	M	D	Moderado	Plan de mantenimiento de tanques.
	Contenido de químicos del ambiente fitosanitarios	B	LD	Trivial	Análisis previo del agua en el tanque de almacenamiento principal.
	Bacterias, hongos, protozoarios, (listeria monocitogenes, vibrio cholerae, parásitos, etc)	A	ED	Intolerable	Establecimiento de inocuidad del agua.
Preparación de agua	Deterioro de filtros	B	LD	Trivial	Mantenimiento e inspección de filtros.
	Hipoclorito de sodio, ácido cítrico, vitamina c	B	ED	Moderado	Control de cloro residual y otros químicos.
	Plagas aladas	M	D	Moderado	Enmallado cierre del área.
Preparación de blowers	Demanda química de oxígeno dpo, dpo ₅ y sólidos disueltos	A	ED	Intolerable	Mantenimiento de blowers
	Hongos, mohos, levaduras	A	ED	Intolerable	Limpieza y desinfección en tuberías, tanques, filtros, ambiente
Siembra de nauplios	Climatización, condiciones de temperatura	A	ED	Intolerable	Control de operación de caldero
	Residual de hipoclorito de cloro	B	ED	Moderado	Control de medición del residual de cloro
	Vibrio	A	ED	Intolerable	Análisis bacteriológico diario y control de alcalinidad
Preparación de alimento algas	Iluminación de cepas de algas	A	ED	Intolerable	Garantizar el flujo eléctrico
	Presencia de cloro	B	ED	Moderado	Control de medición de cloro residual
	Hongos	B	LD	Trivial	Esterilización de agua
Preparación de alimento vivo artemia	Presencia de cloro	B	ED	Moderado	Control de medición de cloro residual
	Presencia de bacterias	B	D	Tolerable	Dosificación de cloro en la descalcificación de huevos de artemia
Cosecha y embalaje	Perdida de oxígeno en fundas selladas	B	ED	Moderado	Inspección de fundas
	Carbón activado	B	ED	Moderado	Inspección de carbón
	Agua con bacterias patógenas	B	ED	Moderado	Análisis bacteriológico del agua

Fuente: Elaboración propia

Fase III. Método APPCC: Establecimiento de los límites de control (Principio III)

El resultado en la determinación de los límites de control tiene dos momentos importantes. El primer momento es la aplicación del árbol de decisión para determinar cuáles son los PCC en el proceso estudiado. Una vez determinado estos PCC se procede a establecer los límites de control. En la tabla 4 se muestran ambos resultados.

Resultados de las fases:

Fase IV. Método APPCC: Establecer un sistema de vigilancia (Principio IV)

Fase V. Método APPCC: Establecer las medidas correctoras (Principio V)

Fase VI. Método APPCC: Protocolos de verificación para comprobar eficiencia del sistema (Principio VI)

La aplicación del principio 4 en el proceso de producción de nauplios y postlarvas, permite establecer un plan para el establecimiento del sistema de vigilancia. Con relación a la vigilancia quedan definidos el que hay que hacer, el cómo se debe hacer, la frecuencia y quien es el encargado de realizar cada una de las acciones que fueron generadas para la vigilancia de los límites de control establecidos. El principio 5 se da cumplimiento al establecer cuáles son las acciones correctoras en caso de que un parámetro se encuentre fuera de los límites de control y el principio 6 se cumple con el registro o elementos a cumplir para verificar la eficiencia del sistema (ver tabla 5).

Tabla 4. Resultados de la determinación de los Límites de Control en el proceso de producción de Nauplios y

Postlarvas								
DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE CONTROL								
Etapas del proceso	Riesgo	Punto de control	¿Existen medidas de control preventivas?	¿La etapa está pensada específicamente para eliminar la probable presencia de un peligro o reducirla a un nivel aceptable?***	¿Se podría producir contaminación por peligros identificados por encima de los niveles aceptables, o podrían estos crecer a niveles inaceptables?	¿Una etapa subsecuente eliminará los peligros identificados o reducirá su aprobación probable a niveles aceptables?	PCC	Límites Críticos de Control
Preparación de tanques	Bacterias, hongos, protozoarios, (listeria, monodigitomas, vibrio cholerae, parásitos, etc)	Establecimiento de inocuidad del agua	SI	NO	SI	NO	SI	1000 PPM DE CLORO TONELADA DE AGUA 80 PPM DE VITAMINA C/20 LITROS DE AGUA DULCE EN CADA TANQUE 500 PPM DE VITAMINA C/1,5 TONELADAS DE AGUA 800 PPM DE ÁCIDO CÍTRICO/1,5 TONELADAS DE AGUA
Aireación de tanques	Demanda química de oxígeno DQO, DBO y sólidos disueltos.	Mantenimiento de blowers e instalación de 2 blowers.	SI	SI			SI	GARANTIZAR EL FUNCIONAMIENTO CONTINUO DEL BLOWER, QUE ABASTECE DE OXIGENO AL TANQUE, CONTROL DE DOSIFICACION DE OXIGENO CON OXIGENOMETRO EN m3 litros
Siembra de nauplios.	Hongos, mohos, levaduras	Limpieza y desinfección en tuberías, estanques, filtros, ambiente	SI	NO			SI	AUSENCIA DE HONGOS Y MOHOS, PRESENCIA DE HONGOS NO PERMITE QUE LA POSTLARVA SE ALIMENTE
	Climatización, condiciones de temperatura	Control de operación de caldero	SI	SI			SI	CONTROL DE TEMPERATURA DEL AGUA DEL TANQUE 30-33 GRADOS CENTIGRADOS, GARANTIZAR EL FUNCIONAMIENTO DEL CALDERO
Preparación de alimento algas	Vidrios	Control de alcalinidad	SI	NO	SI	NO	SI	EQUILIBRIO DE MINERALES Na, Mg, K
	Iluminación de cepas	Control de flujo luminoso, abastecimiento de energía eléctrica	SI	SI			SI	ABASTECIMIENTO CONTINUO DE ENERGIA ELECTRICA CON GENERADOR

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Aplicación de los principios IV, V y VI en el proceso de producción de nauplios y postlarvas

PCC	PELIGRO SIGNIFICATIVO	LÍMITES CRÍTICOS	VIGILANCIA				ACCIONES CORRECTORAS	REGISTRO
			¿QUÉ?	¿CÓMO?	FRECUENCIA	¿QUIÉN?		
Establecimiento de inocuidad de agua	BACTERIAS, HONGOS, PROTOZOARIOS (LISTERIA, MONODIGITOMAS, VIBRIO CHOLERA, PARASITOS, ETO)	1000 PPM DE CLORO/TONELADA DE AGUA 80 PPM DE VITAMINA C/20 LITROS DE AGUA DULCE EN CADA TANQUE 500 PPM DE VITAMINA C/1,5 TONELADAS DE AGUA 800 PPM DE ÁCIDO CÍTRICO/1,5 TONELADAS DE AGUA	Dosificación de cloro, ácido cítrico y vitamina C	Disolución en agua	Cada estadío	Auxiliar de larvas	Análisis de laboratorio, si es necesario agregar más dosificación	Control de dosificación de cloro, ácido cítrico y vitamina C
Mantenimiento de blowers, instalación de 2 blowers.	DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO DQO, DBO Y SÓLIDOS DISUELTOS	Garantizar el funcionamiento continuo del blower que abastece de oxígeno al tanque, control de dosificación de oxígeno con oxigenómetro, m3/litros	Dosificación de oxígeno	Blowers y tanque de oxígeno	Continua	Auxiliar de larvas	En caso de paro de blowers, 1. poner en funcionamiento el blower, 2	Se prende generador cuando se suspende el suministro de energía eléctrica y registro de cambio de blowers por avería
Limpieza y desinfección, en tuberías, estanques, filtros, ambiente	HONGOS, MOHOS, LEVADURAS	Ausencia de hongos y mohos, la presencia de hongos evita que la postlarvas se alimente	Limpieza y desinfección de tubería y estanques	Cumplimiento de procedimiento de limpieza y desinfección	Cada nuevo lote	Auxiliar de larvas	Verificar y validar la limpieza	Registro de limpieza y desinfección de tuberías, tanques
Control de operación de caldero	CLIMATIZACIÓN, CONDICIONES DE TEMPERATURA	Control de temperatura del agua del tanque 30-33 C, garantizar el funcionamiento del caldero	Seguimiento y monitoreo de temperatura	Uso de termómetro	Cada hora	Auxiliar de larvas	Reporte de fallas en calderos	Registro de tiempos de paro de caldero
Control de alcalinidad	VIDRIOS	Equilibrio de minerales Na, Mg, K	Análisis de presencia de Vidrios	Prueba de laboratorio	Al inicio del proceso y al realizar la transferencia a de acuarios de un tanque a otro	Laboratorio de Edson	En caso de presencia de vidrios, controlar la alcalinidad	Reporte de laboratorio
Control de flujo luminoso, abastecimiento de energía eléctrica	ILUMINACION DE CEPAS	Abastecimiento continuo de energía con generador	Abastecimiento continuo de energía eléctrica a través de generador emergente cuando se interrumpe dicha energía	Operar el generador	cuando existe un corte de manteni miento de energía eléctrica	Jefe de manteni miento	Programa de mantenimiento de generador	Horas de funcionamiento de generador

Fuente: Elaboración propia

Resultados Fase VII. Método APPCC: Sistema de documentación sobre los procedimientos y los registros apropiados (Principio VII)

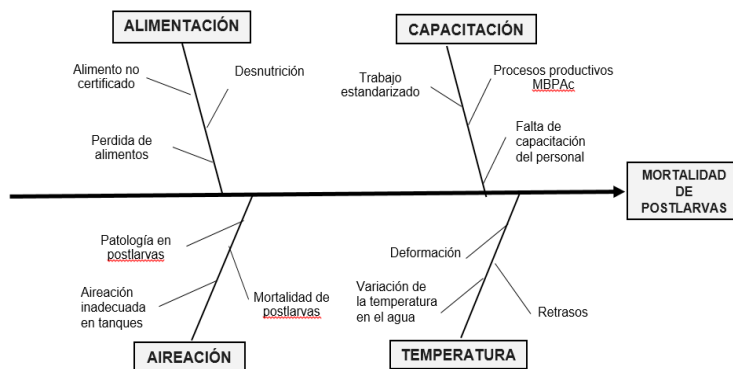
El sistema APPCC, establece los siguientes documentos y registros:

- Documentos
- Acuerdo No. map-2017-0012-a
- Manual de Buenas Prácticas de Acuicultura (BPA)
- Registros
- Código APPCC-01: limpieza y desinfección de tanques
- Código APPCC-02: recepción de nauplios
- Código APPCC-03: control de siembra
- Código APPCC-04: control de estadios postlarvarios
- Código APPCC-05: control de cosecha y transporte
- Código APPCC-06: control de uso de alimentos
- Código APPCC-07: control de uso de probióticos
- Código APPCC-08: control de parámetros físicos-químicos
- Código APPCC-09: control de medicamentos
- Código APPCC-10: evaluación de postlarvas
- Código APPCC-11: control de informe de auditoría
- Código APPCC-12: control de verificación
- Código APPCC-13: registro de acciones correctivas
- Código APPCC-14: control de plan de auditoría
- Código APPCC-15: control de producto no conforme

Resultados Fase VIII. Análisis de las causas

En la figura 1, se muestra el diagrama causa efecto donde se analizan las causas de la mortalidad de las postlarvas en el laboratorio considerado en la investigación.

Figura 1. Diagrama Causa - Efecto que considera la mortalidad de postlarvas



Fuente: Control de Operación de procesos productivos de Postlarvas

DISCUSIÓN

En la actualidad los intentos por garantizar la seguridad en todos los niveles es una preocupación y tarea de muchos investigadores en aras de lograr mejores resultados productivos sin afectar a los actores del proceso. Autores como (Litardo, Real, Chavez, Litardo, & Zambrano, 2018) muestran una visión de la seguridad enfocada a la determinación de los riesgos laborales y su control en una planta de agua potable, mostrando los resultados de la aplicación del método de evaluación de riesgos que es usado en esta investigación, pero aplicado a la producción de postlarvas de camarón.

Al realizar esta investigación una de las preguntas que se debe responder en la discusión de los resultados es si es factible económicamente la aplicación de este método APPCC en el proceso de producción de nauplios y postlarvas. Dentro de los indicadores económicos de esta propuesta se tiene que la Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 699%. Este valor es comparado con la Tasa de Bonificación (TB) considerando un 10%. En este caso, la TIR es mayor que la TB, por lo que analizando este parámetro se plantea aceptado el proyecto. La determinación del Valor Actual Neto (VAN) da un valor de 2 056,18 USD siendo mayor que la inversión primaria realizada en el proceso de producción de nauplios y postlarvas, valorado como de 81 800 USD, siendo un elemento aceptado en el proyecto. El tercer indicador analizado es el periodo de recuperación que en este caso es de un año, al ser menor que 5 años se puede plantear que es aceptado este plan de mejoramiento bajo la normativa APPCC.

Al comparar los resultados alcanzados en la investigación se muestra que el proyecto es favorable, algunos investigadores como (Martínez, 2015) dan una visión diferente a los riesgos analizados, considerando los tipos de contaminación según el origen del agente contaminante en contaminación primaria y secundaria o según el tipo de contaminación según la naturaleza del contaminante en biológica o abiótica. En la investigación que se presenta se puede analizar la clasificación de los riesgos tal y como se propone en la (NCh2861, 2011) en riesgos físicos, químicos o biológicos. Un punto de análisis es que la identificación o clasificación de los riesgos va a depender del tipo de proceso que se esté analizando, en cualquiera de las dos variantes es factible y es el punto de partida de aplicación de los principios de aplicación del método APPCC.

En la investigación para la evaluación de los riesgos fue usado el método clásico de evaluación de riesgos que considera la probabilidad y la consecuencia sin embargo puede en otras investigaciones más profundas considerar lo que se propone por (INSHT, 2015), donde plantea que la estimación del riesgo teniendo en cuenta la severidad del daño la probabilidad y la consecuencia. Una aplicación de este método puede verse en (Pérez, Franco, & Sánchez, 2011) donde puede verse claramente aplicados los principios del método APPCC en el autocontrol en el proceso de frutas y verduras, dando resultados muy favorables en la mejora de la inocuidad de los alimentos. Los resultados económicos obtenidos en esta investigación demuestran que es factible su aplicación en el proceso de producción de nauplios y postlarvas.

CONCLUSIONES

La acuicultura es una de las actividades productivas de mayor importancia para la producción de alimentos sanos y sustentables a nivel mundial. En el Ecuador, la zona costera apuesta por estos sistemas productivos que permita la generación de empleo y el fortalecimiento de una alimentación saludable, que apoya el crecimiento y las necesidades alimentarias de la población. La investigación realizada permitió el cumplimiento de los objetivos planteados, debido a que se pudo aplicar en el laboratorio de producción de nauplios y postlarvas, el método APPCC para el enfoque y control de postlarvas de camarón y su contribución a la reducción de las muertes. Los resultados obtenidos demuestran que con la propuesta realizada de aplicación del APPCC, se logra una reducción del 14% en la mortalidad. La situación actual de supervivencia al inicio de la investigación fue de un 40%. Con la implantación de las propuestas de mejora se logra una supervivencia de un 60%. El índice beneficio/costo es de 1,97, lo que indica que la inversión se recupera 97 centavos de dólar por cada dólar invertido, señalando que la implantación de la repotenciación de la propuesta será rentable y correcta para el laboratorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acebo, M., Álvarez, M., & Marcillo, F. (2018). Estudios Industriales. Orientación estratégica para la toma de decisiones. Industria de Acuicultura. Guayaquil: ESPAE Graduate School of Management de la Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL. Obtenido de http://www.espaec.espol.edu.ec/wp-content/uploads/2018/01/ei_acuicultura.pdf

Alcivar, H., & Zambrano, W. (2016). Adecuación e implementación de un laboratorio de larvicultura para producir especies bioacuáticas en el campus de la carrera de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías. Bahía de Caráquez. Manabí, Ecuador: Universidad Técnica de Manabí. Obtenido de Obtenido de: <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/402/1/ADECUACION%20E%20IMPLEMENTACION%20DE%20UN%20LABORATORIO%20DE%20LARVICULTURA%20.pdf>

Bryan, F. (1992). Evaluación por análisis de peligros en puntos críticos de control. Guía para identificar peligros y evaluar riesgos relacionados con la preparación y la conservación de alimentos. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Obtenido de Obtenido de: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/40138/9243544330_spa.pdf?sequence=1

Cuellar, J. (2013). Enfermedad de las manchas blancas. Síndrome de las manchas blancas. Institute for International Cooperation in animal Biologics. Obtenido de Obtenido de: <http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/white-spot-disease-es.pdf>

FAO. (2018). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma: Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Obtenido de Obtenido de: <http://www.fao.org/3/I9540ES/i9540es.pdf>

INSHT. (2015). Evaluación de Riesgos Laborales. España. Obtenido de Recuperado de: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Ficheros/Evaluacion_riesgos.pdf

Litardo, C., Real, G., Chavez, A., Litardo, R., & Zambrano, D. (2018). Occupational health and safety prevention plan in water treatment plant. *Journal of Life Sciences*, Vol 2 Número 3, Pag: 1-12. Obtenido de Obtenido de: <https://doi.org/10.29332/ijls.v2n3.196>

Martínez, I. (2015). Implantación y Validación del Sistema APPCC en establecimientos del sector de la Restauración. España: Universidad de Castilla - La Mancha. Obtenido de Obtenido de: <https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/10171/TESIS%20Mart%C3%ADnez%20Monsalve.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Medina, E., Carranza, O., Bermúdez, N., Espinoza, L., Urías, C., Figueroa, L., & Rodas, R. (2016). Manual de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. San Salvador: Dirección Regional de Inocuidad de los Alimentos. Obtenido de Obtenido de: <https://www.oirsa.org/contenido/biblioteca/Manual%20de%20an%C3%A1lisis%20de%20peligros%20y%20puntos%20cr%C3%ADticos%20de%20control%20-%20HACCP.pdf>

NCh2861. (2011). Sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP) - Directrices para su aplicación. Obtenido de Obtenido de: http://www.chilealimentos.com/medios/Servicios/NormasNacionales/INN/ConsultaPublica/NCh02861_201_044_v02.pdf

Notarianni, E. (2006). Ecuador después de la mancha blanca. Obtenido de Disponible: <http://industriaacuicola.com/biblioteca/Camaron/Ecuador%20despues%20de%20la%20WSSV.pdf>

Pérez, M., Franco, F., & Sánchez, P. (2011). Aplicación del sistema de autocontrol APPCC en industrias de Frutas y Hortalizas. Región de Murcia: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Consejería de Agricultura y Agua. Obtenido de Obtenido de: http://coli.usal.es/web/Guias/pdf/Aplicacion_autocontrol_APPCC_industrias_frutas_hortalizas_Nivel_2_murcia.pdf

Toledo, A., Castillo, N., Carrillo, O., & Arenal, A. (2018). Probióticos: una realidad en el cultivo de camarones. Artículo de revisión. *Revista de Producción Animal*, 30 (2), 57-71. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v30n2/rpa09218.pdf>

Valero, A. (2018). Tools for biohazards assessment and their utility for official control of the food chain. Córdoba: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Obtenido de http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/eventos/2018/02_VALERO.pdf

Yoong, F., & Reinoso, B. (2000). SITUACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DE VIRUS MANCHA BLANCA (WSSV) EN EL CULTIVO DEL CAMARÓN EN ECUADOR (NOV. 1999). Guayaquil, Ecuadorx: Instituto Nacional de la Pesca. Obtenido de <http://institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2017/07/Presencia-de-Virus-Mancha-Blanca.pdf>

Zambrano, R. (2017). Modificar los controles de operación de los procesos productivos de postlarvas de camarón CAMARON APLICANDO EL MÉTODO APPCC, A FIN DE REDUCIR LA MORTALIDAD DE POSTLARVAS. Quito: UDLA. Obtenido de Obtenido de: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/123456789/402/1/ADECUACION%20E%20IMPLEMENTACION%20DE%20UN%20LABORATORIO%20DE%20LARVICULTURA%20.pdf>