

# Biosafety to Reduce Industrial Worker Illnesses Caused by Exposure to Antioxidants in Fish Meal

Alberto Castillo-Ramirez, MSc<sup>1</sup>, Cinthya Alvarado, MSc<sup>2</sup>, Hernán Alvarado-Quintana, PhD<sup>3</sup>, y Héctor Romero-Camarena, PhD<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup> Universidad Nacional de Trujillo, Perú, [amcastillor@unitru.edu.pe](mailto:amcastillor@unitru.edu.pe) , [halvarado@unitru.edu.pe](mailto:halvarado@unitru.edu.pe)

<sup>2</sup> Universidad Privada del Norte, Perú, [cinthya.alvarado@upn.edu.pe](mailto:cinthya.alvarado@upn.edu.pe)

<sup>4</sup> Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú, [hromero@unjfsc.edu.pe](mailto:hromero@unjfsc.edu.pe)

**Abstract**– *This study aims to use biosafety to reduce illnesses in packing personnel caused by exposure to antioxidants in fish meals in an industrial plant. The work was carried out in the packing area of Hayduk S. A. in Chincha, Peru. A pre-experimental study was carried out using biosafety as a stimulus. Using the SPSS version 22 program, surveys, pre-tests, and post-tests were carried out, and with the data collected, the standard deviation, normality tests, and the t-student test were calculated. The following conclusions were drawn: In the pre-test, 100% of the workers had no knowledge of biosafety, did not know how to react in occupational accidents, and did not understand the meaning of the Occupational Medical Evaluation (OME). However, after the training, workers demonstrated a thorough knowledge of the subject and were fully aware of the need to take precautions in case of occupational accidents, among other things. R is -0.872 for the linear correlation. This shows that there is a strong correlation between the observed data of positive changes in worker behavior, commitment, and knowledge about biosafety, resulting in disease mitigation. This is an inverse, moderate, negative correlation. It is advisable to maintain scheduled training on biosafety and occupational health issues.*

**Keywords**– *Biosecurity, antioxidants, diseases, fish meal.*

**Digital Object Identifier:** (only for full papers, inserted by LACCEI).  
**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LACCEI).  
**DO NOT REMOVE**

# Bioseguridad para Reducir Enfermedades de los Trabajadores Industriales Causadas por la Exposición a los Antioxidantes de la Harina de Pescado

Alberto Castillo-Ramirez, MSc<sup>1</sup>, Cinthya Alvarado, MSc<sup>2</sup>, Hernán Alvarado-Quintana, PhD<sup>3</sup>, y Héctor Romero-Camarena, PhD<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup> Universidad Nacional de Trujillo, Perú, [amcastillor@unitru.edu.pe](mailto:amcastillor@unitru.edu.pe), [halvarado@unitru.edu.pe](mailto:halvarado@unitru.edu.pe)

<sup>2</sup> Universidad Privada del Norte, Perú, [cinthya.alvarado@upn.edu.pe](mailto:cinthya.alvarado@upn.edu.pe)

<sup>4</sup> Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú, [hromero@unjfsc.edu.pe](mailto:hromero@unjfsc.edu.pe)

**Resumen**– Este estudio tiene como objetivo utilizar la bioseguridad para reducir las enfermedades en el personal de empaque producidas por la exposición a los antioxidantes de la harina de pescado en una planta industrial. El trabajo se realizó en el área de empaque de la empresa Hayduk S. A. en Chincha, Perú. Se realizó un estudio preexperimental teniendo como estímulo la bioseguridad. Utilizando el programa SPSS versión 22, se realizaron encuestas, pre-test y post-test, y con los datos recolectados se calculó la desviación estándar, pruebas de normalidad y la prueba t-student. Se extrajeron las siguientes conclusiones: En el pre-test, el 100% de los trabajadores no tenían conocimientos de bioseguridad, no sabían cómo reaccionar en accidentes laborales y no comprendían el significado de la Evaluación Médica Ocupacional (EMO). Sin embargo, después de la capacitación, los trabajadores demostraron tener un conocimiento profundo del tema y ser plenamente conscientes de la necesidad de tomar precauciones en caso de accidente laboral, entre otras cosas.  $R$  es  $-0,872$  para la correlación lineal. Esto demuestra que existe una fuerte correlación entre los datos observados de cambios positivos en el comportamiento, compromiso y conocimiento del trabajador sobre bioseguridad, lo que resulta en la mitigación de enfermedades. Se trata de una correlación inversa, moderada y negativa. Se aconseja mantener la capacitación programada sobre cuestiones de bioseguridad y salud laboral.

**Palabras clave**– Bioseguridad, antioxidantes, enfermedades, harina de pescado.

## I. INTRODUCCIÓN

La necesidad de alimentar a 9700 millones de personas previstas para 2050 ha convertido la inseguridad alimentaria en una importante preocupación mundial [1]. Los trabajadores de la acuicultura y factorías del sector pesquero corren una serie de peligros en el lugar de trabajo [2]. Así tenemos, que el personal industrial de la acuicultura e industria pesquera son más propensos a contraer enfermedades y lesiones profesionales que otros trabajadores, y estos riesgos no suelen notificarse [3].

Hay muchos tipos diferentes de operaciones, escalas de producción y especies que se cultivan en diversos sitios, lo que da lugar a una variedad de peligros, enfermedades y restricciones para salvaguardar a los trabajadores. Según estudios recientes, los riesgos para la seguridad y la salud ocupacional en la acuicultura y plantas pesqueras deben abordarse a escala mundial [4]–[7].

La necesidad de harina de pescado, uno de los insumos más cruciales para la producción acuícola, seguirá aumentando a medida que crezca la acuicultura [8], [9].

El océano absorbe alrededor de un tercio del CO<sub>2</sub> atmosférico, lo que puede provocar la acidificación de los océanos o del agua de mar, un aumento de los iones hidrógeno (H<sup>+</sup>) y una disminución del pH del agua salada. El aumento del dióxido de carbono atmosférico ha hecho descender el pH del océano, lo que repercute en la especiación de los metales pesados y, a su vez, en la toxicidad de los metales para la vida marina [10], [11]. Por otro lado, la oxidación se ve facilitada por el Fe<sup>2+</sup> del ferroceno. El aumento de los niveles de hierro (Fe) en los ecosistemas de agua se considera un problema medioambiental importante en muchas zonas geográficas debido a este fenómeno. La minería, la actividad industrial y el aumento de la deposición ácida también se sugieren como causas potenciales que contribuyen al aumento de la carga de Fe en los hábitats de agua, además del aumento de la movilización de Fe de los sedimentos debido a los cambios en el uso del suelo [12].

La pesca se practica en Perú desde la antigüedad, y el país cuenta con una gran riqueza de recursos naturales renovables que coexisten en el ecosistema marino de la corriente de Humboldt, lo que convierte al mar peruano en el más productivo del mundo [13]. Sin embargo, uno de los mayores peligros para los ecosistemas es el calentamiento global, ya que repercute en todos los niveles de biodiversidad [11], [14].

El ecosistema marino de las costas centrales y septentrionales de Perú ha sido reconocido durante mucho tiempo como el “campeón mundial” en la producción de biomasa de peces explotables, produciendo sistemáticamente más de 20 veces la cantidad de desembarcos pesqueros que otros grandes ecosistemas marinos regionales comparables de los océanos del mundo que funcionan en contextos dinámicos similares y se distinguen por una producción primaria básica comparable, o incluso mayor [13]. Sin embargo, al afectar a los sistemas huésped-parásito, que se dan sobre todo en ectotermos como los peces, el cambio climático global supone una grave amenaza para el medio ambiente. Se prevé que esta relación y otros procesos fisiológicos cruciales de los peces se vean afectados por el aumento de las temperaturas y el CO<sub>2</sub> [14].

Las numerosas oportunidades de entrada de patógenos en las operaciones del sector pesquero vienen dadas por la naturaleza húmeda de las operaciones, la frecuente introducción de nuevos reproductores, las harinas de pescado, así como el traslado de peces desde diversas localidades. Una vez introducidas, las infecciones pueden propagarse fácilmente por los sistemas, causando graves problemas de enfermedad que, en ocasiones, pueden provocar una interrupción total de la producción o brotes esporádicos que repercuten en la fiabilidad de la producción [15]. Además, debe tenerse en cuenta que los riesgos laborales típicos a los que se enfrentan los empleados de la actividad pesquera pueden comprometer su capacidad para realizar su trabajo y poner en peligro su salud. [16].

Después de la minería, el sector de la harina de pescado es el segundo sector económico de Perú. El litoral peruano alberga 130 instalaciones de procesamiento de harina de pescado que pueden procesar hasta 7,5 millones de toneladas de pescado al año, casi todo lo cual se exporta. La harina de pescado se obtiene de la anchoveta - *Engraulis Ringens J.*; especie perteneciente a la familia *Engraulidae*, bastante abundante en el litoral peruano, y que constituye la base de esta industria. La abundancia de aminoácidos de esta harina de pescado permite crear un alimento equilibrado como con cualquier otra harina animal o vegetal.

A fin de evitar la combustión de la harina de pescado por la presencia de grasa entre 7 a 10 %, a dicha harina se le adiciona antioxidantes (Etoxiquin), cuya dosificación está reglamentado que oscila entre 700 a 1100 ppm, cuya concentración se aplica en función al porcentaje de la grasa en la materia prima.

La mala manipulación y dosificación del antioxidante referido pueden generar enfermedades ocupacionales tales como: irritación de las vistas, alergias cutáneas, etc. En el Perú se han establecido normas como la Ley N° 29783, cuyo reglamento se aprobó por el D.S. N° 005-2012-TR y se modificó con el D.S. N.° 006-2014-TR, para proteger la salud de los trabajadores que laboran expuestos a antioxidantes, el uso adecuado de uniformes y equipos de protección personal, y recomendar un plan de acción frente a los riesgos. Para producir mejores supervisores que sean líderes en seguridad, estas normas también aconsejan educar a los supervisores de seguridad en habilidades de liderazgo. Además, hablan de la necesidad de extremar la precaución en las conversaciones previas al inicio del trabajo diario para prevenir cualquier accidente que pueda elevar el nivel de riesgo.

El objetivo de la formación en bioseguridad es salvaguardar la salud y la seguridad de los empleados de la planta harinera de diversos riesgos causados por agentes biológicos, físicos, químicos y mecánicos. También incluye programas de mitigación para reducir el número de enfermedades profesionales causadas por el tiempo de exposición y las muertes, disminuyendo el impacto de las enfermedades profesionales. La mitigación se logra tomando acción antes de que se produzcan las enfermedades para así disminuir los daños irreparables.

El objetivo de este estudio fue utilizar la bioseguridad para disminuir los problemas de salud que puede experimentar el personal de embolsado debido a la exposición a los antioxidantes de la harina de pescado, en la planta de Tambo de Mora.

## II. METODOLOGÍA

En esta investigación se empleó el método pre-experimental, además de un análisis estadístico, lo cual permitió obtener resultados, discutirlos y poder elaborar las conclusiones respectivas en el presente trabajo investigativo. En la Tabla I se presentan las preguntas de la encuesta efectuada al personal de ensaque en la planta industrial Tambo de Mora.

TABLA I  
PREGUNTAS DEL PRE-TEST Y POST-TEST DE BIOSEGURIDAD

Ítems	Preguntas
1	La institución cuenta con normas de seguridad y salud en el trabajo que permite claridad en las labores que usted realiza. a) Sí (1 punto) b) No (0 puntos)
2	Usted ha recibido charlas de bioseguridad laboral por parte de la empresa. a) Sí (1 punto) b) No (0 puntos)
3	Antes de ingresar a la sala de ensaque debo utilizar como EPP: a) Respirador 3M-N-9,8210, tocas y protector auricular (0 puntos) b) Uniforme, casco, lentes, mascarilla, tocas y protector auricular (0 puntos) c) Uniforme, casco, protector auricular, respirador 3M-N-9 8210, lentes y tocas (1 punto)
4	El no usar el respirador 3M-N-9, 8210 usted puede inhalar: a) Gases orgánicos (0 puntos) b) Partículas de antioxidantes pulverizadas (1 punto) c) Vapores (0 puntos)
5	El no usar el protector auricular usted puede sufrir: a) Sordera (1 punto) b) Dolor de oído (0 puntos) c) Malestar corporal (0 puntos)
6	El no usar los lentes de protección usted puede sufrir: a) Ceguera (0 puntos) b) No pasa nada (0 puntos) c) Irritación visual por causa de partículas de antioxidantes pulverizadas (1 punto)
7	En caso de que usted observe un accidente laboral que debe hacer: a) Comunicar al operador de la sala de ensaque (1 punto) b) Auxiliar al accidentado (0 puntos) c) Solo observa el suceso (0 puntos)
8	Antes de ingresar a trabajar debo realizarme un EMO para: a) Evitar contagiar alguna enfermedad a los compañeros de trabajo (0 puntos) b) Para que la empresa conozca mi estado de salud (0 puntos) c) Evitar el contacto con el producto (1 punto)
9	Usted considera que los EPP sirven de: a) Prevención (1 punto) b) Protección (0 puntos) c) Seguridad (0 puntos)
10	Usted considera que la seguridad es: a) Identificar los peligros y evaluar los riesgos (1 punto) b) Protección (0 puntos) c) Sentirse seguro (0 puntos)

Se utilizó la encuesta como técnica de recolección de datos, usando dos cuestionarios debidamente diseñados a fin de distribuir a los trabajadores del área de ensaque, el primer cuestionario consistió en un pre-test compuesto de diez preguntas a fin de obtener información sobre: conocimientos de la bioseguridad. Después de evaluado este primer cuestionario donde se reflejó el deficiente conocimiento sobre el particular, se dictó charlas de capacitación por cinco días durante dos semanas con una duración de 30 minutos cada uno. Estas charlas fueron sobre normas de seguridad y salud en el trabajo, que EPP (Equipo de protección personal) deben utilizar para poder comenzar sus labores, la importancia del uso de estos y el efecto a la salud si no lo usamos, para que identifiquen el peligro y evalúen el riesgo antes del inicio de sus labores y durante estas. Así mismo, se dio a conocer que la Seguridad y bioseguridad es tarea de todos, pero comienza en uno mismo. Después de esto se le volvió a tomar el mismo cuestionario, post-test, dando resultados favorables.

En esta investigación se contrastó las siguientes hipótesis:

La hipótesis general: **H0:** No es factible aplicar la bioseguridad para reducir las enfermedades del personal de empaque causadas por la exposición al antioxidante. **H1:** Es factible utilizar la bioseguridad para disminuir las enfermedades del personal de ensaque provocadas por el contacto con el antioxidante.

La población estuvo conformada por los 12 trabajadores que laboraron en la sala de ensaque de la planta, que por ser la población tan pequeña que no conveniente aplicar fórmula alguna para determinar el tamaño de la muestra, por lo tanto, se trata de un estudio censal o la muestra fue la misma de la cantidad de la población.

Las informaciones obtenidas de los cuestionarios nos permitieron determinar las pruebas de normalidad, la desviación estándar, así como la prueba *t*-student, para ello se usó el programa SPSS versión 22, cuyos resultados se ilustran en la sección III.

### III. RESULTADOS

De los cuestionarios aplicados a los doce trabajadores de la sala de ensaque podemos resaltar los siguientes resultados:

En la Fig. 1 se observan los resultados de los porcentajes de acierto por pregunta que tuvieron los 12 trabajadores encuestados en el pre-test y post-test.

De las diez interrogantes dirigidas a los trabajadores en el pre-test, en tres de ellas no tenían conocimiento alguno sobre aspectos de la bioseguridad, en cinco preguntas relacionadas con el mismo tema solo el 8% de los trabajadores conocían las normas.

Al respecto, podemos detallar los siguientes:

1. En el pre-test, solo 8.33% de los empleados conocían cuáles eran los EPP que deberían usar antes de ingresar a trabajar a la sala de ensaque, que luego del proceso de capacitación, el 100% de los empleados conocieron

el uso obligatorio de los EPP, como se observa en el post-test.

2. En el pre-test, solo 16.67 % de los empleados conocían acerca de la utilización del respirador de cartuchos para protegerse de las partículas de antioxidante pulverizadas generadas en la sala de ensaque. Luego de la recibir las charlas, el 100% de los trabajadores conocieron el empleo de este respirador, tal como se ve reflejado en el post-test.
3. En el pre-test, solo el 8.33 % de los empleados conocían acerca del uso de los lentes de protección que deben utilizar para protegerse de la irritación a los ojos causada por las partículas de antioxidante pulverizadas. Luego del proceso de capacitación, reflejado en el post-test, el 100% de los trabajadores conocieron la importancia del empleo de este equipo de protección personal.

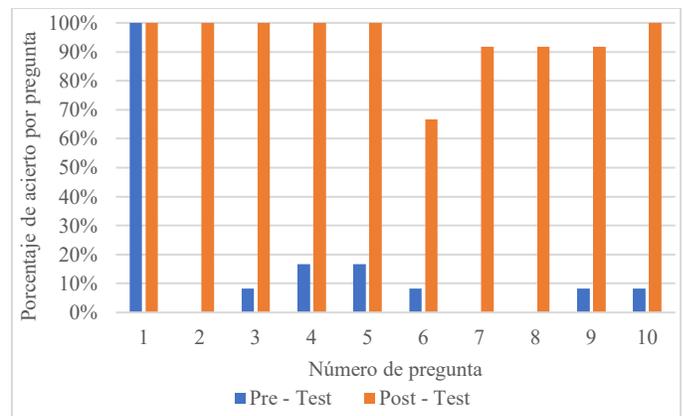


Fig. 1 Porcentajes de acierto por pregunta del pre-test y pos-test.

Los resultados concernientes a la aplicación del pre-test y post-test de bioseguridad se presentan en la Fig. 2, considerando un punto por cada pregunta correcta y un máximo puntaje de 10 puntos. Se destaca que la puntuación mínima en el pretest es 1 y la máxima 7, mientras que las puntuaciones mínima y máxima en el post-test son 7 y 10, respectivamente.

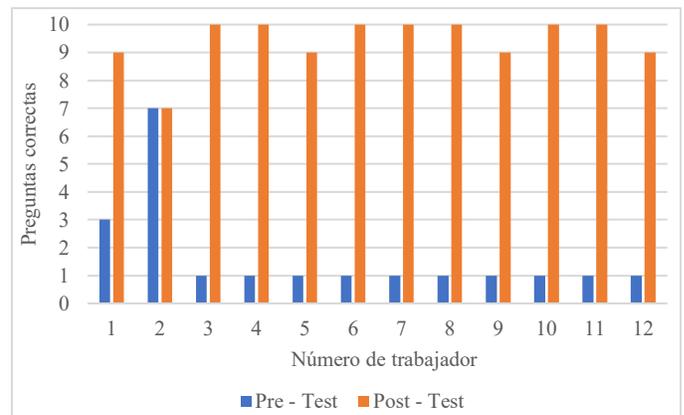


Fig. 2 Puntajes del pre-test y pos-test considerando un máximo puntaje de 10 puntos.

En la Tabla II se muestra que el promedio de las respuestas correctas del pre-test es 1.67 y el promedio de los aciertos del post-test es 9.42. Así mismo, la variación de los resultados es mayor en el pre-test 1.77 que en el post-test 0.90. Por lo tanto, después de las charlas de capacitación se logró un aumento del 464% en el promedio del puntaje inicial.

TABLA II  
ESTADÍGRAFOS DEL PRE-TEST Y POS-TEST

Mediciones	Pre-test	Post-test
Promedio	1.67	9.42
Desviación Estándar	1.77	0.90
Número de encuestados	12	12

Se efectuó la prueba de normalidad de la información para el proceso estadístico de la contrastación de la hipótesis. Hipótesis de normalidad:

H0: Las calificaciones de las pruebas previas y posteriores proceden de una distribución normal

H1: Las calificaciones de las pruebas previas y posteriores no proceden de una distribución normal

En la Tabla III se presentan los resultados de la prueba de normalidad, donde las pruebas previas tienen un  $p$ -valor igual a 0.09, el cual es mayor a la significación de 0.05, de igual modo en las pruebas posteriores se obtuvo un  $p$ -valor igual a 0.11 el cual también es mayor a la significación de 0.05, es por ello que se acepta la hipótesis nula, es decir, los datos obtenidos en las pruebas previas y posteriores proceden de una distribución normal.

TABLA III  
PRUEBA DE NORMALIDAD SHAPIRO - WILK

Estadístico	Grados Libertad	Significación $p$ -valor
Pre-test 0.733	12	0.09
Post-test 0.737	12	0.11

Se procedió a contrastar la hipótesis de la investigación utilizando el estadístico  $t$ -student para muestras relacionadas de la siguiente manera:

Hipótesis general:

H1: Es factible utilizar la bioseguridad para disminuir las enfermedades del personal de ensaque provocadas por el contacto con el antioxidante.

En la Tabla IV se muestra la contrastación de hipótesis referente a la media de los datos obtenidos en las pruebas previas y posteriores. Con respecto a la hipótesis planteada, la prueba  $p$ -valor es igual a cero (0) y es menor al valor de la significancia alfa de 0.05 lo que nos permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna, es decir, según los resultados de las pruebas previas y posteriores, es posible utilizar la bioseguridad para reducir la probabilidad de que el personal de envasado enferme por exposición al antioxidante.

TABLA IV  
PRUEBA DE T-STUDENT PARA MUESTRAS RELACIONADAS

Estadígrafos	Valores encontrados	
Media	7.750	
Desviación Estándar	2.598	
Error Estándar	0.750	
Estimación Interválica		Valores Encontrados
Intervalo de confianza al 95%.	Inferior	6.099
	Superior	9.401
Nivel de Significación	Alfa	0.05
Significación Bilateral	$p$ -valor	0
Valor Teórico		Valores Encontrados
Prueba $t$ -student	$t$	10.333
Grados de Libertad	gl	11
Correlación de Pearson	$r$	-0.872
Coefficiente de determinación	$r^2$	76%
Coefficiente de no determinación	$1-r^2$	24%

También se observa la correlación lineal  $r$  de Pearson de un valor -0.872. Podemos inferir de esta correlación inversa, moderadamente negativa, que existe una fuerte correlación entre los datos observados para la variable bioseguridad y la variable mitigación de enfermedades. Con el uso de esta relación inversa, podemos ver mejoras en la dedicación, concienciación y conducta de los trabajadores con respecto a la bioseguridad, lo que conduce al control de las infecciones en la sala de ensaque de las instalaciones de Tambo de Mora.

El coeficiente de determinación expresa el 76% de la variación total de la bioseguridad, se debe a la variación en la mitigación de la enfermedad.

Así mismo, el coeficiente de no determinación representa el 24% de la variación total de la bioseguridad, no se debe a la variación en la mitigación de la enfermedad.

Hipótesis específica 1:

H1: Es posible determinar la técnica adecuada para aplicar el antioxidante en la harina de pescado, sin consecuencias en la salud del personal de ensaque en la planta Tambo de Mora.

Hipótesis específica 2:

H1: Es posible determinar la presencia de enfermedades cutáneas y respiratorias debido a la exposición al antioxidante del personal de ensaque en la Planta de Tambo de Mora.

Análisis estadístico: prueba unilateral (izquierda)

La media del puntaje del pre-test es mayor o igual que la media del post-test.

La media del puntaje del post-test es mayor que la media obtenida en el pre-test.

En la Tabla IV también se aprecia que el valor de la media es 7.750, nos permite plantear como hipótesis alternativa: Si es posible determinar la técnica adecuada para aplicar el antioxidante en la harina de pescado, sin consecuencias en la salud del personal de ensaque en la planta Tambo de Mora Chinchá, si esta diferencia significativa se logra a través de las técnicas apropiadas.

Así mismo, la hipótesis específica 2 nos permite plantear como hipótesis alternativa: si es posible determinar la presencia de enfermedades cutáneas y respiratorias debido a la exposición al antioxidante del personal de ensaque en la Planta de Tambo de Mora Chíncha; si esta diferencia significativa se logra a través de los exámenes médicos y charlas de prevención como entrenamiento en el uso de EPP y equipos adecuados.

Para la contrastación de la hipótesis específica 1 y 2, se observa que el valor de  $t$ -student ( $t = 10.333$ ) con un valor de  $p$ -valor = 0, y al comparar está con el valor de alfa 0.050 llegamos a la conclusión que el  $p$ -valor es menor que alfa por lo tanto aceptamos la hipótesis alterna planteada en ambas hipótesis específicas.

#### IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En relación con los datos procesados del pre-test aplicado al personal que labora en la sala de ensaque se observa que, en tres preguntas, el personal no tiene conocimiento alguno sobre aspectos de la bioseguridad, a la pregunta ¿Usted ha recibido charlas de bioseguridad laboral por parte de la empresa? El 100% de los empleados respondieron no; en la pregunta 7 ¿En caso de que usted observe un accidente laboral que es lo que debe de hacer? Ningún trabajador marco como respuesta correcta comunicar al operador de la sala de ensaque; asimismo en la pregunta 8 ¿Antes de entrar a trabajar debo realizarme una evaluación médico ocupacional (EMO), por qué? El personal desconoce porque debemos hacernos, para evitar que nosotros contaminemos la harina de pescado.

Dado que las consecuencias de la calidad, el medio ambiente, la seguridad y la salud laboral están siempre interrelacionadas, la referencia [17] aborda los nuevos métodos administrativos de las empresas centrados en la gestión de estos ámbitos.

Según resultados del presente estudio, manteniendo capacitados al personal de la sala de ensaque en aspectos de bioseguridad y salud en el trabajo, vamos a disminuir las enfermedades ocupacionales por exposición al antioxidante.

En el resultado del pre-test, solo el 8% de los empleados conocían de los EPP, deberán usar antes de ingresar a trabajar a la sala de ensaque; el 17% de los trabajadores tenían conocimiento sobre el uso del respirador de cartuchos para protegernos de los gases de antioxidantes generados al ser pulverizadas, con aire a presión. Asimismo, el 8% de los trabajadores presentaban conocimiento sobre el empleo de los lentes de protección que deben utilizar para protegerse de la irritación a los ojos causados por las partículas de antioxidantes pulverizadas.

La referencia [18] afirma que la industria pesquera es generalmente segura siempre que se tengan en cuenta las consecuencias negativas y los riesgos. También comenta el uso adecuado de uniformes y equipos de protección personal, aconsejando tener un plan de acción para cualquier eventualidad de riesgo. El investigador sugiere formar a supervisores de seguridad y animarlos a matricularse en cursos

de liderazgo, que producirán mejores supervisores centrados en la seguridad. Además, habla de tomar precauciones adicionales con las conversaciones antes de realizar las tareas diarias para prevenir cualquier accidente que pueda elevar el índice de riesgo.

Antes de obtener los puntajes del post-test se procedió a programar charlas de capacitación sobre temas de bioseguridad, importancia de usar los equipos de protección personal, el mantenimiento de estos. Con esto hemos logrado la sensibilización y concientización del personal que labora en la sala de ensaque, viéndose reflejado en los puntajes del post-test, en la cual el 100% de los trabajadores conocieron la importancia del uso obligatorio de estos EPP.

La investigación actual también revela que la bioseguridad puede utilizarse para disminuir los síntomas del personal por la exposición al antioxidante, ello se logró con la sensibilización y concientización del personal mediante el dictado de charlas en bioseguridad y salud ocupacional de manera consecutivas. Asimismo, se llegó a contrastar las dos hipótesis específicas sobre técnicas adecuadas y presencia de enfermedades cutáneas, respiratorias debido a la exposición al antioxidante de la harina de pescado.

Se observa la correlación lineal  $r$  de Pearson de un valor -0.872. Podemos deducir de esta correlación inversa, moderadamente negativa, que existe una fuerte correlación entre los datos observados para la variable de bioseguridad y la variable de mitigación de la enfermedad.

#### V. CONCLUSIONES

Se han medido el conocimiento sobre bioseguridad a doce trabajadores de la sala de ensaque.

Después de las charlas de capacitación se logró un aumento del 464% en el promedio del puntaje inicial, yendo desde 1.67 hasta 9.42, tendiendo 10 como puntaje máximo.

Del 100% de la población, solo el 16.67 % tenían conocimiento el uso del Equipo de protección para inhalación de gases.

En el cuestionario de pre-test solo el 8.33% de los trabajadores sabían que el empleo de los equipos de protección personal era importante.

Así mismo, el 8.33 % reflejado en el pre-test conocían que el no usar los lentes de protección podían sufrir irritación a los ojos por causas de las partículas del antioxidante.

En cuanto a capacitación, en el pre-test, el 100% de los empleados no conocían acerca de la bioseguridad, ya que no habían recibido charlas.

En cuanto a qué harían cuando observan un accidente, en el pre-test, el 100% de los empleados no sabían cómo actuar en caso de que observaran un accidente laboral.

En cuanto a realizarse un examen médico ocupacional (EMO) antes de ingresar a trabajar, en el pre-test, el 100% de los empleados no sabían para qué se hacía dicho examen.

Luego del programa de capacitación sobre aspectos de bioseguridad, los empleados evaluados en el post-test, el 100 % demostró conocimientos plenos sobre la bioseguridad.

Del resultado del pre-test, tenemos que el mínimo puntaje (en base 10) fue la nota 2 y el máximo puntaje fue la nota 7.

Del resultado del post-test, tenemos que el mínimo puntaje (en base 10) fue la nota 7 y el máximo puntaje fue la máxima nota 10.

Se obtuvo un valor de  $r$  de -0,872 para la correlación lineal. Esta correlación inversa, moderadamente negativa, nos permite concluir que existe una fuerte correlación entre los datos observados y las mejoras en el compromiso, la concienciación y el comportamiento de los trabajadores con respecto a la bioseguridad, lo que resulta en la prevención de enfermedades en la sala de embolsado de la planta de Tambo de Mora.

### VIII. RECOMENDACIONES

Se aconseja que continúe la formación programada sobre cuestiones de bioseguridad y salud y seguridad en el lugar de trabajo.

Seguir vigilando las inspecciones de las rutas para garantizar que se cumplen los requerimientos de salud y seguridad en el trabajo.

Realizar pruebas inopinadas para garantizar y comprobar los conocimientos adquiridos mediante las capacitaciones.

### AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Universidad Privada del Norte (UPN), a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (UNJFSC) y a la Universidad Nacional de Trujillo (UNT) por el apoyo brindado para la publicación de esta investigación y por brindar las facilidades para la realización de este estudio.

### REFERENCIAS

[1] M. Gokulakrishnan *et al.*, "Bio-utilization of brewery waste (Brewer's spent yeast) in global aquafeed production and its efficiency in replacing fishmeal: From a sustainability viewpoint," *Aquaculture*, vol. 565, p. 739161, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.aquaculture.2022.739161.

[2] T. Thorvaldsen *et al.*, "Occupational health, safety and work environments in Norwegian fish farming - employee perspective," *Aquaculture*, vol. 524, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.aquaculture.2020.735238.

[3] D. Ngajilo and M. F. Jeebhay, "Occupational injuries and diseases in aquaculture – A review of literature," *Aquaculture*, vol. 507. Elsevier B.V., pp. 40–55, May 30, 2019. doi: 10.1016/j.aquaculture.2019.03.053.

[4] L. Cavalli *et al.*, "Scoping Global Aquaculture Occupational Safety and Health," *J Agromedicine*, vol. 24, no. 4, pp. 391–404, Oct. 2019, doi: 10.1080/1059924X.2019.1655203.

[5] K. V. Størkersen and T. Thorvaldsen, "Traps and tricks of safety management at sea," *Saf Sci*, vol. 134, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.ssci.2020.105081.

[6] D. Socarrás Viamontes, A. S. Batista, and O. G. Solán, "Riesgo, vulnerabilidad e incertidumbre en la acuicultura," *Revista Cubana de Finanzas y Precios*, vol. 3, no. 1, pp. 102–113, 2019, Accessed: Feb. 04, 2023. [Online]. Available: [http://www.mfp.gob.cu/revista\\_mfp/index.php/RFCFP/article/view/03\\_V3\\_N12019\\_DSyOtros](http://www.mfp.gob.cu/revista_mfp/index.php/RFCFP/article/view/03_V3_N12019_DSyOtros)

[7] I. M. Holmen, I. B. Utne, and S. Haugen, "Risk assessments in the Norwegian aquaculture industry: Status and improved practice," *Aquac Eng*, vol. 83, pp. 65–75, Nov. 2018, doi: 10.1016/j.aquaeng.2018.09.002.

[8] C. Tomás-Almenar *et al.*, "Scenedesmus almeriensis from an integrated system waste-nutrient, as sustainable protein source for feed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)," *Aquaculture*, vol. 497, pp. 422–430, Dec. 2018, doi: 10.1016/j.aquaculture.2018.08.011.

[9] A. G. J. Tacon and M. Metian, "Fish Matters: Importance of Aquatic Foods in Human Nutrition and Global Food Supply," *Reviews in Fisheries Science*, vol. 21, no. 1, pp. 22–38, 2013, doi: 10.1080/10641262.2012.753405.

[10] W. Cui, L. Cao, J. Liu, Z. Ren, B. Zhao, and S. Dou, "Effects of seawater acidification and cadmium on the antioxidant defense of flounder *Paralichthys olivaceus* larvae," *Science of the Total Environment*, vol. 718, May 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137234.

[11] Y. Malhi *et al.*, "Climate change and ecosystems: Threats, opportunities and solutions," *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 375, no. 1794. Royal Society Publishing, Mar. 16, 2020. doi: 10.1098/rstb.2019.0104.

[12] F. B. Özgeriş *et al.*, "Toxic releases and exposure assessment: A multi-endpoint approach in fish for ferrocene toxicity," *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 169, pp. 636–645, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.psep.2022.11.052.

[13] A. Bakun and S. J. Weeks, "The marine ecosystem off Peru: What are the secrets of its fishery productivity and what might its future hold?," *Prog Oceanogr*, vol. 79, no. 2–4, pp. 290–299, Oct. 2008, doi: 10.1016/j.poccean.2008.10.027.

[14] J. C. da Costa, S. S. de Souza, J. da S. Castro, R. D. Amanajás, and A. L. Val, "Climate change affects the parasitism rate and impairs the regulation of genes related to oxidative stress and ionoregulation of *Colossoma macropomum*," *Sci Rep*, vol. 11, no. 1, Dec. 2021, doi: 10.1038/s41598-021-01830-1.

[15] A. E. Eissa, M. Moustafa, A. Abumhara, and M. Hosni, "Future prospects of biosecurity strategies in egyptian fish farms," *J Fish Aquat Sci*, vol. 11, no. 2, pp. 100–107, 2016, doi: 10.3923/jfas.2016.100.107.

[16] Y. G. Rodrigues *et al.*, "Occupational risk analysis in a fish warehouse: a comparative study between GUT matrix and preliminary risk analysis," *Food Science and Technology (Brazil)*, vol. 42, 2022, doi: 10.1590/fst.28122.

[17] M. Velásquez Marmolejo and R. Peralta Macías, "Implementación de un sistema de gestión de salud y seguridad ocupacional en una industria pesquera," Tesis de bachiller, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2011. Accessed: Feb. 04, 2023. [Online]. Available: [https://rrae.cedia.edu.ec/Record/UG\\_9f4faedb3353b4a7d7ed4c7f502814\\_2d](https://rrae.cedia.edu.ec/Record/UG_9f4faedb3353b4a7d7ed4c7f502814_2d)

[18] J. Asto Llanos, "Modelo de sistema viable en la prevención de riesgos laborales en una empresa de harina de pescado," Tesis de pre-grado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2009. Accessed: Feb. 04, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/96>