



Educación

Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Orizaba

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

OPCIÓN I.- TESIS

TRABAJO PROFESIONAL

“DIGITALIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN PARA
LA CERTIFICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS
DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA (BPPA).”

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRESENTA:

I.Q. Frida Isabel López Blanco

DIRECTOR DE TESIS:

*Dra. María Eloisa De La Asunción
Gurruchaga Rodríguez*

CODIRECTOR DE TESIS:

Dr. Miguel Josué Heredia Roldán



ORIZABA, VERACRUZ, MÉXICO.

MAYO 2025



Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Orizaba, Veracruz, **07/mayo/2025**
Dependencia: **División de Estudios de
Posgrado e Investigación**
Asunto: **Autorización de Impresión**
OPCION: I

C. LOPEZ BLANCO FRIDA ISABEL
Candidato(a) a Grado de Maestro(a) en:
INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRESENTE

De acuerdo con el reglamento de Titulación vigente de los Centros e Institutos Tecnológicos Federales del Tecnológico Nacional de México, de la Secretaría de Educación Pública, y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo respecto a su Trabajo Profesional titulado:

**"DIGITALIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA CERTIFICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE
PRODUCCIÓN ACUÍCOLA (BPPA)."**

Comunico a usted que este Departamento concede su autorización para que proceda a la impresión del mismo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®

OFELIA LANDETA ESCAMILLA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

OLE/jarh

OG-13-F06



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Oriente 9 #852 Colonia Emiliano Zapata, C.P. 94320
Orizaba, Veracruz. Tel. 01 (272) 1105360
e-mail: info@orizaba.tecnm.mx www.orizaba.tecnm.mx





Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Orizaba Veracruz, 14/marzo/2025.

Asunto: Revisión de trabajo escrito

C. OFELIA LANDETA ESCAMILLA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
P R E S E N T E.-

Los que suscriben, miembros del jurado, han realizado la revisión de la Tesis del (la) C.:

LOPEZ BLANCO FRIDA ISABEL

La cual lleva el título de:

DIGITALIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA CERTIFICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE
PRODUCCIÓN ACUÍCOLA (BPPA).

y concluyen que se acepta.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA - TÉCNICA - CULTURA®

PRESIDENTE: DRA. MA. ELOISA GURRUCHAGA RODRÍGUEZ

SECRETARIO: DR. MIGUEL JOSUÉ HEREDIA ROLDÁN

VOCAL: DR. ERICK ARTURO BETANZO TORRES

VOCAL SUP.: DR. OSCAR BAEZ SENTIES

FIRMA

FIRMA

FIRMA

FIRMA

TA-09-F18



2025
Año de
La Mujer
Indígena



Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que, de alguna manera, han contribuido al desarrollo de esta tesis. En primer lugar, quiero agradecer profundamente a mis padres, quienes han sido un pilar fundamental de apoyo emocional y motivación durante este arduo camino. Sus palabras de aliento y comprensión han sido esenciales para alcanzar esta meta.

Quiero extender mi gratitud a mi directora de tesis, la Dra. María Eloísa de la Asunción Gurruchaga Rodríguez, por su orientación, apoyo y valiosos consejos a lo largo de todo el proceso de investigación. Sus conocimientos y experiencia han sido fundamentales en la elaboración de este trabajo.

Finalmente, reconozco al Instituto Tecnológico de Orizaba por su respaldo financiero y los recursos proporcionados para llevar a cabo esta investigación.

A todos, mi más sincero agradecimiento.

Agradecimiento a la secretaria de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación
(SECIHTI)

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a la secretaria de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el apoyo financiero brindado a través de la beca que me permitió realizar mis estudios de Maestría en Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Orizaba en el periodo comprendido de Agosto del año 2021 a Junio del año 2023.

Frida Isabel López Blanco

No. CVU 1142379

Resumen

Actualmente, la certificación de Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA) es un requisito fundamental para garantizar la calidad e inocuidad de los productos en la industria acuícola. Sin embargo, la gestión documental tradicional basada en registros físicos presenta múltiples desafíos, como el riesgo de pérdida de información, errores en la trazabilidad y deficiencias en las auditorías de certificación. Este estudio propone la digitalización del sistema de gestión en una granja acuícola productora de tilapia, con el objetivo de optimizar los procesos de documentación, auditoría y toma de decisiones. A través de un enfoque basado en ingeniería industrial y metodologías de calidad, se diseñó e implementó un sistema digitalizado que permite mejorar la trazabilidad y el cumplimiento normativo de la producción. Como parte de esta estrategia, se desarrolló un Manual de Calidad Digital para BPPA con el fin de estandarizar procedimientos, optimizar la gestión de registros y facilitar el proceso de auditoría. La metodología incluyó un diagnóstico inicial del sistema de gestión, la aplicación de herramientas de calidad como el Diagrama de Afinidad, el Diagrama de Interrelaciones y el Diagrama de Ishikawa, así como la implementación de la Metodología Checkland para analizar y modelar la complejidad del sistema de gestión. Además, se llevó a cabo un proceso de auditoría interna antes y después de la implementación del sistema digitalizado, con el objetivo de evaluar el cumplimiento de los estándares de BPPA e identificar oportunidades de mejora. La digitalización se enfocó en mejorar la organización de los datos, optimizar los flujos internos de trabajo y facilitar el acceso en tiempo real a los registros críticos. Los resultados evidencian una mejora significativa en la accesibilidad de documentos, la eficiencia de las auditorías y la precisión en el registro de datos críticos para la certificación. Se concluye que la digitalización del sistema de gestión, junto con la implementación de un Manual de Calidad Digital, un proceso de auditoría interna y la aplicación de metodologías de calidad y sistemas, representa una estrategia efectiva para agilizar los procesos, reducir los riesgos de incumplimiento y fortalecer la competitividad del sector, garantizando la calidad e inocuidad de la producción en los mercados nacionales e internacionales.

ABSTRACT

Currently, the certification of Good Aquaculture Practices (GAP) is a key requirement to ensure the quality and safety of products in the aquaculture industry. However, traditional document management based on physical records presents multiple challenges, such as the risk of information loss, traceability errors, and inefficiencies in certification audits. This study proposes the digitalization of the management system in a tilapia aquaculture farm to optimize documentation, auditing, and decision-making processes. Using an approach based on industrial engineering and quality methodologies, a digitalized system was designed and implemented to enhance traceability and regulatory compliance in production. A Digital Quality Manual for GAP was developed as part of this system to standardize procedures, improve record management, and support the auditing process. The methodology included an initial assessment of the management system, the application of quality tools such as the Affinity Diagram, Interrelationship Diagram, and Ishikawa Diagram, as well as Check land's Soft Systems Methodology (SSM) to analyze and model the complexity of the management system. Additionally, an internal auditing process was conducted before and after the implementation of the digitalized system to assess compliance with GAP standards and identify areas for improvement. The digitalization process focused on improving data organization, optimizing internal workflows, and facilitating real-time access to critical records. The results demonstrate a significant improvement in document accessibility, audit efficiency, and the accuracy of critical data recording for certification. The study concludes that the digitalization of the management system, combined with the implementation of a Digital Quality Manual, an internal auditing process, and the application of quality and systems methodologies, is an effective strategy to streamline processes, reduce non-compliance risks, and enhance sector competitiveness, ensuring product quality and safety in national and international markets.

Contenido

Agradecimientos.....	ii
Resumen	iv
ABSTRACT.....	v
Índice de Figuras	xi
Índice de Tablas	xii
Introducción	1
CAPÍTULO 1 .- GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	5
1.1 .- Planteamiento del problema.....	5
1.1.1 .- Problema específico para resolver	5
1.2 .- Antecedentes.....	5
1.3 .- Marco Geográfico	7
1.4 .- Estructura Organizacional.....	7
1.4.1 .- Director.....	7
1.4.2 .- Encargado de operación.....	8
1.4.3 .- Encargado de pre-gorda y engorda	8
1.4.4 .- Asistente de operación	8
1.4.5 .- Turno nocturno.....	8
1.5 .- Infraestructura instalación.....	9
1.5.1 .- Módulo I pre engorda	9
1.5.2 .- Módulo II engorda.....	9
1.5.3 .- Punto de venta.....	10
1.5.4 .- Estacionamiento	10
1.5.5 .- Almacén de accesorios de equipo.....	10
1.5.5.1 Equipo de soporte y complementario.....	10
1.6 .- Buenas prácticas de producción acuícola a todos los niveles y documentación de soporte.	11
1.6.1 .- Objetivo General	11
1.6.2 .- Objetivos particulares	12
1.7 .- Justificación	12
1.7.1 .- Necesidades que satisface	13
1.7.2 .- Beneficios que se obtendrán.....	13
1.7.3 .- Impacto socioeconómico del trabajo.....	13
CAPÍTULO 2 .- MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 .- Tilapia	15
2.1.1 .- Beneficios del cultivo de Tilapia.....	15
2.1.2 .- Producción global de Tilapia.....	16
2.1.3 .- Producción de TILAPIA en América del Norte y el Caribe.....	17

2.1.4 .- Comercio nacional y global de Tilapia	18
2.2 .- Enfermedades transmitidas por pescados y mariscos y agentes causales.....	21
2.3 .- Buenas prácticas de manufactura	22
2.3.1 .- Lugar.	23
2.3.2 .- Personas.....	23
2.3.3 .- Proceso	24
2.3.4 .- Producto.....	24
2.3.5 .- Ambiente.....	25
2.4 .- Beneficios de los programas GMP/ APPCC	25
2.5 .- Procedimientos operativos estándar de sanitización.....	27
2.6 .- Buenas Prácticas en Pesca y Acuicultura (BPPA).....	28
2.7 .- Buenas prácticas en acuicultura.....	29
2.7.1 .- Selección del sitio.....	29
2.7.2 .- Fuente de agua.....	30
2.7.3 .- Fuente de alevines	30
2.7.4 .- Suministro de alimentación.....	30
2.7.5 .- Aplicación de medicamentos veterinarios.....	31
2.7.6 .- Crecimiento.....	31
2.8 .- Buenas Prácticas y HACCP en Operaciones Poscosecha	32
2.8.1 .- Programas de requisitos previos.....	32
2.9 .- Sistemas de Calidad e Inocuidad de Pescados y Mariscos.....	33
2.10 .- Etiquetado y trazabilidad	34
2.11 .- Ciclo de Deming	35
2.12 .- Herramientas administrativas de la calidad.....	37
2.13 .- Metodología de Sistemas Suaves.	39
2.13.1 .- Principales características.....	39
2.13.2 .- Proceso iterativo de siete pasos.	39
2.13.3 .- Aplicaciones en Ingeniería Industrial.....	40
2.13.4 .- Limitaciones y consideraciones	40
2.14 .- Checkland (SSM).....	41
2.14.1 .- Aplicación del SSM en Ingeniería Industrial.....	41
2.14.2 .- Aplicación del SSM en Acuicultura.....	42
2.15 .- Diagrama de afinidad	43
2.15.1 .- Proceso de Construcción del Diagrama de Afinidad.....	43
2.15.2 .- Importancia y Aplicaciones del Diagrama de Afinidad.....	44
2.15.3 .- Limitaciones del Diagrama de Afinidad.....	44
2.16 .- Diagrama de Ishikawa: Definición y Aplicaciones en la Investigación Causal.....	45
2.16.1 .- Estructura y Construcción del Diagrama de Ishikawa.....	45

2.16.2 .- Aplicaciones del Diagrama de Ishikawa	46
2.16.3 .- Limitaciones del Diagrama de Ishikawa	46
2.17 .- Diagrama de Interrelaciones.....	47
2.17.1 .- Aplicaciones del Diagrama de Interrelaciones en la Acuicultura.....	47
2.18 .- Normas Oficiales Mexicanas en materia de acuicultura e inocuidad de los alimentos.....	48
2.19 .- Normas oficiales mexicanas relativas a la seguridad e higiene de los centros de trabajo.....	51
CAPÍTULO 3 .- METODOLOGÍA	53
3.1 .- Revisión Bibliográfica en BPPA en México.....	54
3.2 .- Visita al sitio de estudio	54
3.3 .- Sensibilización hacia las BPPA.....	54
3.4 .- identificación de procesos en BPPA en UPA.....	55
3.5 .- Implementación fase I (6 meses).....	56
3.6 .- Auditoría para la certificación (interna).....	56
3.7 .- Puesta en operación fase II (3 meses).....	57
3.8 .- Auditoría fase II Implementación.....	57
CAPÍTULO 4 .- RESULTADOS	58
4.1 .- Diagnóstico inicial	58
4.2 .- Sensibilización hacia las BPPATI.....	59
4.2.1 .- Capacitación en materia de inocuidad.....	59
4.2.2 .- Curso de normatividad en el sector acuícola	62
4.3 .- Identificación de procesos de la BPPA en la UPA	62
4.3.1 .- Metodología de Checkland	62
4.3.2 .- Diagrama de afinidad.....	63
4.3.3 .- Manual de calidad SENASICA de BPPA digitalizado.....	65
4.3.4 .- Formatos y registros	66
4.4 .- Implementación fase I y auditoría interna para el cumplimiento de las BPPA.	69
4.4.1 .- Resultados de auditoría Fase I.....	70
4.5 .- Puesta en operación fase II y auditoría interna para el cumplimiento de las BPPA.....	77
4.5.1 .- Resultados de auditoría Fase II	77
4.6 .- Análisis comparativo de la implementación de las BPPA	85
CAPÍTULO 5 .- MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS DE CULTIVO DE TILAPIA EN LA INOCUIDAD DEL AGUA	89
5.1 .- Parámetros óptimos de agua en el cultivo de Tilapia.....	89
5.1.1 .- Criterio de monitoreo de la calidad del agua y uso de formatos.	91
5.1.2 .- Manejo del alimento en la granja.....	92
5.1.3 .- Criterio del monitoreo y formatos para la inspección.	93
5.2 .- Buenas prácticas de cultivo de Tilapia en el manejo de sustancias químicas y fármacos.	95
5.2.1 .- Selección de sustancias químicas y fármacos.....	95

5.2.2 .- Criterios de aplicación de fármacos y sustancias químicas.	96
5.2.3 .- Criterio del monitoreo y formatos para evitar residuos de fármacos y sustancias tóxicas en el producto final.....	97
5.3 .- Buenas prácticas de producción acuícola en la inocuidad de los productos de granja.....	98
5.3.1 .- Higiene y salud del personal.	98
5.3.2 .- Equipo y utensilios.	100
5.3.3 .- Sistema de control de plagas.	103
5.3.4 .- Manejo de desechos.....	104
5.3.5 .- Criterio de monitoreo y formatos de eliminación de desechos.	105
5.4 .- Trazabilidad en la producción acuícola de la Tilapia.....	106
5.4.1 .- Trazabilidad en la acuicultura.....	106
5.4.2 .- Criterio del monitoreo y formatos para la trazabilidad en la producción acuícola.....	107
5.5 .- Verificación interna.....	108
5.5.1 .- Seguimiento.	108
5.5.2 .- Otras acciones correctivas y preventivas.....	108
5.5.3 .- Criterio del monitoreo y formatos para la verificación.....	109
Conclusiones y Recomendaciones	110
Referencias.....	112
ANEXOS	118
Anexo 1.- Notificación de auditoría. (Auditoría 1).....	118
Anexo 2.- Apertura de auditoría (Auditoría 1)	119
Anexo 3.- Cierre de auditoría (Auditoría 1)	121
Anexo 4.- Informe de auditoría (Auditoría 1).....	123
Anexo 5.- Notificación de auditoría. (Auditoría 2).....	125
Anexo 6.- Acta de Reunión de Apertura Auditoría Interna (Auditoría 2)	126
Anexo 7.- Cierre de auditoría (Auditoría 2)	128
Anexo 8.- Informe de auditoría (Auditoría 2).....	129
Anexo 9.- Formato A: Documentación de la granja	130
Anexo 10.- Formato A1: Análisis de condiciones de agua.....	132
Anexo 11.- Formato A2: Análisis químicos de agua por laboratorios.....	134
Anexo 12.- Formato A3: Análisis microbiológico de la muestra de agua	135
Anexo 13.- Formato A4: Análisis de metales pesados en agua por laboratorios.....	136
Anexo 14.- Formato A5: Análisis plaguicidas organoclorados de la muestra de agua.....	137
Anexo 15.- Formato A6: Análisis microbiológico de la muestra de pescado	138
Anexo 16.- Formato A7: Análisis de metales pesado de la muestra de pescado.....	139
Anexo 17.- Formato A8: Análisis plaguicidas organoclorados de la muestra de pescado.....	140
Anexo 18.- Formato B: Registro de control de fauna nociva.....	141
Anexo 19.- Formato C: Registro de eliminación de desechos.	142

Anexo 20.- Formato D: registro de limpieza y desinfección para estanquería, áreas, equipos y utensilios.	143
Anexo 21.- Formato E: Registro para recepción de alimento medicado y no medicado.	144
Anexo 22.- Formato E1: Administración del alimento.	145
Anexo 23.- Formato F: Registro de uso y control de sustancia químicas.	146
Anexo 24.- Formato G.....	147
Anexo 25.- Formato H: Registro de higiene del personal.....	148
Anexo 26.- Formato I: Registro de Trazabilidad (siembra).....	149
Anexo 27.- Formato J: Acciones correctivas.	150
Anexo 28.- Constancia curso seguridad e higiene en los centros de trabajo.....	151
Anexo 29.- Constancia curso de capacitación guía de llenado de registros.	152
Anexo 30.- Constancia curso de capacitación auditoría e implementación.	153
Anexo 31.- Constancia curso de capacitación 5S	154

Índice de Figuras

Figura 1.1.- Localización de la UPA Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan SPR de RL, en el Rancho Tierra Adentro, perteneciente a la Congregación de Joachín, Municipio de Tierra Blanca, Veracruz (Recuperado de documentos internos de Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan, 2023)	7
Figura 2.1.- Descripción general del flujo del proceso GMP/APPCC (Chahar, 2019).....	23
Figura 2.2.- Ejemplo de un diagrama de flujo para una granja acuícola Comisión del Codex Alimentarius (CAC) (2009). Directrices para el diseño e implementación de programas nacionales de garantía de la inocuidad de los alimentos.	29
Figura 2.3.- Proceso de Implementación de Buenas Prácticas Acuícolas en la Producción de Tilapia	33
La mejora continua se fundamenta en la implementación del Ciclo de Deming, que comprende las siguientes fases (Schmidt, 2019) presentados en la Figura 2.4 Diagrama del ciclo de Deming.....	36
Figura 2.5.- Diagrama del ciclo de Deming	37
Figura 3.1.- El proceso metodológico que implico el desarrollo del trabajo de implementación de las BPPATi en la UPA.....	53
Figura 4.1.- Diagrama de Ishikawa, situación actual de la empresa en relación con las BPPA.	58
Figura 4.2.- Constancia de capacitación en enfermedades transmitidas por alimentos (ETA)	61
Figura 4.3.- Constancia de capacitación en medidas de higiene para producir alimentos inocuos.....	61
Figura 4.4.- Constancia de capacitación en medidas de higiene	61
Figura 4.5.- Constancia de capacitación en limpieza vs desinfección.	61
Figura 4.6.- Constancia de actualización de BPPA en peces.	61
Figura 4.7.- Constancia de actualización de la UPA.	61
Figura 4.8.- Diagrama de interrelaciones y su función en el diseño del sistema.....	64
Figura 4.9.- Diagrama de interrelaciones.....	65
Figura 4.10.- Documentación inicial en físico.....	68
Figura 4.11.- Auditoría interna	78
Figura 4.12.- Revisión de información en auditoría interna	79

Índice de Tablas

Tabla 2.1.- Producción de Tilapia cultivada por países de América del Norte y el Caribe durante 1975-2017. Países con una producción inferior a 100 t por año no han sido incluidos (FAO, 2024)	17
Tabla 2.2.- Producción de Tilapia cultivada por países de América del Norte y el Caribe durante 1975-2017 (continuación).....	18
Tabla 2.3.- Producción y exportación de Tilapia de los principales productores en 2017 (Hasan, 2019)	19
Tabla 2.4.- Producción y exportación de Tilapia de los principales productores en 2017 (continuación) (Hasan, 2019)	20
Tabla 2.5.- Tipos de enfermedades transmitidas por pescados y mariscos (Ababouch, 2023)	21
Tabla 2.6.- Normas Oficiales Mexicanas en materia de acuicultura e inocuidad de los alimentos.....	49
Tabla 2.7.- Norma Oficial Mexicana de seguridad e higiene en los centros de trabajo.....	51
Tabla 4.1.- CATDWA identificado en la unidad de producción acuícola	63
Tabla 4.2.- Formatos de BPPA en físico.	67
Tabla 4.3.- Resultado de los registros de producción por etapa para las BPPA.....	68
Tabla 4.4.- Evaluación de la sección general de documentos de la UPA.	70
Tabla 4.5.- Evaluación de la selección sitio de cultivo para granjas por establecerse	71
Tabla 4.6.- Disminución de riesgos en granja en operación.	71
Tabla 4.7.- Consideraciones de higiene y salud del personal.....	72
Tabla 4.8.- Instalaciones de producción, sanitarias, equipos y utensilios.....	72
Tabla 4.9.- Sistema de control de plagas.	73
Tabla 4.10.- Manejo de desechos.....	73
Tabla 4.11.- Programa de limpieza y desinfección.	73
Tabla 4.12.- Criterios de sanidad acuícola	74
Tabla 4.13.- Manejo del agua de cultivo.	74
Tabla 4.14.- Manejo del alimento.	75
Tabla 4.15.- Manejo de sustancias químicas y medicamentos veterinarios.	75
Tabla 4.16.- Consideraciones durante la cosecha	75
Tabla 4.17.- Trazabilidad.	76
Tabla 4.18.- Capacitación.....	76
Tabla 4.19.- Evaluación de la sección general de documentos de la UPA.	77
Tabla 4.20.- Evaluación de la selección sitio de cultivo para granjas por establecerse	79
Tabla 4.21.- Disminución de riesgos en granja en operación.	80
Tabla 4.22.- Consideraciones de higiene y salud del personal.....	80
Tabla 4.23.- Instalaciones de producción, sanitarias, equipos y utensilios.....	81
Tabla 4.24.- Sistema de control de plagas.	81
Tabla 4.25.- Manejo de desechos.....	82
Tabla 4.26.- Programa de limpieza y desinfección.....	82

Tabla 4.27.- Criterios de sanidad acuícola	82
Tabla 4.28.- Manejo del agua de cultivo.	83
Tabla 4.29.- Manejo del alimento.	83
Tabla 4.30.- Manejo de sustancias químicas y medicamentos veterinarios.	84
Tabla 4.31.- Consideraciones durante la cosecha	84
Tabla 4.32.- Trazabilidad.	85
Tabla 4.33.- Capacitación.....	85
Tabla 4.34.- Comparativo de fase I y fase II	85
Tabla 5.1.- Parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo de Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	90

Introducción

El consumo de pescado ha aumentado notablemente debido a su valor nutricional y características dietéticas. Sin embargo, el crecimiento de la población, la contaminación, la sobrepesca y la acidificación de los océanos han reducido drásticamente las poblaciones de peces silvestres (Gordon et al., 2018). A medida que crece la población mundial y las autoridades de salud pública recomiendan el consumo de pescado, la demanda y la frecuencia de consumo seguirá incrementándose (Pulcini et al., 2020). No obstante, el progreso científico y el interés humano han dado lugar a formas alternativas para la producción de productos acuícolas para complementar el pescado capturado en la naturaleza y ayudar a satisfacer la demanda adicional (Hoque, 2021a).

La acuicultura, que consiste en la cría de animales acuáticos mediante la gestión de recursos naturales, ha mostrado un crecimiento considerable. No obstante, enfrenta desafíos significativos, como la necesidad de incrementar la producción sin comprometer la sostenibilidad y garantizar la calidad de los productos ante el incremento de la demanda global. En particular, la producción de Tilapia ha sido una respuesta clave a estos retos, pero aún existen problemas relacionados con la eficiencia operativa, la trazabilidad de los productos y la gestión de la calidad en las granjas acuícolas.

A un contexto global, la acuicultura destaca como una de las actividades agrícolas con mayor crecimiento, ganando relevancia en la producción de alimentos sostenibles y saludables con menor impacto ambiental. En comparación con la ganadería, particularmente la producción de carne roja, la acuicultura genera menos emisiones de carbono. Sin embargo, el aumento en la producción global y la creciente demanda de productos acuáticos plantean el desafío de gestionar adecuadamente las posibles consecuencias negativas sobre el medio ambiente, lo que subraya la importancia de adoptar prácticas sostenibles (Zhang et al., 2024).

El estudio se centra en una empresa ubicada en el estado de Veracruz, dedicada al cultivo, cría y comercialización de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). A pesar de su éxito en el mercado, enfrenta diversos problemas que afectan su sostenibilidad y eficiencia, como la ausencia de un sistema digital para implementar y monitorear las Buenas Prácticas de

Producción Acuícola (BPPA), lo que limita su capacidad para adaptarse a las demandas actuales.

La Tilapia (*Oreochromis*) ocupa el segundo lugar entre los cultivos acuícolas más producidos a nivel mundial. En México, el país se posiciona como el noveno mayor productor de esta especie, contribuyendo con el 94.3 % de la pesquería nacional de la especie. Durante el año 2020, la producción de mojarra-Tilapia alcanzó 72,595.96 toneladas, con valor de 2,066.43 millones de pesos (SADER, 2022). Este pez de agua dulce que puede medir entre 10 y 30 cm dependiendo de su especie, es originario de África y fue introducido en México en 1964 (INAES, 2022). Su cultivo en el país se lleva a cabo principalmente en granjas acuícolas que utilizan sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos. Este método de crianza ha ganado popularidad debido a las características del organismo, como su rápido crecimiento, resistencia física, alta capacidad reproductiva y adaptación a diversas condiciones ambientales. Además, la Tilapia puede desarrollarse en agua dulce o salada, así como en espacios con baja oxigenación, lo que permite su cultivo junto con especies como camarones y langostinos (INAPESCA, 2022).

Desde 2012, varios expertos han señalado que la acuicultura se encontraba en sus etapas iniciales de desarrollo. Bovenkerk & Meijboom (2012) destacaron que, para que los acuicultores fueran más competitivos y eficientes, era esencial adquirir habilidades y conocimientos específicos para mejorar sus procesos productivos. En este contexto, se reconoce que la aplicación de herramientas de ingeniería industrial puede mejorar los procesos, garantizar la inocuidad y asegurar que los productos cumplan con estándares ambientales y de calidad.

A nivel internacional, la producción acuícola total supera los 87,5 millones de toneladas de organismos acuáticos, con un valor aproximado de \$281,500 millones de dólares (FAO, 2022). En México, este sector ha mostrado un crecimiento notable, ubicándose entre los principales productores de América Latina. La integración de conocimientos de ingeniería industrial es esencial para mejorar la calidad, sanidad, rendimiento y sostenibilidad de los productos, sobre todo en las granjas acuícolas en fases tempranas de desarrollo. Este enfoque está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, en

particular con el ODS 12, que promueve el consumo y producción responsables, así como los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACEs) del CONAHCYT en México.

La empresa en estudio se dedica al cultivo, cría y comercialización de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) y enfrenta la necesidad de desarrollar un sistema digital que permita gestionar la implementación de las BPPA para la mejora de la calidad y eficiencia en la producción. Este trabajo propone una modernización del sistema de gestión a un formato digital, así como la implantación de BPPA para mitigar los riesgos de contaminación. Se sugiere un programa de capacitación para el personal y su evaluación a través de auditorías periódicas, abriendo una ventana de oportunidad para el desarrollo de un protocolo estandarizado que clarifique los procedimientos a seguir y la creación de una base de datos robusta que agilice las auditorías y facilite la certificación.

Para abordar estos problemas, se propone la aplicación de la metodología Deming, un enfoque que ha demostrado ser efectivo en la mejora continua de procesos productivos. Esta metodología es aplicada para diseñar e implementar un sistema de gestión digitalizado que no solo mejore la eficiencia operativa, sino que también garantice la calidad y trazabilidad de los productos acuícolas. El ciclo de Deming (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) es fundamental para estructurar que las mejoras sean sostenibles a largo plazo.

La implementación de la plataforma digital se diseñó siguiendo las etapas de Planificación, Implementación, Verificación, Revisión y Ajuste. Los resultados obtenidos reflejan una mejora significativa en la organización y acceso a la información, facilitando el proceso de certificación y recertificación. Además, se implementaron indicadores específicos y protocolos estandarizados que aseguran la calidad y trazabilidad en la producción acuícola. La base de datos digitalizada proporciona un almacenamiento seguro y accesible, reduciendo el riesgo de pérdida de documentación y mejorando la eficiencia en auditorías. Este trabajo se alinea con el PRONACE de Soberanía Alimentaria, que busca modificar el sistema agroalimentario para mejorar el bienestar de la población mexicana, combatir la desigualdad y fortalecer a los pequeños y medianos productores.

Los estudios recientes sobre la transformación del suministro de alimentos en la cadena de valor de la acuicultura en Bangladesh proporcionan una perspectiva adicional sobre las

prácticas de manejo y sostenibilidad en la acuicultura. Por ejemplo, la rápida adopción de alimentos formulados ha mejorado la eficiencia y productividad en las granjas acuícolas, lo cual puede ser relevante para el desarrollo de sistemas de gestión más efectivos en México (Ali et al., 2023). Además, la implementación de sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) en las PYMES ha demostrado ser un factor clave para mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones, proporcionando datos en tiempo real que permiten una gestión más centralizada y eficaz de los recursos (Gessa et al., 2023). Esta transformación digital no solo automatiza los procesos productivos y de diseño de productos, sino que también mejora la gestión empresarial, aumentando la productividad y satisfacción del cliente, y reduciendo los costos operativos directos y laborales (Doyle y Cosgrove, 2019). La implementación de sistemas de recirculación en acuicultura (RAS) ha demostrado ser una solución ambiental y una adaptación al cambio climático (Ahmed y Turchini, 2021). Además, la diversificación de especies de peces en sistemas de RAS con agua salobre puede maximizar la productividad sin comprometer el rendimiento de crecimiento, la salud y la supervivencia de las especies (Dawood et al., 2023). A nivel global, estrategias como el policultivo pueden ayudar a mejorar la sostenibilidad y la eficiencia de la producción acuícola, ofreciendo beneficios tanto económicos como ambientales (Kumar et al., 2018).

Este trabajo está estructurado en varios capítulos: el Capítulo 1 aborda el problema y justifica el estudio, detallando los problemas específicos tanto del sector como la empresa en particular. El Capítulo 2 ofrece una revisión de la literatura, abarcando buenas prácticas de producción acuícola, la metodología Deming y otras estrategias relevantes en la gestión de la calidad. El Capítulo 3, describe el caso de estudio, incluyendo un análisis detallado de la empresa y los desafíos que enfrenta. El Capítulo 4 se centra en la implementación de la solución propuesta, detallando el proceso de digitalización del sistema de gestión y las herramientas utilizadas. En el Capítulo 5, se presentan los resultados y la discusión, analizando los impactos de la implementación en la eficiencia operativa. Finalmente se concluye con las conclusiones y recomendaciones, ofreciendo una visión general de las lecciones aprendidas y sugiriendo direcciones para futuras investigaciones.

Capítulo 1 .- Generalidades de la empresa

1.1 .- Planteamiento del problema

En las granjas acuícolas de la región centro de Veracruz, la implementación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA) ha mostrado resultados inconsistentes, evidenciando deficiencias en el seguimiento y la gestión documental. Estas deficiencias han provocado que las granjas enfrenten dificultades para mantener la certificación de inocuidad alimentaria, lo que afecta su competitividad y el cumplimiento de normativas regulatorias. Además, la ausencia de un sistema digitalizado para gestionar estas prácticas ha incrementado el riesgo de incumplimiento de los estándares de calidad, poniendo en riesgo tanto la sostenibilidad de las operaciones como la salud de los consumidores. El problema principal radica en que, sin un sistema digitalizado eficaz, las granjas carecen de las herramientas necesarias para asegurar un control riguroso y continuo de las BPPA. Esto no solo compromete la calidad y seguridad del producto final, sino que también dificulta el proceso de auditoría y certificación. La necesidad de modernizar la gestión de las prácticas acuícolas mediante la digitalización es crítica para garantizar la inocuidad de los alimentos, mejorar la eficiencia operativa y cumplir con las exigencias del mercado actual.

1.1.1 .- Problema específico para resolver

La necesidad de un sistema digitalizado para la implementación, seguimiento y control de Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA) en las granjas acuícolas de la zona centro de Veracruz, lo que ha resultado en la pérdida de documentación crítica y la dificultad para mantener la certificación de inocuidad alimentaria.

1.2 .- Antecedentes

Esta granja acuícola tierra adentro nació con el objetivo de lograr altos niveles de producción basándose en las regulaciones ambientales, de sanidad e inocuidad, debido a que, en la última década ha aumentado considerablemente el interés del público y de los gobiernos por la forma en que se producen los alimentos para el consumo humano, los cuales deben estar

libres de cualquier característica que ponga en riesgo la salud de los consumidores y el ambiente (Consejo Nacional de Humanidades, 2023; Servicio Nacional de Sanidad, 2023).

La Unidad de Producción Acuícola fue legalmente constituida como Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan bajo la denominación Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada con fecha en lunes 23 de enero de 2006.

Dicha UPA obtuvo una concesión para uso y aprovechamiento de aguas subterráneas nacionales número 10256985474 a través de la Comisión Nacional del Agua, según lo dispuesto en el párrafo quinto y sexto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, para explotar, usar o aprovechar aguas nacionales del subsuelo por un plazo de treinta años el día 22 de septiembre de 2008.

Con fecha en seis de octubre de 2008, en base a lo que establece la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable en su artículo 122 inciso I y IV, se obtuvo el Registro Nacional de Pesca para Unidades económicas dedicadas a la acuicultura bajo el número 569745263.

Derivado de la experiencia en la producción, el 4 de marzo de 2014, se obtuvo el Certificado No 569875 el cual certifica que la UPA realiza con procedimientos y procesos documentados de trabajo Buenas prácticas de producción acuícola, la dependencia otorgante de la certificación fue la SENASICA organismo gubernamental dependiente de la SAGARPA, el cual actualmente no está vigente.

En el aspecto Ambiental, el 6 de marzo de 2015 se obtuvo el oficio por parte de la Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales en la que se notifica que el proyecto no tiene afectaciones en materia de Impacto Ambiental de acuerdo con el artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental.

En la UPA se cultiva Spring Tilapia® by Akvaforsk Genetics Center, el origen de esta línea de Tilapia proviene del material desarrollado en el proyecto pionero de mejoramiento genético de la cría de Tilapia realizado en Filipinas durante el periodo 1988-1997. Este programa, coordinado por el ICLARM (International Center for Living Aquatic Resources Management) y supervisado por Akvaforsk Genetic Center, es considerado como el proyecto de referencia para la aplicación de estrategias de selección moderna a las especies de la

acuacultura tropical. Spring Tilapia® está actualmente disponible en América Latina y EEUU, sometida a la mejora genética continúa centrada en crecimiento, rendimiento de filete, tolerancia al frío y salinidad.

1.3.- Marco Geográfico

La UPA Ingeniería del Agropecuaria del Papaloapan S.P.R de R.L. está ubicada en el Rancho Tierra Adentro, perteneciente a la Congregación de Joachín, Municipio de Tierra Blanca, Veracruz.

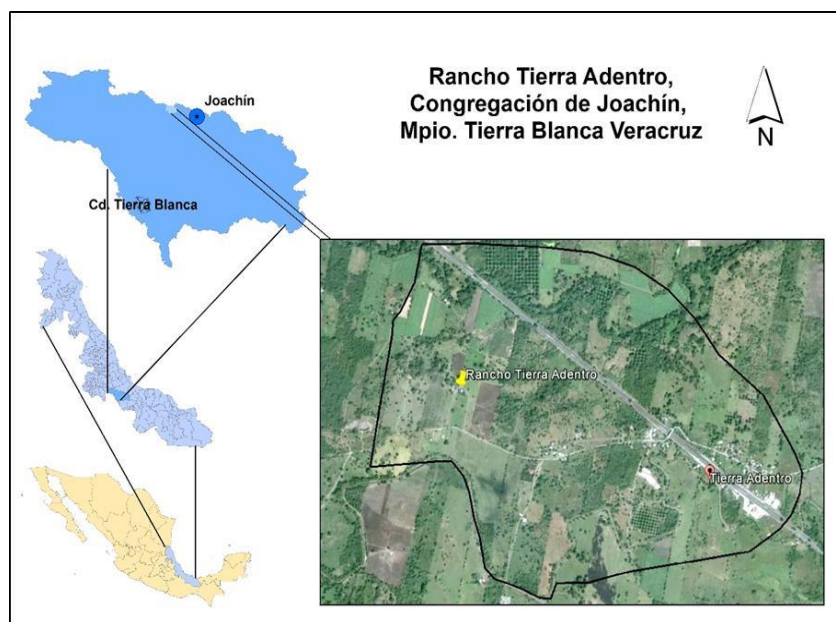


Figura 1.1.- Localización de la UPA Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan SPR de RL, en el Rancho Tierra Adentro, perteneciente a la Congregación de Joachín, Municipio de Tierra Blanca, Veracruz (Recuperado de documentos internos de Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan, 2023).

1.4.- Estructura Organizacional

Los cargos y sus representantes además de desarrollar las actividades son responsabilizados con planeación de análisis de estos cargos, en cada área se ha capacitado y asesorado para el buen desarrollo de las actividades describiendo los siguientes cargos:

1.4.1.- Director

Puesto: Director.

Las funciones que lleva a cabo son:

Encargado de la planeación, finanzas, de estar extremadamente relacionado con clientes, proveedores de alevines, con cada uno de los trabajadores que ayudan a operar la granja, supervisar los suministros que llegan y del registro de estos.

1.4.2 .- Encargado de operación

Puesto: Encargado de operación.

Las funciones que lleva a cabo son:

Alimentar a los organismos para obtener la engorda en tiempo y forma, realizar labores de mantenimiento tanto eléctricas como de aireación, supervisar lo relacionado con el alimento y herramientas que se utilizan, así como registrar toda la información que se genera en relación con la operación de la granja.

1.4.3 .- Encargado de pre-gorda y engorda

Puesto: Encargado de pre-gorda y engorda

Las funciones que lleva a cabo son:

Selecciona y clasifica a los peces, a su vez los inspecciona de forma visual de acuerdo con su color y forma, es encargado de supervisar la limpieza de herramientas e instrumentos, y del registro de la información que se generada diariamente.

1.4.4 .- Asistente de operación

Puesto: Encargado de asistente de operación

Las funciones que lleva a cabo son:

Mantiene la limpieza, desinfección de herramientas y utensilios, el orden en las áreas verdes auxilia al encargado de operación y reporta a cualquier nivel superior.

1.4.5 .- Turno nocturno

Puesto: Turno nocturno.

Supervisa la operación de aireación, suministro eléctrico, limpieza, orden de bodega. Reporta y resuelve cualquier problema que se presente en su área de trabajo, tiene habilidades de conocimiento del manejo de planta de emergencia, de peces y sistemas de bombas.

1.5 .- Infraestructura instalación

La Unidad de Producción Acuícola Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan S.P.R de R.L esta UPA es de pre engorda y engorda de Tilapia la UPA desde sus inicios tuvo la preocupación de tener tanques de polietileno para el cultivo de mojarra Tilapias iniciando con la construcción estratégica de ésta, desarrollando así un sistema completo para la engorda de Tilapia generando insumos biológicos para el abasto de una UPA proveedora de crías contando actualmente a octubre del 2015.1 espejo de agua de 2810 m³ aproximadamente y una producción de 12 ton por año. Contando con 6 tanques de polietileno de 5 a 9 y 12 mts de diámetro para la pre gorda- engorda, patio de maniobras, bodega de alimentos plantas de emergencia como almacén de accesorios y equipos.

1.5.1 .- Módulo I pre engorda

- Cuatro tanques de 20 m³ de polietileno recepción de crías.
- 12 tanques de 60 m³ de polietileno pre engorda y engorda
- 3 tanques de 50 m³ de polietileno pre engorda y engorda
- 2 soplador de turbina 2 hp cada uno para premio gordo
- Tomas de agua y aire para cada estanque
- Sistema de desagüe independiente

1.5.2 .- Módulo II engorda

- 6 tanques de 12 mt de diámetro
- 1 soplador de turbina de 2 hp
- Tomas de agua para cada tanque
- Sistema de desagüe
- Tomas eléctricas para sopladores

1.5.3 .- Punto de venta

Se realiza en un tanque de 2 x 5 mts³ de polietileno para cosechas parciales y la total se realiza en el tanque de engorda, aunque en ocasiones se realiza la cosecha total en el tanque esto depende de la demanda y el tamaño del tanque.

- Tomas de agua y aire para el tanque.
- Sistema de desagüe.

1.5.4 .- Estacionamiento

Para personal y visitas:

- Ubicada entre áreas de pre engorda, engorda y la casa del vecino.
- La capacidad de almacenamiento es actualmente para 20 días de producción.
- El reabastecimiento se efectúa actualmente mensual para garantizar la mayor frescura del alimento.
- El alimento se almacena sobre tarimas de madera y en secciones separadas para cada tipo de alimento
- Se utilizan trampas y/o cebos para la detención de roedores u otras plagas.
- Ventanas y puertas protegidas con malla para impedir la entrada de insectos y animales.
- Báscula electrónica para pesar las raciones de alimentos de las diferentes etapas.

1.5.5 .- Almacén de accesorios de equipo

- Estantería y mesa de trabajo para el resguardo de las herramientas y materiales utilizados en la upa y para el mantenimiento de los equipos en la UPA.

1.5.5.1 Equipo de soporte y complementario

- Transformador trifásico de 75 kilowatts.
- Generador de emergencia trifásico de 10 kilowatts.
- Pozo profundo para el suministro de agua.
- Centro de carga eléctrica distribuidos.

- Depósito de desechos orgánicos e inorgánicos independientes distribuidos en 3 puntos de la granja.

1.6.- Buenas prácticas de producción acuícola a todos los niveles y documentación de soporte.

Las capacitaciones o entrenamiento son fundamentales en el sector acuícola y son realizados por el Comité de Sanidad Acuícola y Pesquero Veracruzano (COSAP A.C.) dirigidos a todos los niveles de la organización. Estos entrenamientos abarcan temas esenciales como el manejo cotidiano de cultivo, la aplicación de protocolos de desinfección, medidas de higiene y el control de contaminación cruzada en las actividades diarias. Regularmente, son implementadas a través de pláticas con el personal involucrado, donde se registra la asistencia de los participantes.

Mensualmente, se organiza una sesión con el personal para discutir y anticipar posibles problemas en el desarrollo de sus actividades, enfocándose en la prevención. Durante estas sesiones, se identifican y abordan temas específicos, los cuales son posteriormente desarrollados con el apoyo de personal de COSAP A.C. a lo largo del mes.

Un elemento esencial en este proceso es la documentación de soporte, que incluye manuales operativos, procedimientos estandarizados, registros de capacitación y otros documentos relevantes que respaldan las buenas prácticas implementadas. Estos documentos son vitales para garantizar que las prácticas de manejo, higiene, y bioseguridad no solo se entiendan y apliquen correctamente, sino que también se mantengan actualizadas y accesibles para todo el personal. Los manuales y procedimientos proporcionan una guía clara y detallada para asegurar la consistencia y la calidad en las operaciones diarias, facilitando así el cumplimiento de los estándares establecidos por la industria y contribuyendo a la sostenibilidad y eficiencia de la producción agrícola.

1.6.1.- Objetivo General

Diseñar un sistema de gestión digitalizado para las buenas prácticas en la producción acuícola, mediante el Ciclo de Deming utilizando herramienta de la calidad.

1.6.2 .- Objetivos particulares

- Diseñar una nueva metodología para la implementación de las BPPA con el uso de las herramientas de la ingeniería industrial para la certificación de las BPPA.
- Diseñar el manual de BPPA con los formatos correspondientes en cumplimiento con los estándares establecidos por la SENASICA.
- Modernizar el sistema de gestión a un formato digital para mejorar la gestión de los responsables de la producción acuícola.
- Implementar BPPA enfocadas en mitigar los riesgos de contaminación en la producción acuícola, incluyendo la capacitación del personal, realizando de auditorías y seguimiento del porcentaje de mejora.
- Validar la efectividad de las BPPA implementadas mediante las auditorías internas la evaluación de los procesos.

1.7 .- Justificación

En el comercio internacional, el aseguramiento de la inocuidad y calidad de los pescados y mariscos está regulado bajo estrictos estándares de calidad, esto debido a los potenciales riesgos para la salud que representa el consumo de productos acuícolas contaminados (Ababouch, 2014). La implementación de buenas prácticas de producción acuícola (BPPA) junto con la digitalización del sistema de gestión se presenta como una estrategia esencial para cumplir con estas exigencias internacionales. La adopción de estas prácticas y tecnologías no solo contribuye a minimizar los riesgos sanitarios, sino que también facilita un control más eficaz y eficiente sobre los procesos productivos.

La integración de un sistema de gestión digitalizado ofrece una plataforma para supervisar continuamente las operaciones, asegurando que cada etapa de la producción cumpla con los criterios de calidad e inocuidad requeridos. Este enfoque proporciona al responsable del cultivo de Tilapias las herramientas necesarias para monitorizar y ajustar rápidamente las actividades, recomendaciones y procedimientos, garantizando así la obtención de un producto final seguro y de alta calidad. Por tanto, este proyecto no solo es pertinente sino también relevante para elevar los estándares de producción acuícola, alineándolos con las expectativas globales de seguridad alimentaria y sostenibilidad (Rossignoli et al., 2023).

1.7.1 .- Necesidades que satisface

Este trabajo satisface la necesidad crítica de modernizar y mejorar los procesos de producción en la acuicultura, específicamente en el cultivo de Tilapia nilótica en la empresa Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan. La implementación de un sistema de gestión digitalizado basado en Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA) responde a la demanda creciente de productos acuícolas de alta calidad y con garantía de inocuidad. Asimismo, satisface la necesidad de cumplir con los requisitos regulatorios establecidos por entidades como SENASICA, asegurando que la producción cumpla con los estándares nacionales e internacionales. Además, aborda la carencia de un programa estructurado de capacitación para el personal, lo que es esencial para garantizar la consistencia y eficiencia operativa en las actividades diarias de la empresa.

1.7.2 .- Beneficios que se obtendrán

Los beneficios obtenidos de este trabajo son múltiples y de amplio alcance. En primer lugar, la digitalización del sistema de gestión permitirá una mayor eficiencia operativa, reduciendo los tiempos de respuesta y mejorando la accesibilidad a la información relevante, lo cual facilita las auditorías y el cumplimiento de las normativas. En segundo lugar, la implementación del manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA) mejorará la calidad y seguridad del producto final, incrementando la confianza de los consumidores y abriendo nuevas oportunidades de mercado tanto a nivel nacional como internacional. Además, la capacitación del personal resultará en un equipo de trabajo más competente y capacitado para enfrentar los desafíos de la producción acuícola moderna, contribuyendo a la sostenibilidad a largo plazo de la empresa.

1.7.3 .- Impacto socioeconómico del trabajo.

El impacto socioeconómico de este trabajo es significativo tanto a nivel local como regional. Al mejorar la eficiencia y la calidad de la producción acuícola, la empresa podrá aumentar su competitividad en el mercado, lo que a su vez generará mayores ingresos y potencialmente más empleos en la comunidad. La adopción de prácticas sostenibles también contribuirá a la

preservación del medio ambiente, reduciendo los impactos negativos de la acuicultura en el entorno local. Además, el fortalecimiento de la industria acuícola en la región puede impulsar el desarrollo económico local, ya que las actividades relacionadas con la acuicultura suelen estimular otros sectores económicos, como el transporte, la distribución y los servicios técnicos especializados. En conjunto, este trabajo no solo beneficia a la empresa, sino que también tiene el potencial de mejorar la calidad de vida de la comunidad en la que opera, promoviendo un desarrollo económico más equitativo y sostenible.

Capítulo 2 .- Marco teórico

2.1 .- Tilapia

Las Tilapias constituyen un conjunto de especies piscícolas de agua dulce, originarias de África y Medio Oriente, que forman parte de la familia '*Cichlidae*'. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés), dentro de la familia *Cichlidae* se clasifican 1699 especies, que se encuentran distribuidas extensamente en África, el sudeste asiático, Medio Oriente, así como en América del Sur y Central (El-Sayed, 2020). Entre las especies de Tilapia más cultivadas o con un alto potencial acuícola, destacan la *Oreochromis niloticus*, principal especie en la acuicultura mundial que contribuyó con el 70% de la producción global de Tilapia en 2017, y *Oreochromis mossambicus*, que representa el 1% de la producción total de Tilapia (Zhong et al., 2024). Estas especies poseen una amplia distribución global. Además, la Tilapia ha sido introducida en más de 100 países, convirtiéndose en el grupo de peces exóticos de más extendido a nivel mundial. Se han aclimatado en prácticamente todos los cuerpos de agua en donde se han cultivado o introducido, tanto en África como en Asia y las Américas, integrándose a la fauna íctica de diversos ecosistemas tropicales y subtropicales de agua dulce (Hoque, 2021b).

2.1.1 .- Beneficios del cultivo de Tilapia

El cultivo y la introducción de Tilapia ofrecen beneficios sociales y económicos que superan los posibles impactos ecológicos negativos (A.-F. M. El-Sayed, 2020). En este contexto, la acuicultura y la pesca han contribuido significativamente a la seguridad alimentaria de muchos países en desarrollo, especialmente en regiones tropicales y subtropicales (Canonico et al., 2005; S. S. De Silva, 2012; Deines et al., 2016). La Tilapia sirve como una fuente de proteína accesible para las comunidades locales, que en su mayoría dependen del pescado para satisfacer sus requerimientos nutricionales. Estos beneficios repercuten directa e indirectamente en varios sectores, particularmente en las zonas rurales, lo que contribuye al alivio de la pobreza y mejoramiento de los medios de vida de los hogares rurales, así como al acceso sostenible a una fuente de proteína animal asequible (Dawood et al., 2023). Es

esencial ponderar tanto los contextos socioeconómicos como los efectos ecológicos que conlleva la introducción de Tilapia. Entender la relación entre las decisiones socioeconómicas y los impactos en la salud de los ecosistemas es crucial (El-Sayed & Fitzsimmons, 2023). Esto permite a las partes interesadas aplicar los resultados económicos para contrarrestar los impactos negativos de las especies invasoras o introducidas y asegurar la protección de los ecosistemas y de los beneficios socioeconómicos a largo plazo. Se ha reportado que las introducciones de Tilapia en regiones de Asia y el Pacífico han tenido un impacto positivo. Contribuyendo al establecimiento de pesquerías de captura en países específicos, como Sri Lanka, Indonesia y Filipinas, convirtiéndose en un importante recurso acuícola en la mayoría de los países de la región. Además, la Tilapia se ha convertido en una fuente en una fuente de proteína animal de bajo coste, proporcionando empleo, especialmente en áreas rurales, y generando ingresos a través de la comercialización local e internacional. Conforme a lo reportado en el informe “el estado mundial de la pesca y acuicultura 2022” de la FAO, la producción de Tilapia de la pesca de captura de agua dulce y la acuicultura ha aumentado considerablemente en muchos países donde ha sido introducida, aportando de manera significativa a la producción pesquera total y la seguridad alimentaria, especialmente en las comunidades rurales (FAO, 2022).

2.1.2 .- Producción global de Tilapia

Con datos de la FAO, (2022) La producción global de Tilapia ha experimentado una notable evolución, destacándose como uno de los principales pilares de la acuicultura y la pesca de captura. Históricamente, desde la década de 1950 hasta 1980, los volúmenes de desembarco se mantuvieron consistentes, reflejando las dinámicas del mercado y los avances en las prácticas de acuicultura. En años recientes, la producción se ha mantenido en un rango estable, con una tendencia anual que oscila entre 500,000 y 837,447 toneladas por año. África ha liderado como el mayor productor en el sector de la pesca de captura, donde contribuyó con alrededor del 61,7 % del desembarque mundial en 2017, seguido de Asia (23 %) y América (14,5 %). Por lo tanto, no sorprende que, entre los 10 principales productores mundiales de Tilapia de la pesca de captura, seis sean países africanos. Los 10 principales productores incluyeron tres países asiáticos (Indonesia, Filipinas y Sri Lanka) y un país norteamericano (México). Entre todas las especies de Tilapia, la Tilapia del Nilo

(*Oreochromis niloticus*) es la especie identificada más importante en la pesca de captura. En 2017, la producción de esa especie fue de 278.720 t, lo que representa el 33,3% de la producción total. Otras especies identificadas incluyen la Tilapia (*Oreochromis mossambicus*), la Tilapia azul (*Oreochromis aureus*), el guapote jaguar (*Parachromis managuensis*) y la Tilapia mango (Galilea) (*Sarotherodon galilaeus*) (BFAR, 2023).

2.1.3 .- Producción de TILAPIA en América del Norte y el Caribe

La TILAPIA de Mozambique fue introducida en el Caribe en 1947 y arribó a los Estados Unidos en 1954 (Rahman et al., 2021). Con esto, el cultivo de TILAPIA en América del Norte y el Caribe comenzó a desarrollarse en las décadas de 1960 y 1970, principalmente en pequeña escala y con fines de subsistencia. El primer registro de producción de TILAPIA de la FAO muestra que, en 1970, México aportó 220 toneladas, cifra que aumentó a 2000 t en 1975. Durante el periodo de 1980-2010, la producción aumentó constantemente a una tasa de crecimiento anual promedio de 8,8%, alcanzado 68,783 t en 2010 (Tabla 2.1). Sin embargo, es México donde se observa un notable aumento: de 1975 a 2017, la producción de Tilapia escaló significativamente, con un aumento del 2667.9%, partiendo de las 2000 toneladas iniciales hasta llegar a 55,358 toneladas. Este incremento refleja la expansión y el fortalecimiento de la industria acuícola en la región. A pesar de ello, la contribución de 48 t en 2017, con una tasa de crecimiento anual promedio del 12,4%. La contribución de la producción de TILAPIA en América del Norte y el Caribe a la producción mundial de TILAPIA es limitada, solo 2,2 % en 2017. Más del 99 % de la producción de TILAPIA en la región proviene de ambientes de agua dulce (FAO, 2024).

Tabla 2.1.- Producción de Tilapia cultivada por países de América del Norte y el Caribe durante 1975-2017. Países con una producción inferior a 100 t por año no han sido incluidos (FAO, 2024).

País	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2014	2016	2017
Cuba	200	1,012	2,978	3,733	2,096	730	390	510	400	466	429	449
Belice	0	0	0	0	14	0	425	658	63	47	55	60
Costa Rica	0	18	50	232	3,800	8,100	17,626	23,034	23,355	22,650	16,200	16,200
República Dominicana	0	0	3	100	985	994	16	20	478	1,024	1,000	1,000
El salvador	0	0	15	4	196	56	1,955	4,090	4,100	832	6,811	6,821

Guatemala	0	0	70	161	774	2,361	2,000	846	5,455	7,500	8,500	9,773
Haití	0	0	0	0	0	10	30	330	620	900	1,160	1,270
0 indican un valor nulo real.												

Tabla 2.2.- Producción de Tilapia cultivada por países de América del Norte y el Caribe durante 1975-2017 (continuación).

País	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2012	2014	2016	2017
Honduras	0	6	35	120	172	1,900	28,376	16,455	20,500	29,750	30,100	30,000
Jamaica	0	20	834	3,364	3,500	4,500	4,795	3,800	582	864	927	1,091
México	2,000	6,907	3,200	5,000	1,482	6,726	2,151	8,243	23,749	54,536	58,191	55,358
Nicaragua	0	0	2	3	5	24	350	385	7	38	4	11
Panamá	0	0	73	49	186	900	179	391	285	200	149	120
Estados Unidos	0	0	0	5	2,041	6,838	8,051	7,803	9,979	8,618	8,618	8,618
Total	2,200	7,963	7,301	14,891	20,143	34,402	66,158	68,784	89,636	127,496	132,229	130,848
0 indican un valor nulo real.												

2.1.4 .- Comercio nacional y global de Tilapia

El cultivo de Tilapia es practicado principalmente por pequeños agricultores en áreas rurales de países en desarrollo (Rahman et al., 2021). En consecuencia, el pescado se comercializa en los mercados rurales y locales, ya sea fresco o helado. Como era de esperar, los canales de transporte, distribución y comercialización en estas áreas no están bien administrados debido a la dispersión de las fincas en áreas remotas y la falta de asistencia técnica y de extensión (Ahmed & Turchini, 2021). Esta situación generalmente se ve perpetuada por un control deficiente de la calidad, la falta de recursos corporativos y la información limitada del mercado (Md. Hashibur et al., 2022). Por lo tanto, el desarrollo de la comercialización nacional e internacional de Tilapia es de suma importancia. La información disponible sobre el comercio y la comercialización de Tilapia, tanto a nivel nacional como internacional muestra que más del 90 % de la Tilapia cultivada es destinada a los mercados nacionales, lo que deja poco margen para la exportación a los mercados internacionales. Esto se debe a que la Tilapia se considera un pescado de bajo precio, asequible para las comunidades de clase media y baja en casi todos los países productores de Tilapia, en comparación con los mariscos de alto valor. Los países africanos, americanos y asiáticos enumerados en la Tabla 2.2 son los principales productores de Tilapia, estos países produjeron alrededor del 98 % de la

producción mundial de Tilapia cultivada en 2016, de la cual alrededor del 94,5 % se destinó a los mercados locales. La única excepción fueron Costa Rica, Ecuador, Honduras, China y Taiwán, donde se exportaron proporciones significativas de Tilapia producida (30,8%, 18,6%, 32,7%, 21,1% y 44%, respectivamente)(Rahman et al., 2021).

A pesar de que la mayor parte de la Tilapia producida se consume en los mercados internos de las áreas de producción, especialmente en las zonas rurales de Asia, África y América del Sur, la demanda de Tilapia está creciendo en los países no productores no tradicionales. Por lo tanto, el comercio mundial de productos de Tilapia ha sido testigo de un florecimiento importante en las últimas dos décadas y se espera que continúe (Valenti et al., 2021). Una de las principales ventajas de la comercialización mundial de Tilapia son sus precios competitivos, su carne blanca y su fácil procesamiento que los convierte en un importante sustituto de las especies de pescado blanco que enfrentan escasez de oferta (Valenti et al., 2021).

Tabla 2.3.- Producción y exportación de Tilapia de los principales productores en 2017 (Hasan, 2019).

País	Producción	Exportación	Consumo doméstico	
			Monto	Porcentaje de producción total
África				
Egipto	940,309	6,229	934,080	99.3%
Ghana	50,900	0	50,900	100.0%
Kenia	11,180	142	11,038	98.7%
Nigeria	23,706	16	23,690	99.9%
Uganda	74,654	1,129	73,525	98.5%
Zambia	30,085	83	30,002	99.7%
Zimbabue	10,000	2	9,998	99.98%
América				
Brasil	239,131	898	238,233	99.6%
Colombia	61,800	5,007	56,793	91.9%
Costa Rica	18,200	5,606	12,594	69.2%

Ecuador	22,620	4,199	18,421	81.4%
Guatemala	10,045	158	9,887	98.4%
Honduras	30,100	9,831	20,269	67.3%
México	58,191	3,174	55,017	94.5%

Tabla 2.4.- Producción y exportación de Tilapia de los principales productores en 2017 (continuación) (Hasan, 2019).

Asia				
Bangladés	342,567	208	342,359	99.9%
China	1,866,381	393,329	1,473,052	78.9%
Indonesia	1,187,812	11,880	1,175,932	99.0%
Malasia	36,998	2,256	35,007	94.6%
Birmania	33,134	0	33,134	100.0%
Filipinas	259,045	68	258,977	99.97%
Taiwán	63,028	21,385	41,643	66.1%
Tailandia	208,144	7,902	200,242	96.2%
Vietnam	183,817	12,762	171,055	93.1%
Total	5,761,847	486,181	5,275,848	94.5%

Con la creciente demanda de pescado procesado en los mercados occidentales, la demanda mundial de Tilapia procesada, especialmente filetes congelados y pescado entero congelado, ha ido en aumento (A. F. M. El-Sayed & Fitzsimmons, 2023) (El-Sayed & Fitzsimmons, 2023). Por lo que no sorprende que la Tilapia sea importada actualmente por más de 130 países en todo el mundo. Entre las 472 000 t de Tilapia importadas en 2019, alrededor del 55 % (259,000 t) eran filetes congelados y el 33 % (172 000 t) eran pescados enteros congelados (Deines et al., 2016). El mercado de pescado de Tilapia está dominado por la Tilapia del Nilo cultivada, mientras que la contribución de la Tilapia capturada en la naturaleza es limitada. El mercado global de Tilapia incluye las siguientes dos categorías de productos:

1. Tilapia barata y comercializada, siendo China la principal fuente de esta categoría. Los precios de este producto son más del 50% inferiores a los de la Tilapia premium. La gran mayoría de la Tilapia se comercializa bajo esta categoría.

2. La Tilapia premium, que generalmente es Tilapia de alta calidad, se produce y comercializa en condiciones restringidas y se vende principalmente fresca. En general, existe una clara distinción entre esta Tilapia y la categoría más barata. Los productores y comercializadores premium generalmente agregan más promoción, diferenciación y especificaciones a sus productos, como como eco etiquetado, procesos de producción bajos en antibióticos y envases prácticos (Rossignoli et al., 2023). Los principales productores de esta categoría incluyen países de América Latina, como Ecuador, Colombia y México, y países asiáticos (por ejemplo, Indonesia). La Tilapia premium se dirige a las sociedades urbanas de clase media en crecimiento y conscientes de la salud, que pueden estar dispuestas a pagar precios más altos por productos de mayor calidad.

2.2.- Enfermedades transmitidas por pescados y mariscos y agentes causales

Los pescados y mariscos cuando son recolectados en ambientes limpios y son manipulados higiénicamente su consumo es seguro. Desafortunadamente, factores como la contaminación del agua, las prácticas antihigiénicas y la congelación o refrigeración insuficiente o tardías son la causa de brotes de enfermedades transmitidas por pescados y mariscos (Tabla 2.3). Muchos de estos agentes causales también son responsables de enfermedades causadas por otro tipo de alimentos, especialmente alimentos de origen animal. A continuación, se presenta una breve descripción de estos agentes (Ababouch, 2023).

Tabla 2.5.- Tipos de enfermedades transmitidas por pescados y mariscos (Ababouch, 2023).

Tipos de enfermedad		Agente causal
Infecciones	Infecciones bacterianas	Listeria monocytogenes, Salmonella spp., Escherichia coli, Vibrio vulnificus, Shigella spp. y Vibrio cholerae
	Infecciones virales	Hepatitis A, Norovirus y Hepatitis E
	Infecciones parasitarias	Nematodos (gusanos redondos), cestodos (tenias) y trematodos
Intoxicaciones	Microbianas	Staphylococcus aureus, Clostridium botulinum e histamina
	Biotoxinas	Ciguatera, intoxicación paralizante por mariscos, intoxicación diarreica por mariscos,

	intoxicación amnésica por mariscos e intoxicación neurotóxica por mariscos
Químicos	Metales pesados: mercurio, cadmio y plomo Dioxinas y bifenilos policlorados Aditivos: nitritos y sulfitos

2.3 .- Buenas prácticas de manufactura

Las Buenas Prácticas de Manufactura (GMP, por sus siglas en inglés) son programas, procedimientos y políticas específicos de las instalaciones que siguen los empleados y visitantes (Knutson, 2020). Las GMP existen desde la década de 1970, pero su formalización y difusión en diferentes países comenzó recién a mediados de la década de 1990. Las GMP se basan en cuatro puntos (De Oliveira et al., 2016):

1. Exclusión.
2. Eliminación de materias extrañas e indeseables.
3. Inhibición.
4. Destrucción de microorganismos indeseables.

Las GMP incluyen la capacitación de los empleados, la higiene personal y el uso de equipo de protección personal (EPP), el manejo del control de plagas, la potabilidad del agua, el mantenimiento de los terrenos y las instalaciones, así como el saneamiento de los utensilios, equipos y habitaciones. En la industria alimentaria, además de las normas GMP, también se desarrolla y mantiene un programa de seguridad alimentaria para eliminar cualquier peligro que pueda provocar la retirada de un producto o ser un peligro para la salud de los consumidores (Onumah et al., 2020). Por lo tanto, la implementación de los programas GMP debe incluir un Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) para garantizar a los consumidores que durante todo el proceso de fabricación, envasado y distribución del producto se mantuvieron estrictos controles y pruebas de calidad, estos controles de calidad están regulados por las normativas vigentes de cada país y deben formar parte de un sistema de gestión de calidad interno en cualquier empresa, en donde con la debida planificación y prevención se garantice la calidad de un producto y las prácticas de control calidad sirven para el monitoreo, detección de cualquier anomalía en el proceso para su pronta corrección,

lo que conlleva a mantener la calidad y el aseguramiento de la calidad de un producto para la satisfacción del cliente o consumidor la Figura describe de manera general el flujo del proceso de Buenas Prácticas de Manufactura (GMP) y el Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC)(Chahar, 2019).



Figura 2.1.- Descripción general del flujo del proceso GMP/APPCC (Chahar, 2019).

Los elementos que componen GMP son:

2.3.1 .- Lugar.

- El lugar debe estar limpio y ordenado; Las superficies deben permitir una limpieza eficaz y estar diseñadas para prevenir la contaminación de los productos;
- Las superficies de los equipos deben permitir una limpieza eficaz, deben funcionar de acuerdo con las y debe estar diseñado para evitar cualquier contaminación (Codex Alimentarius Comission, 2013).

2.3.2 .- Personas

- El personal debe estar calificado por educación, capacitación o experiencia para realizar sus respectivos.
- El aseguramiento de la calidad es responsable de liberar cada producto para la venta, liberar la materia prima y los componentes del empaque para su uso, aprobar todos los procedimientos operativos, fórmulas maestras y especificaciones, revisar todas las devoluciones antes de la reventa e investigar cualquier queja.

- El control de calidad también realiza retiros de productos en caso de un impacto adverso en el producto (Codex Alimentarius Commission, 2013).

2.3.3 .- Proceso

Los programas de saneamiento incluyen procedimientos documentados para la limpieza efectiva de las instalaciones, el equipo, el manejo de sustancias y la salud y el comportamiento higiénico del personal. La operación incluye un sistema para lo siguiente (Codex Alimentarius Commission, 2013):

- Revisión y liberación de todas las materias primas y materiales de empaque
- Agua que sea potable y cumpla con las pautas de calidad del agua potable de Canadá o las reglamentaciones aplicables
- Registros de lotes completos para cada lote que permitan la trazabilidad
- Cada paquete terminado se identifica con un número de lote y fecha de caducidad
- Las etiquetas están protegidas y controladas
- Existen acuerdos de calidad, con contratos.

2.3.4 .- Producto

- Las especificaciones están disponibles para cada producto e incluyen la pureza, la cantidad y la identidad de ingredientes medicinales, potencia y métodos de prueba;
- Cada lote debe someterse a pruebas de conformidad con las especificaciones del producto terminado;
- Los importadores pueden seguir un programa de prueba reducido en el que se prueba completamente el primer lote de cada producto;
- Para cada lote subsiguiente (Ali et al., 2023):
- Se revisa un certificado de análisis con los resultados reales de las pruebas
- El lote se identifica positivamente al recibirlo
- Las condiciones de transporte y almacenamiento no afectan negativamente al producto
- Se realizan pruebas de confirmación completas en al menos un lote por año por forma de dosificación, por proveedor

- Los resultados de estabilidad demuestran que el producto cumplirá con las especificaciones bajo el recomendado condiciones de almacenaje
- Las muestras se conservan en las condiciones de almacenamiento recomendadas durante 1 año después de la fecha de caducidad del producto. Hay suficientes muestras disponibles para realizar pruebas completas del producto.
- Los registros deben conservarse durante 1 año después de la fecha de vencimiento del producto al que se refieren
- El procedimiento de retiro está documentado y es efectivo mediante la realización de un retiro simulado;
- Los productos de origen natural estériles deben fabricarse y empaquetarse en un área cerrada separada bajo la supervisión de una persona capacitada que utilice métodos científicamente probados para garantizar la esterilidad (Ali et al., 2023).

2.3.5 .- Ambiente

El monitoreo y control ambiental de las salas limpias de NHP es una parte importante de la fabricación de productos seguros y de calidad. Control de condiciones tales como partículas en el aire, microorganismos, la temperatura, la humedad, la presión diferencial, el flujo de aire, la velocidad del aire y el personal son fundamentales para proteger el producto de la contaminación. Por lo tanto, el diseño del sistema, la validación y el seguimiento continuo de se necesita un sistema HVAC/sala limpia para garantizar la calidad y la seguridad de los productos de origen natural y los nutraceuticos (Chahar, 2019).

2.4 .- Beneficios de los programas GMP/ APPCC

Existen muchos beneficios al implementar los programas GMP/ APPCC, que aumentarán sustancialmente la calidad del producto y aumentar los ingresos y la satisfacción del cliente. Algunos de los beneficios de cumplir con GMP/ APPCC incluyen:

- Los costos operativos disminuyen a medida que se reducen las reelaboraciones y las penalizaciones por incumplimiento y las eficiencias aumentar;

- Aumento de la satisfacción del cliente interno/externo; los empleados, accionistas, reguladores y competidores desarrollan un respeto sostenible por una organización que demuestra compromiso con la seguridad de los productos de origen natural;
- GMP/ APPCC cubre todos los procedimientos escritos y de seguridad [procedimiento operativo estándar (SOP)], lo que hace que los empleados sean más eficientes y reduce los errores. Referencias

El análisis y control de estos elementos para la implementación del programa GMP tiene como objetivo la producción de alimentos de alta calidad debido a recuentos más bajos de microorganismos deteriorantes y alimentos que son seguros desde el punto de vista de la salud pública, ya que las GMP son una de las formas de controlar las enfermedades transmitidas por los alimentos (Asamoah et al., 2021). La implementación exitosa de GMP depende del apoyo administrativo, la especialización del personal y la motivación, los recursos y la comunicación del programa. Las industrias que han adoptado programas GMP obtuvieron, entre otros, los siguientes resultados (da Cruz et al., 2006):

- Mejor calidad de los alimentos;
- Productos más seguros;
- Disminución de la incidencia de quejas de los consumidores;
- Ambiente de trabajo mejor, más agradable, más limpio y seguro;
- Mayor motivación y productividad de los empleados;
- Mejores condiciones psicológicas;

La implementación de las GMP es un proceso de mejora basado en la gestión del ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar). Según el ciclo PHVA, la implementación de GMP se puede dividir en cuatro pasos: realizar el diagnóstico inicial; elaboración de la hoja de ruta; abordar las no conformidades; y reevaluar las medidas correctivas. El diagnóstico inicial y la reevaluación de las medidas correctivas generalmente se llevan a cabo mediante la inspección de las instalaciones utilizando una lista de verificación basada en las normas GMP aplicables en cada país (Socaciu et al., 2021). Las hojas de ruta se pueden generar después de la inspección, mientras que la implementación de medidas correctivas muchas veces requiere la decisión sobre áreas prioritarias, dependiendo de la disponibilidad de recursos y esfuerzos en la empresa (Costa Dias et al., 2012). Las inspecciones periódicas realizadas por

organismos oficiales o controles internos de la empresa pueden determinar estas áreas prioritarias. Recientemente, una encuesta en plantas españolas de helados y quesos reportó que los ítems “estructura y diseño”, seguidos de “higiene y limpieza” y “trazabilidad” fueron los ítems con más no conformidades (Domenech et al., 2013).

2.5 .- Procedimientos operativos estándar de sanitización

Los procedimientos operativos estándar de sanitización (SSOP por sus siglas en inglés) son escritos, desarrollados e implementados en una instalación para evitar la contaminación directa o la adulteración de los productos (Onumah et al., 2020). Se requiere que la instalación mantenga estos procedimientos escritos en archivo, y estos deben estar disponibles para los organismos reguladores o gubernamentales cuando sean solicitados. Los SSOP incluyen una descripción completa de las actividades específicas requeridas para mantener los utensilios y equipos libres de microorganismos patógenos y microbiota de deterioro mínimo, evitando la contaminación de los alimentos que entran en contacto con estos utensilios y equipos (Kizzie-Hayford et al., 2023). La empresa es responsable de implementar los procedimientos determinados en el plan SSOP, así como de mantener registros diarios que documenten la implementación, el seguimiento y cualquier acción correctiva necesaria. Las siguientes directivas centrales de SSOP han sido determinadas considerando las fuentes potenciales de contaminación: contaminación cruzada de productos crudos a cocidos (p. ej., contacto superficial con alimentos contaminados); contacto del producto con agua no potable (p. ej., condensación en productos expuestos) u otras sustancias peligrosas; contacto con sustancias no alimenticias (p. ej., pesticidas); contacto con sustancias en el aire; enfermedades o higiene inadecuada de los manipuladores; asunto extranjero; y control de plagas (da Cruz et al., 2006). Los manipuladores de alimentos parecen ser el tema más problemático estudiado en SSOP. El tema tiene una naturaleza multidimensional e involucra varios aspectos psicológicos. En lo reportado por Da Cunha et al., 2015 se detectaron niveles más altos de estrés y ansiedad, así como puntajes de conocimiento más bajos sobre temas de inocuidad de los alimentos entre los manipuladores de alimentos que no participaron en capacitaciones sobre inocuidad de los alimentos, lo que sugiere que la capacitación puede mejorar el conocimiento y posiblemente empoderar a los

manipuladores de alimentos en al mismo tiempo, aumentando su autoeficacia y reduciendo los niveles de ansiedad y estrés.

2.6 .- Buenas Prácticas en Pesca y Acuicultura (BPPA)

Para esta sección se deben conocer los siguientes conceptos:

Acuicultura: El cultivo durante parte del ciclo de vida de peces, crustáceos y moluscos (Hasan, 2019).

Pesca de captura: se refiere a todo tipo de recolección de recursos vivos naturales tanto en ambientes marinos como de agua dulce (Gentry et al., 2020).

Buenas prácticas acuícolas: Aquellas prácticas del sector acuícola que son necesarias para producir productos alimenticios seguros y de calidad de conformidad con las leyes y reglamentos alimentarios.

Buenas prácticas de higiene: Todas las condiciones y medidas necesarias para garantizar la inocuidad e idoneidad de los alimentos en todas las etapas de la cadena alimentaria.

Análisis de peligros y punto crítico de control (Rossignoli et al., 2023): Un sistema que identifica, evalúa y controla los peligros que son significativos para la inocuidad de los alimentos (Ababouch, 2023).

Programa de requisitos previos: Un programa que se requiere antes de la aplicación del sistema HACCP para asegurar que una instalación de procesamiento de pescado y mariscos esté operando de acuerdo con los Principios de Higiene de los Alimentos del Codex, el Código de Práctica y la legislación apropiados sobre inocuidad de los alimentos.

La producción mundial de pescado procedente de la pesca y la acuicultura contribuye significativamente a la seguridad alimentaria mundial y al comercio de alimentos, con un suministro medio per cápita de 18,6 kg (equivalente en peso vivo). El suministro mundial de pescado y marisco ascendió a aproximadamente 148 millones de toneladas de pescado en 2010 (con un valor total a la cosecha de US \$ 217,500 millones), de los cuales aproximadamente 128 millones de toneladas se destinaron al consumo humano (Ababouch, 2023).

2.7.- Buenas prácticas en acuicultura

Las siguientes buenas prácticas se aplican a los diversos sistemas de acuicultura de peces y crustáceos (Figura 2.2).

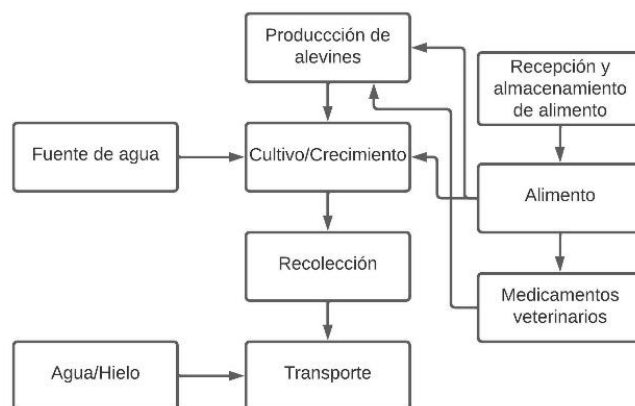


Figura 2.2.- Ejemplo de un diagrama de flujo para una granja acuícola Comisión del Codex Alimentarius (CAC) (2009). Directrices para el diseño e implementación de programas nacionales de garantía de la inocuidad de los alimentos.

2.7.1.- Selección del sitio

Los peligros para la inocuidad de los alimentos pueden surgir de la ubicación de la piscifactoría como resultado de su entorno, a través del suministro de agua, el contacto directo con el ganado o los animales salvajes, o la contaminación del aire (es decir, aerosoles químicos) (McClanahan et al., 2015). Las tierras agrícolas cercanas que usan pesticidas y fertilización intensa de manera regular podrían ser una fuente potencial de contaminación. Las piscifactorías deben estar ubicadas en áreas donde el riesgo de contaminación por peligros biológicos, químicos o físicos para la inocuidad de los alimentos sea mínimo y donde las fuentes de contaminación puedan controlarse. Se deben considerar todas las posibles fuentes de contaminación del medio ambiente. En particular, la piscicultura no debe llevarse a cabo en áreas donde la presencia de sustancias potencialmente dañinas daría lugar a niveles inaceptables de dichas sustancias en los peces (Ababouch, 2014).

2.7.2 .- Fuente de agua

El agua en la que se crían los peces debe ser adecuada para la producción de alimentos seguros para el consumo humano. Las granjas acuícolas no deben ubicarse donde exista riesgo de contaminación del agua en la que se crían los peces por peligros químicos y biológicos (Jennings et al, 2016). Las fuentes de agua deben protegerse de la contaminación por animales salvajes (aves, lagartos, serpientes, tortugas y ratas) y domésticos (ganado vacuno, cerdos, pollos, patos, gatos y perros), efluentes y escorrentías. Las granjas acuícolas deben estar diseñadas y construidas para garantizar el control y la prevención de la contaminación del agua. Las entradas y salidas de agua a los estanques deben estar protegidas para evitar la entrada de especies no deseadas. La calidad del agua debe controlarse periódicamente para evitar la muerte de los peces durante la producción (Ababouch, 2023).

2.7.3 .- Fuente de alevines

La fuente de alevines debe controlarse para evitar la transferencia de peligros potenciales a las existencias en crecimiento. En áreas endémicas de parásitos transmitidos por peces, la fuente de alevines debe controlarse para asegurar que las semillas estén libres de infecciones parasitarias. Las fuentes contaminadas son comunes en áreas endémicas de trematodiasis (Ababouch, 2023).

2.7.4 .- Suministro de alimentación

Los alimentos pueden transmitir agentes nocivos directamente o atrayendo plagas. Los ingredientes del alimento no deben contener niveles inseguros de pesticidas, contaminantes químicos, toxinas microbianas u otras sustancias. El alimento debe contener aditivos, sustancias que promueven el crecimiento, colorantes de la carne de pescado, agentes antioxidantes, agentes de apelmazamiento o medicamentos veterinarios permitidos para los peces por la autoridad competente (Hicks et al, 2019). Los ingredientes de los alimentos producidos industrialmente deben estar debidamente etiquetados. Su composición debe ajustarse a la declaración de la etiqueta. Los alimentos medicados deben identificarse claramente en el paquete y almacenarse por separado para evitar errores (Ababouch, 2023). Los alimentos secos para peces deben almacenarse en áreas secas y protegidas para evitar la contaminación, el crecimiento de moho y el deterioro. El alimento húmedo o los ingredientes

del alimento deben refrigerarse adecuadamente y deben llegar a la granja en un estado adecuado de frescura.

2.7.5 .- Aplicación de medicamentos veterinarios

Todos los medicamentos veterinarios para uso en acuicultura deben cumplir con las reglamentaciones nacionales y las directrices internacionales, de acuerdo con las directrices sobre el uso de medicamentos veterinarios en animales destinados a la producción de alimentos. Los medicamentos utilizados en la granja deben registrarse ante la autoridad nacional correspondiente (Ababouch, 2014). El control de enfermedades con medicamentos debe llevarse a cabo solo sobre la base de un diagnóstico preciso. Los medicamentos deben ser prescritos o distribuidos únicamente por personal autorizado según las reglamentaciones nacionales y deben usarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante, con especial atención a los períodos de espera. Se deben mantener registros cuando se utilizan medicamentos veterinarios.

2.7.6 .- Crecimiento

La fase de crecimiento incluye varias actividades que pueden afectar significativamente la seguridad y calidad de los peces de cultivo. Es necesario controlar la calidad del agua en esta etapa, así como el diseño, la limpieza de los equipos y las instalaciones de mantenimiento, el mantenimiento de los terrenos de los estanques, las prácticas higiénicas de los trabajadores y las plagas. Se debe aplicar un buen mantenimiento de los terrenos de la granja y las BPH en el área de cultivo y los alrededores para minimizar o eliminar la contaminación facial del agua del estanque. Una preocupación importante es la contaminación por bacterias patógenas o parásitos de materiales de desecho o materia fecal de animales o trabajadores (Haque et al., 2021).

Las granjas deben instituir un programa de control de plagas. Se debe mantener una buena calidad del agua mediante el uso de rejillas de almacenamiento y alimentación que no excedan la capacidad de carga del sistema de acuicultura y tamaño deseado al momento de la cosecha. Los peces enfermos deben ponerse en cuarentena cuando sea necesario, y los peces apropiados y muertos deben eliminarse inmediatamente de manera higiénica (Ababouch, 2014, 2023).

2.8 .- Buenas Prácticas y HACCP en Operaciones Poscosecha

2.8.1 .- Programas de requisitos previos

Como se indica en la sección Enfermedades y agentes causales transmitidos por el pescado y los mariscos, varios patógenos y bacterias de deterioro pueden contaminar el pescado y los mariscos durante la manipulación, el procesamiento o la distribución, ya sea de los manipuladores, el equipo, el entorno circundante u otras fuentes, como el agua de limpieza o hielo (Ababouch, 2014).

Para evitar que ocurra esta contaminación, se deben aplicar BPH en todas las etapas de la cosecha, el procesamiento, el almacenamiento y la distribución. Los requisitos para las prácticas higiénicas constituyen los programas de requisitos previos que son esenciales para cualquier operación de pescados y mariscos antes de la implementación de HACCP (Ababouch, 2014, 2023).

Un programa de prerrequisitos debe incluir requisitos higiénicos para:

- ❖ Diseño y construcción de embarcaciones pesqueras.
- ❖ Diseño y construcción de instalaciones de procesamiento.
- ❖ Diseño y construcción de equipos y utensilios.
- ❖ Programa de control de higiene.
- ❖ Higiene y salud personal.
- ❖ Transportación.
- ❖ Procedimientos de rastreo y retiro de productos.
- ❖ Capacitación.

Por ejemplo, las regulaciones de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) de 2011 requieren que los procesadores tengan condiciones sanitarias clave escritas en los procedimientos operativos estándar de saneamiento, para monitorear estas condiciones y prácticas, para corregir las condiciones y prácticas antihigiénicas de manera oportuna y para mantener el saneamiento. registros de control (Haque et al., 2021).

Del mismo modo, el "paquete de higiene" de la Comisión Europea aborda los requisitos previos tanto en la legislación "horizontal" como en la legislación "vertical" o específica de productos básicos que establecen normas de higiene específicas para los alimentos de origen

animal, incluido el pescado y los productos pesqueros (A. F. M. El-Sayed & Fitzsimmons, 2023).

2.9.- Sistemas de Calidad e Inocuidad de Pescados y Mariscos

Se necesitan sistemas sólidos de garantía de calidad y seguridad que se basen en buenas prácticas para prevenir y controlar las enfermedades transmitidas por pescados y mariscos. Estos sistemas y prácticas tienen como objetivo prevenir la contaminación de pescados, crustáceos y mariscos durante la recolección, desembarque, manipulación, procesamiento y distribución y prevenir el crecimiento microbiano después de la recolección.

La Figura 2.3 ilustra el proceso de implementación de Buenas Prácticas acuícolas (BPPA) en la producción de Tilapia (Ababouch, 2014, 2023).

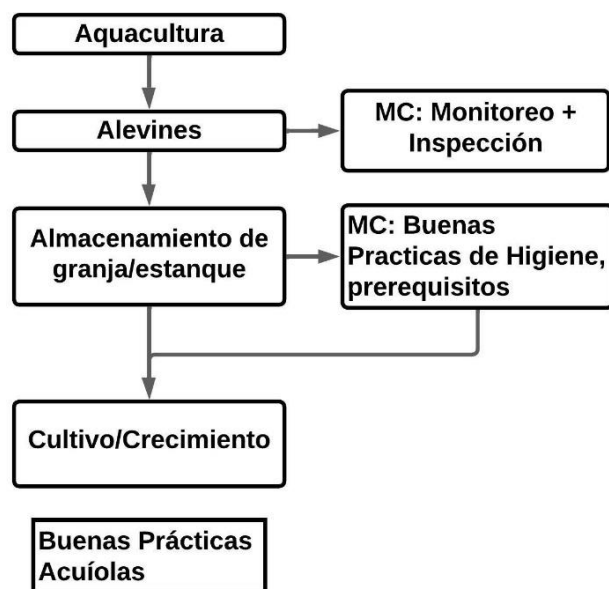


Figura 2.3.- Proceso de Implementación de Buenas Prácticas Acuícolas en la Producción de Tilapia

Dependiendo de la especie de pescado o marisco, la prevención requiere monitorear los sitios de cosecha, implementar BPA y buenas prácticas de higiene, manejo y manufactura durante las etapas de poscosecha. Las autoridades gubernamentales tienen la responsabilidad principal de implementar programas de monitoreo sólidos, mientras que la industria tiene la

responsabilidad principal de implementar buenas prácticas en la acuicultura y durante las etapas posteriores a la cosecha, utilizando programas basados en HACCP cuando corresponda. En este último, las autoridades gubernamentales son responsables de certificar que se cumplen las buenas prácticas a bordo de los barcos pesqueros, en las granjas acuícolas y durante el procesamiento y distribución (Chahar, 2019; Knutson, 2020).

2.10 .- Etiquetado y trazabilidad

Los aspectos fundamentales y prácticos del papel de la trazabilidad en la inocuidad de los alimentos son analizados en las legislaciones alimentarias de los principales países comerciantes de pescados y mariscos. Referencia. Vale la pena resaltar que la trazabilidad en las complejas cadenas pesqueras y acuícolas debe ser un componente esencial de un sistema de gestión de la inocuidad de pescados y mariscos para garantizar que cada parte interesada en la cadena de valor esté bien informada sobre el origen del pescado (área de recolección, granja acuícola productora); su cadena de manejo, procesamiento y distribución; y las medidas de control que ha sufrido (Gule & Geremew, 2022). La mayoría de los mercados internacionales requieren que se proporcione la información básica sobre las especificaciones para los productos de pesca y acuicultura. Por lo tanto, los productos de Tilapia deben cumplir con estos requisitos para obtener más fundamentos, credibilidad y sostenibilidad. Estas especificaciones incluyen, etiquetado y trazabilidad, envasado y procesamiento.

La trazabilidad se ha convertido en un requisito fundamental para exportar productos de acuicultura. Referencia. Esto significa que todos los productos de Tilapia y Tilapia preenvasados deben ser etiquetados con un nombre, componentes, validez (fecha de vencimiento), condiciones de almacenamiento, nombre del productor, dirección, razón social, etc. En general, los requisitos de etiquetado son aplicados a las ventas minoristas solo al consumidor final, mientras que los requisitos de trazabilidad están dirigidos a toda la cadena de distribución. También se requiere una legislación específica para regular los productos de pesca y acuicultura, incluidos productos de pescado crudo, helados y congelados. Las autoridades sanitarias están facultadas para realizar inspecciones estrictas para garantizar la calidad del producto y la gestión adecuada de los residuos de Tilapia. Sin

embargo, la mayoría de la Tilapia negociada en los mercados internacionales carece de tales requisitos de etiquetado.

Solo unos pocos países ponen requisitos de etiquetado específicos para la importación de Tilapia. Por ejemplo, la Unión Europea (UE) requiere que el exportador proporcione la siguiente información, ya sea en el etiquetado o el envasado de productos pesqueros y acuícolas, mediante documento de especificación que acompaña a los productos (Ababouch, 2023).

1. El nombre del producto: el nombre comercial y científico de la especie.
2. Método de producción: en el caso de la Tilapia, debe ser declarado que es un producto cultivado en granjas acuícolas.
3. Origen: en el caso de la Tilapia, debe haber una referencia al país en el que se produce.
4. Presentación: debe ser declarada la técnica de procesamiento del producto. (Para productos de pescado integral o filete congelados; para productos frescos destripados, con o sin cabeza, fileteado, descongelado y otros).
5. Peso neto: el peso neto debe ser declarado en productos pre empaquetados.
6. Fecha de caducidad: que consiste en día, mes y año, en ese orden y precedido por las palabras "mejor antes" o "mejor antes del final" o la fecha de "uso".
7. Vendedor de la UE: el nombre o el nombre comercial y la dirección del fabricante, paquete o vendedor establecido en la UE.
8. El paquete debe contener un número de aprobación de la UE.
9. El paquete también debe contener el número de lote.
10. Nutrición: se deben establecer ingredientes e información nutricional.

2.11 .- Ciclo de Deming

El ciclo PHVA fue empleado por Deming a partir de 1950 en diversas ocasiones durante 20 años, como introducción de capacitaciones que brindo a la alta dirección de las empresas japonesas. De ahí hasta la fecha, este ciclo, ha recorrido el mundo como símbolo indiscutible de mejora continua (Schmidt, 2019).

En el contexto de sistema de gestión de la calidad el ciclo PHVA es dinámico y aplicable a todos los procesos, conectándose estrechamente con la planificación, ejecución, supervisión

y búsqueda constante de mejoras en los productos y procesos dentro del sistema de gestión de la calidad.

La mejora continua se fundamenta en la implementación del Ciclo de Deming, que comprende las siguientes fases (Schmidt, 2019) presentados en la Figura 2.4 Diagrama del ciclo de Deming.

- ❖ Planificar. - En primer lugar, es crucial identificar las actividades que pueden ser objeto de mejoras, al mismo tiempo que se estableció metas a alcanzar. Para ello, se recopila toda la información necesaria con el fin de analizar las causas que han dado origen a la situación desfavorable, permitiendo así la elaboración de un Plan de Acción. Este plan incluye acciones preventivas y correctivas consideradas necesarias. Durante esta fase, se proporciona capacitación al personal para asegurar su capacidad para aplicar y comprender las medidas definidas. Además, implica la implementación de estrategias de mejora a través de herramientas como diagramas de Pareto, diagramas de causa y efecto, histogramas, cartas de control, gráficos y listas de verificación.
- ❖ Hacer. - En esta etapa se llevar a cabo todas las acciones que se han planificado en la fase anterior. Durante esta etapa, se sugiere realizar una prueba piloto para validar el funcionamiento de las acciones antes de implementar cambios a gran escala.
- ❖ Verificar. - Es crucial evaluar la eficacia de las acciones implementadas. En caso de que las actividades no produzcan el efecto deseado, será necesario ajustarlas para asegurar el logro de los objetivos establecidos.
- ❖ Actuar. - Al concluir el proceso, es necesario examinar los resultados obtenidos y compararlos con los datos recopilados antes de la aplicación de las acciones de mejora. Además, se debe documentar cada acción realizada durante el proceso. Al llegar a la última fase del ciclo PHVA, pueden presentarse dos situaciones:

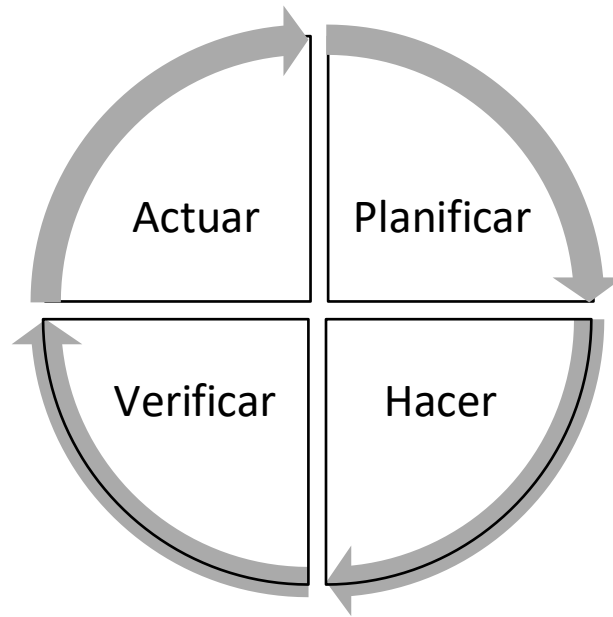


Figura 2.5.- Diagrama del ciclo de Deming.

Positiva: Se ha alcanzado el objetivo. Esto indica que las acciones tomadas son eficaces y pueden seguir aplicándose. Sin embargo, esto no excluye la necesidad de repetir el proceso. Es esencial identificar nuevas oportunidades de mejora y comenzar un nuevo ciclo para continuar avanzando en el perfeccionamiento de la organización.

Negativa: No se ha logrado el objetivo. En este caso, es imperativo examinar todo el ciclo para identificar los errores cometidos. Posteriormente, se debe iniciar un nuevo ciclo PHVA, aprendiendo de las lecciones y ajustando las estrategias para mejorar el enfoque y aumentar las probabilidades de éxito.

2.12 .- Herramientas administrativas de la calidad

Las herramientas administrativas de la calidad son fundamentales para la mejora de procesos en ingeniería industrial y acuicultura. Su aplicación permite identificar problemas, optimizar procesos y mejorar la eficiencia operativa, asegurando una producción sostenible y de alta calidad. En el contexto de una granja acuícola, estas herramientas facilitan la toma de decisiones basadas en datos, mejorando la productividad y reduciendo costos operativos.

Las herramientas más utilizadas incluyen:

- Diagrama de Pareto: Ayuda a identificar las causas más relevantes de un problema a través del principio 80/20 (Juran, 1999).
- Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa o Espina de Pescado): Representa gráficamente las relaciones entre un problema y sus posibles causas (Ishikawa, 1986).
- Diagrama de Flujo: Permite visualizar procesos de producción o administrativos para detectar ineficiencias y redundancias (Montgomery, 2020).
- Diagrama de Dispersión: Se usa para analizar la relación entre dos variables y determinar si existe correlación entre ellas (Kerzner, 2017).
- Gráficos de Control: Herramientas estadísticas utilizadas en control de calidad para monitorear la estabilidad de procesos (Montgomery, 2020).
- Histogramas: Representación gráfica que permite analizar la distribución de datos en un proceso de producción (Juran, 1999).
- Hoja de Verificación: Lista estructurada para recolectar datos sobre defectos, frecuencia de ocurrencias o errores en un proceso (Ishikawa, 1986).
- Diagrama de Interrelaciones: Muestra las relaciones causales entre diferentes factores en un problema complejo (Checkland & Scholes, 1999).

Las herramientas administrativas de la calidad se utilizan para:

- Optimizar procesos de manufactura y servicios, reduciendo desperdicios y mejorando la eficiencia (Montgomery, 2020).
- Implementar estrategias de mejora continua, como Kaizen y Lean Manufacturing (Imai, 1986).
- Tomar decisiones basadas en datos mediante el uso de herramientas estadísticas y gráficas.
- Garantizar la calidad en la producción mediante el control estadístico de procesos (CEP) (Montgomery, 2020).

2.13 .- Metodología de Sistemas Suaves.

La Metodología de Sistemas Suaves (Soft Systems Methodology, SSM) es un enfoque de modelado de sistemas utilizado para analizar y resolver problemas complejos y poco estructurados dentro de entornos organizacionales, productivos y tecnológicos. Fue desarrollada por Peter Checkland en la década de 1980 y se basa en la premisa de que los sistemas organizacionales no son puramente técnicos, sino que involucran factores humanos, sociales y políticos que deben ser considerados en su análisis y mejora (Checkland & Scholes, 1999).

En el campo de la Ingeniería Industrial, la SSM es especialmente útil para abordar problemas de toma de decisiones, mejora de procesos, integración de tecnologías y diseño de sistemas de gestión, permitiendo una comprensión holística de la interacción entre los diferentes actores del sistema.

2.13.1 .- Principales características.

Enfoque cualitativo y flexible: A diferencia de las metodologías tradicionales de sistemas duros, la SSM no impone una solución única, sino que facilita la identificación de diversas perspectivas y alternativas de mejora (Checkland, 2013).

Aplicación en problemas mal estructurados: Se utiliza en contextos donde los problemas no pueden ser fácilmente cuantificados ni modelados con métodos estrictamente matemáticos.

2.13.2 .- Proceso iterativo de siete pasos.

1. Identificación del problema dentro del sistema organizacional.
2. Representación del problema mediante Rich Picture Diagrams, que permiten visualizar interacciones y conflictos.
3. Definición del problema a través del marco CATWOE (Customers, Actors, Transformation, World view, Owner, Environment).
4. Construcción de modelos conceptuales que reflejan el sistema ideal.
5. Comparación del modelo con la realidad, identificando discrepancias y oportunidades de mejora.
6. Definición de cambios viables para la organización.

7. Implementación del modelo ajustado y evaluación de su impacto (Checkland, 1989)

Integración con otras metodologías: Debido a que la SSM no provee directrices técnicas detalladas para la implementación, suele combinarse con herramientas estructuradas como UML (Unified Modeling Language), Lean Manufacturing, Six Sigma, y Sistemas de Información Empresarial (ERP, MES, BPM), facilitando su aplicación en el diseño y mejora de procesos industriales y organizacionales (Fenning, 2014).

2.13.3 .- Aplicaciones en Ingeniería Industrial.

- Optimización de sistemas de producción: Permite modelar y analizar procesos productivos con múltiples actores, considerando factores técnicos y humanos.
- Gestión de la cadena de suministro (Supply Chain Management): Facilita la identificación de problemas de coordinación y flujo de información en entornos logísticos complejos.
- Transformación digital e Industria 4.0 (Digital Transformation and Industry 4.0): Proporciona un marco para la integración de tecnologías como IoT (Internet of Things), Big Data y automatización (automation) dentro de los procesos industriales.
- Mejora de procesos organizacionales (Organizational Process Improvement): Se emplea para rediseñar estructuras empresariales y evaluar estrategias de mejora continua en manufactura y servicios.

2.13.4 .- Limitaciones y consideraciones

- No genera soluciones únicas ni cuantificables, por lo que requiere validación con metodologías complementarias.
- Depende del juicio de expertos y la interpretación de los actores involucrados en el sistema.
- Puede ser subjetiva, ya que se basa en modelos conceptuales en lugar de enfoques puramente matemáticos.

La SSM es una metodología valiosa en Ingeniería Industrial, ya que permite analizar problemas sistémicos desde una perspectiva integral, facilitando la toma de decisiones y la implementación de estrategias de mejora en organizaciones industriales y de servicios. Su

integración con enfoques estructurados, como UML y BPM, amplía su aplicabilidad en entornos de producción y gestión empresarial (Checkland & Poulter, 2010).

2.14 .- Checkland (SSM)

El Soft Systems Methodology (SSM), desarrollado por Peter Checkland en la década de 1980, es una herramienta utilizada para comprender, analizar y mejorar sistemas complejos y poco estructurados en los que intervienen múltiples actores con diferentes perspectivas (Checkland, 1981, 2000, 2013). A diferencia de los enfoques tradicionales de resolución de problemas, que buscan una solución óptima única, SSM enfatiza el aprendizaje continuo, la exploración de múltiples soluciones y la adaptación a diferentes puntos de vista (Železnik et al., 2017).

Características Principales del Enfoque de Checkland

1. Aborda problemas complejos y “desordenados”: Es útil en situaciones donde hay múltiples interacciones y factores difíciles de cuantificar.
2. Enfocado en la acción y la mejora continua: Más que buscar una única solución, permite iterar en el análisis para ajustar las estrategias.
3. Uso de modelos conceptuales: Representa la estructura del problema con diagramas y conceptualizaciones que ayudan a entenderlo mejor.
4. Involucra a múltiples actores: Considera diferentes perspectivas dentro del sistema en estudio.

2.14.1 .- Aplicación del SSM en Ingeniería Industrial

En ingeniería industrial, el enfoque de Checkland se utiliza para:

- Optimizar procesos productivos, integrando factores humanos, tecnológicos y organizacionales.
- Diseñar sistemas de gestión de calidad, identificando áreas de mejora en la producción.

- Gestión del cambio organizacional, ayudando a visualizar cómo diferentes elementos interactúan en una empresa.
- Evaluación de proyectos y toma de decisiones, facilitando el análisis de múltiples variables.

2.14.2.- Aplicación del SSM en Acuicultura

En el contexto de una granja acuícola, SSM puede ser utilizado para:

- Optimizar la producción acuícola: Analizando cómo la calidad del agua, el tipo de alimento y el sistema de producción interactúan entre sí.
- Identificar problemas en la gestión de recursos: Evaluando cómo afectan las decisiones de producción a la rentabilidad y sostenibilidad.
- Tomar decisiones estratégicas sobre tecnología: Comparando sistemas de producción como estanques abiertos, recirculación de agua (RAS) y acuicultura multitrófica integrada (IMTA).
- Resolver conflictos entre regulaciones y eficiencia: Evaluando el impacto de las normativas ambientales en la producción.

Por ejemplo, en una granja acuícola se pueden analizar relaciones como:

- Disponibilidad de alimento → afecta → Crecimiento del pez → impacta → Rentabilidad (King et al., 2018).
- Calidad del agua → influye en → Condiciones sanitarias → afecta → Supervivencia de los peces (Železnik et al., 2017).
- Regulaciones ambientales → afectan → Métodos de producción y manejo de residuos (Checkland & Scholes, 1999).

El Soft Systems Methodology (SSM) de Checkland es una herramienta poderosa para analizar y mejorar sistemas complejos en ingeniería industrial y acuicultura. Permite integrar diferentes perspectivas y generar estrategias flexibles para la optimización de procesos productivos y la gestión sostenible de los recursos en una granja acuícola.

2.15.- Diagrama de afinidad

El Diagrama de Afinidad es una técnica de estructuración y análisis de datos cualitativos utilizada para identificar patrones, relaciones y temas clave en grandes volúmenes de información. Fue introducido en la década de 1970 por Jiro Kawakita como parte de los "Siete Métodos de Gestión de Calidad" en Japón, siendo también conocido como el método K-J (Holtzblatt et al., 2005). Su propósito es organizar datos no estructurados en una jerarquía de conceptos emergentes, permitiendo una interpretación profunda de la problemática estudiada (Holtzblatt & Beyer, 2017).

Esta herramienta es ampliamente utilizada en metodologías de diseño centrado en el usuario (DCU), particularmente en la técnica de Contextual Design, propuesta por Holtzblatt & Beyer, 2017. Su aplicación se extiende a disciplinas como la experiencia del usuario (UX Design), la gestión de proyectos, la ingeniería de software y la investigación en ciencias sociales.

2.15.1.- Proceso de Construcción del Diagrama de Afinidad

El proceso de construcción del Diagrama de Afinidad sigue una lógica inductiva y se desarrolla en varias etapas:

1. Recolección de datos: Se obtienen datos de campo mediante entrevistas, observaciones o sesiones de interpretación, que luego son transcritos en notas individuales (Holtzblatt, 2017).
2. Agrupación inicial: Se organizan notas en pequeños conjuntos de 4 a 6 elementos según afinidades conceptuales emergentes, evitando categorías predefinidas.
3. Jerarquización: Se estructuran los grupos en niveles progresivos utilizando etiquetas codificadas por color:
 - Notas azules: Describen puntos clave identificados en cada agrupación.
 - Notas rosas: Agrupan áreas de interés comunes.
 - Notas verdes: Representan temas generales que emergen de la información (Holtzblatt et al., 2005; Holtzblatt & Beyer, 2017).

4. Síntesis y análisis: Se interpreta la estructura final, extrayendo conclusiones clave y relacionándolas con los objetivos de la investigación (Creswell & Poth, 2018).

Este proceso puede tomar entre 1 y 3 días, dependiendo de la cantidad de datos y la complejidad del problema analizado. Holtzblatt & Beyer, 2017 recomiendan trabajar en equipos multidisciplinarios para fomentar la diversidad de perspectivas y evitar sesgos interpretativos.

2.15.2 .- Importancia y Aplicaciones del Diagrama de Afinidad

El Diagrama de Afinidad es una herramienta fundamental en la investigación cualitativa y el diseño de sistemas, ya que permite:

- Organizar grandes volúmenes de información de manera visual y jerárquica (Holtzblatt & Beyer, 2017).
- Facilitar la colaboración interdisciplinaria, promoviendo un análisis colectivo de los datos (Holtzblatt & Beyer, 2017) .
- Descubrir puntos clave que pueden pasar desapercibidos en análisis tradicionales.
- Apoyar la toma de decisiones basada en evidencia empírica, especialmente en la fase de ideación de proyectos de diseño (Holtzblatt & Beyer, 2017). Esta técnica ha sido ampliamente adoptada en diseño de experiencias de usuario (UX), donde se utiliza para analizar entrevistas con usuarios y mapear sus necesidades, expectativas y problemas. También es utilizada en gestión de la innovación, facilitando la generación de estrategias basadas en datos cualitativos.

2.15.3 .- Limitaciones del Diagrama de Afinidad

A pesar de sus ventajas, el Diagrama de Afinidad presenta algunas limitaciones:

- Subjetividad en la agrupación de datos: Dado que se basa en la interpretación de los investigadores, pueden existir sesgos en la estructuración de la información (Creswell & Poth, 2018).
- Dificultad en grandes volúmenes de datos: Aunque puede manejar hasta 1,500 notas, se recomienda limitar el análisis inicial a 500 elementos para evitar sobrecarga cognitiva.

- Falta de replicabilidad: Al no seguir una categorización predefinida, diferentes equipos pueden llegar a estructuras distintas con los mismos datos.

Para mitigar estas limitaciones, (Holtzblatt et al., 2005) recomienda la triangulación de datos y la participación de diversos investigadores en el análisis.

2.16 .- Diagrama de Ishikawa: Definición y Aplicaciones en la Investigación Causal.

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de causa y efecto o diagrama de espina de pescado, es una herramienta utilizada para la identificación y análisis de las causas de un problema específico. Fue desarrollado por el ingeniero japonés Kaoru Ishikawa en la década de 1960 como parte de las estrategias de gestión de calidad en la industria (Ishikawa, 1986). Su principal objetivo es visualizar gráficamente la relación entre un problema y sus causas potenciales, organizándolas en categorías clave, lo que permite a los equipos de trabajo identificar y abordar las causas raíz de manera efectiva (Adib et al., 2024).

Este diagrama ha sido ampliamente aplicado en diversas disciplinas, incluyendo control de calidad, gestión de riesgos, seguridad industrial, análisis de accidentes, gestión de proyectos y mejora de procesos organizacionales. Su estructura se asemeja a la espina de un pez, donde la cabeza representa el problema principal y las espinas corresponden a las categorías de causas, tradicionalmente organizadas en el modelo 5M: Máquina, Método, Materiales, Mano de obra y Medio ambiente (Ishikawa, 1986).

2.16.1 .- Estructura y Construcción del Diagrama de Ishikawa

El proceso de construcción del diagrama sigue una metodología sistemática que incluye los siguientes pasos:

1. Definición del problema: Se establece el efecto o problema central a analizar.
2. Identificación de categorías de causas: Se seleccionan las áreas de influencia que podrían contribuir al problema (por ejemplo, en la industria manufacturera se usan las 5M).
3. Listado de causas específicas: Bajo cada categoría se enumeran los factores que podrían estar contribuyendo al problema.

4. Organización y visualización: Se estructuran las relaciones en el diagrama, representando las conexiones entre las causas y el efecto.
5. Análisis e identificación de causas raíz: Se priorizan y estudian las causas más influyentes para desarrollar estrategias de solución (Adib et al., 2024).

2.16.2.- Aplicaciones del Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa es ampliamente utilizado en diversas áreas, destacando las siguientes aplicaciones:

1. Análisis de problemas de calidad: Permite detectar las fuentes de defectos en procesos de producción y mejorar la calidad del producto final.
2. Investigación de accidentes: Se emplea en el análisis de accidentes para determinar las causas subyacentes y desarrollar estrategias de prevención.
3. Gestión de proyectos: Ayuda a identificar factores críticos que pueden afectar la entrega exitosa de proyectos en términos de costo, tiempo y alcance.
4. Seguridad vial: En estudios de seguridad vial, el diagrama se ha combinado con metodologías como TRIZ para analizar factores que contribuyen a accidentes fatales (Adib et al., 2024).
5. Optimización de procesos empresariales: Facilita la mejora continua en organizaciones al identificar y reducir desperdicios y variabilidad en procesos clave.

2.16.3.- Limitaciones del Diagrama de Ishikawa

A pesar de su utilidad, el Diagrama de Ishikawa presenta algunas limitaciones:

- Subjetividad en la identificación de causas: La categorización y priorización de causas depende de la experiencia del equipo de análisis, lo que puede introducir sesgos.
- Falta de análisis temporal: No considera cómo las causas pueden evolucionar con el tiempo, lo que puede limitar su efectividad en problemas dinámicos.

- Dificultad en problemas complejos: En situaciones con múltiples factores interdependientes, puede ser necesario complementarlo con otras metodologías como TRIZ o árboles de fallas (Železnik et al., 2017).

El Diagrama de Ishikawa es una herramienta versátil y poderosa para la identificación y análisis de causas raíz en una amplia gama de disciplinas. Su enfoque estructurado permite visualizar la relación entre un problema y sus factores causales, facilitando la toma de decisiones basada en evidencia. Sin embargo, su aplicación efectiva requiere una correcta identificación de las categorías de análisis, el uso de datos empíricos y la combinación con otras herramientas analíticas cuando se analizan problemas complejos. Su adopción en estudios recientes sobre seguridad vial y gestión de calidad destaca su relevancia y aplicabilidad en el contexto actual de la investigación y la gestión de riesgos.

2.17.- Diagrama de Interrelaciones

El Diagrama de Interrelaciones es una herramienta gráfica utilizada en la ingeniería industrial y en la gestión de calidad para visualizar las relaciones causa-efecto entre múltiples variables en sistemas complejos. Su objetivo es identificar interdependencias entre factores clave, permitiendo a los tomadores de decisiones comprender la estructura del problema y definir estrategias de mejora (Adib et al., 2024; Ishikawa, 1986).

En el contexto de la acuicultura, los Signed Digraphs (King et al., 2018) funcionan de manera similar al Diagrama de Interrelaciones al representar interacciones entre factores en la selección de tecnologías de producción. Este enfoque ayuda a evaluar cómo cambios en una variable pueden afectar otras dentro del sistema, permitiendo una mejor planificación y gestión de recursos en una granja acuícola.

2.17.1.- Aplicaciones del Diagrama de Interrelaciones en la Acuicultura

- Selección de tecnología de producción: Permite comparar alternativas de producción como sistemas de cultivo en mar abierto, sistemas de recirculación en tierra (RAS) y acuicultura multitrófica integrada (IMTA) (King et al., 2018).
- Optimización del crecimiento y rendimiento: Identifica cómo factores como calidad del agua, disponibilidad de alimento y regulación ambiental interactúan y afectan la productividad.

- Gestión de riesgos y toma de decisiones: Facilita la detección de puntos críticos en la cadena de producción acuícola, ayudando a anticipar problemas y desarrollar estrategias de mitigación.

Un Diagrama de Interrelaciones en una granja acuícola podría incluir factores como:

- Calidad del agua (pH, oxígeno, temperatura) → influye en → Crecimiento del pez
- Regulaciones ambientales → afecta → Métodos de alimentación y descarga de residuos
- Demanda del mercado → condiciona → Volumen de producción
- Costo de insumos (energía, alimento, mantenimiento) → impacta en → Rentabilidad de la granja

El Diagrama de Interrelaciones es una herramienta clave para analizar sistemas complejos como las granjas acuícolas. Aunque el artículo de King et al. (2018) no menciona este término específicamente, sí describe un enfoque similar mediante Signed Digraphs, que ayudan a modelar relaciones causales en la toma de decisiones para la selección de tecnología acuícola.

2.18.- Normas Oficiales Mexicanas en materia de acuacultura e inocuidad de los alimentos.

La acuacultura en México representa un sector crucial para la economía, la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental del país. El crecimiento y desarrollo de esta industria están intrínsecamente ligados a estrictas regulaciones que aseguran la calidad e inocuidad de los productos del mar. En este contexto, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) juegan un papel fundamental al establecer los estándares sanitarios y de seguridad que deben cumplirse en el manejo, procesamiento y comercialización de los recursos acuáticos. La siguiente tabla resume las Normas Oficiales Mexicanas específicas para la acuacultura, destacando las regulaciones sanitarias y de seguridad aplicables a la importación, cuarentena y manejo de organismos acuáticos en México. Cada norma listada refleja los esfuerzos por mantener la integridad del ecosistema y garantizar la calidad de los productos acuícolas destinados tanto a la acuacultura como al ornato.

Tabla 2.6.- Normas Oficiales Mexicanas en materia de acuacultura e inocuidad de los alimentos.

Clave, fecha de publicación y dependencia	Título
NOM-010-PESC-1993 16 agosto 1994 Secretaría de Pesca	Que establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuacultura u ornato, en el Territorio Nacional.
NOM-011-PESC-1993 16 agosto 1994 Secretaría de Pesca	Para regular la aplicación de cuarentenas, a efecto de prevenir la introducción y dispersión de enfermedades certificables y notificables, en la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuacultura y ornato en los Estados Unidos Mexicanos.
NOM-027-SSA1-1993 3 marzo. 1995 Secretaría de Salud	Bienes y Servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias.
NOM-028-SSA1-1993 3 marzo 1995 Secretaría de Salud	Bienes y Servicios. Productos de la pesca. Pescados en conserva. Especificaciones sanitarias.
NOM-029-SSA1-1993 27 febrero 1995 Secretaría de Salud	Bienes y Servicios. Productos de la pesca. Crustáceos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias.
NOM-030-SSA1-1993 31 enero. 1995 Secretaría de Salud	Productos de la pesca. Crustáceos en conserva. Especificaciones sanitarias.
NOM-031-SSA1-1993 6 marzo 1995 Secretaría de Salud	Bienes y Servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos frescos-refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias.
NOM-032-SSA1-1993 6 marzo 1995 Secretaría de Salud	Bienes y Servicios. Productos de la pesca. Moluscos bivalvos en conserva. Especificaciones sanitarias.
NOM-048-SSA1-1993 9 enero 1996 Secretaría de	Que establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales.

Salud		
NOM-110-SSA1-1994 16 octubre 1995 Secretaría de Salud	Bienes y Servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.	
NOM-112-SSA1-1994 19 octubre 1995 Secretaría de Salud	Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnicas del número más probable.	
NOM-113-SSA1-1994 25 agosto. 1995 Secretaría de Salud	Bienes y Servicios. Métodos para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.	
NOM-114-SSA1-1994 22 septiembre 1995 Secretaría de Salud	Método para la determinación de <i>Salmonella</i> en alimentos	
NOM-115-SSA1-1994 25 sept. 1995 Secretaría de Salud	Bienes y Servicios. Método para la determinación de <i>Staphylococcus aureus</i> en alimentos.	
NOM-120-SSA1-1994 28 agosto 1995 Secretaría de Salud	Bienes y Servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.	
NOM-128-SSA1-1994 12 junio 1996 Secretaría de Salud	Bienes y Servicios. Que establece la aplicación de un sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos en la planta industrial procesadora de productos de la pesca.	
NOM-129-SSA1-1995 10 diciembre 1997 Secretaría de Salud	Bienes y Servicios. Productos de la pesca: secos-salados, ahumados, moluscos cefalópodos y gasterópodos frescos-refrigerados y congelados. Disposiciones y especificaciones sanitarias.	
NOM-001-SEMARNAT-1996 6 enero 1997 SEMARNAT	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	

2.19 .- Normas oficiales mexicanas relativas a la seguridad e higiene de los centros de trabajo.

En México, la regulación de la seguridad e higiene en los centros de trabajo está marcada por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), las cuales son instrumentos cruciales en la gestión de riesgos laborales. Las NOM cubren una amplia gama de aspectos, agrupados en categorías específicas que abordan desde la seguridad en las instalaciones y el manejo de materias peligrosas hasta la organización adecuada para la implementación efectiva de prácticas de seguridad e higiene (García Ortega & Calvario Martínez, 2008).

La siguiente tabla agrupa las Normas oficiales mexicanas que establecen métodos normalizados para la evaluación de riesgos y el análisis microbiológico y químico de alimentos. Estas normas son cruciales para identificar y controlar los riesgos para la salud pública asociados con el consumo de alimentos y garantizar la aplicación de prácticas adecuadas en la industria alimentaria.

Tabla 2.7.- Norma Oficial Mexicana de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

Clave, fecha de publicación y dependencia	Título
NOM-005-STPS-1998 2 de febrero 1999 STPS	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas.
NOM-006-STPS-2000 9 marzo 2001 STPS	Manejo y almacenamiento de materiales. Condiciones y procedimientos de seguridad.
NOM-010-STPS-1999 13 marzo 2000 STPS	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
NOM-017-STPS-2001 5 noviembre 2001 STPS	Equipo de protección personal. Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
NOM-018-STPS-2000 27 octubre 2000 STPS	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos de sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
NOM-026-STPS-1998 13 octubre 1998 STPS	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías

NOM-028-STPS-2004 14 enero 2005 STPS	Organización del trabajo. Seguridad en los procesos de sustancias químicas.
NOM-116-STPS-1994 1 febrero 1996 STPS	Seguridad-respiradores purificadores de aire contra partículas nocivas.

Capítulo 3.- Metodología

El desarrollo de la metodología aplicada en la presente tesis se abordó conforme al Ciclo de Deming (Lontsikh et al., 2023; Nurzaki et al., 2021; Swamidass, 2000), iniciando con la etapa Planificar, que implica identificar un objetivo o propósito, formular una teoría, definir métricas de éxito y poner en práctica un plan, el paso de Hacer, se implementaron los componentes del plan, que en este caso fue la BPPATi. el paso de Estudiar, se monitorean los resultados para probar las validez y acciones establecidas para encontrar señales de progreso y éxito, o problemas y áreas de mejora. El paso de Actuar cierra el ciclo, integrando el aprendizaje generado por todo el proceso estos cuatro pasos pueden repetirse una y otra vez como parte de un ciclo interminable de aprendizaje y mejora continuos (Braithwaite, 2022). En la Figura 3.1 El proceso metodológico que implico el desarrollo del trabajo.

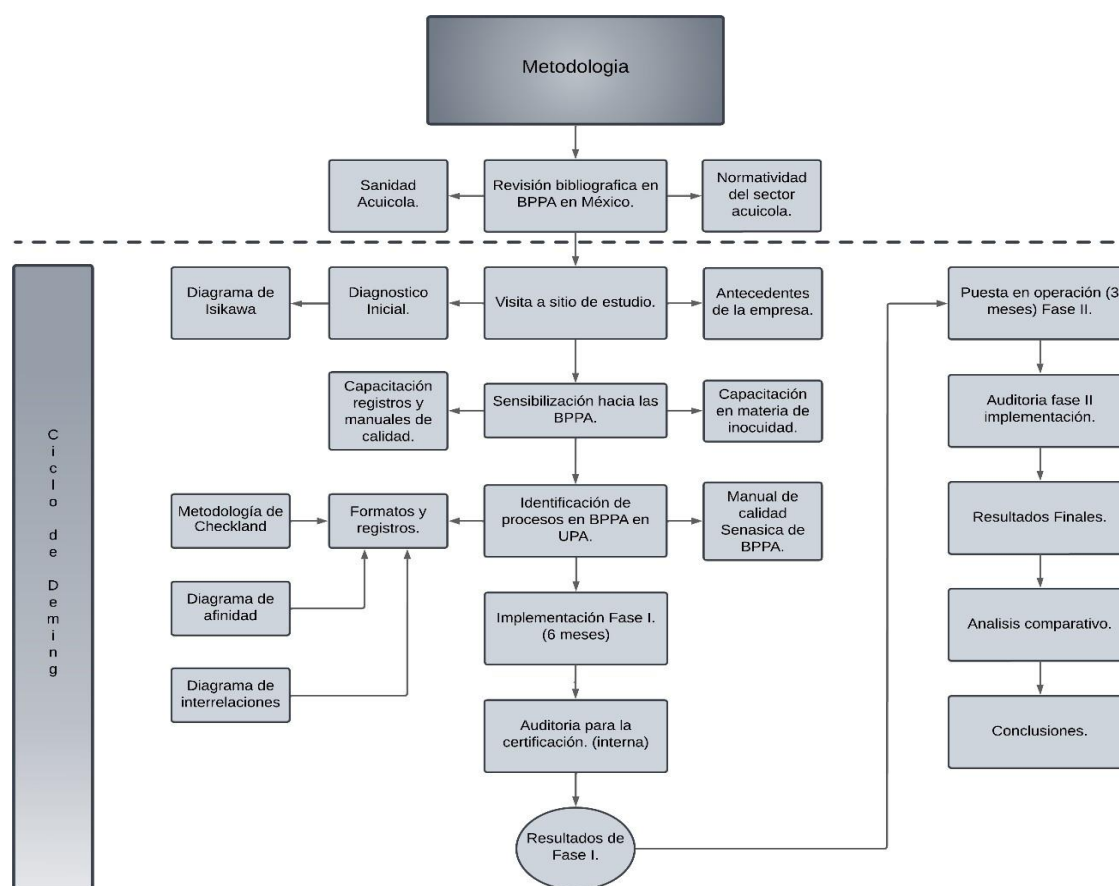


Figura 3.1.- El proceso metodológico que implico el desarrollo del trabajo de implementación de las BPPATi en la UPA.

3.1.- Revisión Bibliográfica en BPPA en México

Se revisó sobre las normas que operan en las granjas acuícolas y rigen las BPPA, las cuales son aquellas prácticas del sector de la acuicultura que son necesarias para producir productos alimenticios seguros y de calidad que cumplan con las leyes y reglamentaciones alimentarias, se apoya de Buenas prácticas de higiene de todas las condiciones y medidas necesarias para garantizar la seguridad e idoneidad de los alimentos en todas las etapas de la cadena alimentaria, con un sistema de requisitos que identifica, evalúa y controla los peligros que son importantes para la seguridad alimentaria (Ababouch, 2023; Ariadi et al., 2023) Ababouch(2024).

3.2.- Visita al sitio de estudio

Durante el mes de junio del 2022, se visitó la granja acuícola con el objetivo de realizar un análisis detallado de los antecedentes de la empresa. La documentación histórica proporcionada por la granja acuícola ofreció una visión clara de las condiciones actuales de la empresa. Sin embargo, se identificaron deficiencias significativas en la gestión de la información. La falta de organización por fechas y años de registros, así como la insuficiente evidencia de cumplimiento con la periodicidad establecida en los formatos, evidencia la necesidad urgente de mejorar los sistemas de registros y almacenamiento de información. La documentación física existente se encontraba desordenada y vulnerable a pérdidas, lo cual dificultaba la obtención de la recertificación en cada periodo de evaluación. Al saber la situación actual de la empresa, se implementará el ciclo de Deming que consta de 4 etapas: Planificar, hacer, verificar y actuar. En la cual en la primera fase se analizó con un diagrama de Ishikawa las causas potenciales que podrían influir en el proceso de recertificación de la granja. Encontrando la falta de documentación, procedimiento, así como la carencia de registros y base de datos, se ha destacado la necesidad de un sistema de manejo de información más robusto y organizado

3.3.- Sensibilización hacia las BPPA

Siguiendo a Nugroho et al., 2016 se realizaron capacitaciones en las cuales los trabajadores recibieron información para la operación de la granja y así garantizar el cumplimiento de normas de higiene y salud que son muy importante en las BPPA, las cuales son las siguientes:

1. Curso en enfermedades transmitidas por alimentos.

2. Curso de medidas de higiene para producir alimentos inocuos.
3. Curso de sistemas de reducción de riesgos de contaminación a través de las BPPA.

3.4.- identificación de procesos en BPPA en UPA

Se revisó la documentación histórica de BPPA de la empresa encontrando los registros en forma física y hallando en los registros la falta de información importante, lo cual se procedió a la reestructuración de cada uno de ellos. La congruencia entre la documentación y los procesos operativos es fundamental para cerrar las brechas de calidad y para presentar una sólida evidencia durante el proceso de certificación en BPPA (F. N. L. da Silva et al., 2021).

El registro manual de información por parte de los operadores contribuía a la pérdida de documentos y a la vulnerabilidad de los registros físicos ante condiciones ambientales adversas. Esta situación dificultaba aún más el proceso de recertificación de la granja acuícola. La implementación de un sistema de registros digitalizado representa una solución efectiva para abordar estos desafíos. Este sistema garantizará un mayor control sobre los registros, eliminando el riesgo de pérdida de documentación importante.

Se identificó que el proceso de cultivo de Tilapia está conformado por las etapas de siembra, pre engorda y engorda, en el cual al revisar la documentación histórica se encontró faltante de estos análisis en cada una de las etapas. (Bhujel, 2025).

Las necesidades de gestión de la información relacionadas con las Buenas Prácticas de Producción acuícola, se ha adoptado la metodología de Checkland, o análisis de sistemas blandos (SSM) (Checkland, 2013) para el diseño y desarrollo de un sistema de información robusto. Este enfoque sistemático se orienta a estructurar eficientemente las hojas de control y los sistemas de información requeridos para el proceso de certificación o recertificación de la granja. La metodología SSM facilita la comprensión de los procesos complejos y a menudo subjetivos dentro de la organización, permitiendo identificar claramente las acciones y mejoras necesarias (Bresky, 2007; Telvekar, 2024)

Con la definición raíz ya establecida, el siguiente paso fue realizar un diagrama de afinidad, utilizando como base una amplia lluvia de ideas. (Holtzblatt et al., 2005). Este proceso, involucro la agrupación de ideas por similitudes, facilitando la visualización de los diferentes conjuntos de actividades que ejercen influencia en el diseño del sistema. Este método nos

permitió destacar las áreas temáticas y centrar la atención de los aspectos críticos que requieren mayor enfoque durante las fases de diseño.

Utilizando los grupos formados en el diagrama de afinidad, se procedió a elaborar un diagrama de interrelaciones (Bresky, 2007), Este análisis nos permitió identificar y jerarquizar las actividades por su nivel de impacto en el desarrollo del sistema. La actividad de mayor prioridad resultó ser el diseño de un sistema accesible y fácil de usar para el personal operativo, que pudiera gestionar efectivamente la base de datos y los diferentes formatos utilizados para el proceso de certificación de la granja.

El proceso de diseño del sistema de control de Buenas Prácticas de Producción Acuícola es una tarea compleja que requiere una consideración cuidadosa de múltiples actividades y cómo se interrelacionan entre sí. (Mustafa et al., 2021).

3.5 .- Implementación fase I (6 meses)

Se estableció la fecha de auditoría el día 27 de octubre, se les realizara a las instalaciones, áreas, documentos que avalen las BPPA en Tilapias liderado por el auditor líder en un horario comprendido entre las 11 am y 2 pm.

3.6 .- Auditoría para la certificación (interna)

Se llevó a cabo la primera auditoría el día 27 de octubre del 2023 se le envió una notificación de auditoría a la granja acuícola, en donde se especificó las áreas ha auditar las cuales son las siguientes: instalaciones, áreas, documentos que avalen las BPPA en Tilapias

El objetivo de la auditoría es auditar las buenas prácticas acuícolas en las instalaciones, áreas, registros con la finalidad de determinar la conformidad de los elementos de BPPA, verificar que cumplan las buenas prácticas acuícolas, determinar el compromiso del personal. La auditoría cubrirá los puntos que conforman el manual de buenas prácticas acuícolas en Tilapias (F. N. L. da Silva et al., 2021). Durante la auditoría se revisarán los siguientes documentos:

- ❖ Instalaciones, equipo y utensilios de la granja acuícola.
- ❖ Abastecimiento de agua.
- ❖ Manejo de desechos.
- ❖ Programa de limpieza y desinfección de instalaciones, equipo y utensilios.

- ❖ Mantenimiento de locales, equipos y utensilios.
- ❖ Manejo de alimento en la granja.
- ❖ Trazabilidad.
- ❖ Registros de BPPATI.

3.7.- Puesta en operación fase II (3 meses).

Se estableció la fecha de auditoría el día 17 de febrero del 2024, se les realizara a las instalaciones, áreas, documentos que avalen las BPPA en Tilapias liderado por el auditor líder en un horario comprendido entre las 11 am y 2 pm.

3.8.- Auditoría fase II Implementación.

Una vez que se realizaron las actividades correctivas de la fase uno, se realizó la segunda auditoría el día 17 de febrero del 2024 se le envió una notificación de auditoría a la granja acuícola, en donde se especificó las áreas ha auditar las cuales son las siguientes: instalaciones, áreas, documentos que avalen las BPPA en Tilapia.

El objetivo de la auditoría es revisar para evaluar las buenas prácticas acuícolas en las instalaciones, áreas, registros con la finalidad de determinar la conformidad de los elementos del manual de BPPA, La auditoría cubrirá los puntos que conforman el manual de buenas prácticas acuícolas para la producción de Tilapia de SENASICA.

Durante la auditoría se revisaron los siguientes documentos:

- ❖ Instalaciones, equipo y utensilios de la granja acuícola.
- ❖ Abastecimiento de agua.
- ❖ Manejo de desechos.
- ❖ Programa de limpieza y desinfección de instalaciones, equipo y utensilios.
- ❖ Mantenimiento de locales, equipos y utensilios.
- ❖ Manejo de alimento en la granja.
- ❖ Trazabilidad.
- ❖ Registros de BPPATi.
- ❖ Atención a no conformidades.

Capítulo 4.- Resultados

4.1.- Diagnóstico inicial

Se analizó con un diagrama de Ishikawa las causas potenciales que podrían influir en el proceso de recertificación de la granja. Encontrando la falta de documentación, procedimiento, así como la carencia de registros y base de datos, se ha destacado la necesidad de un sistema de manejo de información más robusto y organizado (Figura 4.1).

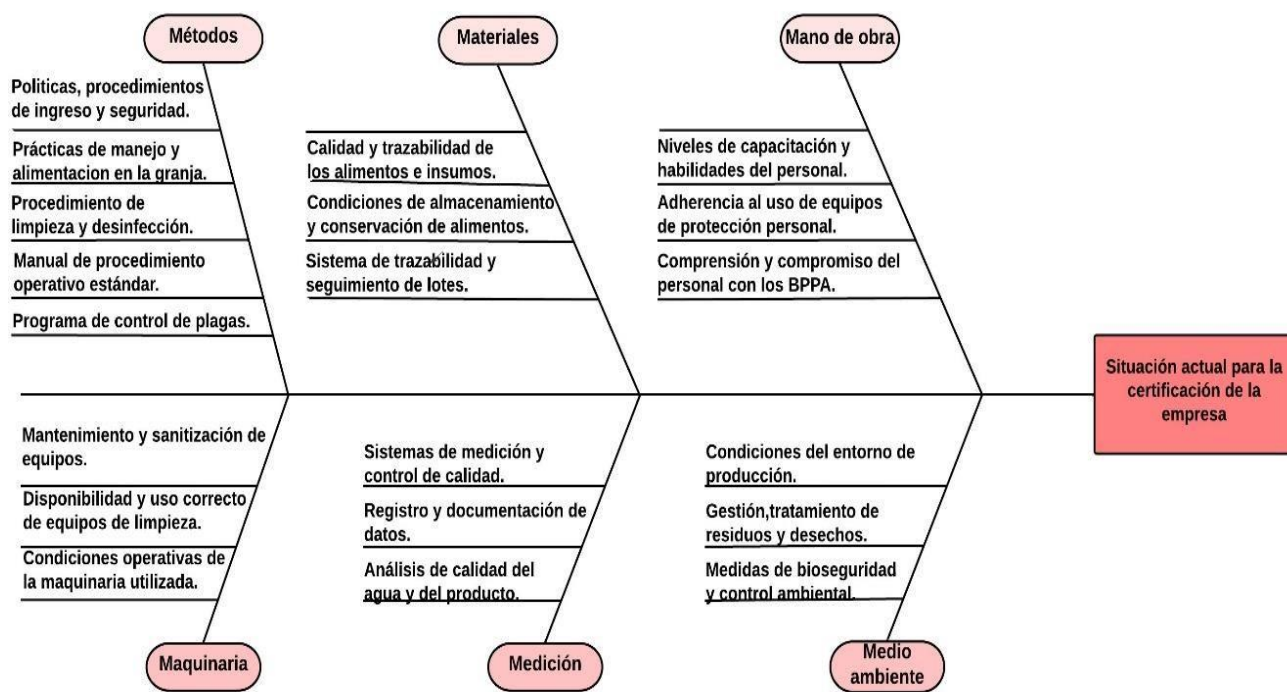


Figura 4.1.- Diagrama de Ishikawa, situación actual de la empresa en relación con las BPPA.

El diseño de un diagrama de Ishikawa en la empresa acuícola productora de Tilapia ha expuesto diversas causas raíz que podrían influir en el proceso de recertificación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícolas (BPPA). Cada espina del diagrama representa una categoría específica como los métodos, materiales, mano de obra, maquinaria, medición y medio ambiente que son esenciales para la calidad del producto.

Las causas identificadas en el diagrama de Ishikawa son esencial para asegurar la calidad, trazabilidad del proceso y producto final. A continuación, se explica cada una de las categorías:

- **Métodos:** Los procedimientos que se registran en los formatos, la política de ingreso y seguridad de la empresa comprenden las causas raíz identificadas en el diagrama con la categoría de métodos.
- **Materiales:** Los registros del origen de los alevines y alimentos son los formatos de trazabilidad, constituyen las posibles causas listadas en la espina dentro de la categoría de materiales.
- **Mano de obra:** Los registros de capacitación y aptitud del personal ayudan a disminuir las causas relacionadas con el recurso humano identificadas en el análisis de Ishikawa.
- **Maquinaria:** Los registros de mantenimiento y operación de la maquinaria corresponden a la categoría de maquinaria en el diagrama, garantizando que los equipos funcionen en condiciones óptimas y libres de contaminantes que no comprometan la calidad.
- **Medición:** Los formatos de monitoreo y análisis de agua reúnen las causas bajo la espina de medición, asegurando que los parámetros se mantengan dentro de los límites aceptables.
- **Medio ambiente:** Los registros de gestión de residuos se alinean con las causas ambientales que afecta la calidad y la seguridad del producto acuícola.

4.2 .- Sensibilización hacia las BPPATI

4.2.1 .- Capacitación en materia de inocuidad

En el marco de la capacitación en materia de inocuidad, se llevaron a cabo cursos dirigidos a cuatro integrantes de la UPA, diseñados con las siguientes temáticas:

1. *Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA):* Este curso se enfocó en identificar y comprender las principales enfermedades que pueden ser transmitidas por alimentos contaminados, analizando sus causas, efectos y preventivas. Se destacó la

- importancia de la inocuidad en todas las etapas de la producción para evitar riesgos a la salud pública.
2. *Medidas de higiene para producir alimentos inocuos*: En esta capacitación se abordan las mejores prácticas de higiene personal y en las instalaciones acuícolas para garantizar la producción de alimentos libres de contaminantes. Se enfatizó en la correcta manipulación de alimentos y el control de puntos críticos durante los procesos de producción.
 3. *Medidas de higiene*: Este curso proporcionó un enfoque detallado sobre normativas y procedimientos de higiene aplicables en la granja. Incluyo recomendaciones para el mantenimiento adecuado de las instalaciones, manejo de utensilios y la importancia del uso de equipo de protección personal.
 4. *Limpieza y desinfección*: Se instruyó sobre los métodos adecuados para la limpieza y desinfección de las áreas de trabajo, equipos y utensilios. El curso abarcó el uso de productos químicos seguros y la implementación de protocolos que aseguren la eliminación de contaminantes sin comprometer la inocuidad del producto final.
 5. *Sistemas de reducción de riesgos de contaminación mediante las BPPA de peces*: En esta capacitación se analizan las Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA) específicas para la reducción de riesgos de contaminación. Se abordaron estrategias para minimizar las exposiciones a agentes contaminantes durante la producción y manejo de peces, promoviendo un sistema seguro y eficiente.

Estos cursos fueron impartidos por especialistas de Comité de Sanidad Acuícola y Pesquero Veracruzano AC y la Ing. Frida Isabel López Blanco, quienes proporcionaron los conocimientos necesarios para garantizar la implementación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola. La evaluación de los participantes se realizó a través de un examen de opción múltiple, y todos los asistentes acreditaron la capacitación con un promedio general de 89, reflejando un nivel satisfactorio de comprensión de los temas abordados. Estas capacitaciones fortalecieron las competencias de personal de la UPA, contribuyendo a la implementación efectiva de las BPPATI y al cumplimiento de estándares de inocuidad en la producción acuícola (Figura 4.2 - Figura 4.7).

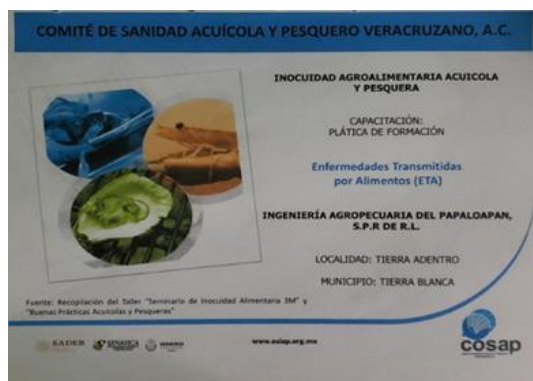


Figura 4.2.- Constancia de capacitación en enfermedades transmitidas por alimentos (ETA).



Figura 4.3.- Constancia de capacitación en medidas de higiene para producir alimentos inocuos.

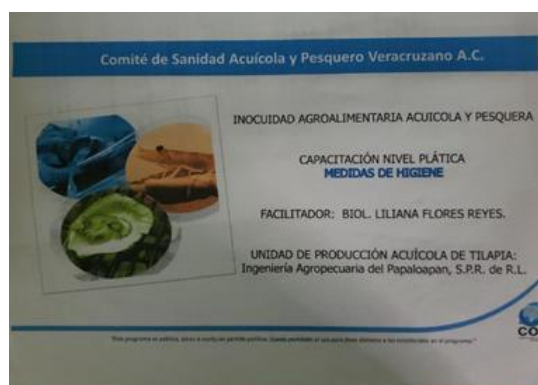


Figura 4.4.- Constancia de capacitación en medidas de higiene.



Figura 4.5.- Constancia de capacitación en limpieza vs desinfección.



Figura 4.6.- Constancia de actualización de BPPA en peces.



Figura 4.7.- Constancia de actualización de la UPA.

4.2.2 .- Curso de normatividad en el sector acuícola.

Como parte de las actividades de retribución social del posgrado, se llevaron a cabo diversos cursos en la UPA en fechas específicas, con el objetivo de fortalecer las competencias del personal y de promover buenas prácticas en el entorno laboral. Las temáticas impartidas estuvieron directamente relacionadas con el trabajo de investigación, siendo las siguientes:

1. Curso de 5s: Este curso abordó la metodología de las 5S como una herramienta para mejorar la organización, limpieza y eficiencia en los espacios de trabajo, contribuyendo a un entorno productivo y seguro.
2. Seguridad e higiene en los centros de trabajo: En esta capacitación se vieron temas fundamentales para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores, destacando la importancia de identificar y mitigar riesgos laborales mediante la implementación de preventivas.
3. Guía de llenado de registros de BPPA: Este curso proporcionó una guía práctica para el correcto llenado de los registros necesarios en el marco de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA), asegurando la trazabilidad y cumplimiento de los estándares requeridos.

Cada uno de estos cursos se diseñó para atender necesidades específicas que la UPA y fomentar el desarrollo de capacidades alineadas con las Buenas Prácticas de Producción Acuícolas.

4.3 .- Identificación de procesos de la BPPA en la UPA

4.3.1 .- Metodología de Checkland

La metodología de Checkland facilita la comprensión de los procesos complejos y a menudo subjetivos dentro de la organización, permitiendo identificar claramente las acciones y mejoras necesarias. En la Tabla 4.1 se ilustran los componentes clave del modelo raíz desarrollado, los cuales articulan el proceso de transformación esencial, cuyo verbo central es diseñar.

Tabla 4.1.- CATDWA identificado en la unidad de producción acuícola.

C-Granja	El sistema IAP busca diseñar un sistema de
A-Personal operativo, COSAP, Laboratorios	información para certificar o recertificar la
T-Diseñar un sistema de información	granja que sea accesible y fácil para la
D-Gerente de la granja	BPPATI, que permitan administrar la
W-Accesible, fácil de usar.	información generada por el personal
A-BPPATI	operativo, COSAP y laboratorios para el
	gerente de la empresa.

El modelo se construyó para simplificar la complejidad del entorno de la granja acuícola y su sistema de BPPATI. Al diseñar este sistema, se pone énfasis en la creación de una interfaz intuitiva que permite al personal operativo y al gerente interactuar de manera efectiva con la información. Además, facilita la comunicación y colaboración con entidades externas como COSAP y laboratorios, cuyos insumos son vitales para la integridad de los procesos de certificación. La eficacia del modelo será evaluada a través de su capacidad para integrar, almacenar y recuperar datos, así como por su contribución a la mejora continua y al cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad exigidos por las BPPA.

4.3.2.- Diagrama de afinidad

Con la definición raíz ya establecida, el siguiente paso fue realizar un diagrama de afinidad, utilizando como base una amplia lluvia de ideas. Este proceso, detallado en la Figura 4.8, involucró la agrupación de ideas por similitudes, facilitando la visualización de los diferentes conjuntos de actividades que ejercen influencia en el diseño del sistema. Este método nos permitió destacar las áreas temáticas y centrar la atención de los aspectos críticos que requieren mayor enfoque durante las fases de diseño. El diagrama de afinidad del sistema presentado en la Figura 4.8 se organiza y clasifica las ideas generadas en la fase de lluvias de ideas. Al observar las agrupaciones, se identificaron varios grupos de actividades con un impacto significativo en el diseño del sistema de gestión de BPPATI.

Estos grupos se analizaron para determinar su relevancia y como cada uno contribuye al desarrollo integral del sistema.

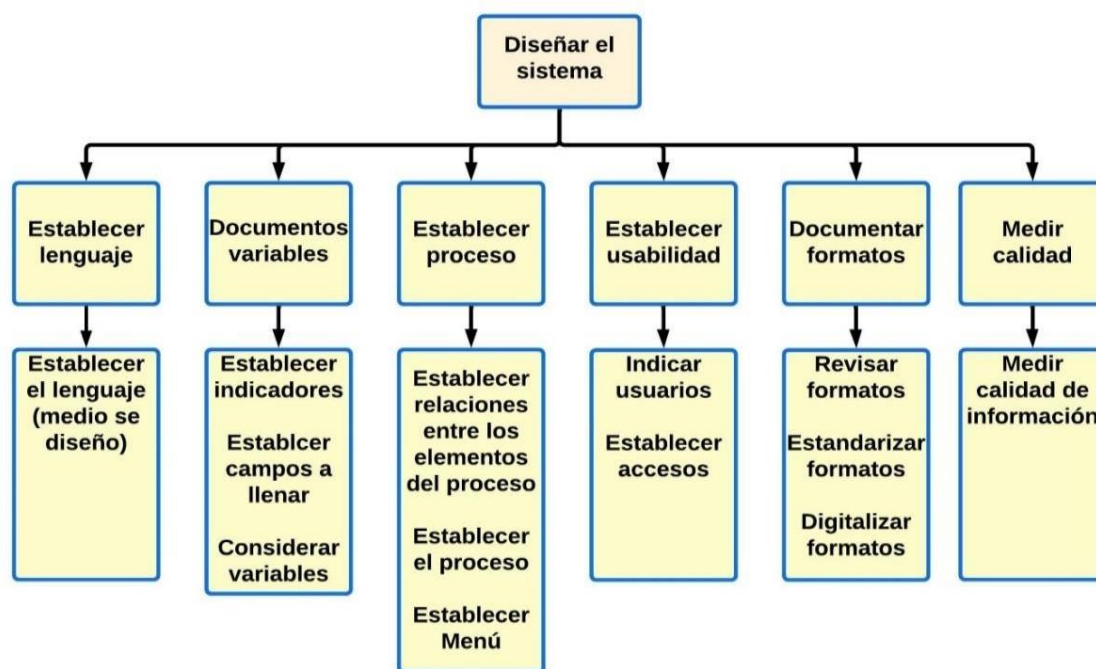


Figura 4.8.- Diagrama de interrelaciones y su función en el diseño del sistema.

Utilizando los grupos formados en el diagrama de afinidad, se procedió a elaborar un diagrama de interrelaciones, como se muestra en la Figura 4.9. Este análisis nos permitió identificar y jerarquizar las actividades por su nivel de impacto en el desarrollo del sistema. La actividad de mayor prioridad resultó ser el diseño de un sistema accesible y fácil de usar para el personal operativo, que pudiera gestionar efectivamente la base de datos y los diferentes formatos utilizados para el proceso de certificación de la granja.

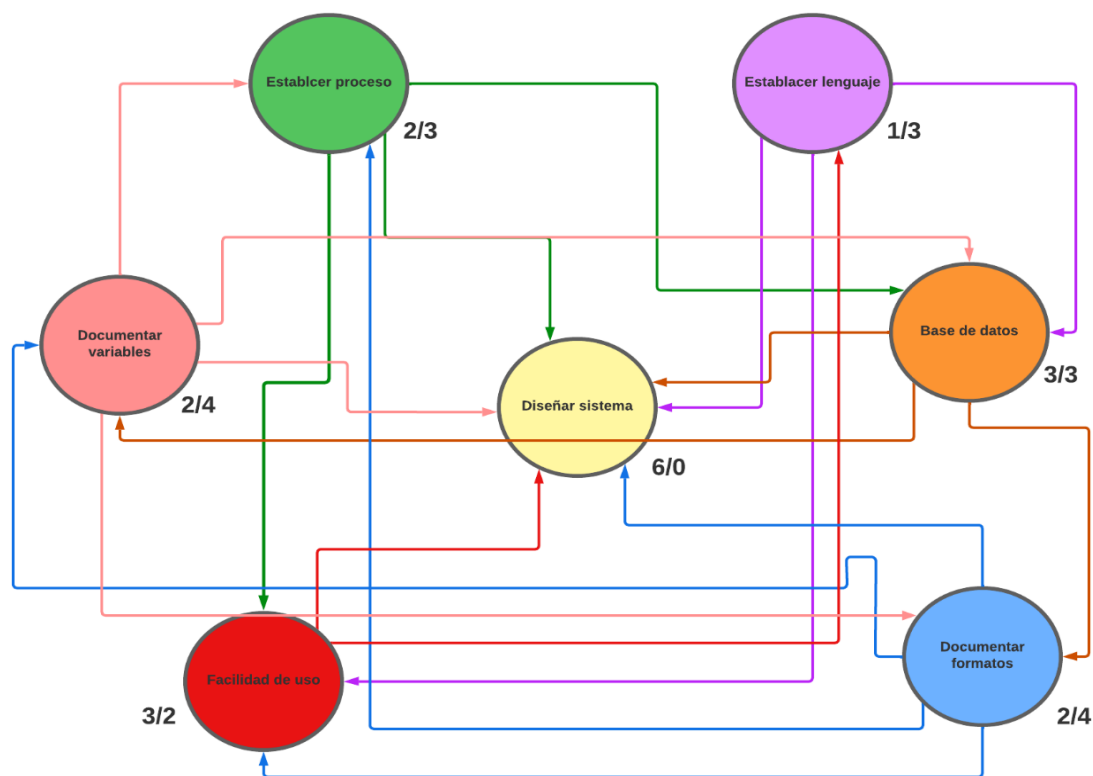


Figura 4.9.- Diagrama de interrelaciones.

El diagrama de interrelaciones detallado en la Figura 4.9 proporciona una vista comprensiva de cómo cada grupo de actividades se relaciona y afecta a los demás. La prioridad asignada a cada tarea revela el diseño del sistema como una actividad primordial. Se destaca la importancia de la usabilidad, la gestión de bases de datos y la capacidad de manejar las variables de control como aspectos fundamentales para simplificar el proceso de recertificación. Estas herramientas han sido esencial para establecer un orden de implementación y para asignar recursos a las actividades de mayor influencia en el éxito del proyecto.

4.3.3 .- Manual de calidad SENASICA de BPPA digitalizado

El manual elaborado para la granja acuícola abarca todos los aspectos necesarios para implementar de manera afectiva las Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA) en el cultivo de Tilapia. Comienza con las generalidades de la empresa, incluyendo su ubicación, el organigrama empresarial y las actividades asignadas a cada responsable de área. Se incluyen procedimientos específicos para garantizar la inocuidad del agua, detallando los

parámetros y criterios de monitoreo, así como el uso de formatos para su registro y control, asegurando condiciones óptimas para la producción.

También se establecen lineamientos para la manipulación de alimentos, asegurando la inocuidad durante todo el proceso. En relación con el uso de sustancias químicas y fármacos, se describe criterios claros para su aplicación, junto con métodos de monitoreo que minimizan el riesgo de contaminación. Además, se incluye información sobre el manejo de equipos y utensilios, gestión de desechos y la higiene y salud del personal, acompañado de formatos diseñados para monitorear y mantener la calidad e inocuidad del producto.

El proceso de trazabilidad es otro componente fundamental, ya que garantiza que cada lote de producción pueda ser rastreado y verificado en una base de datos y archivos generados en Excel, para cumplir con los estándares establecidos disponibles **para los usuarios, supervisores y auditores en forma digital para su impresión de ser requerido.** Finalmente, el manual aborda las acciones correctivas y preventivas que se deben implementar, junto con los criterios de monitoreo y los formatos necesarios para realizar verificaciones internas que aseguren el cumplimiento continuo de las BPPA. Este manual constituye una herramienta integral para estandarizar procesos, garantizar la calidad y proteger la inocuidad del producto final.

4.3.4 .- Formatos y registros

Se revisó la documentación histórica de BPPA de la empresa encontrando los registros en forma física y hallando en los registros la falta de información importante, lo cual se procedió a la reestructuración de cada uno de ellos (consultar en la sección de anexos los nuevos formatos). La congruencia entre la documentación y los procesos operativos es fundamental para cerrar las brechas de calidad y para presentar una sólida evidencia durante el proceso de certificación. Los resultados de esta revisión se dividen por categorías, cantidad de formatos en cada categoría, como se muestra en la Tabla 4.2 donde se observa que se tienen 16 formatos diferentes.

Tabla 4.2.- Formatos de BPPA en físico.

Categoría	Formato	No. De formato	Formato del documento
Análisis de condiciones de agua	A1	1	Físico
Análisis de agua	A2 - A5	2	Físico
Análisis de pescado	A6-A8	2	Físico
Supervisión de instalaciones	B-C-D	3	Físico
Almacén	E	2	Físico
Alimento consumido por estanque	E1	1	Físico
Enfermedad	F-G	2	Físico
Personal	H	1	Físico
Mejora continua	J	1	Físico
Trazabilidad	I	1	Físico

Los registros y formatos, actualmente conservados en formatos físicos como se detalla en la Tabla 4.2 serán transaccionados a un sistema digitalizado. Esto permitirá un almacenamiento eficiente de los documentos históricos, así como la integración de archivos de pruebas de laboratorio y otros registros relevantes, los cuales estarán disponibles para consultar y actualización constante a través de una base de datos en Excel. La revisión de la documentación histórica proporcionada por la granja acuícola ofreció una perspectiva de las condiciones actuales de la empresa. Sin embargo, se identificaron deficiencias significativas. La falta de organización por fechas y años de registro, así como la insuficiente evidencia de cumplimiento con la periodicidad establecida en los formatos, evidenciaron la necesidad de mejorar los sistemas de registros y almacenamiento de información. La documentación física existente se encontraba desordenada y sujeta a pérdidas, lo que planteaba desafíos para la obtención de la recertificación en cada periodo de evaluación. El registro manual de información por parte de los operadores contribuía a la pérdida de documentos y a la vulnerabilidad de los registros físicos ante condiciones ambientales adversas, como se muestra en la figura 4.5 esta situación dificultaba aún más el proceso de recertificación de la granja acuícola. La implementación de un sistema de registros digitalizado representa una

solución efectiva para abordar estos desafíos. Este sistema garantizará un mayor control sobre los registros, eliminando el riesgo de pérdida de documentación importante. Los evaluadores de recertificación podrán acceder a todos los documentos relevantes de manera oportuna durante el proceso de evaluación. A continuación, se presentan las observaciones detalladas sobre la situación de la documentación (Figura 4.10):

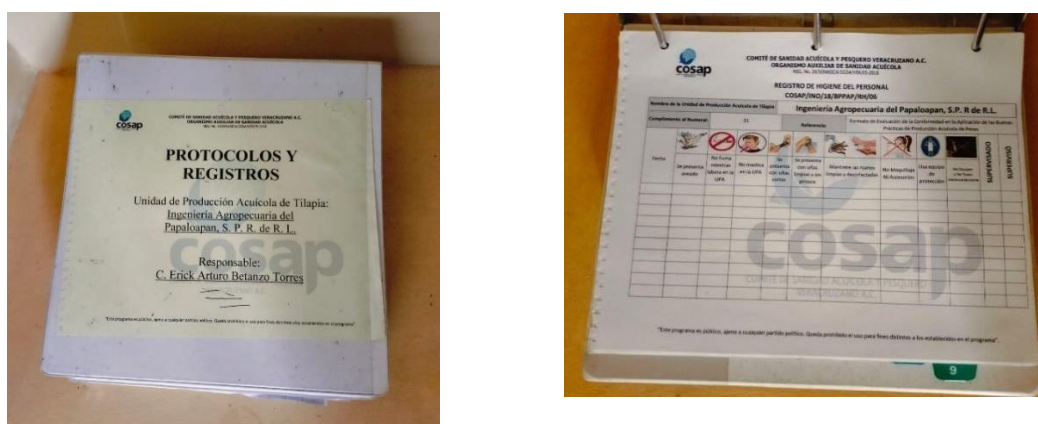


Figura 4.10.- Documentación inicial en físico.

El proceso de cultivo de Tilapia está conformado por las etapas de siembra, pre engorda y engorda. En la tabla 4.3 se puede observar los análisis que se realizan en cada una de las etapas, en el cual al revisar la documentación histórica se encontró faltante del seguimiento del registro de la producción por cada etapa:

Tabla 4.3.- Resultado de los registros de producción por etapa para las BPPA.

Análisis	Siembra	Pre engorda	Engorda
Análisis de condiciones de agua	Se encontró	No se encontró	No se encontró
Análisis de agua	Se encontró	No se encontró	No se encontró
Análisis de pescado	Se encontró	No se encontró	No se encontró
Supervisión de instalaciones	No se encontró	No se encontró	No se encontró
Almacén	No se encontró	No se encontró	No se encontró
Alimento consumido por estanque	No se encontró	No se encontró	No se encontró
Enfermedad	Se encontró	No se encontró	No se encontró
Personal	Se encontró	No se encontró	No se encontró
Mejora continua	Se encontró	No se encontró	No se encontró
Trazabilidad	Se encontró	No se encontró	No se encontró

En la Tabla 4.3 se presenta los formatos de análisis implementados en cada una de las etapas del proceso del cultivo de Tilapia (siembra, pre engorda y engorda) conforme a las Buenas Prácticas Producción Acuícola (BPPA). Este análisis incluye aspectos claves relacionados con la calidad del agua, el estado de las Tilapias y otros factores operativos.

Los resultados indican inconsistencias en la documentación histórica, ya que algunos análisis no fueron registrados o se encontraron incompletos en ciertas etapas. A continuación, se destacan los puntos principales:

Los formatos de análisis de condiciones de agua, análisis de agua, análisis de pescado, enfermedad, personal, mejora continua y trazabilidad: Se encontró únicamente en la etapa de siembra, mientras que en las etapas de pre engorda y engorda no se reportó evidencia de su realización.

Supervisión de instalaciones, almacén, manejo de alimentos por estanque: No se encontraron registros en ninguna de las tres etapas evaluadas.

4.4 .- Implementación fase I y auditoría interna para el cumplimiento de las BPPA.

El día 10 de Octubre del 2023 se realizó una auditoría interna en la granja acuícola la cual tuvo como objetivo auditar las buenas prácticas acuícolas en las instalaciones, áreas y registros. se realizó en un horario comprendido entre las 11 am y 5 pm, la cual tuvo como finalidad de:

- Determinar la conformidad de los elementos de BPPA.
- Verificar que cumplan las buenas prácticas acuícolas.
- Determinar el compromiso del personal.

Los documentos que se solicitaron para la auditoría son los siguientes:

- Instalaciones, equipo y utensilios de la granja acuícola.
- Abastecimiento de agua.
- Manejo de desechos.
- Programa de limpieza y desinfección de instalaciones, equipo y utensilio.
- Mantenimiento de locales, equipos y utensilios.

- Manejo del alimento en la granja.
- Trazabilidad.
- Registro de BPPATI.

4.4.1.- Resultados de auditoría Fase I

En la tabla 4.4 se muestran los resultados de la auditoría de la sección general de la guía para la evaluación de BPPA, en lo titulado por SENASICA.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
GENERAL				
5.1. Constitución legal de la empresa	C			
5.2. Organigrama	C			
5.3. Definición de actividades y designación de responsables de cada área			NC	
5.4. Copia de la concesión acuícola vigente de acuerdo al caso	C			
5.5 Copia de la concesión de agua por CNA	C			
5.6. Copia sellada del aviso de producción o aviso de cosecha de la SAGARPA	C			
5.7. Documentos de importación de huevos, crías y reproductores expedido por la CONAPESCA (pedimento de importación, certificado de sanidad de origen y de lote)		CP		
5.8. Certificados de unidad de cuarentena expedido por la CONAPESCA				NA
5.9. Documentos de control interno para cada área y actividad (registros)		CP		
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	62.5	25	12.5	
Porcentaje de no cumplimiento	37.5			

Tabla 4.4.- Evaluación de la sección general de documentos de la UPA.

Después de la auditoría en la primera sección correspondiente a la documentación general se encontraron 5 requisitos conformes, esto significa que el 62.5% de los documentos se encontraban en el sistema, por otra parte, se encontraron no conformidades en 3 aspectos que fueron el apartado 5.7, 5.9 y 5.3, el punto 5.8 no aplica para el funcionamiento de la UPA debido a que no realiza actividades de peces de importación. Por lo anterior en esta sección el 37.5% no se encontraron en el sistema por lo que la UPA tendrá que atender estas no conformidades.

En la tabla 4.5 se muestran los resultados de la auditoría de la selección sitio de cultivo para granjas por establecerse, guía basada en lo titulado por SENASICA.

Tabla 4.5.- Evaluación de la selección sitio de cultivo para granjas por establecerse

REQUISITOS A EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
SELECCION DEL SITIO DE CULTIVO PARA GRANJAS POR ESTABLECERSE				
5.10. Evaluación de características hidrológicas			NC	
5.11. Historial y evolución del sitio de cultivo			NC	
5.12. Estudio del sitio de cultivo (identificación de peligros o fuentes de contaminación química y biológica)		CP		
5.13. Estudio del área aledaña al sitio de cultivo (identificación de peligros o fuentes de contaminación química y biológica derivadas de otras actividades cercanas)		CP		
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento		50	50	
Porcentaje de no cumplimiento	100			

En esta sección, todos los requisitos evaluados fueron calificados como no conformes, representando un 100% de incumplimiento. Por consiguiente, será necesario emprender acciones correctivas para subsanar estas no conformidades y asegurar el cumplimiento de BPPA. En la tabla 4.6 se muestran los resultados de la disminución de riesgos en granjas en operación, guía basada en lo titulado por SENASICA.

Tabla 4.6.- Disminución de riesgos en granja en operación.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
DISMINUCION DE RIESGOS EN GRANJAS EN OPERACION				
5.14. Estudio del suelo y agua <i>in situ</i> (libre de contaminación química y biológica)		CP		
5.15. Estudio del área aledaña (identificación de fuentes de contaminación química y biológica del agua derivada de otras actividades cercanas)		CP		
5.16. Programa de muestreo y registro de resultados para el análisis de los peligros identificados (incluye la identificación de los puntos de muestreo)		CP		
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento		100		
Porcentaje de no cumplimiento	100			

En esta sección correspondiente a la disminución de riesgos en la granja en operación, los puntos 5.14, 5.15 y 5.16 presentan un 100% cumplimiento parcial. Esto implica que no cumplen plenamente con las conformidades establecidas, por lo cual se deberán atender los requisitos pendientes a fin de alcanzar el nivel de cumplimiento requerido. En la tabla 4.7 se muestran los resultados de las consideraciones de higiene y salud del personal, guía basada en lo titulado por SENASICA.

Tabla 4.7.- Consideraciones de higiene y salud del personal.

REQUISITOS A EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
CONSIDERACIONES DE HIGIENE Y SALUD DEL PERSONAL				
5.17. Reglamento de higiene localizado en áreas específicas de la unidad de producción y control de salud del personal	C			
5.18. Vestimenta limpia del personal de trabajo al iniciar labores		CP		
5.19. Disponibilidad de equipos de protección para el personal			NC	
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	33.33	33.33	33.33	
Porcentaje de no cumplimiento	66.66			

Al evaluar la sección referente a la higiene y salud del personal, se observa que el punto 5.17 cumple plenamente con las conformidades establecidas. Sin embargo, el punto 5.18 presenta un cumplimiento parcial, lo cual se considera equivalente a un incumplimiento, al igual que el punto 5.19. Por lo tanto, estos dos últimos deberán atenderse para lograr el cumplimiento total de la BPPA. En la tabla 4.8 se muestran los resultados de instalaciones de producción, sanitarias, equipos y utensilios, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.8.- Instalaciones de producción, sanitarias, equipos y utensilios.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
INSTALACIONES DE PRODUCCION, SANITARIAS, EQUIPOS Y UTENSILIOS				
5.20. Instalaciones limpias y adecuadas al proceso de producción	C			
5.21. Instalaciones sanitarias limpias y equipadas con drenajes separados ubicadas estratégicamente	C			
5.22. áreas de trabajo y almacenes separados para evitar la contaminación cruzada	C			
5.23. Equipo y utensilios limpios y en su caso desinfectados	C			
5.24. Áreas específicas y limpias para almacenar por separado alimento, sustancias químicas, equipo y utensilios, para evitar la contaminación cruzada.	C			
C (cumple), CP(Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA(No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

En esta última sección evaluada, se logró el 100% de cumplimiento de los requerimientos, satisfaciendo plenamente todos los lineamientos establecidos en las BPPA.

En la tabla 4.9 se muestran los resultados del sistema de control de plagas, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.9.- Sistema de control de plagas.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
SISTEMA DE CONTROL DE PLAGAS				
5.25. Programa de control de plagas y seguimiento	C			
5.26. Ausencia o confinamiento adecuado de animales domésticos en la unidad de producción	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA(No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

El sistema de control de plagas cumple el 100% de los requisitos establecidos por el BPPATI.

No se identificaron no conformidades que obstaculicen el cumplimiento.

En la tabla 4.10 se muestran los resultados de los manejos de desechos, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.10.- Manejo de desechos.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
MANEJO DE DESECHOS				
5.29. Programa de manejo de desechos para la eliminación apropiada de desechos orgánicos e inorgánicos y seguimiento	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA(No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

En el manejo de desechos, se cumple con el 100% de los requerimientos gracias a la implementación de un programa específico para la eliminación adecuada de desechos orgánicos e inorgánicos, así como un seguimiento constante que garantiza el cumplimiento de los desechos. En la tabla 4.11 se muestran los resultados del programa de limpieza y desinfección, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.11.- Programa de limpieza y desinfección.

REQUISITOS A EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCION				
5.30. Manual de procedimientos de limpieza y desinfección de instalaciones, equipo y utensilios	C			
5.31. Programa de limpieza y desinfección de instalaciones, equipo y utensilios y seguimiento	C			

C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA(No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

La granja acuícola cumple al 100% de las conformidades establecidos en el programa de limpieza y desinfección, lo que sugiere la existencia de niveles bajos de contaminación del producto. En la tabla 4.12 se muestran los resultados de los criterios de sanidad acuícola, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.12.- Criterios de sanidad acuícola.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
CRITERIOS DE SANIDAD ACUICOLA				
5.32. Política de bioseguridad	C			
5.33. Análisis parasitológico y bacteriológico	C			
5.34. Dispositivos y procedimientos de bioseguridad			NC	
5.35. Programa de vigilancia, seguimiento y control de enfermedades de la Tilapia	C			
5.36. Instalaciones para áreas de cuarentena			NC	
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	60		40	
Porcentaje de no cumplimiento	40			

De los criterios evaluados en esta sección de sanidad acuícola, cumple con los apartados 5.32, 5.33 y 5.35, lo que equivale al 60% de conformidad. No obstante, el 40% restante no cumple con los lineamientos establecidos en las BPPATI.

En la tabla 4.13 se muestran los resultados del manejo del agua de cultivo, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.13.- Manejo del agua de cultivo.

REQUISITOS A EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
MANEJO DEL AGUA DE CULTIVO				
5.37. Registros de los parámetros fisicoquímicos del agua		CP		
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento		100		
Porcentaje de no cumplimiento	0			

La granja acuícola cumple parcialmente con esta conformidad, lo que implica que no se cumple de manera íntegra debido a la ausencia de registros en todos los periodos evaluados.

Este requisito es fundamental para garantizar que las condiciones de agua sean adecuadas para el desarrollo de las Tilapias. En la tabla 4.14 se muestran los resultados del manejo del alimento, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.14.- Manejo del alimento.

REQUISITOS A EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
MANEJO DEL ALIMENTO				
5.38. Compra de alimentos de lotes garantizados	C			
5.39. Registros de recepción, almacenamiento y control de uso del alimento	C			
5.40. Control de alimentos medicados	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

El manejo de alimentos en la granja acuícola se considera adecuado, ya que cumple al 100% con las conformidades y condiciones establecidas. En la tabla 4.15 se muestran los resultados del manejo de sustancias químicas y medicamentos veterinarios, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.15.- Manejo de sustancias químicas y medicamentos veterinarios.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
MANEJO DE SUSTANCIAS QUIMICAS Y MEDICAMENTOS VETERINARIOS				
5.41. Formatos de uso y control de sustancias químicas				NA
5.42. Formatos de uso y control de medicamentos veterinarios de uso acuícola				NA
5.43. Diagnóstico de enfermedades para la aplicación de sustancias químicas y medicamentos veterinarios				NA
5.44. Verificación del control de organismos antes de la cosecha (cumplimiento de tiempos de retiro de los medicamentos veterinarios utilizados)				NA
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento				
Porcentaje de no cumplimiento				

La granja acuícola no emplea sustancias químicas ni medicamentos veterinarios, en consecuencia, este requisito no resulta aplicable. En la tabla 4.16 se muestran los resultados de Consideraciones durante la cosecha, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.16.- Consideraciones durante la cosecha.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
CONSIDERACIONES DURANTE LA COSECHA				

5.45. Áreas de cosecha, equipo y utensilios limpios y en su caso desinfectados	C			
5.46. Control de higiene del personal en el área de cosecha	C			
5.47. Procedimientos de higiene del personal antes y durante la cosecha	C			
5.48. Procedimientos de limpieza y desinfección del equipo y utensilios antes, durante y después de la cosecha	C			
5.49. Lavado adecuado del producto	C			
5.50. Aplicación de medidas para evitar la contaminación cruzada del producto	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA(No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

En esta sección, se cumple al 100% con los requerimientos de higiene durante el proceso de cosecha, garantizando prácticas que previene cualquier tipo de contagio. En la tabla 4.17 se muestran los resultados de la trazabilidad, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.17.- Trazabilidad.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
TRAZABILIDAD				
5.51. Evidencia de trazabilidad	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

En esta sección, los criterios se cumplen en su totalidad, ya que existe evidencia física de la documentación de trazabilidad del alevín al momento de su ingreso a la granja acuícola, alcanzando así el 100% de cumplimiento. En la tabla 4.18 se muestran los resultados de capacitación, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.18.- Capacitación.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
CAPACITACION				
5.52. Programa de capacitación en BPPATi a todos los niveles y documentación de soporte (constancias, registros, etc.)	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

Los operadores de la granja cuentan con capacitación en BPPATI, lo que les permite manejar de manera óptima todas las áreas operativas. En consecuencia, se cumple el 100% de los requisitos establecidos.

De manera global los resultados de la primera auditoría: Se concluye que no existe evidencia suficiente para evaluar las BPPA, por lo tanto, la UPA no es candidato para obtener una recertificación de BPPA.

4.5 .- Puesta en operación fase II y auditoría interna para el cumplimiento de las BPPA.

El día 11 de Febrero del 2024 se realizó la segunda auditoría interna en la granja acuícola la cual tuvo como objetivo auditar las buenas prácticas acuícolas en las instalaciones, áreas y registros. se realizó en un horario comprendido entre las 11 am y 5 pm, la cual tuvo como finalidad de:

- Determinar la conformidad de los elementos de BPPA
- Verificar que cumplan las buenas prácticas acuícolas.
- Determinar el compromiso del personal

Los documentos que se solicitaron para la auditoría son los siguientes:

- Instalaciones, equipo y utensilios de la granja acuícola.
- Abastecimiento de agua.
- Manejo de desechos.
- Programa de limpieza y desinfección de instalaciones, equipo y utensilio.
- Mantenimiento de locales, equipos y utensilios.
- Manejo del alimento en la granja.
- Trazabilidad.
- Registro de BPPATI.

4.5.1 .- Resultados de auditoría Fase II

En la tabla 4.19 se muestran los resultados de la auditoría de la sección general de la guía para la evaluación de BPPA, en lo titulado por SENASICA.

Tabla 4.19.- Evaluación de la sección general de documentos de la UPA.

REQUISITOS A EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
GENERAL				
5.1. Constitución legal de la empresa	C			
5.2. Organigrama	C			
5.3. Definición de actividades y designación de responsables de cada área			NC	
5.4. Copia de la concesión acuícola vigente de acuerdo al caso	C			
5.5 Copia de la concesión de agua por CNA	C			
5.6. Copia sellada del aviso de producción o aviso de cosecha de la SAGARPA	C			
5.7. Documentos de importación de huevos, crías y reproductores expedido por la CONAPESCA (pedimento de importación, certificado de sanidad de origen y de lote)		CP		
5.8. Certificados de unidad de cuarentena expedido por la CONAPESCA				NA
5.9. Documentos de control interno para cada área y actividad (registros)		CP		
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	62.5	25	12.5	
Porcentaje de no cumplimiento	37.5			

En la segunda auditoria, la revisión de la documentación general, todos los requisitos evaluados se encuentran conformes. Esto implica que los apartados 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 y 5.9 cumplen al 100% con los lineamientos establecidos. Por otro lado, el apartado 5.8 no aplica el funcionamiento de la UPA, puesto que no realiza. Como resultado, se evidencia que esta sección acató las recomendaciones emitidas por el auditor, logrando un pleno cumplimiento de los requisitos.



Figura 4.11.- Auditoría interna



Figura 4.12.- Revisión de información en auditoría interna.

En la tabla 4.20 se muestran los resultados de la auditoría de la selección sitio de cultivo para granjas por establecerse, guía basada en lo titulado por SENASICA.

Tabla 4.20.- Evaluación de la selección sitio de cultivo para granjas por establecerse

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
SELECCION DEL SITIO DE CULTIVO PARA GRANJAS POR ESTABLECERSE				
5.10. Evaluación de características hidrológicas	C			
5.11. Historial y evolución del sitio de cultivo	C			
5.12. Estudio del sitio de cultivo (identificación de peligros o fuentes de contaminación química y biológica)	C			
5.13. Estudio del área aledaña al sitio de cultivo (identificación de peligros o fuentes de contaminación química y biológica derivadas de otras actividades cercanas)		CP		
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	75	25		
Porcentaje de no cumplimiento	25			

En esta sección, los apartados 5.10, 5.11 y 5.12 fueron calificados como conformes, representando el 75% de cumplimiento. No obstante, en el apartado 5.13 no se cuenta con evidencia suficiente que respalde el estudio de las áreas aledañas, lo cual constituye el 25% de no conformidad.

En la tabla 4.21 se muestran los resultados de la disminución de riesgos en granjas en operación, guía basada en lo titulado por SENASICA.

Tabla 4.21.- Disminución de riesgos en granja en operación.

REQUISITOS A EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
DISMINUCION DE RIESGOS EN GRANJAS EN OPERACION				
5.14. Estudio del suelo y agua in situ (libre de contaminación química y biológica)	C			
5.15. Estudio del área aledaña (identificación de fuentes de contaminación química y biológica del agua derivada de otras actividades cercanas)		CP		
5.16. Programa de muestreo y registro de resultados para el análisis de los peligros identificados (incluye la identificación de los puntos de muestreo)	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	66.66	33.33		
Porcentaje de no cumplimiento	33.33			

En esta sección, correspondiente a la disminución de riesgos en la granja en operación, los puntos 5.14 y 5.16 presentan un cumplimiento del 66.66%. Sin embargo, el punto 5.15 representa un 33.33% de no conformidad, lo que indica que no se han cumplido todas las observaciones señaladas en la auditoría. En la tabla 4.22 se muestran los resultados de las consideraciones de higiene y salud del personal, guía basada en lo titulado por SENASICA.

Tabla 4.22.- Consideraciones de higiene y salud del personal.

REQUISITOS A EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
CONSIDERACIONES DE HIGIENE Y SALUD DEL PERSONAL				
5.17. Reglamento de higiene localizado en áreas específicas de la unidad de producción y control de salud del personal	C			
5.18. Vestimenta limpia del personal de trabajo al iniciar labores	C			
5.19. Disponibilidad de equipos de protección para el personal	C			
C (cumple), CP(Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA(No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

Al evaluar la sección referente a la higiene y salud del personal, se determinó que los puntos 5.17, 5.18 y 5.19 cumplen con las conformidades establecidas. Por lo tanto, se alcanza un 100% de cumplimiento, atendiendo en su totalidad las observaciones realizadas por el auditor.

En la tabla 4.23 se muestran los resultados de instalaciones de producción, sanitarias, equipos y utensilios, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.23.- Instalaciones de producción, sanitarias, equipos y utensilios.

REQUISITOS A EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
INSTALACIONES DE PRODUCCION, SANITARIAS, EQUIPOS Y UTENSILIOS				
5.20. Instalaciones limpias y adecuadas al proceso de producción	C			
5.21. Instalaciones sanitarias limpias y equipadas con drenajes separados ubicadas estratégicamente	C			
5.22. áreas de trabajo y almacenes separados para evitar la contaminación cruzada	C			
5.23. Equipo y utensilios limpios y en su caso desinfectados	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

Desde la primera auditoria, se han cumplido todos los requisitos, sin identificar no conformidades, lo que indica que no hubo aspectos pendientes por atender. En consecuencia, se logró un 100% de cumplimiento de los requerimientos, satisfaciendo plenamente todos los lineamientos establecidos en las BPPA de esta sección.

En la tabla 4.24 se muestran los resultados del sistema de control de plagas, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.24.- Sistema de control de plagas.

REQUISITOS A EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
SISTEMA DE CONTROL DE PLAGAS				
5.25. Programa de control de plagas y seguimiento	C			
5.26. Ausencia o confinamiento adecuado de animales domésticos en la unidad de producción	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA(No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

El sistema de control de plagas cumple al 100% con los requisitos establecidos por el BPPATI. Desde la primera auditoria, no se identificaron no conformidades que requieran atención, lo que evidencia el cumplimiento continuo de esta sección.

En la tabla 4.25 se muestran los resultados de los manejos de desechos, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.25.- Manejo de desechos.

REQUISITOS A EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
MANEJO DE DESECHOS				
5.29. Programa de manejo de desechos para la eliminación apropiada de desechos orgánicos e inorgánicos y seguimiento	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA(No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

Esta sección cumple al 100% con los requerimientos establecidos ya que se cuenta con un programa de manejo de desechos que garantiza su correcta gestión. En la tabla 4.26 se muestran los resultados del programa de limpieza y desinfección, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.26.- Programa de limpieza y desinfección.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCION				
5.30. Manual de procedimientos de limpieza y desinfección de instalaciones, equipo y utensilios	C			
5.31. Programa de limpieza y desinfección de instalaciones, equipo y utensilios y seguimiento	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA(No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

El programa de limpieza y desinfección es fundamental para proteger la salud de los consumidores. En este sentido, la granja acuícola cumple al 100% con esta conformidad, lo que sugiere la presencia de niveles bajos de contaminación en el producto. En la tabla 4.27 se muestran los resultados de los criterios de sanidad acuícola, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.27.- Criterios de sanidad acuícola.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
CRITERIOS DE SANIDAD ACUICOLA				
5.32. Política de bioseguridad	C			
5.33. Análisis parasitológico y bacteriológico	C			
5.34. Dispositivos y procedimientos de bioseguridad	C			
5.35. Programa de vigilancia, seguimiento y control de enfermedades de la Tilapia	C			
5.36. Instalaciones para áreas de cuarentena			NC	
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				

Porcentaje de cumplimiento	80		40	
Porcentaje de no cumplimiento	40			

En esta sección, las observaciones señaladas fueron atendidas en los puntos 5.32, 5.33, 5.34, y 5.35, lo que representa un 80% de cumplimiento. Sin embargo, el punto 5.36 no fue atendido, constituyendo el 20% de no conformidad. En la tabla 4.28 se muestran los resultados del manejo del agua de cultivo, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.28.- Manejo del agua de cultivo.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
MANEJO DEL AGUA DE CULTIVO				
5.37. Registros de los parámetros fisicoquímicos del agua	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

Los requisitos evaluados en esta sección cumplen al 100% con las conformidades establecidas. Los parámetros fisicoquímicos son fundamentales para garantizar un crecimiento óptimo de las Tilapias, asegurando condiciones adecuadas en su desarrollo. En la tabla 4.29 se muestran los resultados del manejo del alimento, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.29.- Manejo del alimento.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
MANEJO DEL ALIMENTO				
5.38. Compra de alimentos de lotes garantizados	C			
5.39. Registros de recepción, almacenamiento y control de uso del alimento	C			
5.40. Control de alimentos medicados	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

Esta sección cumple al 100% con las conformidades evaluadas en el manejo de alimentos, asegurando el cumplimiento de los estándares establecidos. En la tabla 4.30 se muestran los resultados del manejo de sustancias químicas y medicamentos veterinarios, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.30.- Manejo de sustancias químicas y medicamentos veterinarios.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
MANEJO DE SUSTANCIAS QUIMICAS Y MEDICAMENTOS VETERINARIOS				
5.41. Formatos de uso y control de sustancias químicas	C			
5.42. Formatos de uso y control de medicamentos veterinarios de uso acuícola	C			
5.43. Diagnóstico de enfermedades para la aplicación de sustancias químicas y medicamentos veterinarios	C			
5.44. Verificación del control de organismos antes de la cosecha (cumplimiento de tiempos de retiro de los medicamentos veterinarios utilizados)	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

Los criterios evaluados en esta sección cumplen al 100% con las conformidades establecidas, garantizado el cumplimiento total de los requisitos evaluados. En la tabla 4.31 se muestran los resultados de Consideraciones durante la cosecha, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.31.- Consideraciones durante la cosecha.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
CONSIDERACIONES DURANTE LA COSECHA				
5.45. Áreas de cosecha, equipo y utensilios limpios y en su caso desinfectados	C			
5.46. Control de higiene del personal en el área de cosecha	C			
5.47. Procedimientos de higiene del personal antes y durante la cosecha	C			
5.48. Procedimientos de limpieza y desinfección del equipo y utensilios antes, durante y después de la cosecha	C			
5.49. Lavado adecuado del producto	C			
5.50. Aplicación de medidas para evitar la contaminación cruzada del producto	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

Esta sección cumple al 100% con los requerimientos desde la primera auditoria, sin presentar observaciones pendientes por atender. Se garantiza el cumplimiento total de los criterios establecidos.

En la tabla 4.32 se muestran los resultados de la trazabilidad, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.32.- Trazabilidad.

REQUISITOS PARA EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
TRAZABILIDAD				
5.51. Evidencia de trazabilidad	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

Esta sección ha cumplido en su totalidad con las conformidades establecidas, alcanzando un 100% de cumplimiento de los requerimientos. En la tabla 4.33 se muestran los resultados de capacitación, guía basada en lo titulado por la SENASICA.

Tabla 4.33.- Capacitación.

REQUISITOS A EVALUAR	CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA
CAPACITACION				
5.52. Programa de capacitación en BPPATi a todos los niveles y documentación de soporte (constancias, registros, etc.)	C			
C (cumple), CP (Cumple parcialmente), NC (No cumple), NA (No aplica)				
Porcentaje de cumplimiento	100			
Porcentaje de no cumplimiento	0			

Los operadores participan en programas de capacitación y cuentan con documentación de soporte que respalda esta conformidad. Por lo tanto, se cumple al 100% con los requisitos establecidos.

Los Resultados de la segunda fase: En el plazo establecido la UPA acato todas las observaciones señalas en la primera auditoria, obteniendo como resultado la recertificación que ayudara a los consumidores a tener la certeza que sus alimentos cumplen con las BPPA y puedan estar seguros de estar consumiendo un producto que no representa un peligro para la salud.

4.6.- Análisis comparativo de la implementación de las BPPA

En la tabla 4.34 se muestra el análisis comparativo fase I y fase II de las auditorías realizadas en la UPA.

Tabla 4.34.- Comparativo de fase I y fase II.

REQUISITOS PARA EVALUAR	F1 CUMPLIMIENTO				F2 CUMPLIMIENTO			
	C	CP	NC	NA	C	CP	NC	NA
GENERAL								
5.1. Constitución legal de la empresa	C				C			
5.2. Organigrama	C				C			
5.3. Definición de actividades y designación de responsables de cada área			NC		C			
5.4. Copia de la concesión acuícola vigente de acuerdo al caso	C				C			
5.5 Copia de la concesión de agua por CNA	C				C			
5.6. Copia sellada del aviso de producción o aviso de cosecha de la SAGARPA	C				C			
5.7. Documentos de importación de huevos, crías y reproductores expedido por la CONAPESCA (pedimento de importación, certificado de sanidad de origen y de lote)		CP			C			
5.8. Certificados de unidad de cuarentena expedido por la CONAPESCA				NA				NA
5.9. Documentos de control interno para cada área y actividad (registros)		CP			C			
SELECCION DEL SITIO DE CULTIVO PARA GRANJAS POR ESTABLECERSE								
5.10. Evaluación de características hidrológicas			NC		C			
5.11. Historial y evolución del sitio de cultivo			NC		C			
5.12. Estudio del sitio de cultivo (identificación de peligros o fuentes de contaminación química y biológica)		CP			C			
5.13. Estudio del área aledaña al sitio de cultivo (identificación de peligros o fuentes de contaminación química y biológica derivadas de otras actividades cercanas)		CP				CP		
DISMINUCION DE RIESGOS EN GRANJAS EN OPERACION								
5.14. Estudio del suelo y agua <i>in situ</i> (libre de contaminación química y biológica)		CP			C			
5.15. Estudio del área aledaña (identificación de fuentes de contaminación química y biológica del agua derivada de otras actividades cercanas)		CP				CP		
5.16. Programa de muestreo y registro de resultados para el análisis de los peligros identificados (incluye la identificación de los puntos de muestreo)		CP			C			
CONSIDERACIONES DE HIGIENE Y SALUD DEL PERSONAL								
5.17. Reglamento de higiene localizado en áreas específicas de la unidad de producción y control de salud del personal	C				C			
5.18. Vestimenta limpia del personal de trabajo al iniciar labores		CP			C			
5.19. Disponibilidad de equipos de protección para el personal			NC		C			
INSTALACIONES DE PRODUCCION, SANITARIAS, EQUIPOS Y UTENSILIOS								
5.20. Instalaciones limpias y adecuadas al proceso de producción	C				C			
5.21. Instalaciones sanitarias limpias y equipadas con drenajes separados ubicadas estratégicamente	C				C			
5.22. Areas de trabajo y almacenes separados para evitar la contaminación cruzada	C				C			
5.23. Equipo y utensilios limpios y en su caso desinfectados	C				C			
5.24. Areas específicas y limpias para almacenar por separado alimento, sustancias químicas, equipo y utensilios, para evitar la contaminación cruzada	C				C			
SISTEMA DE CONTROL DE PLAGAS								
5.25. Programa de control de plagas y seguimiento	C				C			
5.26. Ausencia o confinamiento adecuado de animales domésticos en la unidad de producción	C				C			
ABASTECIMIENTO DE AGUA Y HIELO								
5.27. Suministro de agua potable				NA				NA
5.28. Verificar que la calidad del agua y del hielo empleados, se ajusten a la normatividad correspondiente				NA				NA
MANEJO DE DESECHOS								
5.29. Programa de manejo de desechos para la eliminación apropiada de desechos orgánicos e inorgánicos y seguimiento	C				C			
PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCION								
5.30. Manual de procedimientos de limpieza y desinfección de instalaciones, equipo y utensilios	C				C			

5.31. Programa de limpieza y desinfección de instalaciones, equipo y utensilios y seguimiento	C				C			
CRITERIOS DE SANIDAD ACUICOLA								
5.32. Política de bioseguridad	C				C			
5.33. Análisis parasitológico y bacteriológico	C				C			
5.34. Dispositivos y procedimientos de bioseguridad			NC		C			
5.35. Programa de vigilancia, seguimiento y control de enfermedades de la Tilapia	C				C			
5.36. Instalaciones para áreas de cuarentena			NC				NC	
MANEJO DEL AGUA DE CULTIVO								
5.37. Registros de los parámetros físico-químicos del agua		CP			C			
MANEJO DEL ALIMENTO								
5.38. Compra de alimentos de lotes garantizados	C				C			
5.39. Registros de recepción, almacenamiento y control de uso del alimento	C				C			
5.40. Control de alimentos medicados	C				C			
MANEJO DE SUSTANCIAS QUIMICAS Y MEDICAMENTOS VETERINARIOS								
5.41. Formatos de uso y control de sustancias químicas				NA				NA
5.42. Formatos de uso y control de medicamentos veterinarios de uso acuicola				NA				NA
5.43. Diagnóstico de enfermedades para la aplicación de sustancias químicas y medicamentos veterinarios				NA				NA
5.44. Verificación del control de organismos antes de la cosecha (cumplimiento de tiempos de retiro de los medicamentos veterinarios utilizados)				NA				NA
CONSIDERACIONES DURANTE LA COSECHA								
5.45. Áreas de cosecha, equipo y utensilios limpios y en su caso desinfectados	C				C			
5.46. Control de higiene del personal en el área de cosecha	C				C			
5.47. Procedimientos de higiene del personal antes y durante la cosecha	C				C			
5.48. Procedimientos de limpieza y desinfección del equipo y utensilios antes, durante y después de la cosecha	C				C			
5.49. Lavado adecuado del producto	C				C			
5.50. Aplicación de medidas para evitar la contaminación cruzada del producto	C				C			
TRAZABILIDAD								
5.51. Evidencia de trazabilidad	C				C			
CAPACITACION								
5.52. Programa de capacitación en BPPATi a todos los niveles y documentación de soporte (constancias, registros, etc.)	C				C			
C (cumple),CP(Cumple parcialmente), NC (No cumple),NA(No aplica)								
Porcentaje de cumplimiento	66.66	20	13.33		93.33	4.44	2.22	
Porcentaje de no cumplimiento	33.33				6.66			
Porcentaje de Mejora	26.67							

Los resultados obtenidos indican que las auditorias de la fase 1 y fase 2 reflejan una mejora significativa en el cumplimiento de los requisitos establecidos. La Unidad de Producción Acuícola (UPA) logró cumplir con los 45 puntos evaluados, que corresponden a la documentación esencial que debe incluir el manual de BPPA.

El análisis de los datos indica que se obtuvo un incremento del 26.67% en el cumplimiento de mejora. Esto evidencia un progreso claro en la capacidad de la UPA para mantener y mejorar sus procesos documentales y operativos, garantizando así una operación más alineada con los estándares de las BPPA.

La mejora alcanzada no solo valida la efectividad de las correctivas implementadas tras la fase 1, también asegura que la UPA cuenta con la documentación necesaria para operar de manera adecuada, cumpliendo con los lineamientos requeridos para una producción acuícola segura y eficiente. Este avance refuerza la importancia de mantener un enfoque continuo en la mejora y cumplimiento de las BPPA en la operación de la granja.

Capítulo 5 .- Manual de Buenas prácticas de cultivo de Tilapia en la inocuidad del agua.

La fuente de agua para el cultivo de Tilapia de la empresa Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan SPR de RL proviene de pozos profundos que se encuentran dentro de la propiedad de la empresa , el agua proveniente de esta fuente al ingresar a los estanques deben estar libre de sustancias que pueda contaminar o alterar las condiciones del producto final, con las aplicación de buenas prácticas se evitan acciones que ponen en riesgo los cultivos de agua, Los parámetros que se evalúan durante el cultivo de la Tilapia son 3 (físicos , químicos y biológicos) los cuales tienen un límite permisible que puede contener el agua durante el desarrollo de la Tilapia , se rige por normas reguladas que al no ser respetadas afecta el desarrollo del producto y la economía de la empresa.

Las condiciones adecuadas del agua del cultivo reducen el riesgo del desarrollo de enfermedades en la Tilapia y del uso de medicamento para su tratamiento, las cuales pueden estar presentes en el producto final en consecuencia afectar la salud del consumidor, la evaluación periódica de los análisis del agua permite tener un control de las condiciones y cumplir con los criterios de inocuidad.

5.1 .- Parámetros óptimos de agua en el cultivo de Tilapia.

Las condiciones en las que se desarrolla la Tilapia deber ser un ambiente libre de agentes que afecten en la salud y el desarrollo de las especies, los parámetros críticos para el desarrollo es el oxígeno disuelto, amonio no ionizado, nitritos, dióxido de carbono en el agua, por otro lado, también es importante los parámetros de temperatura, pH, SST, STD y la apariencia cualitativa del agua. El cultivo de Tilapia debe crecer en condiciones favorables donde los parámetros estén entre los niveles permitidos en las normas, esto permite disminuir las posibles enfermedades que pueda desarrollar esta especie y asegurar al cliente un producto final inocuo. En la Tabla 1 se muestra los parámetros y rangos óptimos para Tilapia (*Oreochromis niloticus*) utilizados en los formatos de BPPA.

Tabla 5.1.- Parámetros óptimos de calidad de agua para el cultivo de Tilapia (*Oreochromis niloticus*).

Parámetro	<i>Oreochromis niloticus</i>
Temperatura (°C)	25 a 30 °C
Disco de secchi (Cm de altura)	Cm de altura
SST (ml/L)	10 a 30
STD (ml/L)	< 40
Oxígeno Disuelto (mg/L)	>3
pH	6.5 a 9.0
Alcalinidad Total (mg/L)	100 a 200
Dureza Total (mg/L)	20 a 350
Amonio No-ionizado (mg/L)	>0.1
Amonio Total (mg/L)	>20
Nitrito (mg/L)	>0.1
Nitrato (mg/L)	>10
Fosfato (mg/L)	0.6 a 1.5

Los análisis que se realiza en las muestras de agua son evaluados en diferentes periodos, son realizados por laboratorios externos y por personal de la granja. A continuación, se presentan los análisis de agua que se realizan:

Formato A1: Análisis de condiciones de agua. (Diario)

Formato A2: Análisis químicos de agua por laboratorios. (Junio y Diciembre)

Formato A3: Análisis microbiológico de la muestra de agua. (Diciembre)

Formato A4: Análisis de metales pesados en agua por laboratorios. (Diciembre)

Formato A5: Análisis plaguicidas organoclorados de la muestra de agua. (Diciembre)

5.1.1.- Criterio de monitoreo de la calidad del agua y uso de formatos.

El monitoreo de la calidad del agua durante el proceso de cultivo de Tilapia requiere:

- Personal capacitado en las BPPA de cultivo.
- Equipo y utensilios para necesarios para el análisis del agua.
- Personal capacitado para la toma de muestra.
- Personal capacitado en los métodos físico y químicos del agua.
- Personal capacitado en la interpretación de los resultados del análisis de agua.
- Laboratorios certificados.

Los análisis que se realizan dentro de la empresa , primero se toma la muestra con los protocolos necesarios para no contaminar y no se obtenga un resultado erróneo , con la ayuda de equipos y utensilios se realiza los análisis en la cual el operador o encargo, ingresa a los formatos los resultados obtenidos e interpreta, si los resultados obtenidos no se encuentran dentro de los rangos establecidos para el crecimiento de la Tilapia , se procede a realizar acciones correctivas que ayude a tener una mejor calidad de agua en el cultivo.

La información ingresada a los formatos se almacenará, podrá ser consultada por el Dueño, operador y personal de COSAP.

Los resultados de los análisis realizados por laboratorios externos (análisis de agua y de pescado) se podrán anexar a los formatos de evaluación, se almacenarán y podrán ser consultados.

- **Buenas prácticas de cultivo de Tilapia en la inocuidad del producto durante el manejo del alimento.**

El alimento suministrado durante el cultivo de Tilapia debe tener todos los requerimientos nutricionales para el desarrollo óptimo, al tener ingredientes de calidad ayudara a tener un crecimiento favorable y a tener una mayor sobrevivencia. Una buena nutrición ayudara a prevenir enfermedades, disminuyendo el consumo de medicamentos que perjudicando en la calidad del producto. Los componentes del alimento cambian de acuerdo con la etapa de crecimiento en que encuentra ya que dependiendo en la etapa que se encuentren tienen requerimientos nutricionales diferentes, el tamaño de la partícula también es esencial de acuerdo con su talla para que puedan consumir las Tilapias los nutrientes necesarios.

Los alimentos que se venden en México para el cultivo de Tilapia son producidos por empresas que garantizan la calidad, inocuidad y nutrientes necesarios para el cultivo de Tilapia. Los fabricantes de este tipo de alimento deben seguir practicas o normas que aseguren al comprador un alimento libre de contaminantes.

5.1.2 .- Manejo del alimento en la granja.

El manejo de los alimentos es importante en el cultivo de Tilapia, debido a que se debe conservar la calidad, las buenas condiciones de almacenaje permite no tener plagas, químicos o microorganismos durante el transporte, recepción, almacenamiento o manejo. En el cultivo de Tilapia se debe evitar los riesgos asociados a contaminación química, biológica y al uso incontrolado de fármacos para que sea apto para el consumo humano.

El adecuado manejo de alimento reduce el impacto en el medio ambiente producido por el cultivo de Tilapia, al llegar el alimento a la granja se puede reducir la calidad por factores externos, por lo que se debe implementar un control para prevenir riesgos durante su manejo y almacenaje. En el manejo del alimento por parte del personal se deben tomar en cuenta las siguientes indicaciones:

- La granja deber tener bodega o almacén donde exclusivamente se guarde el alimento. El lugar debe contar con techo, paredes, estar libre de condiciones que propicien la humedad y promover un espacio fresco y seco. La ubicación de este espacio de almacenaje debe estar en una ubicación apartado de las instalaciones de cultivo, esto disminuye el riesgo por contaminación por personal o de vehículos de entrega.

- La bodega debe tener un tamaño adecuado para resguardar todo el alimento con identificación que permita visualizar el tipo de alimento, fecha de compra y caducidad.
- El almacén debe ser supervisado constantemente por personal de la granja de no contar con plagas (aves, roedores u otro tipo de plagas), mantener limpio y no almacenar cerca de plaguicidas, herbicidas, combustibles u otro agente que puedan poner en riesgo el alimento almacenado.
- En la granja se designa al personal encargado de la recepción de alimento y de llevar el control del alimento que se utiliza en los estanques.
- El alimento almacenado debe consumirse antes de la fecha de caducidad.
- Los sacos o costales de alimentos deben estar almacenados sobre tablas o tarimas, no deben estar en contacto con la pared del almacén recomienda apilar máximo 10 costales de alimentos de 20 kg y dejar 10 cm de separación entre cada pila de los costales para permitir una buena aireación.
- El diseño del almacén debe ser amplio para poder permitir los recorridos de supervisión de los sacos de alimentos.
- El almacenamiento del alimento debe estar acomodado de forma que primero se utilice el primero lote que llego a la granja, esto permite minimizar el crecimiento de microorganismos, asegurando una adecuada actividad de los aditivos y alimentos con medicamento.

5.1.3.- Criterio del monitoreo y formatos para la inspección.

Los formatos de control de alimento se dividen en 2 apartados (Registro para la recepción de alimento y en administración del alimento), se consideran varios aspectos que deben ser registrados en la hoja de evaluación:

Formato E: Registro para recepción de alimento medicado y no medicado.

- Nombre de la granja.
- Nombre del responsable de administrar el alimento y CURP.

- Domicilio.
- Tipo de alimento.
- Cantidad.
- Número de lote.
- Marca y proveedor.
- Nombre de persona que recibe el alimento.
- Condiciones de clima, fecha, hora.
- Apartado de observaciones.

Formato E.1: Administración de alimento.

- Nombre de la granja.
- Nombre del responsable de administrar el alimento y curp.
- Domicilio.
- Apartado de observaciones.

El formato se divide en las 3 etapas (Siembra, Preengorda, Engorda) de crecimiento de la Tilapia, en cada una se contemplan los mismos criterios a evaluar:

- Número de factura.
- Número de lote.
- Número de estanque.
- Número de organismos.
- Talla promedio.
- Peso promedio.
- Kg de alimento.

5.2.- Buenas prácticas de cultivo de Tilapia en el manejo de sustancias químicas y fármacos.

Además de la contaminación por mala calidad de agua existen otros riesgos de contaminación por sustancias química y fármacos, existen estrictas regulaciones en la venta y aplicación en granjas productoras para el consumo humano en algunos países. En México en la actualidad no existe una lista de productos aprobados para su uso en acuicultura, pero se toma como referencia los productos aprobados en Norteamérica y Europa. Algunas sustancias se ha prohibido su aplicación por el riesgo que presenta en la salud del consumidor y otras se ha fijado los límites que puede estar presente en el producto.

En los últimos años se ha dado mucha importancia en el uso responsable de sustancias químicas tóxicas o bioacumulables, mediante el control estricto de fármacos y químicos en la producción, asegurando que no se encuentren presentes en los organismos en el momento de la cosecha.

5.2.1.- Selección de sustancias químicas y fármacos.

El criterio de selección de productos químicos y fármacos es usar productos autorizados y por ninguna circunstancia usar productos prohibidos. En el caso de que no exista una lista de productos autorizados se debe consultar la lista autorizada por la FDA.

Se debe utilizar los productos que han funcionado en el tratamiento de enfermedades de la Tilapia y que su uso ha sido aprobado por las regulaciones correspondientes. La selección y uso de cualquier producto debe ser un acuerdo entre las autoridades y productores.

En la siguiente lista se muestra los compuestos sujetos a restricciones o prohibiciones, el cual antes de su comercialización se realiza un análisis para verificar que no se encuentre presente en el producto final.

- Sustancias antibacterianas, incluidas las sulfamidas y quinolonas.

- Fármacos: antihelmínticos, anticoccidianos, incluidos los nitroimidazoles, carbamatos y piretroides, tranquilizantes, antiinflamatorios no esteroideos (AINS), otras sustancias que ejerzan una actividad farmacológica.
- Sustancias y contaminantes medioambientales: compuestos organoclorados (incluidos los PCB), compuestos organofosforados, elementos químicos, micotoxinas, colorantes, otros.
- Ninguna de las siguientes sustancias deberá ser utilizada durante el proceso de cultivo: cloranfenicol, nitrofuranos (incluyendo furazolidona, nitrofurazona), dimetridazol, fluoroquinolonas, clenbuterol, dietilstibestrol (DES), ipronidazol, otros nitroimidazoles y los glicopéptidos.

5.2.2 .- Criterios de aplicación de fármacos y sustancias químicas.

Los fármacos y sustancias químicas utilizadas en la granja deben almacenarse y transportarse de acuerdo con las indicaciones del fabricante. La forma correcta de uso es de acuerdo con las instrucciones de la compañía que lo fabrico y los fármacos solo deben utilizarse durante el periodo indicado.

Es importante que los productores y encargos de aplicarlas conozca el uso adecuado, método de aplicación, cantidades de dosis permitida, seguridad del manejo de la sustancia por el personal y el ambiente.

La prevención de enfermedades es a través de buenas prácticas de manejo, los antibióticos deben utilizarse de manera preventiva o promotores de crecimiento, antes de aplicarlo se debe realizar un diagnóstico de la enfermedad y la evolución, una vez realizado el diagnóstico de la enfermedad se realiza antibiogramas para determinar la sensibilidad de la bacteria a los antibióticos y se selecciona el fármaco más adecuado.

Al utilizar este tipo de sustancias nunca se debe aplicar dosis menores de lo recomendado, esto es debido a que no se eliminaran las bacterias y se creara resistencia al medicamento y no cumplirá con la eliminación de la enfermedad. Los residuos de los fármacos generan

contaminación en el producto final y en el ambiente, por lo que se debe saber el periodo de permanencia y retiro de los productos, los cuales deben ser aplicados por personal calificado.

El manejo de sustancias o material peligroso debe manejarse con las medidas adecuadas, debido a que los productos químicos son peligrosos y un mal manejo puede provocar accidentes por descuidos, desconocimiento, falta de equipos de protección o fallas del producto. Existen sustancias que tienen propiedades corrosivas, irritantes, tóxicas, radioactivas o inflamables, por lo que un mal manejo representaría un riesgo para la salud, peces y ambiente.

5.2.3 .- Criterio del monitoreo y formatos para evitar residuos de fármacos y sustancias tóxicas en el producto final.

Los formatos de fármacos y sustancias tóxicas se divide en 2 apartados (registro de uso y control de sustancias tóxicas, registro de uso y control de medicamento veterinarios de uso), se consideran varios aspectos que deben ser registrados en la hoja de evaluación:

Formato F: Registro de uso y control de sustancias químicas.

- Nombre de la granja.
- Nombre del responsable de administrar el alimento y curp.
- Domicilio.
- No de estanque.
- Diagnostico.
- Sustancias químicas empleado.
- Tratamiento.
- Dosis.
- Forma de aplicación.
- Periodo de aplicación.

- Condiciones de clima, fecha, hora.
- Apartado de observaciones.

Formato G: Registro de uso y control de medicamentos veterinarios de uso acuícola.

- Número de estanque.
- Diagnostico.
- Medicamento veterinario.
- Tratamiento.
- Dosis.
- Forma de aplicación.
- Periodo de aplicación.
- Condiciones de clima, fecha, hora.
- Apartado de observaciones.

5.3.- Buenas prácticas de producción acuícola en la inocuidad de los productos de granja.

5.3.1.- Higiene y salud del personal.

En las buenas prácticas de producción acuícola de Tilapia es muy importante la higiene y la salud de todo el personal que trabaje en la granja acuícola. Es muy importante tener un nivel alto de higiene en todas las etapas del cultivo para evitar la contaminación del producto o en este caso las Tilapias, para llegar a ello se requiere la participación de todo el personal y de la administración de la granja, es importante que los trabajadores del área de cultivo cuenten con el equipo, materiales e infraestructuras para tener una buena higiene personal. La empresa debe facilitar todas estas condiciones para poder evitar cualquier tipo de contaminación durante esta práctica, todo el personal debe tener conocimiento del

reglamento de higiene personal, también es importante que los visitantes de la granja puedan visualizar el reglamento en la empresa y tenga conocimiento de ello.

En la siguiente lista se presenta los principios para tener una buena higiene personal:

- La granja debe contar con equipo y material para lavar y secar las manos de forma higiénica.
- Instalaciones adecuadas de baños y cuarto para el cambiarse la ropa el personal.
- Las descargas sanitarias deben ser en un lugar que no exista riesgo de contaminación con el cultivo.
- El personal debe ser capacitado en medidas de higiene que se debe emplear en las actividades que desarrolle en proceso de producción de Tilapia.
- En el proceso de cosecha no se puede utilizar joyas, adornos, maquillaje, relojes.
- El personal que tenga una enfermedad infecto- contagiosa que pueda ser transmitida por la comida (tifoidea, hepatitis, tuberculosis u otros) no deberá trabajar o manipular hasta que se haya recuperado, también aplica lo mismo si tiene heridas o infecciones en la piel.
- Las acciones como manipular las Tilapias con las manos sucias, toser, estornudar, fumar o comer cerca de las áreas de producción, que generan algún tipo de contaminación deben ser evitadas.
- Antes de realizar cualquier acción deben lavarse las manos el personal con agua, jabón y desinfectante, también aplica para después de ir al baño.
- Los guantes que se utilicen deben ser impermeables, limpios y desinfectados.

En los formatos de registro de higiene del personal se evalúa la higiene personal del trabajador de acuerdo con las BPPA, donde se le asigna un valor numérico que nos indica desde totalmente de acuerdo hasta totalmente en desacuerdo. En la siguiente lista se muestra las actividades a evaluar:

Formato H: Registro de higiene del personal.

- No fumar.
- No masticar chicle.
- Uñas cortas, limpias y sin pintura.
- Manos limpias y desinfectadas.
- No maquillaje, ni accesorios.
- Equipo de producción.
- Tosen o escupen con precaución durante las labores en la UPA.

En el formato también se ingresa la información de la empresa:

- Nombre de la granja.
- Nombre del dueño.
- Domicilio.
- Estado.
- Comunidad.
- Municipio.
- CURP.
- Condiciones de clima, fecha, hora.
- Apartado de observaciones.

5.3.2 .- Equipo y utensilios.

La granja debe contar con equipo y utensilios en buenas condiciones y en cantidades necesarias para poder realizar las actividades de producción. Los utensilios que se ocupan se verifican constante el estado en el que se encuentran, si se presentan una apariencia de desgaste, se remplazan por nuevos antes de que sufran deterioro. Es necesario contar con un área de apoyo, mantenimiento y reparación con la frecuencia necesaria. En la siguiente lista

se muestra los puntos necesarios a considerar para mantener la inocuidad del producto en relación con los equipos y utensilios:

- Unas de las principales fuentes de contaminación provienen de personas, equipos, utensilios, materiales y vehículos que ingresan a la granja. Las condiciones de ingreso del personal, equipo, utensilios y vehículos deben estar bien definidas, cada una de ellas se deben cumplir.
- Las personas ajenas a la granja se debe llevar un control de su ingreso.
- Se debe contar con instalaciones sanitarias (baños, regaderas, lavabos y área de limpieza) las cuales deben tener agua, luz, jabón desinfectante, papel higiénico, toallas desechables y recipiente para la basura. La ubicación de estas instalaciones debe estar lejos de donde se manipula el producto y con señalamientos.
- La granja debe contar con un sistema de desinfección (vados, arcos, sanitarios o pediluvios) en los accesos de la granja, también debe contar un tapete sanitario en la entrada de áreas donde se realicen actividades donde pueda existir el riesgo de contaminación.
- Las mesas de trabajo deben ser lisas, impermeables, resistentes y de un material resistente a los productos de desinfección, solventes y a una altura de 90 cm.
- Se debe contar con un área donde se pueda tener a una fácil disposición de guantes, mandiles, botas, cubiertas para la cabeza y otros equipos de protección.
- El equipo y material debe estar en cantidades suficientes, en buenas condiciones, deben estar limpios y desinfectados. El área designada para el resguardo del equipo y material debe ser exclusivo en un lugar de la granja y no debe ser utilizado en otra área porque generara contaminación cruzada.
- La granja debe contar con instrumentos de precisión y calibración adecuados para medir el tamaño de los peces, contar con microscopio para observar microorganismos y parásitos.
- Se debe contar con disponibilidad de contenedores para el transporte de peces vivos.

Criterio de monitoreo y formatos de limpieza y desinfección:

En los formatos de registros de limpieza y desinfección para estanquería, áreas, equipos y utensilios, se consideran varios aspectos que deben ser registrados en la hoja de evaluación:

- Nombre de la granja.
- Nombre del responsable.
- Domicilio.
- Curp.
- Comunidad.
- Municipio.
- Estado.
- Días de registros.
- Mes.
- Condiciones de clima, fecha, hora.
- Periodo.
- Desinfección.
- Limpieza.
- Apartado de observaciones.

Acción de control:

- Cucharones de pesca.
- Mallas.
- Tuberías.

- Mangueras.
- Lava manos.
- Estanque acuícola con cloro.
- Puntos de desinfección en pies.
- Estanque de traslado de peces en precosecha.

5.3.3 .- Sistema de control de plagas.

La presencia de plagas como insectos, roedores u otros animales en la granja acuícola puede generar contaminación biológica y química en el producto final. La contaminación biológica surge cuando las plagas son trasmisoras de enfermedades a través de la cadena alimentaria. La contaminación química se da cuando se usa de forma inadecua las sustancias químicas para el control de plagas en la granja. Las siguientes observaciones se deben atender:

- La implementación de programas de control debe incluir prevención, detección y erradicación, debe incluir el manejo integral de la fauna nociva, aplicación de buenas prácticas de producción acuícola, instalaciones, mecanismos de control y herramientas para llevarlo a cabo.
- El ambiente de la granja deber ser cuidado de no generar plagas, principalmente el almacén de alimento, este tipo de problemas se puede evitar aplicando las buenas prácticas de producción acuícola y control periódico de fauna nociva.
- Los agentes biológicos, químicos y físico deben ser aplicados por personal capacitado y siguiendo las instrucciones de cada producto.
- El personal que aplique cualquier sustancia para la eliminación de plagas debe cumplir con las especificaciones establecidas en el catálogo oficial vigente de plaguicidas del CICOPLAFEST.

Criterio de monitoreo y formatos de fauna nociva:

En los formatos de registros de control de fauna nociva, se consideran varios aspectos que deben ser registrados en la hoja de evaluación:

- Nombre de la granja.
- Nombre del dueño.
- Domicilio.
- Curp.
- Comunidad.
- Municipio.
- Estado.
- Días de registros.
- Mes.
- Periodo de control.
- Condiciones de clima, fecha, hora.
- Área (Aves, caracoles, peses muertos, animales de granja, árboles).
- Actividad.
- Método de control (malla anti pájaro, lavado de cobre, corte, cercado de la granja, retiro diario de peses, amarrado de animales.
- Apartado de observaciones.

5.3.4 .- Manejo de desechos.

- Los desechos que provienen de la granja deben colocarse en bolsas cerradas y se depositan en contenedores específicos con tapa, para posteriormente su remoción.
- Los desechos que provienen de limpieza y mantenimiento se colocan en contenedores específicos para este tipo de basura.

- Los desechos que provienen del proceso de producción deben ser recolectados y almacenados en contenedores exclusivos y removidos de las instalaciones.
- El lugar donde se encuentran los contenedores de basura y materiales de desecho deben mantenerse en buenas condiciones y limpios.
- La descarga de desechos no debe representar un riesgo de contaminación en la granja.
- Los peces muertos o vísceras que se recolecten durante el proceso de cultivo, se depositan en un lugar adecuado para su enterramiento. Los desechos deben estar perfectamente cubiertos de cal y preferentemente de tierra también para evitar su dispersión por aves u otros animales. El lugar del enterramiento de los desechos debe cumplir con los requerimientos oficiales para este tipo de instalaciones.

5.3.5 .- Criterio de monitoreo y formatos de eliminación de desechos.

En los formatos de registros de eliminación de desechos se consideran varios aspectos que deben ser registrados en la hoja de evaluación:

- Nombre de la granja.
- Nombre del dueño.
- Domicilio.
- Curp.
- Comunidad.
- Municipio.
- Estado.
- Días de registros.
- Mes.
- Periodo.

- Condiciones de clima, fecha, hora.
- Tipo de desecho (orgánica o inorgánica).
- Sitio de la eliminación de desecho.
- Acción de control (diario o cada 3 días).

5.4.- Trazabilidad en la producción acuícola de la Tilapia.

5.4.1.- Trazabilidad en la acuicultura.

El objetivo general de la trazabilidad es tener un historial documentada de cada lote de organismos desde que inicia el proceso de cultivo hasta el momento de la cosecha. Los registros de las unidades de producción deben tener el tipo, cantidad y fecha de cuando se adicionan los alimentos y el medicamento suministrado a los organismos. Los registros de alimentación y medicación deben tener un número de lote de la unidad de producción y tener un control eficiente de los sistemas de producción, calidad e inocuidad.

En cada una de las etapas de producción se requieren diferentes tipos de registros, para poder garantizar su mantenimiento, conservación y almacenaje, toda esta información es recomendable resguardarlo en una base de datos, para tener un fácil acceso y generar con mayor eficacia los registros específicos de un lote. A continuación, se describe los aspectos de trazabilidad en la unidad de producción:

- a) Se registra y especifica el lugar de procedencia (laboratorio propio o capturado de medio natural) de los huevos o juveniles.
- b) El medio de transporte de los organismos debe ser en condiciones adecuadas de oxígeno y temperatura.
- c) Al recibir en la granja los huevos o alevines se revisa y registra la información proporcionada por el proveedor, también la fecha y hora de entrega de los organismos.

- d) Al llegar los organismos a la granja se ingresan a estanques para su aclimatación, para proporcionar condiciones de recuperación después del transporte y aclimatarlos a las condiciones ambientales.
- e) Después de aclimatar a los organismos se transfieren a estanques o jaulas para su cultivo.
- f) La compra de alimento que proviene de fabricantes que han implementado sistemas de calidad y trazabilidad, asegura que los alimentos cumplan con requerimientos específicos y no se encuentren contaminados. Estos sistemas de control permiten minimizar problemas de inocuidad y calidad en el producto.
- g) La aplicación de medicamento en los organismos cultivados es necesario contar con evidencia documental del suministro.
- h) Se debe documentar la fecha, hora y condiciones de cosecha de cada lote de organismo.

5.4.2.- Criterio del monitoreo y formatos para la trazabilidad en la producción acuícola.

En los formatos de registros de trazabilidad(siembra), se consideran varios aspectos que deben ser registrados en la hoja de evaluación:

Formato I: Registro de trazabilidad(siembra).

- Nombre de la granja.
- Nombre del dueño y curp.
- Domicilio.
- Estado.
- Municipio.
- Comunidad.

- Apartado de observaciones.
- Condiciones de clima, fecha, hora.

El formato se divide en las 3 etapas (Siembra, Preengorda, Engorda) de crecimiento de la Tilapia, en cada una se contemplan los mismos criterios a evaluar:

- Número de factura.
- Número de lote.
- Número de estanque.
- Número de organismos.
- Talla promedio.
- Peso promedio.
- $\text{Kg totales} = \text{Peso} \times \text{núm. de org.}$

5.5.- Verificación interna.

5.5.1.- Seguimiento.

Las personas encargadas de analizar las no-conformidades, es el responsable de la unidad de producción con el responsable de área, deberán analizar las no-conformidades, así como los hallazgos susceptibles a acciones preventivas y designara un responsable en cada acción correctiva y preventiva necesaria. El personal designado de cada acción correctiva analizará las no-conformidades y hallazgos, procederá a proponer acciones correctivas o preventivas y fecha para su cumplimiento. El responsable de la unidad de producción informara a los evaluadores del programa, para que puedan verificar de las acciones correctivas y la fecha de cumplimiento. El seguimiento, verificación y cierre de las acciones preventivas es responsabilidad del responsable de la unidad de producción y de los responsables del área.

5.5.2.- Otras acciones correctivas y preventivas.

Las acciones correctivas se aplican a una no-conformidad, seguirá el mismo procedimiento al de verificación interna. Las acciones correctivas se aplican en todo momento en que se presente una causa potencial de no- conformidad con el fin de prevenir su frecuencia.

5.5.3 .- Criterio del monitoreo y formatos para la verificación.

En los formatos de acciones correctivas, se consideran varios aspectos que deben ser registrados en la hoja de evaluación:

Formato J: Acciones correctivas.

- Nombre de la granja.
- Nombre del dueño y CURP.
- Domicilio.
- Estado.
- Municipio.
- Comunidad.
- Apartado de observaciones.
- Condiciones de clima, fecha, hora.
- No. NC.
- Descripción de la conformidad.
- Acciones correctivas propuestas.

Conclusiones y Recomendaciones

Esta investigación aborda críticamente las deficiencias en la gestión de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA) en una granja productora de Tilapia. Se utilizó una combinación de herramientas analíticas, incluyendo el diagrama de Ishikawa, la metodología de Checkland, el diagrama de afinidad y el diagrama de interrelaciones, para evaluar y mejorar los procesos existentes. Los resultados han destacado la importancia de un sistema de manejo de información robusto y la capacitación dirigida, demostrando ser cruciales para mejorar la trazabilidad y la calidad del producto final.

A lo largo de las fases de diagnóstico y auditoría, se identificaron múltiples áreas de mejora, especialmente en lo referente a la documentación y los procedimientos operativos que impactan directamente en la recertificación de las BPPA. Las intervenciones implementadas, como la reestructuración de procesos y las capacitaciones específicas, resultaron en un incremento significativo en el nivel de cumplimiento con las normativas, con un progreso notable reflejado en un aumento del 26.67% en el cumplimiento de los requisitos de BPPA durante la fase de auditoría.

Este estudio subraya la importancia de una gestión efectiva de la calidad y la seguridad en la industria acuícola, resaltando la necesidad de sistemas integrados que faciliten la supervisión continua y la mejora de los procesos. Este enfoque no solo beneficia la operatividad de la granja, sino que también asegura la entrega de productos acuícolas seguros y de alta calidad al consumidor final.

La implementación de buenas prácticas de producción acuícola, apoyada en las herramientas y metodologías de la ingeniería industrial, ha demostrado ser un enfoque efectivo para optimizar los procesos, mejorar la calidad del producto y garantizar la sostenibilidad del sector. La aplicación del Ciclo de Deming, junto con la sistematización del manual de BPPTI y los formatos en una base de datos, ha permitido reducir no conformidades y mantener el sistema, minimizando riesgos y maximizando la productividad. Además, la integración de todos los elementos del sistema en un PC ha facilitado la toma de decisiones basada en evidencia, promoviendo prácticas más responsables con el medio ambiente y alineadas con los estándares nacionales.

En conclusión, esta tesis demuestra cómo la aplicación de principios de ingeniería industrial y herramientas de mejora continua puede resolver problemas complejos en el sector acuícola, proporcionando un marco sólido para la optimización de procesos y la conformidad con las normativas ambientales y de seguridad alimentaria. Este estudio no solo contribuye a la literatura existente, sino que también ofrece un camino viable para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en la industria acuícola, fortaleciendo la competitividad del sector y contribuyendo a su desarrollo sostenible. Esto asegura la disponibilidad de productos acuícolas inocuos para los clientes y refuerza la sinergia entre la acuicultura y la ingeniería industrial.

Referencias

- Ababouch, L. (2014). Food Safety Assurance Systems: Good Practices in Fisheries and Aquaculture. En *Encyclopedia of Food Safety* (pp. 159–167). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378612-8.00343-7>
- Ababouch, L. (2023). Good Practices in Fisheries and Aquaculture. En *Encyclopedia of Food Safety* (pp. 397–406). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822521-9.50053-7>
- Adib, K., Mazouzi, M., & Elyoussofi, S. (2024). Investigation of annual trucks fatal accidents in El Hajeb province of Morocco using TRIZ-Ishikawa diagram. *Heliyon*, 10(4). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26295>
- Ahmed, N., & Turchini, G. M. (2021). Recirculating aquaculture systems (RAS): Environmental solution and climate change adaptation. En *Journal of Cleaner Production* (Vol. 297). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126604>
- Ali, H., Belton, B., Haque, M. M., & Murshed-e-Jahan, K. (2023). Transformation of the feed supply segment of the aquaculture value chain in Bangladesh. *Aquaculture*, 576. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739897>
- Ariadi, H., Mujtahidah, T., & Wafi, A. (2023). Implications of Good Aquaculture Practice (GAP) Application on Intensive Shrimp Ponds and The Effect on Water Quality Parameter Compatibility. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 12(2), 259–268. <https://doi.org/10.20473/jafh.v12i2.32371>
- Asamoah, E. K., Nunoo, F. K. E., Addo, S., Nyarko, J. O., & Hyldig, G. (2021). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in fish smoked using traditional and improved kilns: Levels and human health risk implications through dietary exposure in Ghana. *Food Control*, 121, 107576. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107576>
- Bhujel, R. C. (2025). Tilapia farming systems. En *Tilapia* (pp. 127–175). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781800629455.0004>
- Bovenkerk, B., & Meijboom, F. L. B. (2012). The Moral Status of Fish. The Importance and Limitations of a Fundamental Discussion for Practical Ethical Questions in Fish Farming. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 25(6), 843–860. <https://doi.org/10.1007/s10806-011-9365-8>
- Braithwaite, J. (2022). Plan, Do, Study, Act (PDSA). En *Implementation Science* (pp. 83–84). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003109945-23>
- Bresky, N. (2007). Root Cause Analysis: Simplified Tools and Techniques. *Technometrics*, 49(3), 364–364. <https://doi.org/10.1198/tech.2007.s514>
- Bureau of Fisheries and Aquatic Resources (BFAR), D. de A. R. de Filipinas. (2023). *Bureau of Fisheries of the Ministry of Agriculture*.

- Canonico, G. C., Arthington, A., McCrary, J. K., & Thieme, M. L. (2005). The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15(5), 463–483. <https://doi.org/10.1002/aqc.699>
- Chahar, D. (2019). Natural health products and good manufacturing practices. En *Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and around the World* (pp. 97–103). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816467-9.00008-3>
- Checkland, P. (1981). *Systems Thinking, Systems Practice*. John Wiley & Sons.
- Checkland, P. (2000). Soft Systems Methodology: A Thirty Year Retrospective. *Systemic Practice and Action Research*, 17.
- Checkland, P. (2013). Soft Systems Methodology. En *Encyclopedia of Operations Research and Management Science* (pp. 1430–1436). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1153-7_971
- Checkland, P., & Scholes, J. (1999). *Soft systems methodology in action*. John Wiley & Sons.
- Consejo Nacional de Humanidades, C. y T. (Conahcyt). (2023). *Convocatoria 2023 Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia para la Producción, Protección, Reconocimiento y Resignificación de las Memorias y la Diversidad Cultural y Biocultural de México*.
- Costa Dias, M. A., Sant’Ana, A. S., Cruz, A. G., Faria, J. de A. F., Fernandes de Oliveira, C. A., & Bona, E. (2012). On the implementation of good manufacturing practices in a small processing unity of mozzarella cheese in Brazil. *Food Control*, 24(1–2), 199–205. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.09.028>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4 th). SAGE Publications.
- da Cruz, A. G., Cenci, S. A., & Maia, M. C. A. (2006). Quality assurance requirements in produce processing. En *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 17, Número 8, pp. 406–411). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.03.003>
- Da Cunha, D. T., Cipullo, M. A. T., Stedefeldt, E., & De Rosso, V. V. (2015). Food safety knowledge and training participation are associated with lower stress and anxiety levels of Brazilian food handlers. *Food Control*, 50, 684–689. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.10.012>
- Dawood, M. A. O., Madkour, K., & Sewilam, H. (2023). Polyculture of European seabass and Nile tilapia in the recirculating aquaculture system with brackish water: Effects on the growth performance, feed utilization, and health status. *Aquaculture and Fisheries*. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2023.11.001>
- De Oliveira, C. A. F., Da Cruz, A. G., Tavolaro, P., & Corassin, C. H. (2016). Food Safety: Good Manufacturing Practices (GMP), Sanitation Standard Operating Procedures (SSOP), Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP). En *Antimicrobial Food Packaging* (pp. 129–139). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800723-5.00010-3>

- De Silva, S. S. (2012). Aquaculture: a newly emergent food production sector—and perspectives of its impacts on biodiversity and conservation. *Biodiversity and Conservation*, 21(12), 3187–3220. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0360-9>
- Deines, A. M., Wittmann, M. E., Deines, J. M., & Lodge, D. M. (2016). Tradeoffs among Ecosystem Services Associated with Global Tilapia Introductions. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 24(2), 178–191. <https://doi.org/10.1080/23308249.2015.1115466>
- Domenech, E., Amorós, J. A., & Escriche, I. (2013). Effectiveness of prerequisites and the HACCP plan in the control of microbial contamination in ice cream and cheese companies. *Foodborne Pathogens and Disease*, 10(3), 222–228. <https://doi.org/10.1089/fpd.2012.1305>
- El-Sayed, A. F. M., & Fitzsimmons, K. (2023). From Africa to the world—The journey of Nile tilapia. En *Reviews in Aquaculture* (Vol. 15, Número S1, pp. 6–21). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/raq.12738>
- El-Sayed, A.-F. M. (2020). Tilapia distribution, transfers and introductions. En *Tilapia Culture* (pp. 33–45). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816509-6.00003-3>
- FAO. (2024). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd0683en>
- Fenning, T. (Ed.). (2014). *Challenges and Opportunities for the World's Forests in the 21st Century* (Vol. 81). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7076-8>
- García Ortega, A., & Calvario Martínez, O. (2008). *Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Tilapia para la Inocuidad Alimentaria*.
- Gentry, R. R., Alleway, H. K., Bishop, M. J., Gillies, C. L., Waters, T., & Jones, R. (2020). Exploring the potential for marine aquaculture to contribute to ecosystem services. *Reviews in Aquaculture*, 12(2), 499–512. <https://doi.org/10.1111/raq.12328>
- Gordon, T. A. C., Harding, H. R., Clever, F. K., Davidson, I. K., Davison, W., Montgomery, D. W., Weatherhead, R. C., Windsor, F. M., Armstrong, J. D., Bardonnnet, A., Bergman, E., Britton, J. R., Côté, I. M., D'agostino, D., Greenberg, L. A., Harborne, A. R., Kahilainen, K. K., Metcalfe, N. B., Mills, S. C., ... Santos, E. M. (2018). Fishes in a changing world: learning from the past to promote sustainability of fish populations. *Journal of Fish Biology*, 92(3), 804–827. <https://doi.org/10.1111/jfb.13546>
- Gule, T. T., & Geremew, A. (2022). Dietary Strategies for Better Utilization of Aquafeeds in Tilapia Farming. *Aquaculture Nutrition*, 2022, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2022/9463307>
- Haque, M. M., Alam, M. M., Hoque, M. S., Hasan, N. A., Nielsen, M., Hossain, M. I., & Frederiksen, M. (2021). Can Bangladeshi pangasius farmers comply with the requirements of aquaculture certification? *Aquaculture Reports*, 21. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100811>

- Hasan, M. R. (2019). *Aquaculture seed and feed production and management in Bangladesh Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <https://www.researchgate.net/publication/336028644>
- Holtzblatt, K., & Beyer, H. (2017). The Affinity Diagram. En *Contextual Design* (pp. 127–146). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800894-2.00006-5>
- Holtzblatt, K., Wendell, J. B., & Wood, S. (2005). Building an Affinity Diagram. En *Rapid Contextual Design* (pp. 159–179). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-012354051-5/50009-4>
- Hoque, M. Z. (2021a). Sustainability indicators for sustainably-farmed fish in Bangladesh. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 115–127. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.020>
- Hoque, M. Z. (2021b). Sustainability indicators for sustainably-farmed fish in Bangladesh. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 115–127. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.020>
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill.
- Ishikawa, K. (1986). *Guide to Quality Control*. Asian Productivity Organization.
- Juran, J. M. (1999). *Juran's Quality Handbook (5th ed.)*. McGraw-Hill.
- Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling (12th ed.)*. John Wiley & Sons.
- King, A. S., Elliott, N. G., Macleod, C. K., James, M. A., & Dambacher, J. M. (2018). Making better decisions: Utilizing qualitative signed digraphs modeling to enhance aquaculture production technology selection. *Marine Policy*, 91, 22–33. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.01.032>
- Kizzie-Hayford, N., Akanson, J., Ampofo-Asiama, J., & Abano, E. E. (2023). Influence of Partially Substituting Wheat Flour with Tiger Nut Flour on the Physical Properties, Sensory Quality, and Consumer Acceptance of Tea, Sugar, and Butter Bread. *International Journal of Food Science*, 2023, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2023/7892739>
- Knutson, K. (2020). Good manufacturing practice compliance is not optional. En *Food Safety Lessons for Cannabis-Infused Edibles* (pp. 47–68). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819512-3.00004-3>
- Lontsikh, P. A., Kunakov, E. P., Lontsikh, N. P., & Fedotova, A. V. (2023). CONNECTION BETWEEN THE DEMING CYCLE AND THE JURAN QUALITY SPIRAL IN THE DEVELOPMENT OF THE PDCA CYCLE AND THE CREATION OF A NETWORK-CENTRIC MANAGEMENT SYSTEM. *Quality. Innovation. Education*, 1, 3–10. <https://doi.org/10.31145/1999-513x-2023-1-03-10>

- McClanahan, T., Allison, E. H., & Cinner, J. E. (2015). Managing fisheries for human and food security. *Fish and Fisheries*, 16(1), 78–103. <https://doi.org/10.1111/faf.12045>
- Md. Hashibur, R., Mohammad Mahfujul, H., Mohammad Ashraful, A., & Flura, F. (2022). A Study on the Specific Growth Rate (SGR) at Different Stages of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Production Cycle in Tank Based Aquaculture System. *International Journal of Aquaculture and Fishery Sciences*, 8(2), 059–065. <https://doi.org/10.17352/2455-8400.000079>
- Montgomery, D. C. (2020). *Introduction to statistical quality control*. John Wiley & sons.
- Mustafa, A., Athirah, A., Ratnawati, E., Asaf, R., & Tarunamulia, T. (2021). Adoption Level of Good Aquaculture Practices in Brackish Water Pond Aquaculture, Pinrang Regency, South Sulawesi Province. *Economic and Social of Fisheries and Marine Journal*, 008(02), 181–195. <https://doi.org/10.21776/ub.ecsofim.2021.008.02.03>
- Nugroho, L. R., Sukardi, S., & Triyatmo, B. (2016). PENERAPAN CARA BUDIDAYA IKAN YANG BAIK PADA PEMBESARAN UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) DI PESISIR DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 18(2), 47. <https://doi.org/10.22146/jfs.12549>
- Nurzaki, A., Santoso, A., Benawan, C., Wahyudin, D., & Santoso, S. (2021). Improvement of DEET level of product X using Deming cycle (PDCA Method) in PT Z. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1034(1), 012110. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1034/1/012110>
- Onumah, E. E., Quaye, E. A., Ahwireng, A. K., & Campion, B. B. (2020). Fish Consumption Behaviour and Perception of Food Security of Low-Income Households in Urban Areas of Ghana. *Sustainability*, 12(19), 7932. <https://doi.org/10.3390/su12197932>
- Pulcini, D., Franceschini, S., Buttazzoni, L., Giannetti, C., & Capoccioni, F. (2020). Consumer Preferences for Farmed Seafood: An Italian Case Study. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 29(5), 445–460. <https://doi.org/10.1080/10498850.2020.1749201>
- Rahman, M. L., Shahjahan, M., & Ahmed, N. (2021). Tilapia Farming in Bangladesh: Adaptation to Climate Change. *Sustainability*, 13(14), 7657. <https://doi.org/10.3390/su13147657>
- Rossignoli, C. M., Manyise, T., Shikuku, K. M., Nasr-Allah, A. M., Dompheh, E. B., Henriksson, P. J. G., Lam, R. D., Lozano Lazo, D., Tran, N., Roem, A., Badr, A., Sbaay, A. S., Moruzzo, R., Tilley, A., Charo-Karisa, H., & Gasparatos, A. (2023). Tilapia aquaculture systems in Egypt: Characteristics, sustainability outcomes and entry points for sustainable aquatic food systems. *Aquaculture*, 577. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739952>
- Schmidt, H. (2019). Explosive precursor safety: An application of the Deming Cycle for continuous improvement. *Journal of Chemical Health & Safety*, 26(1), 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.jchas.2018.09.005>

- Servicio Nacional de Sanidad, I. y C. A. (SENASICA)). (2023). *Infografías Inocuidad Agroalimentaria, Acuícola y Pesquera*.
- Silva, F. N. L. da, Silva, O. L. L., Mendonça, R. C., Quadros, M. L. A. de, Oliveira, L. C. de, Oliveira, L. A. de A., Macedo, A. R. G., Silva, J. P. P. da, Costa, F. P., Pereira, A. S., & Paes, A. C. (2021). Checklist application to evaluate good management practices in aquaculture. *Research, Society and Development*, 10(1), e0310110296. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.10296>
- Socaciu, M.-I., Fogarasi, M., Simon, E. L., Semeniuc, C. A., Socaci, S. A., Podar, A. S., & Vodnar, D. C. (2021). Effects of Whey Protein Isolate-Based Film Incorporated with Tarragon Essential Oil on the Quality and Shelf-Life of Refrigerated Brook Trout. *Foods*, 10(2), 401. <https://doi.org/10.3390/foods10020401>
- Swamidass, P. M. (2000). DEMING CYCLE(PDCA). En *Encyclopedia of Production and Manufacturing Management* (pp. 155–155). Springer US. https://doi.org/10.1007/1-4020-0612-8_229
- Telvekar, P. A. (2024). *Tilapia Fish Farming*. Delve Publishing.
- The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. (2022). En *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- Valenti, W. C., Barros, H. P., Moraes-Valenti, P., Bueno, G. W., & Cavalli, R. O. (2021). Aquaculture in Brazil: past, present and future. *Aquaculture Reports*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611>
- Železnik, D., Kokol, P., & Blažun Vošner, H. (2017). Adapting nurse competence to future patient needs using Checkland's Soft Systems Methodology. *Nurse Education Today*, 48, 106–110. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2016.09.015>
- Zhang, Z., Liu, H., Jin, J., Zhu, X., Han, D., & Xie, S. (2024). Towards a low-carbon footprint: Current status and prospects for aquaculture. *Water Biology and Security*, 100290. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.watbs.2024.100290>
- Zhong, H., Zhou, Y., Xiao, J., Guo, Z., Tang, Z., Luo, Y., & Xie, L. (2024). Transcriptome analysis of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reveals altered expression of immune genes by cadmium. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 274, 116197. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116197>

ANEXOS

Anexo 1.- Notificación de auditoría. (Auditoría 1)

Notificación de auditoría

DE: Coordinadora de Calidad

PARA: Carlos Muñoz Betanzo.

FECHA: 10/10/2023

ASUNTO: Notificación de auditoría Interna

Por este medio le notifico que se ha programado la ejecución de la 1° Auditoría interna de calidad año 2023. La fecha programada para realizar la auditoría es el 27 de Octubre, se le realizara a las **INSTALACIONES, ÁREAS, DOCUMENTOS QUE AVALEN LAS BPPA EN TILAPIAS** liderado por Frida Isabel López Blanco.

Esta auditoría se realizará en un horario comprendido entre las 11 am y 2 am.

OBJETIVO DE LA AUDITORIA: Auditar las buenas prácticas acuícolas en las instalaciones, áreas, registros con la finalidad de:

- a) Determinar la conformidad de los elementos de BPPA
- b) Verificar que cumplan las buenas prácticas acuícolas.
- c) Determinar el compromiso del personal

ALCANCE DE AUDITORIA: La auditoría cubrirá los puntos que conforman el manual de buenas prácticas acuícolas en Tilapias.

Documentos auditar Durante la auditoría se revisarán los siguientes documentos:

- Instalaciones, equipo y utensilios de la granja acuícola.
- Abastecimiento de agua.
- Manejo de desechos.
- Programa de limpieza y desinfección de instalaciones, equipo y utensilio.
- Mantenimiento de locales, equipos y utensilios.
- Manejo del alimento en la granja.
- Trazabilidad.
- Registro de BPPATI.

Equipo Auditor:

El equipo auditor está conformado por:

Frida Isabel López Blanco



Auditor líder: Frida Isabel López Blanco

Anexo 2.- Apertura de auditoría (Auditoría 1)

FORMATO: ACTA DE REUNIÓN DE APERTURA AUDITORÍA INTERNA	FECHA DE VIGENCIA:
	VERSIÓN: 01
	PAGINA: 1 de 2

PROCESO: AUDITORIA	GRANJA AUDITADA: INGENIERIA AGROPECUARIA DEL PAPALOAPAN S.P.R. DE R.L.
FECHA: 27/10/2023	HORA DE INICIO: 11 am.
LUGAR: RANCHO LAS GUACAMAYAS SN CP.9 POR GASOLINERA AUTOPISTA TIERRA ADENTRO. CP. 95216 TIERRA ADENTRO, VER.	HORA DE TERMINACIÓN: 2 pm.

1. ASISTENCIA:

La reunión de apertura contó con los siguientes funcionarios:

Por parte del proceso auditado

CARLOS MUÑOZ BETANZO.

Por parte del equipo de auditoria

FRIDA ISABEL LÓPEZ BLANCO

2. PRESENTACIÓN:

Se llevó a cabo la presentación de cada uno de los funcionarios que participarán y/o atenderán como designados las visitas de auditoría como facilitadores y articuladores de la información requerida para su desarrollo.

3. PROPOSITO Y OBJETIVO DE LA AUDITORIA:

El auditor explicó a los asistentes el propósito general de la auditoría a realizar en verificar el cumplimiento de las BPPATI.

Que involucra los siguientes objetivos específicos:

- a) Verificar que cumplan las Buenas Prácticas acuícolas en Tilapia.
- b) Determinar el compromiso del personal.

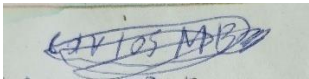
**FORMATO: ACTA DE REUNIÓN DE
APERTURA AUDITORÍA INTERNA**

FECHA DE VIGENCIA:

VERSIÓN: 01

PAGINA: 2 de 2

4. CONTROL DE REGISTRO DE LA ASISTENCIA A LA REUNIÓN DE APERTURA:

Nombre y Apellidos	Proceso al que pertenece y/o dependencia	Cargo	Firma
CARLOS MUÑOZ BETANZO.	INGENIERIA AGROPECUARIA DEL PAPALOAPAN S.P.R. DE R.L.	LÍDER DEL PROCESO AUDITADO.	
FRIDA ISABEL LÓPEZ BLANCO.	TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO CAMPUS ORIZABA	AUDITOR (JEFE DE OFIC. CONTROL INTERNO Y EVALUACIÓN)	

Anexo 3.- Cierre de auditoría (Auditoría 1)

FORMATO: ACTA DE REUNIÓN DE CIERRE AUDITORÍA INTERNA.	FECHA DE VIGENCIA:
	VERSIÓN: 01
	PAGINA: 1 de 2

PROCESO: AUDITORIA	GRANJA AUDITADA: INGENIERIA AGROPECUARIA DEL PAPALOAPAN S.P.R. DE R.L.
FECHA: 27/10/2023	HORA DE INICIO: 11 am.
LUGAR: RANCHO LAS GUACAMAYAS SN CP.9 POR GASOLINERA AUTOPISTA TIERRA ADENTRO. CP. 95216 TIERRA ADENTRO, VER.	HORA DE TERMINACIÓN: 2 pm.

1. ASISTENCIA:

La reunión de apertura contó con los siguientes funcionarios:

Por parte del proceso auditado

CARLOS MUÑOZ BETANZO.

Por parte del equipo de auditoria

FRIDA ISABEL LÓPEZ BLANCO

2. AGRADECIMIENTO:

Se agradeció al (los) líder (es) del proceso(s) y a los funcionarios de la(s) dependencia (s) auditada, por la disponibilidad de los recursos físicos y logísticos que fueron solicitados para realizar el trabajo y por disposición del personal que fue requerido en las evaluaciones, que fueron realizadas.

3. HECHOS RELEVANTES:

El auditor presenta los hechos más relevantes (fortaleza y debilidades), encontrados en desarrollo de la auditoria:

No existe evidencia documentada del 2021-2023 de los siguientes Formatos de evaluación:

FORMATO A1: ANÁLISIS DE CONDICIONES DE AGUA.

FORMATO A2: ANÁLISIS QUÍMICOS DE AGUA POR LABORATORIOS.

FORMATO A3: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA DE AGUA.

**FORMATO: ACTA DE REUNIÓN DE
CIERRE AUDITORÍA INTERNA.**

FECHA DE VIGENCIA:

VERSIÓN: 01

PAGINA: 2 de 2

FORMATO A4: ANÁLISIS DE METALES PESADOS EN AGUA POR LABORATORIOS.
FORMATO A5: ANÁLISIS PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS DE LA MUESTRA DE AGUA
FORMATO A6: ANÁLISIS MICROBIOLOGICO DE LA MUESTRA DE PESCADO.
FORMATO A7: ANÁLISIS DE METALES PESADOS DE LA MUESTRA DE PESCADO.
FORMATO A8: ANÁLISIS PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS DE LA MUESTRA DE PESCADO.
FORMATO B: REGISTRO DE CONTROL DE FAUNA NOCIVA.
FORMATO C: REGISTRO DE ELIMINACIÓN DE DESECHOS.
FORMATO D: REGISTRO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN PARA ESTANQUERIA, AREAS, EQUIPOS Y UTENSILIOS.
FORMATO E: REGISTRO PARA RECEPCIÓN DE ALIMENTO MEDICADO Y NO MEDICADO.
FORMATO E.1: ADMINISTRACIÓN DE ALIMENTO.
FORMATO F: REGISTRO DE USO Y CONTROL DE SUSTANCIAS QUIMICAS.
FORMATO G: REGISTRO DE USO Y CONTROL DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS DE USO ACUICOLA.
FORMATO H: REGISTRO DE HIGIENE DEL PERSONAL.
FORMATO I: REGISTRO DE TRAZABILIDAD(SIEMBRA).
FORMATO J: ACCIONES CORRECTIVAS.

4. PLAN DE MEJORAMIENTO

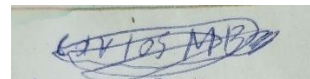
El (los) responsables (s) del (los) proceso (s) evaluado (s) enviará (n) el plan de mejoramiento propuesto a la oficina de control interno el día 10 del mes Noviembre del año 2023 según el formato establecido (Plan de mejoramiento).

5. INFORME DE AUDITORIA:

Finalmente se informó que se procederá a la entrega del informe final de la auditoría interna el día 20 mes Noviembre del año 2023.



FRIDA ISABEL LÓPEZ BLANCO.



CARLOS MUÑOZ BETANZO.

Anexo 4.- Informe de auditoría (Auditoría 1).

	INFORME DE AUDITORIA	CODIGO:
		VERSIÓN: 1
		FECHA DE VIGENCIA:

Fecha informe: 20 de noviembre 2023

Auditor líder: Frida Isabel López Blanco

Equipo auditor: Frida Isabel López Blanco.

Tipo de auditoria: Interna

Fecha de auditoria: 27/10/2023

Objetivo: Auditar las buenas prácticas acuícolas en las instalaciones, áreas, registros con la finalidad de:

- d) Determinar la conformidad de los elementos de BPPA
- e) Verificar que cumplan las buenas prácticas acuícolas.
- f) Determinar el compromiso del personal

Alcance: La auditoría cubrirá los puntos que conforman el manual de buenas prácticas acuícolas en Tilapias.

Criterios de auditorías

Se evaluó con los criterios del manual de BPPA.

Actividades desarrolladas

- Se revisó toda la documentación de las BPPA del periodo 2021-2023
- Se revisó las instalaciones, áreas, bodegas.
- Se revisó los protocolos de ingreso e higiene del personal.
- Se revisó los documentos de trazabilidad de los alevines.

Aspectos relevantes

- No se encontró registro de las BPPA del periodo que se está evaluando.

Aspectos por mejorar.

- Hacer una evaluación periódica de los formatos de BPPA de forma digital.

Hallazgos

No se encontró evidencia documentada del 2021-2023 de los siguientes formatos de evaluación:

- Formato A1: Análisis de condiciones de agua.
- Formato A2: Análisis químicos de agua por laboratorios.
- Formato A3: Análisis microbiológico de la muestra de agua.
- Formato A4: Análisis de metales pesados en agua por laboratorios.

	INFORME DE AUDITORIA	CODIGO:
		VERSIÓN: 1
		FECHA DE VIGENCIA:

- Formato A5: Análisis plaguicidas organoclorados de la muestra de agua.
- Formato A6: Análisis microbiológico de la muestra de pescado.
- Formato A7: Análisis de metales pesados de la muestra de pescado.
- Formato A8: Análisis plaguicidas organoclorados de la muestra de pescado.
- Formato B: Registro de control de fauna nociva.
- Formato C: Registro de eliminación de desechos.
- Formato D: Registro de limpieza y desinfección para estanqueria, áreas, equipos y utensilios.
- Formato E: Registro para recepción de alimento medicado y no medicado.
- Formato E.1: Administración de alimento.
- Formato F: Registro de uso y control de sustancias químicas.
- Formato G: Registro de uso y control de medicamentos veterinarios de uso acuícola.
- Formato H: Registro de higiene del personal.
- Formato I: Registro de trazabilidad(siembr).
- Formato J: Acciones correctivas.

Conclusión

Se concluye que no existe evidencia suficiente para evaluar las BPPA, por lo tanto, la empresa INGENIERIA AGROPECUARIA DEL PAPALOAPAN S.P.R. DE R.L. no es candidato para obtener una recertificación de BPPA.

Anexo 5.- Notificación de auditoría. (Auditoría 2)

Notificación de auditoría

PARA: INGENIERÍA AGROPECUARIA DEL PAPALOAPAN, S.P.R. DE R.L.

FECHA: 11/02/2024

ASUNTO: Notificación de auditoría Interna

Por este medio le notifico que se ha programado la ejecución de la 2ª. Auditoría interna de calidad año 2024. La fecha programada para realizar la auditoría es el 17 de Febrero, se le realizara a las **INSTALACIONES, ÁREAS, DOCUMENTOS QUE AVALEN LAS BPPA EN TILAPIAS** liderado por Frida Isabel López Blanco.

Esta auditoría se realizará en un horario comprendido entre las 11 am y 2 am.

OBJETIVO DE LA AUDITORIA: Auditar las buenas prácticas acuícolas en las instalaciones, áreas, registros con la finalidad de:

- g) Determinar la conformidad de los elementos de BPPA
- h) Verificar que cumplan las buenas prácticas acuícolas.
- i) Determinar el compromiso del personal

ALCANCE DE AUDITORIA: La auditoría cubrirá los puntos que conforman el manual de buenas prácticas acuícolas en Tilapias.

Documentos auditar Durante la auditoría se revisarán los siguientes documentos:

- Instalaciones, equipo y utensilios de la granja acuícola.
- Abastecimiento de agua.
- Manejo de desechos.
- Programa de limpieza y desinfección de instalaciones, equipo y utensilio.
- Mantenimiento de locales, equipos y utensilios.
- Manejo del alimento en la granja.
- Trazabilidad.
- Registro de BPPATI.

Equipo Auditor:

El equipo auditor está conformado por:

Frida Isabel López Blanco



Auditor líder: Frida Isabel López Blanco

Anexo 6.- Acta de Reunión de Apertura Auditoría Interna (Auditoría 2)

FORMATO: ACTA DE REUNIÓN DE APERTURA AUDITORÍA INTERNA	FECHA DE VIGENCIA:
	VERSIÓN: 01
	PAGINA: 1 de 2

PROCESO: AUDITORIA	GRANJA AUDITADA: INGENIERIA AGROPECUARIA DEL PAPALOAPAN S.P.R. DE R.L.
FECHA: 17/02/2024	HORA DE INICIO: 11 am.
LUGAR: RANCHO LAS GUACAMAYAS SN CP.9 POR GASOLINERA AUTOPISTA TIERRA ADENTRO. CP. 95216 TIERRA ADENTRO, VER.	HORA DE TERMINACIÓN: 2 pm.

1. ASISTENCIA:

La reunión de apertura contó con los siguientes funcionarios:

Por parte del proceso auditado

CARLOS MUÑOZ BETANZO.

Por parte del equipo de auditoria

FRIDA ISABEL LÓPEZ BLANCO.

2. PRESENTACIÓN:

Se llevó a cabo la presentación de cada uno de los funcionarios que participarán y/o atenderán como designados las visitas de auditoría como facilitadores y articuladores de la información requerida para su desarrollo.

3. PROPOSITO Y OBJETIVO DE LA AUDITORIA:

El auditor explicó a los asistentes el propósito general de la auditoría a realizar en verificar el cumplimiento de las BPPATI.

Que involucra los siguientes objetivos específicos:

- c) Verificar que cumplan las Buenas Prácticas acuícolas en Tilapia.
- d) Determinar el compromiso del personal.

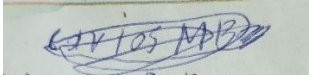
**FORMATO: ACTA DE REUNIÓN DE
APERTURA AUDITORÍA INTERNA**

FECHA DE VIGENCIA:

VERSIÓN: 01

PAGINA: 2 de 2

4. CONTROL DE REGISTRO DE LA ASISTENCIA A LA REUNIÓN DE APERTURA:

Nombre y Apellidos	Proceso al que pertenece y/o dependencia	Cargo	Firma
CARLOS MUÑOZ BETANZO.	INGENIERIA AGROPECUARIA DEL PAPALOAPAN S.P.R. DE R.L.	LÍDER DEL PROCESO AUDITADO.	
FRIDA ISABEL LÓPEZ BLANCO.	TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO CAMPUS ORIZABA	AUDITOR (JEFE DE OFIC. CONTROL INTERNO Y EVALUACIÓN)	

Anexo 7.- Cierre de auditoría (Auditoría 2)

PROCESO: AUDITORIA	GRANJA AUDITADA: INGENIERIA AGROPECUARIA DEL PAPALOAPAN S.P.R. DE R.L.
FECHA: 17/02/2024	HORA DE INICIO: 11 am.
LUGAR: RANCHO LAS GUACAMAYAS SN CP.9 POR GASOLINERA AUTOPISTA TIERRA ADENTRO. CP. 95216 TIERRA ADENTRO, VER.	HORA DE TERMINACIÓN: 2 pm.

1. ASISTENCIA:

La reunión de apertura contó con los siguientes funcionarios:

Por parte del proceso auditado

CARLOS MUÑOZ BETANZO.

Por parte del equipo de auditoria

FRIDA ISABEL LÓPEZ BLANCO.

2. AGRADECIMIENTO:

Se agradeció al (los) líder (es) del proceso(s) y a los funcionarios de la(s) dependencia (s) auditada, por la disponibilidad de los recursos físicos y logísticos que fueron solicitados para realizar el trabajo y por disposición del personal que fue requerido en las evaluaciones, que fueron realizadas.

3. HECHOS RELEVANTES:

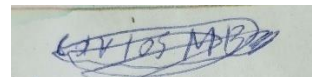
No se encontró ningún hallazgo durante el proceso de auditoría.

4. INFORME DE AUDITORIA:

Finalmente se informó que se procederá a la entrega del informe final de la auditoría interna el día 15 mes Marzo del año 2024.



FRIDA ISABEL LÓPEZ BLANCO



CARLOS MUÑOZ BETANZO

Anexo 8.- Informe de auditoría (Auditoría 2).

	INFORME DE AUDITORIA	CODIGO:
		VERSIÓN: 1
		FECHA DE VIGENCIA:

Fecha informe: 15 de marzo 2024

Auditor líder: Frida Isabel López Blanco

Equipo auditor: Frida Isabel López Blanco.

Tipo de auditoria: Interna

Fecha de auditoria: 17/02/2024

Objetivo: Auditar las buenas prácticas acuícolas en las instalaciones, áreas, registros con la finalidad de:

- j) Determinar la conformidad de los elementos de BPPA
- k) Verificar que cumplan las buenas prácticas acuícolas.
- l) Determinar el compromiso del personal

Alcance: La auditoría cubrirá los puntos que conforman el manual de buenas prácticas acuícolas en Tilapias.

Criterios de auditorías

Se evaluó con los criterios del manual de BPPA.

Actividades desarrolladas

- Se revisó toda la documentación de las BPPA del periodo 2021-2023
- Se revisó las instalaciones, áreas, bodegas.
- Se revisó los protocolos de ingreso e higiene del personal.
- Se revisó los documentos de trazabilidad de los alevines.

Aspectos relevantes

- La empresa cumple en cada área, etapa y proceso las actividades recomendadas en el manual de BPPA.

Hallazgos

- No se encontró ningún hallazgo durante el proceso de auditoría.

Conclusión

No se encontraron hallazgos en esta segunda auditoria, la empresa INGENIERIA AGROPECUARIA DEL PAPALOAPAN S.P.R. DE R.L., realizo todas las actividades recomendadas del manual de BPPA en cada una de las áreas, etapas y procesos del cultivo de Tilapia, por lo tanto, es candidato para obtener una recertificación de BPPA.

Anexo 9.- Formato A: Documentación de la granja.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces			Fecha: _____	
	FORMATO A: DOCUMENTACIÓN DE LA GRANJA			Hora: _____	
				Clima: _____	
				Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____ Nombre: _____ Curp: _____ Domicilio: _____ Comunidad: _____ Municipio: _____ Estado: _____ Credencial de Elector: _____ Especie: _____ Cumplimiento al Numeral: _____	
Número de Documento	Tipo de Documento	Presentación del documento		Entregado	
		Físico	Electrónico	Si	No
1	Registro nacional de pesca (RNP)				
2 a	Documento Legal de posesion (persona fisica)				
2 b	Documento Legal de posesion (persona moral)				
2 c	Documento legal de COMODATO				
2 d	Curp RPTE Legal				
2 e	Acta constitutiva y modificaciones				
2 f	Acta con poder RPTE Legal				
2 g	RFC AGROP				

2 h	Planos del proyecto				
2 i	RFC RPTE Legal				

2 j	Datos de la Granja				
2 k	Impacto Ambiental				
2 l	Formato de solicitud de cédula RNPA				
2 m	Recibo acuícola				
2 n	Recibo de domicilio fiscal				
2 o	Registro Nacional de Pesca				

Anexo 10.- Formato A1: Análisis de condiciones de agua.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces		Fecha:	
	FORMATO A1: ANÁLISIS DE CONDICIONES DE AGUA		Hora	
			Clima:	
			Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____ Nombre: _____ Curp: _____ Domicilio: _____ Comunidad: _____ Municipio: _____ Estado: _____ Credencial de Elector: _____ Especie: _____ Cumplimiento al Numeral: 21	
Formato A	Personal de la Granja	Laboratorio Externo	COSAP	
Apariencia Cualitativa del Agua:			Periodicidad	
Olor		Color		
Inoloro ☐	Olor ligero ☐	Olor Intenso ☐	Inoloro ☐ Verde Claro ☐ Verde Intenso ☐	Diario

Nº de Estanque	Temperatura	Turbidez:	Disco de secchi	SST	STD	Oxígeno Disuelto	Ph	Revisó	Observaciones
	25 a 30 °c		cm de altura	10 to 80 ml/l	<40 ml/L	>3 mg/L	6.5 a 9.0		

Anexo 11.- Formato A2: Análisis químicos de agua por laboratorios.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces							Fecha:
	FORMATO A2: ANÁLISIS QUÍMICOS DE AGUA POR LABORATORIOS							Hora
								Clima:
Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____ Dueño: _____ Curp: _____ Domicilio: _____ Comunidad: _____ Municipio: _____ Estado: _____ Credencial de Elector: _____ Nombre del laboratorio: _____ N° de acreditación: _____ RFC La _____ Ubicación: _____ RNPA: _____ Periodo de análisis : _____ Cumplimiento del numeral: 21 Especie: _____								
Apariencia Cualitativa del Agua:								Periodicidad
Olor				Color				
Inoloro ☐ Olor ligero ☐ Olor Intenso ☐				Inoloro ☐ Verde Claro ☐ Verde Intenso ☐				
Por lote								

N° Estanque	Alcalinidad total	Dureza Total	Amonio No-ionizado	Amonio Total	Nitrito	Nitrato	Fosfato	Reviso	Observaciones
	100 a 200 mg/L	20 a 350 mg/L	>0.1 mg/L	>20 mg/L	>0.1 mg/L	>10 mg/L	0.6 a 1.5 mg/L		

Anexo 12.- Formato A3: Análisis microbiológico de la muestra de agua.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces						Fecha:
	FORMATO A3: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA DE AGUA						Hora
							Clima:
							Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____ Dueño: _____ Curp: _____ Domicilio: _____ Comunidad: _____ Municipio: _____ Estado: _____ Credencial de Elector: _____ Nombre del laboratorio: _____ N° de acreditación: _____ Rfc La _____ Ubicación: _____ RNPA: _____ Periodo de analisis : _____ Cumplimiento del numeral: 21 Especie: _____
Apariencia Cualitativa del Agua:						Periodicidad	
Olor			Color				
Inoloro ☐ Olor ligero ☐ Olor Intenso ☐			Inoloro ☐ Verde Claro ☐ Verde Intenso ☐				
_____ Anual _____							

N° Estanque	Coliformes fecales.	E.coli.	Vibrio cholerae O:1 y no O:1.	Salmonella spp.	Staphylococcuss aureus.	Reviso	Observaciones

Anexar PDF: Análisis Microbiológicos de la Muestra en Agua por laboratorios.

Anexo 13.- Formato A4: Análisis de metales pesados en agua por laboratorios.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces								Fecha:
	FORMATO A4: ANÁLISIS DE METALES PESADOS EN AGUA POR LABORATORIOS								Hora
									Clima:
Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____ Dueño: _____ Curp: _____ Domicilio: _____ Comunidad: _____ Municipio: _____ Estado: _____ Credencial de Elector: _____ Nombre del laboratorio: _____ N° de acreditación: _____ Rfc La _____ Ubicación: _____ RNPA: _____ Periodo de análisis : _____ Cumplimiento del numeral: <u>21</u> Especie: _____									
Apariencia Cualitativa del Agua:									Periodicidad
Olor					Color				
Inoloro ☐ Olor ligero ☐ Olor Intenso ☐					Inoloro ☐ Verde Claro ☐ Verde Intenso ☐				

N° Estanque	Cadmio	Plomo	Aluminio	Bario	Cobre	Manganesio	Mercurio	Zinc	Revisó	Observaciones

Anexar PDF: Análisis de Metales Pesado en Agua por laboratorios.

Anexo 14.- Formato A5: Análisis plaguicidas organoclorados de la muestra de agua.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces		Fecha:
	FORMATO A5 : ANÁLISIS PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS		Hora
			Clima:
Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____ Nombre de quien realiza el análisis: _____ Nombre del laboratorio: _____ N° de acreditación: _____ Rfc: _____ Ubicación: _____ RNPA: _____ Periodo de análisis : _____ Cumplimiento del numeral: 21 Especie: _____			
Apariencia Cualitativa del Agua:			Periodicidad
Olor	Color		
Inoloro ☐ Olor ligero ☐ Olor Intenso ☐	Inoloro ☐ Verde Claro ☐ Verde Intenso ☐		
			Anual

GLOBAL	Aldrin	Dieldrin	Endrin	Endosulfan	Clordano	DDT	pp-DDE	pp-DDD	Lindano	Heptacloro	Epoxico de Hep.	Metoxicloro	Revisó	Observaciones

Anexar PDF: Análisis de Plaguicidas Organoclorados en Agua por laboratorios.

Anexo 15.- Formato A6: Análisis microbiológico de la muestra de pescado.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces							Fecha:
	FORMATO A6: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA MUESTRA DE PESCADO							Hora
								Clima:
Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____ Nombre de quien realiza el análisis: _____ Nombre del laboratorio: _____ N° de acreditación: _____ Rfc: _____ Ubicación: _____ RNPA: _____ Periodo de análisis : _____ Cumplimiento del numeral: <u>21</u> Especie: _____								
Apariencia Cualitativa del Agua:							Periodicidad	
Olor			Color					
Inoloro ☐ Olor ligero ☐ Olor Intenso ☐			Inoloro ☐ Verde Claro ☐ Verde Intenso ☐				Anual	

No Estanque	Coliformes fecales.	E.coli.	Vibrio cholerae O:1 y no O:1.	Salmonella	Staphylococcuss Aureus.	Francisella sp.	Reviso	Observaciones

Anexar PDF: Análisis Microbiológicos de la Muestra en Pescado por laboratorios.

Anexo 16.- Formato A7: Análisis de metales pesado de la muestra de pescado.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces	Fecha:
	FORMATO A7: ANÁLISIS DE METALES PESADO DE LA MUESTRA DE PESCADO	Hora
		Clima:
Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____ Nombre de quien realiza el análisis: _____ Nombre del laboratorio: _____ N° de acreditación: _____ Rfc: _____ Ubicación: _____ RNPA: _____ Periodo de análisis : _____ Cumplimiento del numeral: 21 Especie: _____		
Apariencia Cualitativa del Agua:		Periodicidad
Olor	Color	
Inoloro ☐ Olor ligero ☐ Olor Intenso ☐	Inoloro ☐ Verde Claro ☐ Verde Intenso ☐	Anual

N° Estanque	Metilmercurio	Cadmio	Plomo	Revisó	Observaciones
Anexar PDF: Análisis de Metales Pesado en Pescado por laboratorios.					

Anexo 17.- Formato A8: Análisis plaguicidas organoclorados de la muestra de pescado.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces												Fecha:
	FORMATO A8: ANÁLISIS PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS DE LA MUESTRA DE PESCADO												Hora
													Clima:
Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____ Nombre de quien realiza el análisis: _____ Nombre del laboratorio: _____ N° de acreditación: _____ Rfc: _____ Ubicación: _____ RNPA: _____ Periodo de análisis : _____ Cumplimiento del numeral: 21 Especie: _____													
Apariencia Cualitativa del Agua:												Periodicidad	
Olor						Color							
Inoloro ☐ Olor ligero ☐ Olor Intenso ☐						Inoloro ☐ Verde Claro ☐ Verde Intenso ☐						<u> Anual </u>	

N° Estanque	Aldrin	Dieldrin	Endrin	Endosulfan	Clordano	DDT	pp-DDE	pp-DDD	Lindano	Heptacloro	Epoxico de Hep.	Metoxicloro	Revisó	Observaciones

Anexar PDF: Análisis de Plaguicidas Organoclorados en Peces por laboratorios.

Anexo 18.- Formato B: Registro de control de fauna nociva.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces		Fecha:
	FORMATO B: REGISTRO DE CONTROL DE FAUNA NOCIVA		Hora
			Clima:
Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____ Responsable: _____ Curp: _____ Domicilio: _____ Comunidad: _____ Municipio: Estado: _____ Mes: _____ Días de registro: _____ Cumplimiento al Numeral: 14 Periodo de control: _____			
AREA	Actividad	Metodo de control	Observaciones
Aves ☐ Caracoles ☐ Peces Muertos ☐ Animales de Granja ☐ Arboles ☐		Malla Antipajaro ☐ Lavado con Cobre ☐ Corte ☐ Cercado de la Granja ☐ Retiro diario de Peces ☐ Amarrado de animales ☐	
Aves ☐ Caracoles ☐ Peces Muertos ☐ Animales de Granja ☐ Arboles ☐		Malla Antipajaro ☐ Lavado con Cobre ☐ Corte ☐ Cercado de la Granja ☐ Retiro diario de Peces ☐ Amarrado de animales ☐	

Anexo 19.- Formato C: Registro de eliminación de desechos.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces			Fecha:
	FORMATO C: REGISTRO DE ELIMINACIÓN DE DESECHOS			
				Hora
				Clima:

Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____
 Responsable: _____ Curp: _____
 Domicilio: _____
 Comunidad: _____ Municipio: Estado: _____ Mes: _____
 Días de registro: _____
 Cumplimiento al Numeral: **16**

Periodo	Tipo de Desecho	Sitio de la Eliminación del Desecho	Acción de Control	Observaciones
	Orgánico ☐ Inorgánico ☐		Diario ☐ Cada 3 día ☐	
	Organico ☐ Inorganico ☐		Diario ☐ Cada 3 día ☐	
	Organico ☐ Inorganico ☐		Diario ☐ Cada 3 día ☐	
	Organico ☐ Inorganico ☐		Diario ☐ Cada 3 día ☐	
	Organico ☐ Inorganico ☐		Diario ☐ Cada 3 día ☐	
	Organico ☐ Inorganico ☐		Diario ☐ Cada 3 día ☐	

Anexo 20.- Formato D: registro de limpieza y desinfección para estanquería, áreas, equipos y utensilios.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces		Fecha:
	FORMATO D: REGISTRO DE LIMPIEZA Y DESINFECCION PARA ESTANQUERIA, AREAS, EQUIPOS Y UTENSILIOS		Hora
			Clima:
Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____ Responsable: _____ Curp: _____ Domicilio: _____ Comunidad: _____ Municipio: Estado: _____ Mes: _____ Días de registro: _____ Cumplimiento al Numeral: 19			
Limpieza en:	Estanque	Áreas	Equipo y Utensilios
Periodo	Limpieza Desinfección	Acción de Control	Observaciones
	Limpieza ☐ Desinfección ☐	Cucharones de Pesca ☐ Mallas ☐ Tubería ☐ Mangueras ☐ Lava ☐ Manos Estanque Acuícola con ☐ Cloro Punto de Desinfección en pies ☐ Estanque de traslado de peces en precosecha ☐	

Anexo 21.- Formato E: Registro para recepción de alimento medicado y no medicado.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces					Fecha:
	FORMATO E: REGISTRO PARA RECEPCIÓN DE ALIMENTO MEDICADO Y NO MEDICADO					Hora
						Clima:

Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____

Responsable: _____ Curp: _____

Domicilio: _____ Comunidad: _____

Municipio: Estado: _____ Cumplimiento al Numeral: 24 y 25

Nº de Lote	Tipo de Alimento	Cantidad	Bulto Revisado	MARCA Y PROVEDOR	Recibió	Observaciones

Anexo 22.- Formato E1: Administración del alimento.

[illegible]

Anexo 23.- Formato F: Registro de uso y control de sustancia químicas.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces						Fecha:
	FORMATO F: REGISTRO DE USO Y CONTROL DE SUSTANCIA QUÍMICAS						
							Hora
Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____ Responsable: _____ Curp: _____ Domicilio: _____ Comunidad: _____ Municipio: Estado: _____ Cumplimiento al Numeral: <u>26</u>							
Nº de estanque	Diagnóstico (Razón de uso)	Sustancia Química Empleado	Tratamiento	Dosis	Forma de aplicación	Periodo de aplicación	Observaciones

Anexo 24.- Formato G

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción	Fecha:
	Acuícola de Peces.	Hora
	Formato G	Clima:

Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____

Responsable: _____ Curp: _____

Domicilio: _____ Comunidad: _____ Municipio: _____

Estado: _____ Cumplimiento al Numeral: **27 y 28**

Nº de estanque	Diagnóstico (Razón de uso)	Medicamento Veterinario	Tratamiento	Dosis	Forma de aplicación	Periodo de aplicación	Observaciones
	Por enfermedad ☐ Otro ☐	Probioticos ☐ Vitaminas ☐ Vacuna ☐					
	Por enfermedad ☐ Otro ☐	Probioticos ☐ Vitaminas ☐ Vacuna ☐					
	Por enfermedad ☐ Otro ☐	Probioticos ☐ Vitaminas ☐ Vacuna ☐					
	Por enfermedad ☐ Otro ☐	Probioticos ☐ Vitaminas ☐ Vacuna ☐					

Anexo 25.- Formato H: Registro de higiene del personal.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces		Fecha:
	FORMATO H: REGISTRO DE HIGIENE DEL PERSONAL		
			Hora

Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____
 Responsable: _____ Curp: _____
 Domicilio: _____ Comunidad: _____
 Municipio: Estado: _____ Cumplimiento al Numeral: **31**

Requisitos	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente de desacuerdo	Observaciones
valor numérico	5	4	3	2	
No Fumar					
No Mastican Chicle					
Uñas Cortas, Limpias y Sin Pintura					
Manos Limpias y Desinfectadas					
No Maquillaje Ni Accesorios					
Equipo de Protección					
Tosen o Escupen con Precaución Durante las Labores en la UPA					

Anexo 26.- Formato I: Registro de Trazabilidad (siembra).

[illegible]

Anexo 27.- Formato J: Acciones correctivas.

LOGO	Formato de Evaluación de la Conformidad en la Aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Peces		Fecha:
	FORMATO J: ACCIONES CORRECTIVAS		Hora
			Clima:
Nombre de la Unidad de Producción Acuícola de Tilapia: _____ Responsable: _____ Curp: _____ Domicilio: _____ Comunidad: _____ Municipio: _____ Estado: _____			
Nº. NC	Descripción de la No Conformidad (NC)	Acción (ES) Correctivas propuestas	

Anexo 28.- Constancia curso seguridad e higiene en los centros de trabajo.



AL C. M.C. MAGNO ÁNGEL GONZÁLEZ HUERTA.
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL.
PRESENTE.

Asunto: **Conclusión curso de capacitación.**

El suscrito **Dra. Elizabeth Delfín Portela** de la empresa **Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan S.P.R de R.L.**

HACE CONSTAR

Que el C. Frida Isabel López Blanco alumno de la maestría en **INGENIERIA INDUSTRIAL** del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Orizaba, con número de control 14230017 ha concluido la prestación el curso de capacitación: **seguridad e higiene en los centros de trabajo**, en la empresa **Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan SPR de RL** en el área de **Sanidad acuícola y de calidad** realizado el **23 del mes de Agosto del 2022**, asistiendo en un horario de 11:00 hasta 17:00 cubriendo un total de **6 horas** en función de lo establecido en la normatividad vigente.

De acuerdo con las disposiciones vigentes y para los usos legales que procedan, se extiende la presente, en Tierra Blanca, Veracruz a los 23 días del mes de agosto del año 2022.

Dra. Elizabeth Delfín Portela

Secretaria del consejo de administración

Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan S.P.R de R.L.



Anexo 29.- Constancia curso de capacitación guía de llenado de registros.



AL C. M.C. MAGNO ÁNGEL GONZÁLEZ HUERTA.
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL.
PRESENTE.

Asunto: **Conclusión curso de capacitación.**

El suscrito **Dra. Elizabeth Delfín Portela** de la empresa **Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan S.P.R de R.L.**

HACE CONSTAR

Que el C. Frida Isabel López Blanco alumno de la maestría en **INGENIERIA INDUSTRIAL** del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Orizaba, con número de control 14230017 ha concluido la prestación el curso de capacitación: **guía de llenado de registros de BPPA** en la empresa **Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan SPR de RL** en el área de **Sanidad acuícola y de calidad** realizado el **24 del mes de Agosto del 2022**, asistiendo en un horario de 11:00 hasta 17:00 cubriendo un total de **6 horas** en función de lo establecido en la normatividad vigente.

De acuerdo con las disposiciones vigentes y para los usos legales que procedan, se extiende la presente, en Tierra Blanca, Veracruz a los 24 días del mes de agosto del año 2022.

Dra. Elizabeth Delfín Portela

Secretaria del consejo de administración

Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan S.P.R de R.L.



Anexo 30.- Constancia curso de capacitación auditoría e implementación.



AL C. M.C. MAGNO ÁNGEL GONZÁLEZ HUERTA.
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL.
PRESENTE.

Asunto: **Conclusión curso de capacitación.**

El suscrito **Dra. Elizabeth Delfin Portela** de la empresa **Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan S.P.R de R.L.**

HACE CONSTAR

Que el C. Frida Isabel López Blanco alumno de la maestría en **INGENIERIA INDUSTRIAL** del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Orizaba, con número de control 14230017 ha concluido la prestación el curso de capacitación: **Auditoría e implementación en el desarrollo integral de la empresa Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan SPR de RL** en la empresa **Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan SPR de RL** en el área de **Sanidad acuícola y de calidad** realizado el **25 del mes de Agosto del 2022**, asistiendo en un horario de 11:00 hasta 17:00 cubriendo un total de **6 horas** en función de lo establecido en la normatividad vigente.

De acuerdo con las disposiciones vigentes y para los usos legales que procedan, se extiende la presente, en Tierra Blanca, Veracruz a los 25 días del mes de agosto del año 2022.

Dra. Elizabeth Delfin Portela

Secretaria del consejo de administración

Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan S.P.R de R.L.



Anexo 31.- Constancia curso de capacitación 5S.



AL C. M.C. MAGNO ÁNGEL GONZÁLEZ HUERTA.
COORDINADOR DE LA MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL.
PRESENTE.

Asunto: **Conclusión curso de capacitación.**

El suscrito **Dra. Elizabeth Delfin Portela** de la empresa **Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan S.P.R de R.L.**

HACE CONSTAR

Que el C. Frida Isabel López Blanco alumno de la maestría en **INGENIERIA INDUSTRIAL** del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Orizaba, con número de control 14230017 ha concluido la prestación el curso de capacitación: **5S** en la empresa **en Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan SPR de RL** en el área de **Sanidad acuícola y de calidad** realizado el **22 del mes de Agosto del 2022**, asistiendo en un horario de 11:00 hasta 17:00 cubriendo un total de **6 horas** en función de lo establecido en la normatividad vigente.

De acuerdo con las disposiciones vigentes y para los usos legales que procedan, se extiende la presente, en Tierra Blanca, Veracruz a los 22 días del mes de agosto del año 2022.

Dra. Elizabeth Delfin Portela

Secretaria del consejo de administración

Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan S.P.R de R.L.

