



RIDUNAJ
Repositorio Institucional
Digital UNAJ



Publicaciones Científicas

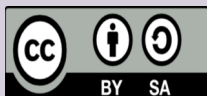
Eloísa Gurruchaga Rodríguez, Erick Arturo Betanzo Torres, José Pastor Rodríguez Jarquín, Oscar Báez Sentíes, Miguel Josué Heredia Roldán y Federico Walas Mateo

Plan de mejora continua para la Optimización de los Procesos en Granjas Acuícolas en México

2024

Evento: III Encuentro Latinoamericano de Experiencias Universitarias

Red internacional de Cooperación Académica



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.

Atribución – Compartir igual 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Gurruchaga Rodríguez, E., Betanzo Torres, E. A., Rodríguez Jarquín, J. P., Báez Sentíes, O., Heredia Roldán, M. J. y Mateo, F. W. (16-17 de mayo 2024). Plan de mejora continua para la Optimización de los Procesos en Granjas Acuícolas en México [Ponencia]. III Encuentro Latinoamericano de Experiencias Universitarias, Red internacional de Cooperación Académica. <https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/3338>

3er **Encuentro** *Latinoamericano* *de Experiencias* **Universitarias**

Academia, Investigación y Proyección Social



• RED INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN ACADÉMICA •

Plan de mejora continua para la Optimización de los Procesos en Granjas Acuícolas en México.

Ma. Eloísa Gurruchaga Rodríguez¹

eloisa.gr@orizaba.tecnm.mx

Erick Arturo Betanzo Torres²

erickbetanzo@gmail.com

José Pastor Rodríguez Jarquín³

jose.rj@orizaba.edu.mx

Oscar Báez Sentíes⁴

oscar.bs@orizaba.tecnm.mx;

Miguel Josué Heredia Roldán⁵

miguel.hr@orizaba.tecnm.mx

Federico Walas Mateo⁶

fedewalas@gmail.com

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba

²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Misantla.

³Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba.

⁴Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba.

⁵Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba.

⁶Universidad Nacional Arturo Jauretche

Resumen

En México, el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT), en respuesta a los compromisos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, estructura los Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES) entre los cuales se encuentra el de Soberanía Alimentaria, que plantea que en el sector rural debe dirigirse la investigación y vinculación para mejorar los procesos de producción, por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue determinar las técnicas de ingeniería industrial para aplicarse en las granjas acuícolas de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) que requieren incrementar su producción. Este trabajo se realizó en una granja adscrita al Registro Nacional de Pesca y Acuicultura del Estado de Veracruz, México, se inició aplicando la metodología de Checkland modificada para estructurar el plan de mejora continua para definir las técnicas que se aplicarían y se implementaron en una primera fase las siguientes: (1) control estadístico de procesos, (2) 5 S's, (3) eficiencia operacional, (4) matrices de priorización, (5) mapeo del flujo de valor y (6) un sistema de calidad. Los resultados obtenidos son la determinación de los límites de control de la calidad del agua, el mapeo del flujo de valor de producción, la determinación de la eficiencia operacional de la granja, el cálculo de capacidad desperdiciada y un sistema de calidad de buenas prácticas de producción digitalizado. Se concluye que el sector acuícola mexicano puede incrementar su capacidad de producción apoyada con la implementación de estas herramientas que han demostrado su efectividad en otros sectores como el de la manufactura y los servicios.

Palabras clave: Producción y consumo responsable, acuicultura, acicultores de recursos limitados, Calidad y Gestión Inteligente, Sostenibilidad económica y social

Introducción

Acorde con Imai (2015) el mejoramiento es una firmeza mental con respecto al mantenimiento y progreso continuo de los estándares de un producto y/o proceso y/o producto, basado en pequeñas y continuas prácticas en el trabajo que se realiza. Existen diferentes técnicas de mejora continua como lo es el ciclo de Deming (PHVA), círculos de calidad (QC), ruta de la calidad, nomozukuri, benchmarking, seis sigma, seis sigma esbelta, entre otras. Es posible lograr una mejora de los procesos si se revisan continuamente las operaciones que se realizan, se buscan causas raíz para los problemas que se presentan y se proponen alternativas para solucionarlas, las cuales se implementan con base en criterios como costos, facilidad y tiempo de implementación, entre otros.

Esquivel Valverde y otros, (2017) valoran los fundamentos teóricos de la mejora continua y recopilan las definiciones emitidas por Deming, Harrington, Kabboul, Abell y Sullivan con respecto al mejoramiento continuo, por lo que se puede resumir que la mejora continua es estar siempre esforzándose en buscar la perfección, la eficiencia y la efectividad en los procesos, tratando de cerrar las diferencias tecnológicas entre los países.

Durante la búsqueda de información se encontró que en Ecuador se realizó un estudio para analizar la competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMes) es tanto del sector comercio, como servicios y producción agropecuaria (banano, café, cacao y camarón), en donde encontraron que la comercialización es una de las variables más inciden, proponiendo un plan de mejoras con acciones orientadas a los administradores y/o dueños de las empresas; a la motivación de los empleados; a incentivar

el trabajo el equipo; la capacitación y la calificación del personal; también orientaron gestiones a proveedores, manejo de residuos, la innovación tecnológica y al desempeño económico-comercial (Toro Luciani, Zambrano Morales, & González Ordoñez, 2019).

Loor-Moreira y otros (2023) realizan una evaluación sobre sistemas de gestión de calidad en 38 empresas pesqueras, las cuales utilizan tanto el sistema HACCP y BPM como ISO 9001, indicando la importancia que tiene para la mejora de sus procesos y la implicación de la alta dirección para lograr los resultados, teniendo una ventaja competitiva en el mercado debido a estos sistemas.

Con respecto a los sistemas Von Bertalanffy (1989) indica que “un sistema puede ser definido como un complejo de elementos interactuantes. Interacción significa que elementos p , están en relaciones R , de suerte que el comportamiento de un elemento p en R es diferente de su comportamiento en otra relación R' . Si los comportamientos en R y R' no difieren, no hay interacción y los elementos se comportan independientemente con respecto a las relaciones R y R' “. También enuncia que, sin importar el género y la naturaleza de los elementos que conforman un sistema, así como sus relaciones es posible aplicar modelos, principios y leyes de forma similar a diferentes sistemas existentes.

Con base en los principios de la teoría general de Sistemas y considerando un sistema como el conjunto de elementos que se encuentran integrados e interactuando como un todo jerárquicamente organizado y unido para el logro de un objetivo común. Se podría decir que todo sistema tiene tres partes fundamentales, recursos de entrada, de procesamiento y de salida (Wilson, 2001).

A partir del siglo XX, se han clasificado los sistemas con base en diferentes criterios como son la interacción con el medio ambiente, la complejidad orgánica, la relación social y técnica, el propósito para el cual fueron creados, entre otros criterios.

Peter Checkland establece una taxonomía de sistemas con cinco rubros, los sistemas naturales, los diseñados, los de actividad humana, los sociales y los trascendentales. En los sistemas de actividad humana es esencial analizar lo que una persona o grupo de personas podrían estar haciendo, señala también que este tipo de sistemas tienen una estructura y un propósito definido, por lo cual la interacción humana se vuelve esencial y es necesario estudiarla.

La metodología de sistemas suaves de Peter Checkland fue presentada en 1981, contemplando siete etapas para su aplicación, en las dos primeras se busca entender la situación problema, para ello se trabaja con respecto a las actividades que se realizan y en determinar cuáles son las más relevantes, lo anterior conforma la etapa 3 y 4; las etapas siguientes tienen como finalidad utilizar los modelos a estructurar para realizar una comparación en la etapa 5 entre el sistema diseñado y el real, siendo en la etapa 6 en donde se encuentran las mejoras y cambios a realizar para que en la etapa 7 se realicen las acciones que logran los cambios planeados. (Checkland, 2000)

La metodología de Checkland modificada permite que las empresas puedan incrementar su competitividad y coadyuva a establecer los sistemas, subsistemas, indicadores y puntos de control que son necesarios para mejorar las condiciones de operación (Gurruchaga, Flores, Muñoz, Díaz, & Rahme, 2007)

Wilson (2001) explica detalladamente las etapas de la metodología indicando que puede haber interactividad en tres de ellas.

Agboola, Malgwi, Amodu y Kadams (2022) indican que es necesario utilizar sistemas de información conteniendo registros sobre producción, ventas, inventarios y/o maquinaria, para lo cual utilizaron un modelo conceptual de sistemas suaves, teniendo como resultado una pintura enriquecida y conectada sobre las aplicaciones que se derivaron, reemplazando con una aplicación el método de ventas y contabilidad en el sector de granjas acuícolas a través de una administración de la producción piscícola con datos sobre inventarios de procesamiento y contabilidad.

En otro contexto, como son las granjas de salmón, Le Feón y otros (2021) desarrollan un modelo basado en el método DEX, para asegurar la sostenibilidad de los sistemas acuícolas a partir de indicadores técnicos y métodos de referencia como puede ser el aseguramiento del ciclo de vida, el costo del proceso, entre otros. El método utilizado consiste en un árbol de atributos que se organiza para caracterizar un sistema complejo y en donde al final de cada rama se tiene un indicador, el cual se traslada a una escala cualitativa por atributos asociados con los valores límites de venta. El resultado obtenido mejoró la producción y encontró puntos críticos sociales, económicos y ambientales.

Al revisar los sistemas existentes en unidades de producción acuícolas Mustafa, Bagul, Senoo y Shapawi (2016) indican que la Inteligencia Artificial (IA) puede ser utilizada para controlar los parámetros de la calidad del agua, coadyuvando a la sostenibilidad del sistema acuícola.

Nguyen, Nguyen, Tran y Huynh (2021) aplicaron la metodología de siste-

mas suaves en el Sistema Acuícola Mangrove, conociendo las percepciones y problemas que los aquejaban. Propusieron soluciones factibles a situaciones de administraciones difíciles, polución del agua y pobre extensión para la acuicultura, encontrando una necesidad urgente de infraestructura para mejorar las condiciones del proceso productivo.

Jover Cerdá (2013) escribe sobre diferentes definiciones de innovación, investigación y desarrollo, en donde indica que la innovación debe estar acompañada tanto de la inteligencia como del ingenio, además de plantear que se debe buscar innovar en un lugar y producir en otro, lo que conlleva la interacción tanto de los científicos como de aquellos que producen el bien, exponiendo que en el área de acuicultura en España es necesario que los productores indiquen cuáles son los problemas y los retos reales de la producción, para encaminar la investigación en el sentido de la resolución de los mismos, estando el futuro de la acuicultura dependiente de lograr mejorar las empresas y por ende su competitividad.

El objetivo del presente trabajo es que a partir de la metodología de sistemas suaves de Checkland modificada y lo escrito por Jover Cerdá se presenten los resultados obtenidos al aplicar la metodología de sistemas suaves modificada para mejorar una unidad de producción acuícola.

Metodología

Las etapas de la metodología de Checkland (Wilson, 2001) consisten en:

- Definir la situación que es un problema.
- Expresar la situación (mapas, pinturas enriquecidas etc.).
- Seleccionar conceptos que pueden ser iteraciones relevantes.

- Ensamblar los conceptos en una estructura intelectual.
- Usar esta estructura para explorar la situación.
- Definir los cambios en la situación.
- Implementar los cambios al proceso.

Se aplicó la metodología de Checkland modificada con la inclusión de la administración por procesos y el análisis funcional a partir de las etapas 5 y 6

- Desarrollar la definición raíz
- Determinar las actividades a realizar
- Determinar las actividades mínimas necesarias
- Estructurar el diagrama de flujo del sistema
- Definir puntos de control en el diagrama
- Determinar indicadores
- Estructurar hojas de registro de datos

Desarrollo

Este trabajo se desarrolló en una granja acuícola de recursos limitados (AREL) con la finalidad de optimizar sus procesos para mejorar su producción y el consumo responsable de productos que coadyuven a la sostenibilidad económica y social de la empresa. La granja es una Sociedad Productora Rural, de cultivo semi-intensivo con una capacidad instalada de 20 toneladas anuales. Se inicia con la aplicación de la metodología de sistemas suaves de Checkland modificada a partir de:

1. Desarrollar la definición raíz, que acorde con la metodología de sistemas suaves se realiza a partir de la definición de seis elementos que son: cliente, actores, transformación, dueño, puntos de vista y ambiente. En la tabla 7

se puede ver la descripción de cada uno de los elementos mencionados, los cuales al combinarse forman la definición raíz del sistema de mejora continua.

Tabla 8. Determinación del CATDWA

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
C (cliente)	Granja acuícola
A (actores)	Trabajadores, dueño, profesores, alumnos
T (transformación)	Mejorar el proceso existente
D (dueño del sistema)	Ingeniería Agropecuaria del Papaloapan S.P.R de R.L.
W (puntos de vista de los involucrados)	Proyectos rápidos, determinación de nuevos indicadores, que sea práctico y realista
A (ambiente)	Normatividad existente, tiempo disponible, requisitos de la Maestría en Ingeniería Industrial.

Definición raíz

“El sistema IAP-ITO, busca mejorar procesos existentes en la Granja Acuícola Tierra Adentro, realizando proyectos rápidos, prácticos innovadores y realistas que permita obtener nuevos indicadores conforme a la normatividad y políticas existentes con base en el tiempo disponible y cumpliendo los requisitos de la Maestría en Ingeniería Industrial con un trabajo coordinado entre profesores, alumnos, trabajadores y dueño de la empresa”.

Determinar las actividades a realizar

Se realizó una lluvia de ideas entre investigadores y empresa que respondió a la pregunta ¿qué hacer para mejorar el proceso existente?, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 8, cabe mencionar que las ideas aparecen en desorden. Cabe mencionar que las ideas no son excluyentes de otras que pueden surgir cuando se realiza la siguiente etapa.

Tabla 9. Lluvia de ideas sobre el sistema

Analizar el proceso	Aprender el proceso	Estructurar desarrollos tecnológicos
Encontrar áreas de oportunidad	Recibir retroalimentación de la empresa	Realizar aplicaciones informáticas
Definir los subprocesos	Realizar proyectos	Documentar resultados
Analizar condiciones para investigación	Determinar proyectos a realizar	Determinar objetivo general para cada proyecto
Analizar oportunidades de innovación	Definir herramientas de Ing. Industrial a ser aplicadas	Evaluar la factibilidad del objetivo general
Analizar facilidad de implementación		

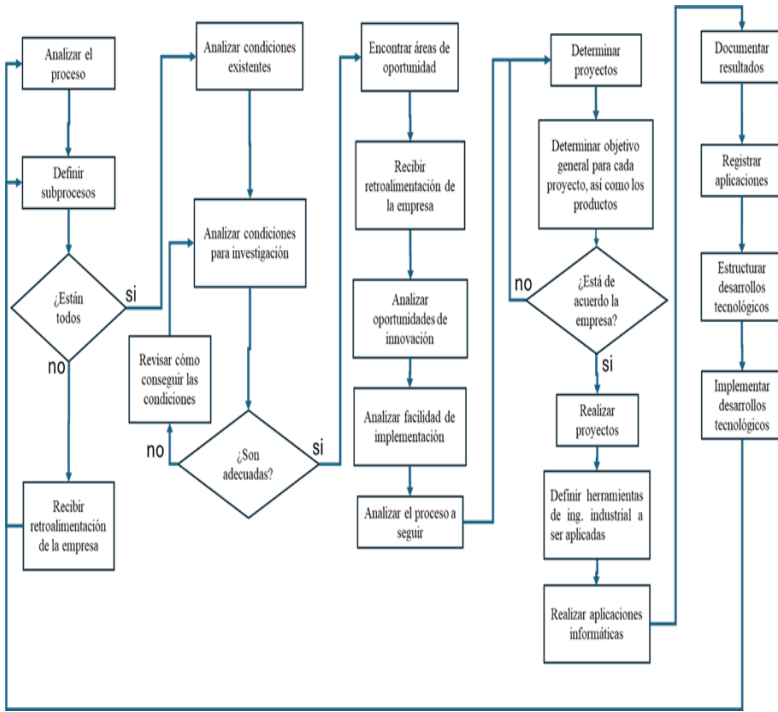
Determinar las actividades mínimas necesarias

- a. Analizar el proceso
- b. Analizar condiciones existentes
- c. Encontrar áreas de oportunidad
- d. Determinar proyectos
- e. Realizar proyectos

Estructurar el diagrama de flujo del sistema

A partir de las actividades mínimas necesarias y considerando las actividades englobadas en ellas, en lugar de realizar una "pintura" del proceso, se plantea un diagrama de flujo, el cual se muestra en la Figura 1 y que muestra como proceso principal, las actividades mínimas necesarias, las cuáles se encuentran en la parte superior

Figura 21. Diagrama del sistema de mejora continua



Definir puntos de control en el diagrama

Después de establecer el diagrama de flujo, se determinó en qué procesos es necesario establecer un punto de control, a partir del cual se determinaron indicadores para el proceso de mejora, esto se esquematiza en la Figura 21.

Determinar indicadores

Los indicadores que se establecieron se muestran en la tabla 9.

Tabla 10. Indicadores del sistema

Punto de control	Indicador	Fórmula
1	Situación favorable a la investigación.	No. De condiciones favorables * 100 / total de condiciones evaluadas
2	Eficiencia de proyectos presentados.	No. De proyectos conforme * 100/ total de proyectos presentados

Estructurar hojas de registro de datos

A partir de los indicadores, se estructuran las hojas de registro que se muestran en la Tabla 4 y Tabla 5. En la Tabla 4 se muestran las condiciones que se valoran para que un proyecto sea propuesto a la empresa, se deberán cumplir al menos 15 ítems positivos para considerar realizarlo. Los 15 ítems equivalen a un 70% aproximadamente de condiciones favorables. Cabe mencionar que el financiamiento no se consideró dentro de los ítems.

Tabla 11. Registro de condiciones favorables

HOJA DE REGISTRO DE CONDICIONES FAVORABLES PARA REALIZAR UN PROYECTO			
	NOMBRE DEL PROYECTO	Si	No
1.	¿Es factible de resolver en 6-12 meses?		
2.	¿Se tienen datos históricos de campo?		
3.	¿Es acorde a la orientación del programa de estudios?		
4.	¿El tema es acorde con el programa de estudios?		
5.	¿Se pueden utilizar las herramientas de ing. industrial		
6.	¿La empresa tiene disposición hacia los proyectos?		
7.	¿Tiene potencial de innovación en su campo?		
8.	¿Presenta un reto el resolverlo?		
9.	¿Está bien delimitado?		
10.	¿Hay literatura sobre el tema?		

11.	¿El personal de la empresa se involucra?		
12.	¿Existen áreas de oportunidad?		
13.	¿Hay condiciones para la implementación?		
14.	¿Es innovador el proceso?		
15.	¿Es innovador el producto?		
16.	¿Es innovadora la herramienta?		
17.	¿Es innovador el procedimiento?		
18.	¿El objetivo general es claro?		
19.	¿Los productos resultantes son de utilidad para la institución?		
20.	¿Los productos resultantes son de utilidad para el investigador?		
21.	¿Los productos resultantes son de utilidad para la empresa?		

En la tabla 5 se presenta el registro de proyectos propuestos y aprobados por la empresa

Tabla 12. Registro de proyectos

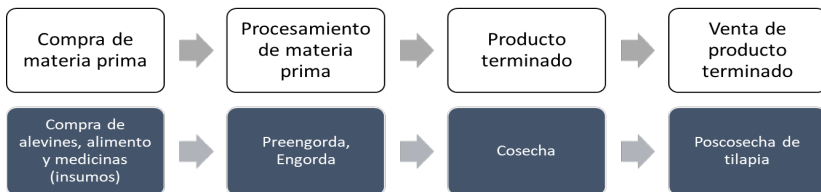
REGISTRO DE PROYECTOS PROPUESTOS Y APROBADOS			
PROYECTO	SI	NO	OBSERVACIONES

Al realizar el análisis del proceso existente se encontró:

- a) Que es posible realizar proyectos que impactan en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)
 - 10.1 Crecimiento de ingresos
 - 12.2 Gestión sostenible y uso eficiente de recursos
 - 14.7 Gestión sostenible en acuicultura
- b) Que existe una analogía entre un proceso de producción indus-

trial y un proceso de producción acuícola, lo cual se muestra en la Figura 22, por lo cual se deduce que si es posible implementar herramientas que surgieron en el sector manufacturero, militar e industrial.

Figura 22. Analogía entre un sistema de producción industrial y un sistema de producción acuícola.



- c) El proceso inicia a partir de la compra de alevines de 1 a 10 gramos de peso y termina con la venta de organismos de 550 a 600 gramos de peso después de 6-8 meses de proceso.
- d) Realiza un recambio de agua de 12 a 14 horas diarias para asegurar el oxígeno disuelto y la temperatura de los estanques
- e) Posee módulos de engorda con tanques de diferentes capacidades y uno de siembra con cuatro tanques
- f) Actualmente realiza de una a dos cosechas al año, de todo el lote sembrado
- g) Considera como parámetros de la calidad del agua los marcados por la literatura
- h) Esta registrada ante la Secretaría de Pesca y certificada en Buenas Prácticas de Producción Acuícolas (BPPA).
- i) Está buscando disminuir su tiempo de producción.
- j) Quiere mejorar su proceso en cuanto eficiencia

- k) Quiere estandarizar la calidad del agua
- l) Quiere establecer en el mediano plazo una cadena productiva
- m) Quiere establecer su cadena de valor.
- n) Debido a eventos climáticos parte de su señalética está perdida.
- o) Tiene registro de datos en papel
- p) Tiene equipos de laboratorio
- q) Está dispuesto a invertir en la medida de sus posibilidades.
- r) Está dispuesto a involucrarse en los proyectos y aportar conocimientos.

Se preguntó a la empresa las situaciones más urgentes a resolver siendo estas en orden de importancia:

- a) Estandarizar la calidad del agua.
- b) Evaluar la eficiencia del proceso actual.

Por otra parte, como áreas de oportunidad observadas se encuentran:

- a) Los parámetros fisicoquímicos del agua de los estanques poseen una gran variabilidad.
- b) Existe a simple vista un desperdicio de la capacidad instalada.
- c) Existe dificultad de administrar la granja para la recertificación
- d) La programación de siembras y cosechas se realiza con base en la liquidez del empresario y el tiempo habitual
- e) Es necesario incrementar la cadena de valor.

Se aplica el formato de registro que se presentó en la tabla 10, para la primera situación, los resultados se muestran en la tabla 12.

Tabla 13. Registro de condiciones favorables para estandarización de la calidad del agua.

HOJA DE REGISTRO DE CONDICIONES FAVORABLES PARA REALIZAR EL PROYECTO				
	Estandarización de la calidad del agua	Si	No	
1.	¿Es factible de resolver en 6-12 meses?	x		
2.	¿Se tienen datos históricos de campo?	X		
3.	¿Es acorde a la orientación del programa de estudios?	X		
4.	¿El tema es acorde con el programa de estudios?	X		
5.	¿Se pueden utilizar las herramientas de ing. industrial	X		
6.	¿La empresa tiene disposición hacia los proyectos?	X		
7.	¿Tiene potencial de innovación en su campo?	X		
8.	¿Presenta un reto el resolverlo?	X		
9.	¿Está bien delimitado?	X		
10.	¿Hay literatura sobre el tema?	X		
11.	¿El personal de la empresa se involucra?	X		
12.	¿Existen áreas de oportunidad?		x	
13.	¿Hay condiciones para la implementación?	X		
14.	¿Es innovador el proceso?	X		
15.	¿Es innovador el producto?		x	
16.	¿Es innovadora la herramienta?	X		
17.	¿Es innovador el procedimiento?		x	
18.	¿El objetivo general es claro?	X		
19.	¿Los productos resultantes son de utilidad para la institución?	X		
20.	¿Los productos resultantes son de utilidad para el investigador?	X		
21.	¿Los productos resultantes son de utilidad para la empresa?	X		
	TOTAL	18	3	

Tabla 14. Registro de condiciones favorables para evaluar la eficiencia del proceso.

HOJA DE REGISTRO DE CONDICIONES FAVORABLES PARA REALIZAR EL PROYECTO

	Evaluar eficiencia del proceso actual	Si	No
1.	¿Es factible de resolver en 6-12 meses?	x	
2.	¿Se tienen datos históricos de campo?	X	
3.	¿Es acorde a la orientación del programa de estudios?	X	
4.	¿El tema es acorde con el programa de estudios?	X	
5.	¿Se pueden utilizar las herramientas de ing. industrial	X	
6.	¿La empresa tiene disposición hacia los proyectos?	X	
7.	¿Tiene potencial de innovación en su campo?	X	
8.	¿Presenta un reto el resolverlo?	X	
9.	¿Está bien delimitado?	X	
10.	¿Hay literatura sobre el tema?	X	
11.	¿El personal de la empresa se involucra?	X	
12.	¿Existen áreas de oportunidad?	X	
13.	¿Hay condiciones para la implementación?	X	
14.	¿Es innovador el proceso?		X
15.	¿Es innovador el producto?		X
16.	¿Es innovadora la herramienta?	X	
17.	¿Es innovador el procedimiento?	X	
18.	¿El objetivo general es claro?	X	
19.	¿Los productos resultantes son de utilidad para la institución?	X	
20.	¿Los productos resultantes son de utilidad para el investigador?	X	
21.	¿Los productos resultantes son de utilidad para la empresa?	X	
	TOTAL	19	2

Los resultados obtenidos de la evaluación realizada indican que los temas indicados por la empresa son adecuados tanto para las instituciones educativas como para la granja acuícola, por lo cual se procede a establecer los proyectos:

Nombre del Proyecto:

Implementación de metodología 6 sigma en granja acuícola para la mejora de calidad del agua en los estanques de producción.

a) Objetivo del proyecto:

- i). Disminuir la variabilidad del oxígeno y de la temperatura en los estanques de producción.
- ii). Encontrar los valores óptimos de oxígeno y temperatura.

Nombre del Proyecto

Aplicación de herramientas de producción esbelta en granjas acuícolas de ARELs.

b) Objetivo del proyecto

- i). Detección de desperdicios de recursos
- ii). Determinación de capacidad instalada y no utilizada.

Se retroalimentó a la empresa y estuvo de acuerdo por lo tanto el tema es apropiado para las dos instancias.

El siguiente paso es encontrar cuáles herramientas de ingeniería industrial son factibles de aplicar, encontrando que para el:

- a) Proyecto:** "Implementación de metodología 6 sigma en granja acuícola para la mejora de calidad del agua en los estanques de producción", que considera estandarizar la calidad del agua de todos y cada uno de los estanques, lo más apropiado es trabajar con control estadístico de procesos (CEP), que conlleva estadística

descriptiva y gráficos de control, se decide trabajar bajo la metodología DMAIC, que implica disminuir la variabilidad existente, determinar la capacidad (Cp y Cpk) y la sigma del proceso, para establecer los límites de control con base en las condiciones particulares de la empresa.

- b) Proyecto:** "Aplicación de herramientas de producción esbelta en granjas acuícolas de ARELs", que comprende el evaluar la eficiencia del proceso actual, se empieza por realizar un Value Stream Map (VSM) o Mapeo de flujo de Valor, en el cual se tuvieron que realizar analogías de términos como tiempo de ciclo, tiempo de producción, inventario, etc. Aunado a esto se trabajó con respecto a implementar 5'S en el área incluyendo la señalética con respecto a las normas y reglamentaciones existentes, además de determinar la capacidad instalada y desperdiciada para cada estanque dependiendo de la densidad de siembra y la evaluación de la eficiencia operacional (OEE) del proceso.

Los resultados obtenidos de la realización de proyectos son:

- a) Para el proyecto denominado "Implementación de metodología 6 sigma en granja acuícola para la mejora de calidad del agua en los estanques de producción"
- i). Determinación de los límites de control de Oxígeno y Temperatura por estación y por estanque.
 - ii). Disminución de la variabilidad de la temperatura.
 - iii). Determinación de la capacidad del proceso.
 - iv). Determinación del nivel sigma del proceso.
 - v). Tesis de posgrado en la Maestría en Ingeniería Industrial.

- vi). Presentación de una ponencia.
 - vii). Realización de dos aplicaciones informáticas con su manual
 - viii). Realización de 5 videos de capacitación.
 - ix). Siete registros de autor en trámite.
- b) Para el proyecto denominado "Aplicación de herramientas de producción esbelta en granjas acuícolas de ARELs"
- i). Realización del Value Stream Map del proceso.
 - ii). Determinación de la capacidad instalada y no utilizada.
 - iii). Detección de desperdicios de recursos
 - iv). Aplicación de las 5'S en la granja
 - v). Homogeneización de la señalética de la empresa
 - vi). Tesis de posgrado en la Maestría en Ingeniería Industrial.
 - vii). Presentación de una ponencia
 - viii). Realización de tres aplicaciones informáticas con su manual
 - ix). Realización de 4 videos de capacitación
 - x). Seis registros de derechos de autor conseguidos
 - xi). Tres registros de autor en trámite
 - xii). Tres desarrollos tecnológicos (TRL 7)

Conclusiones

Los proyectos desarrollados en esta primera fase dieron como resultado, acorde con Jover Cerdá, la investigación y desarrollo acompañados de innovación, inteligencia e ingenio para la empresa, ya que en la investigación bibliográfica llevada a cabo durante la realización de los proyectos, no se encontraron situaciones en que se haya documentado el uso específico de las herramientas de ingeniería industrial en granjas acuícolas, además se

desarrollaron aplicaciones informáticas que resultan innovadoras para la empresa y se utilizó el ingenio para encontrar soluciones y analogías de términos acuñados para el uso industrial y no para el sector piscícola.

Se obtuvieron instrumentos que permiten una evaluación preliminar sobre si existen o no condiciones favorables para llevar a cabo un proyecto de investigación aplicada en el entorno productivo.

Con el proyecto "Implementación de metodología 6 sigma en granja acuícola para la mejora de calidad del agua en los estanques de producción" realizado se incrementa la capacidad de producción ya que los parámetros oxígeno disuelto y temperatura se mantienen controlados dentro de los límites establecidos, lo que permite disminuir el porcentaje de mortandad debido a una falta de oxígeno o temperatura fuera de límites.

Con el proyecto "Aplicación de herramientas de producción esbelta en granjas acuícolas de ARELS", se incrementa la capacidad de producción al poder detectar la capacidad desperdiciada y que ésta sea utilizada, además de tener indicadores de proceso como la eficiencia operacional que permite hacer un seguimiento puntual de la calidad, la disponibilidad y el rendimiento en cada estanque, lo cual permite optimizar el proceso con respecto a la capacidad instalada.

Por lo expresado en párrafos anteriores se concluye que, el sector acuícola mexicano al utilizar herramientas de ingeniería industrial que han demostrado ser efectivas para optimizar y estandarizar procesos, disminuir variabilidades, establecer límites de control, mejorar la eficiencia, determinar las actividades que agregan valor, disminuir costos, incrementar eficiencias, entre otros beneficios, puede incrementar su capacidad de producción al

apoyarse en técnicas y métodos como gráficos de control, DMAIC, control estadístico de procesos, VSM, 5'S, OEE, por mencionar algunos.

Trabajo a futuro

En una fase dos se trabajará sobre las áreas de recertificación y determinación de la cadena de valor y en la etapa tres las áreas de oportunidad a resolver serán el control automático de los aireadores, la programación de la producción y el análisis de prefactibilidad para fabricar productos congelados de pescado.

Referencias

Agboola, F., Malgwi, Y., Amodu, A., & Kadams, A. (2022). Information management system in aquaculture production. Proceeding of the 37th Annual Conference of FISON (págs. 201-205). Nigeria: FISHERIES SOCIETY OF NIGERIA.

Anisarida, A., Janizar, S., & Prima, G. (2020). The Approach Of Soft Systems Methodology For System Online Management Consultant. *Dinasti International Journal of Digital Business Management*, 353-360. doi:10.31933/dijdbm.v1i3

Ceriano, M., Lalk, J., & Thopil, G. (2024). Energy planning in sub-Saharan African telecom networks: Decision support using a soft. *Systems Engineering*, 42-53. doi:10.1002/sys.21706

Checkland, P. (2000). *Soft Systems Methodology: A Thirty Year*. *Systems Research and Behavioral Science*, S11-S59.

Checkland, P. (2000). *Soft Systems Methodology: A Thirty Year Retrospec-*

tive. *Systems Research and Behavioral Science*, S11-S58.

De Farias Gomes, S., De Oliveira Andrade, A., & Costa Morais, D. (2015). Using Soft Systems Methodology on the Problem of Water Scarcity. 2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 273-278.

Esquivel Valverde, Á., León Robaina, R., & Castellanos Pallerols, G. (2017). Mejora continua de los procesos de gestión del conocimiento en instituciones de educación superior ecuatorianas. *Retos de la Dirección*, 56-72.

Fadhil, R., Yusuf, M., Bahri, T., & Maulana, H. (2021). Precaution strategy of moral hazard practice in agricultural insurance in Indonesia: An approach of soft systems methodology. *Economía agraria y recursos naturales*, 79-99.

Feili, M., & Tavallaei, R. (2022). A Conceptual Design for Knowledge Management System 2.0 Based on Soft Systems. *Management and Development Process*, 187-212.

Gurruchaga, M., Flores, L., Muñoz, H., Díaz, C., & Rahme, M. (2007). Diseño de sistemas de calidad utilizando la metodología de Sistemas Suaves de Checkland modificada. *Sistemas, Cibernética e Informática*, 43-47.

Hermano, B., Gaspar, A., & Henggeler Antunes, C. (2018). A combined value focused thinking-soft systems methodology approach to structure. *Sustainable Buildings and Indoor Air Quality*, 1-19. doi:10.3390/su10072295

- Imai, M. (2015). *Kaizen, la clave de la ventaja competitiva japonesa* (Primera reimpresión ed.). México: Grupo Editorial Patria.
- Jerardino-Wiesenborn, B., Paucar-Caceres, A., & Ochoa-Arias, A. (2020). A conceptual framework based on Maturana's ontology of the observer to explore the Checkland's soft systems methodology. *Systemic Practice and Action Research*, 579-597.
- Joffre, O., Klerkx, L., & Tran N. D., K. (2018). Aquaculture innovation system analysis of transition to sustainable intensification in shrimp farming. *Agronomy for Sustainable Development*, 32-43.
- Jover Cerdá, M. (2013). La I+D+I3 en Acuicultura. *Revista AquaTIC*, 1-6.
- Le Féon, S., Dubois Théo, Jaeger, C., Wilfart, A., Akkal-Corfini, N., Bacenetti, J., . . . Aubin, J. (2021). DEXiAqua, a Model to Assess the Sustainability of Aquaculture System: Methodological Development and Application to a French Salmon Farm. *Sustainability*, 1-28.
- Loor-Moreira, G. G., Indacochea Vásquez, A., Loor Tello, J., Zambrano Párraga, M., & Veloz Párraga, F. (2023). Gestión de calidad como mejora continua en las empresas Pesqueras de la ciudad de Manta, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 631-650. doi:10.37811/cl_rcm.v7i4.6899
- Mustafa, F., Bagul, A., Senoo, S., & Shapawi, R. (2016). A review of Smart Fish Farming System. *Journal of Agriculture engineering an fisheries research*, 185-192.
- Nguyen, T., Nguyen, L., Tran, C., & Huynh, N. (2021). Applying a soft sys-

- tem methodology to reveal problemas in Mangrove-Aquaculture System. *Journal of Environmental Science for Sustainable Society*, 17-22.
- Saadi, S., & Bell, G. (2018). Exploring the Use of Soft Systems Methodology (SSM) in Front-Ending Public-Funded Rural Bridge Construction Projects in Bangladesh. *Problem Structuring Approaches for the Management of Projects*, 161-214.
- Sepehirad, R., Rajabzadebh, A., Azar, A., & Zarei, B. (2017). A Soft Systems Methodology Approach to Occupational Cancer Control Problem: a Case Study of the Ministry of Petroleum of Iran. *Systemic Practice and Action Research*, 609-626.
- Toro Luciani, L., Zambrano Morales, Á., & González Ordoñez, A. (2019). MI-PYMES ecuatorianas: Una visión de su emprendimiento, productividad y competitividad en aras de mejora continua. *Cooperativismo y Desarrollo*, 313-332.
- Von Bertalanffy, L. (1989). *Teoría general de los sistemas* (Séptima reimpre-sión ed.). México: Fondo de Cultura Económica.
- Wilson, B. (2001). *Soft Systems Methodology*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.