

TECNOLOGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Culiacán



Opción:
TITULACIÓN INTEGRAL
Tesis profesional

“Evaluación del proceso de producción de *Thalassiosira* sp como alimento natural para *Litopenaeus vannamei*”

ALUMNO:
Arturo Quiroz Valdez

CARRERA:
Ingeniería Industrial

No. DE CONTROL:
12170348

Culiacán, Sinaloa

HOJA DE AUTORIZACIÓN



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Culiacán

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ASUNTO: **Autorización de Impresión**

Culiacán, Sinaloa, 22/11/2019 16:10:16

C.- ARTURO QUIROZ VALDEZ
PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
P R E S E N T E.

De acuerdo con fallo emitido por la Comisión Revisora Integrada por:

Presidente:	Maestría en Ciencias con especialidad en Sistemas de Calidad y Productividad Benjamin Berrelleza Aldapa	Cedula Profesional 5996289
Secretario:	Doctor en Ciencia y Tecnología con Especialidad en Ingeniería Ambiental Jesús Gabriel Rangel Peraza	8327423
Vocal:	Maestra en Ciencias con Especialidad en Sistemas de Calidad y Productividad Dora Esthela García Velarde	5996666

Y considerando que reúne los requisitos establecidos en la Opción: **TITULACIÓN INTEGRAL: TESIS PROFESIONAL "EVALUACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN THALASSIOSIRA SP COMO ALIMENTO NATURAL PARA LITOPENAEUS VANNAMEI"** damos a usted nuestra autorización para que proceda a imprimir su trabajo profesional.

Sin otro particular, quedo de usted.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica.®

MANC. MARTHA MONTERO ROSALES
JEFA DE LA DIVISIÓN DE EST. PROFESIONALES



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CULIACÁN
DEPARTAMENTO DE DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES



Juan de Dios Bátiz 310 Pte. Col. Guadalupe, Culiacán, Sinaloa, C.P. 80220

Tel. 01 (667) 713-3804 y 713-1796

www.tecnm.mx | itculiacan.edu.mx



La Norma Mexicana NMX-B-025-SCFI
"Igualdad Laboral y No Discriminación" (I)
Número de registro: SEMA-025 y fecha de
inicio: 2017-04-10 y término de la
vigencia: 2020-04-10

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia, en especial a mis padres que fueron el motor de arranque con sus consejos y su constante motivación, no ha sido sencillo el camino hasta ahorita, gracias por su paciencia, comprensión y sobre todo su amor.

A mi asesor de tesis M.C. Benjamín Berrelleza Aldapa, que con sus conocimientos y su guía fue pieza clave para desarrollo del trabajo.

A Uziel Valencia López, Iriana Edith Valdez Soto, Sergio Javier Barrón García y Marino Mascareño Estrada, quienes me acompañaron desde el inicio con la investigación con sus conocimientos, experiencias y profesionalismos. Gracias a Iriana Edith Valdez Soto por estar siempre al pendiente, siendo una gran amiga y maestra en el transcurso del proyecto.

Al Lic. Loreto Pedro Meza Valdez y Fernando Félix propietario quienes me dieron la oportunidad de realizar este proyecto, a los trabajadores de Maternidades Yameto S.A. de C.V. quienes con sus experiencias me han transmitido sus conocimientos desde el punto de vista operativo.

Y por último quiero a mis amigos que siempre estuvieron apoyando y en especial al Ingeniero José Rodolfo Aguilar Aguiluz y al Ingeniero Jesús Fernando López Barraza que con el impulso y comprensión de ellos dos pude concluir esta etapa de mi vida.

¡MUCHAS GRACIAS!

Evaluación del proceso de producción de *Thalassiosira* sp como alimento natural para *Litopenaeus vannamei*

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfocó en el análisis y descripción de cada una de las etapas realizadas en el laboratorio de micro algas Maternidades de Yameto localizado en la bahía de Yameto del municipio de Navolato, Sinaloa. Con el pasar del tiempo se hicieron recorridos frecuentes a la granja de producción donde se observó de manera minuciosa el proceso del camarón *Litopenaeus Vannamei* y de micro alga *Thalassiosira* sp, dicha información fue detallada en el presente documento.

El área de oportunidad que se presentó para hacer frente a la problemática fue en el laboratorio de micro alga, el cual presenta variación en el proceso de preparación de micro alga *Thalassiosira Weissflogii*. Para minimizar o eliminar la problemática se logró con un análisis de descripción detallada específicamente todas las etapas del proceso en el área del laboratorio de micro alga, utilizando un diagrama de flujo con los tiempos tomados de cada proceso, un análisis del modo y efecto de fallas (AMEF) y un diagrama SIPOC (*supplier, inputs, process, outputs y customer*) por sus siglas en ingles. Uno de los principales hallazgos detectados fue que el personal del área laboral necesita reforzar los conocimientos que tienen de las buenas prácticas de manufactura (BPM), proveer más equipo de trabajo y el cambio repentino de temperatura que padece el área de masivo siendo parte del laboratorio de micro alga.

Gracias a esto se realizó con la finalidad de obtener beneficios para la empresa, así mismo con la información que se encuentra en el documento que servirá para aprovechar a los futuros investigadores que efectúen proyectos en el área.

Palabras clave: Proceso de producción, *Thalassiosira* sp, Alimento natural, *Litopenaeus vannamei*.

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Antecedentes	3
1.2	Descripción del problema	5
1.3	Pregunta de investigación.....	5
1.4	Objetivo general	5
1.5	Objetivos específicos.....	5
1.6	Justificación.....	6
1.7	Alcance	6
2	FUNDAMENTO TEÓRICO	7
2.1	Calidad de agua de mar	7
2.2	Historia de micro alga.....	8
2.3	<i>Thalassiosira Weissflogii</i>	9
2.4	<i>Litopenaeus vannamei</i>	11
2.5	Historia de acuicultura	12
2.6	En México	13
2.7	Metodología seis sigma.....	15
2.8	Herramientas de Seis Sigma	16
2.8.1	Los 5 porqués	17
2.9	Análisis del modo y falla de efecto (AMEF)	18
2.10	Diagrama de flujo	20
2.11	Diagrama SIPOC.....	22
2.12	Proceso de producción	23
2.13	Gráfica de Pareto	25
2.14	Gráficas de Dispersión	26
2.15	Diagrama de Espina de Pescado	27
2.16	Análisis de Regresión	28
2.17	5S.....	29
2.18	Poka – Yoke	30
2.19	Histograma.....	31

2.20	ANOVA.....	33
2.21	ARA (Árbol de Realidad Actual)	34
2.22	Box Plots.....	35
2.23	Diseño de Experimentos (DOE).....	36
2.24	Control Visual Andón.....	37
2.25	Mapa de Valor.....	39
2.26	Sistema Kanban	40
2.27	Fases de producción	41
2.28	Alimentación de camarón	42
3	PROCEDIMIENTO	44
3.1	Descripción de cada una de las fases del proceso	44
3.1.1	Identificación de las fases del proceso.	44
3.1.2	Descripción de recorrido	45
3.1.3	Identificación de las fases de producción	45
3.1.4	Identificación de parámetros.	46
3.1.5	Definición de equipo a utilizar	46
3.1.6	Definición de indicadores del proceso	47
3.1.7	Identificación de Insumos.	47
4	RESULTADOS.....	48
4.1	Descripción del proceso	48
4.1.1	Fases del proceso identificados.	48
4.1.2	Recorrido definido	48
4.1.3	Fases de producción identificadas	49
4.1.4	Parámetros identificados.	50
4.1.5	Descripción de equipo a utilizar	50
4.1.6	Indicadores del proceso definidos.	50
4.1.7	Insumos identificados.	51
4.2	Proceso de desarrollo de micro alga en el área cepario	52
4.2.1	Observación y agitación (15 minutos)	52
4.2.2	Desinfección personal (3 minutos)	52

4.2.3	Eliminación de cloro (30 minutos)	52
4.2.4	Verificación de eliminación de cloro (15 minutos)	52
4.2.5	Preparación de solución madre (10 minutos)	53
4.2.6	Preparación de nutrientes (15 minutos)	53
4.2.7	Mezcla de nutrientes (10 minutos)	54
4.2.8	Terminación de la mezcla de nutrientes (10 minutos)	54
4.2.9	Conteo de micro alga (20 minutos)	54
4.2.10	Siembra de micro alga (5 minutos)	55
4.2.11	Limpieza del área cepario (15 minutos)	55
4.2.12	Preparación agua en aclimatación (15 minutos)	55
4.3	Proceso de desarrollo de micro alga área masivo	56
4.3.1	Eliminación de cloro (30 minutos)	56
4.3.2	Agregado de nutrientes (30 minutos)	56
4.3.3	Siembra de garrafones (10 minutos)	57
4.3.4	Traspaso de siembra de micro alga (30 minutos)	57
4.3.5	Limpieza de pileta de 1 tonelada (10 minutos)	57
4.3.6	Desinfección de pileta de 1 tonelada (5 minutos)	57
4.3.7	Vaciado de siembra de garrafones (3 minutos)	57
4.3.8	Desarrollo de siembra en las piletas de 10 toneladas (3 días)	58
4.3.9	Limpieza de piletas de 10 toneladas (15 minutos, si tiene Pseudomona 30 minutos)	58
4.3.10	Desinfección de piletas de 10 toneladas (1 día)	58
4.3.11	Limpieza y llenado del área de cepario (15 minutos)	58
4.3.12	Limpieza de bomba sumergible (3 minutos)	59
4.3.13	Limpieza de blower (10 minutos)	59
4.4	Identificación de los elementos del proceso	59
4.4.1	Esterilización de material de trabajo:	59
4.4.2	Siembra en tubos y matraces:	60
4.4.3	Siembra en masivo:	60
4.4.4	Pilas de 1 a 10 toneladas:	60
4.5	Evaluación de su productividad	60

CONCLUSIONES	63
5 COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	64
6 Bibliografía.....	65
7 ANEXOS.....	74
7.1 Imagen.....	74
7.2 Imagen.....	75
7.2.1 Tabla de imagen 7.1.....	76
7.3 Imagen.....	79
Diagrama de flujo.....	79
7.3.1 Tabla de imagen 7.2.....	80
7.4 Imagen.....	81
7.5 Tabla.....	82
7.6 Tabla.....	82
7.7 Tabla Diagrama SIPOC.....	83

1 INTRODUCCIÓN

Maternidades de Yameto S.A. de C.V. es una empresa que se ubica en el municipio de Navolato Sinaloa, donde su principal objetivo es brindar productos dentro de los estándares de calidad y en el tiempo pronosticado, esto es una labor que incluye bastantes fases, donde se debe de concientizar al operador la importancia de realizar su labor productiva y eficiente dentro de ella.

Los micro algas son organismos unicelulares eucariotas fotosintéticas (2-200 μm), que pueden crecer de modo autotrófico o heterotrófico. En general son altamente eficientes en la fijación del CO_2 y utilizando de la energía solar para producir biomasa, con una eficiencia hasta 4 veces superior a la de las plantas. La composición de los micro algas (contenido en lípidos, carbohidratos y proteínas) es variable según la especie considerada y dentro de una misma especie, según el sistema y condiciones de cultivo. En los últimos años se ha logrado avances importantes en la utilización de los micro algas para diversos fines como la salud humana, cosmética, purificación de aguas residuales, prevención de la contaminación acuática, industria farmacéutica, acuicultura, producción de pigmentos y antibióticos entre otros.

“El cultivo de micro algas abarca varios aspectos o escalas que van desde la obtención de las especies, al cultivo en laboratorio con el objeto de amplificar y purificar la población, su caracterización para averiguar las condiciones de cultivo óptimas (T, pH, nutrientes, intensidad luminosa, etc.) hasta el cultivo masivo en fotobiorreactores de muchos litros o incluso cientos de metros cúbicos de volumen de cultivo”. (Sevilla, 2014)

El estado de Sinaloa es considerado uno de los principales productores de camarón de la nación, debido a sus extensiones territoriales propicias para la acuicultura, además de la tecnificación de los sistemas de producción.

Para el crecimiento y desarrollo de la mayoría de las etapas larvales de diversos organismos acuáticos, las micro algas se han considerado importantes; al igual que para otras especies diminutas (copépodos, rotíferos y Artemia), larvas de moluscos gasterópodos (caracoles) y bivalvos (almejas, mejillones, ostiones y callos de hacha), camarones (blanco, azul y café), ranas (toro), peces marinos (pargos, botetes) y dulceacuícolas (carpas, tilapias y de ornato). Hoy en día se ha considerado un éxito en nuestro país el cultivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). debido al interés comercial que despierta principalmente por la domesticación en cautiverio (granjas), se han obtenido

juveniles en laboratorios de producción masiva para su distribución en las diferentes granjas camaronícolas, ubicadas en las zonas costeras del Pacífico, caribe y golfos de México y California.

“Estos éxitos en los cultivos están relacionados con una adecuada técnica de alimentación para obtención de las larvas a base de alimento vivo, que consiste en la producción de diferentes especies de micro algas y otros ejemplares diminutos; la demanda de esta producción toma en cuenta las primeras fases de desarrollo de los organismos en cultivo. Se ha comprobado, además, que los micro algas verdes son ricos en carbohidratos y que las diatomeas contienen más lípidos, los cuales son aprovechados por los organismos en cultivo”. (Medina Jasso, 2012)

Los micro algas requieren para su crecimiento, como ya se ha dicho, agua, luz, CO₂, y sales minerales entre las que se encuentran principalmente alguna fuente de nitrógeno como nitrato o amonio y una fuente de fósforo que suele ser algún fosfato inorgánico. Los requerimientos de otras especies, como calcio, meta silicato, magnesio, cloruro, sodio, etc. u oligoelementos como cobre, cobalto o manganeso, varían ampliamente entre especies.

“Su cultivo es relativamente sencillo, ya que aunque es necesario controlar una gran cantidad de parámetros del medio de cultivo, es un cultivo que se consigue con facilidad y rapidez. Los requerimientos más básicos son luz (ya que estas micro algas realizan la fotosíntesis para obtener la energía que les permite vivir), aireación que permita la entrada de oxígeno y una fuente de carbono que puedan utilizar, como puede ser dióxido de carbono (CO₂) que se encuentra en el aire. A partir de eso, y con unas buenas condiciones de temperatura, es posible cultivar micro algas en el laboratorio en diversos recipientes como botellas o bolsas, y su cultivo se realiza en muchos laboratorios, acuarios y plantas de acuicultura como algo rutinario”. (Navarro, 2010)

“Los micro algas son la base de apoyo de la cadena alimentaria marina y son el alimento natural de los organismos filtradores. Las algas son, por lo tanto, son fundamentales para la producción de alimento vivo para la larvicultura de peces y camarones. La ciencia reconoce miles de especies de micro algas, y presentan una enorme gama de tamaños de células, estructuras celulares, componentes bioquímicos que determinan su valor nutricional y digestibilidad, y varían mucho en dependencia del cultivo”. (Dr Eric Henry, 2016)

Las investigaciones sobre cultivo de micro algas son escasas, reportan que el 30% de la producción mundial de micro algas está destinada al consumo animal y entre ellas figuran *Arthrospira*,

Chlorella y *Scenedesmus*. Además, en la acuicultura, los microalgas son fuente de alimentación de moluscos filtradores y estados larvarios de peces y crustáceos y entre las más comunes para la alimentación figuran *Chlorella*, *Tetraselmis*, *Isochrysis*, *Phaeodactylum*, *Chaetoceros*, *Nannochloropsis*, *Skeletonema* y *Thalassiosira* que son consumidas vivas.

Una de las aplicaciones más importantes de las microalgas marinas es la de su empleo durante la etapa de cultivo larvario en el camarón. Además de la optimización del aspecto meramente nutricional, los microalgas que son añadidas directamente a estos cultivos ejercen una influencia positiva sobre el estado fisiológico de las larvas, entre los factores involucrados en ello, se ha descrito la contribución de los cultivos de microalgas en la diversificación de la flora bacteriana, tanto del tanque de cultivo, como del tracto digestivo de las larvas.

El objetivo del proceso es evaluar y observar el área de microalgas en modo específico que abarca todo el proceso de la producción de la sp de *Thalassiosira Weissflogii* de un laboratorio acuícola con el fin de estandarizar los procesos que realice el personal operativo y mejorar la producción *Thalassiosira Weissflogii* dentro de la misma.

La producción *Thalassiosira Weissflogii* representa una gran importancia en el giro alimenticio, dada la demanda que representa este alimento y las necesidades del cliente sobre la calidad en que tiene el mismo a la hora de su venta. Por ello, es necesario que los procesos de la empresa que conllevan al producto final de camarón se hagan con la calidad más alta que se tenga en competencia. Al obtener la estandarización de los procesos, y obtener mejorarlo durante la implementación del mismo.

1.1 Antecedentes

Maternidades de Yameto S.A. de C.V. es una empresa que se dedica a la producción y comercialización de *Litopenaeus vannamei* en las diferentes etapas de su crecimiento, la cual cuenta con dos plantas principales de producción: el laboratorio y las granjas. Se encuentra localizada en el área de la costa de la costa del litoral pacífico mexicano en una localidad llamada Yameto en el estado de Nayarit Sinaloa.

Obtiene grandes utilidades debido al gran volumen de venta del producto que se elaboran dentro de ella, sin embargo, en esta empresa no lleva un control detallado en la calidad de producción de micro alga *Thalassiosira Weissflogii*. Para esto, se requiere determinar el manual de proceso de producción, el uso de bitácoras donde se documente cada evento ocurrido, que a su vez explique el resultado final de la producción, donde se identificarán las fallas en el proceso, y con ello se realizarán cambios para mejorar y minimizar la variación de la micro alga *Thalassiosira Weissflogii*, llegando a una óptima productividad en la producción de la larva de camarón

“Bajo el termino de acuicultura se engloba todo un conjunto de actividades, técnicas y conocimientos del cultivo de especies acuáticas vegetales y animales” (González F. M., 2011)

Lo que se quiere dar a entender, la acuicultura es una verdadera ganadería, de agua dulce y salada, en franca expansión, que utiliza procesos productivos cada vez más perfeccionados y tecnificados que permite aumentar la producción de animales y plantas acuáticas para consumo humano, por medio de cierto control de los organismos y de su medio ambiente.

“Las micro algas son usadas en acuicultura como alimento vivo para todos los estados de crecimiento de los moluscos, para los estados larvales de crustáceos, para algunas especies de peces y en la producción de zooplankton”. (José Antonio López Elía, 2009) Pag. 12

Por consiguiente, la característica más importante del micro algas es que crecen rápidamente y tienen el potencial de generar una gran cantidad de biomasa en un tiempo relativamente corto. Es decir que son capaces de ajustar su composición bioquímica a las condiciones de cultivo.

“Las micro algas marinas unicelulares se cultivan como alimento para las diferentes etapas del cultivo en criadero de moluscos de valor comercial”. (Michael M. Helm, 2006) Pag. 6

De acuerdo con el autor, la producción de algas vivas va a seguir siendo un aspecto fundamental en el éxito de la gestión de criaderos en el futuro inmediato, aunque sólo sea como alimento vivo que complemente los alimentos más innovadores.

1.2 Descripción del problema

El problema detectado en la empresa Maternidades Yameto S.A de C.V. en el área de micro alga laboratorio es la siguiente:

Existe variación en el proceso de preparación de micro alga *Thalassiosira Weissflogii*.

1.3 Pregunta de investigación

Con el proceso definido se podrá medir y controlar para tener mejoras y reducir la variación en la producción de micro alga *Thalassiosira Weissflogii*.

1.4 Objetivo general

Caracterizar el proceso y las herramientas de medición de micro alga que sirva de base para su mejora y aumento de productividad.

1.5 Objetivos específicos

- Evaluar los parámetros de calidad de agua que se deben de monitorear en cada una de las etapas dentro del proceso de producción.
- Reducir procesos, ahorro de tiempos en los procesos, minimizar merma en el área operativa.
- Monitorear y observar la calidad de la célula con respecto a los nutrientes esenciales para su crecimiento en presencia y ausencia de la solución de guillar o "F" medio.

1.6 Justificación

Se realizará una evaluación donde se presente cada etapa del proceso para la creación de micro alga *Thalassiosira Weissflogii*, ya que existe una variación y carencia de información en el procedimiento en el laboratorio de micro alga.

La elaboración de este proyecto servirá para determinar y evaluar los parámetros de medición de los procedimientos que lleva el proceso de micro alga.

Realizando un manual de producción que cuente con el diagrama de flujo, SIPOC o de tortuga, métricas de medición, una evaluación para la realización de cada etapa que lleva el procedimiento de elaboración de micro alga *Thalassiosira Weissflogii* y se concientizara una capacitación a todo el personal que carezca de conocimiento que esté involucrado en el área del laboratorio de micro alga para disminuir o corregir el error humano y pueda ser una óptima producción de micro alga y sea beneficiosa en el área del larvario.

1.7 Alcance

El proyecto en desarrollo tiene como alcance en la empresa Maternidades Yameto S.A de C.V en el municipio de Navolato Sinaloa, iniciando en marzo y finalizando en agosto del 2019 en el área del laboratorio de micro alga en la elaboración de *Thalassiosira Weissflogii* como alimento natural para *Litopenaeus vannamei*.

2 FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Calidad de agua de mar

Como se sabe hoy en día la calidad del agua de mar ha sido un problema en la actualidad el cual afecta a usuarios, turismo y al ecosistema marino. En vista de que en los últimos años también han aumentado los casos de floraciones de algas nocivas, que pueden producir toxinas que ocasionan enfermedades mortales. Dado que en estos casos afectan la pesca, la acuicultura y el turismo.

“En primer lugar se encuentran los desechos industriales, aquellas empresas que desconocen el uso de este recurso. Y por lo tanto vierten sus productos contaminantes derivados de sus procesos industriales, contaminando ríos y canales, principalmente”. (Sepúlveda, 2018)

De acuerdo con el autor, la contaminación marina se produce cuando existen efectos dañinos o potencialmente dañinos que resultan de la introducción al océano, de productos químicos, partículas, desechos industriales, agrícolas y residenciales.

“La contaminación es la introducción de contaminantes nocivos que no son habituales en un ecosistema determinado. Algunos de los contaminantes más comunes derivados de la actividad humana son los plaguicidas, herbicidas, fertilizantes químicos, detergentes, hidrocarburos, aguas residuales, plásticos y otros sólidos”. (GEOGRAPHIC, 2016)

Lo que se quiere dar a entender es que recientemente demuestran que la degradación, especialmente en las zonas costeras, se ha acelerado notablemente en los últimos tres siglos a medida que han aumentado los derrames industriales y el escurrimiento procedente de explotaciones agrarias y ciudades costeras.

“El océano se ha convertido en un contenedor gigante de basura. Más de ocho millones de toneladas de plástico llegan a este cada año, cifra que equivale a verter un camión de basura de plástico cada minuto”. (Mantilla, 2007)

Por consiguiente en otras palabras, es el elemento principal de este daño ecológico que amenaza a un sinnúmero de especies marinas ya que el océano es la sangre de nuestro planeta y que contaminarlo despiadadamente es algo que tarde o temprano terminará afectando nuestra salud.

2.2 Historia de micro alga

El primer registro del consumo de micro algas para suplir la dieta humana es de China y data de hace más de 2000 años. Los chinos utilizaban el micro alga Nostoc para sobrevivir en épocas de hambruna. Por otro lado, registros más recientes del siglo XVI muestran que los conquistadores españoles descubrieron que los aztecas colectaban un alimento novedoso de los lagos y elaboraban una especie de pastel o tortilla, que llamaban Techuitlatl, a base de una bacteria fotosintética (también considerada micro alga, llamada Spirulina). Actualmente en el Valle de México sólo queda el lago de Texcoco, donde aún se encuentra este micro alga.

Pero los aztecas no fueron los únicos en cultivar este alimento; en la actualidad los habitantes de Kanembu, en las costas del Lago Chad, en África, colectan Spirulina y la utilizan para hacer un tipo de torta llamada Dihé. Esta torta se mezcla con salsa de tomate, pimientos y sobre ella se esparce frijol, pescado y carne de res; el Dihé es consumido en 70% de los platillos.

Este micro alga tiene un elevado contenido de proteínas de alta calidad (contenido balanceado de aminoácidos esenciales), que representan entre 60 y 70% de su peso seco. Después de su redescubrimiento, en la década de los 70s se dio inicio a la producción a gran escala de éste y otros microorganismos con potencial para la obtención de proteínas; así, se estableció la primera planta de producción a gran escala de Spirulina de nuestro país.

Desde el inicio de su explotación industrial, los micro algas se han utilizado como alimento en acuicultura; además, se les ha destinado a la producción de biocombustibles y fertilizantes. Incluso, Alfred Nobel utilizó tierra de diatomeas (paredes celulares de micro algas) para estabilizar y absorber la nitroglicerina en la preparación de la dinamita. Aunque su uso más importante, quizás, sigue siendo en la alimentación humana.

“Desde hace algunos años se ha reconocido el valor nutricional de las algas microscópicas debido a que contienen compuestos químicos de origen vegetal (fitoquímicos), carotenoides y otros

antioxidantes similares a los de los vegetales verdes y amarillos, cuya ingesta es benéfica para la salud.” (Escalante, 2017)

Lo que se quiere dar a entender es de que los micro algas se pueden obtener espesantes como carragenina y agar; colorantes y antioxidantes, tales como astaxantina (colorante rojo), betacaroteno (colorante amarillo/naranja), clorofila (colorante verde) y ficocianinas (colorante azul), entre muchos otros; así como también ácidos grasos, sobre todo los omega-3.

“Los productores han considerado los alimentos artificiales como un complemento, no como un sustituto de los alimentos vivos utilizados en la producción de larvas, y reconocen que el uso adecuado de las micro algas incrementa la supervivencia, desarrollo y crecimiento de las larvas de moluscos, crustáceos, ranas y peces, principalmente”. (Alejandra Medina Jasso, 2012) Pág. 2

De acuerdo con el autor, hoy en día se ha considerado un éxito en nuestro país el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Debido al interés comercial que despierta principalmente por la domesticación en cautiverio (granjas), se han obtenido juveniles en laboratorios de producción masiva para su distribución en las diferentes granjas camaronícolas, ubicadas en las zonas costeras del Pacífico, Caribe y golfos de México y California.

“Son microorganismos eucariotas, unicelulares o filamentosas muy variados en tamaño y forma, que viven en todos los hábitats; mayormente acuáticos, tanto en ambientes marinos como dulceacuícolas, y algunas en la tierra”. (ECURED, Microalgas, 2012)

Por consiguiente, son consideradas el primer eslabón de la Cadena alimentaria en el ambiente acuático. Tienen importancia ecológica y económica debido a su gran diversidad taxonómica. Se utilizan como fuente de biocombustibles, fertilizantes, alimentación animal y otros usos en la Industria Alimentaria, y de medicamentos.

2.3 *Thalassiosira Weissflogii*

Thalassiosira Weissflogii es utilizada como alimento en acuicultura, pero su alto valor nutricional que está influenciado por las condiciones de crecimiento. Es una especie de

diatomeas céntricas, un micro alga unicelular. Se encuentra en ambientes marinos y también en aguas interiores en muchas partes del mundo.

“Se ha utilizado con éxito para alimentar larvas de camarones. Emerson descubrió que las larvas de *Penaeus* alimentadas con *T. Weissflogii* mostraron un crecimiento más rápido de comparación con la alimentación con otras especies de micro algas, y concluyeron que esto fue porque de contenido de lípidos y proteínas”. (Bertha O. Arredondo-Vega 1, Efecto de los productos zeolíticos en la calidad nutritiva de la diatomea *Thalassiosira weissflogii*, 2004)

De acuerdo con lo citado, la *Thalassiosira Weissflogii* crece muy bien en cultivos masivos produciendo altas densidades celulares, lo que la hace una especie ideal para investigación sobre todo en la búsqueda de cómo aumentar su biomasa.

“Las microalgas son usadas en acuicultura como alimento vivo para el crecimiento y desarrollo de estadios larvales de organismos bioacuáticos tales como moluscos, crustáceos, algunas especies de peces y en la producción de zooplancton”. (Muller, 2004) Pág. 527- 534

Por consiguiente, la *Thalassiosira* son algas oceánicas, planctónicas que están dentro del orden central. Presentan células en forma de tambor, con un diámetro de 18-27 u, en medio de inclusión que forma una masa gelatinosa. Tienen valvas redondeadas con una hilera de pequeñas espinas en el margen, no visible en agua, con un labrado muy delicado difícilmente de ser observado. Sus cromatóforos son de color pardo-amarillento.

“Experimentos realizados en el Instituto de Biología de Hawái demostraron que las larvas de peneidos alimentadas con *Thalassiosira* fue superior en un 82%, con un peso por postlarva de 132,7ug, que el 76% reportado para *C.gracilis* con un peso por postlarva de 78,6ug.” (Boeing, 2004)

Lo que se quiere dar a entender es que entre las especies de algas más usadas en acuicultura tropical especialmente en los laboratorios de producción de larvas de camarón se encuentra la micro alga del género *Thalassiosira* ya que es la más resistente a altas o bajas temperaturas y es fácil de producir.

2.4 *Litopenaeus vannamei*

El camarón blanco es nativo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde Sonora, México al Norte, hacia Centro y Sudamérica hasta Tumbes en Perú, en aguas cuya temperatura es normalmente superior a 20 °C durante todo el año. *Penaeus vannamei* se encuentra en hábitats marinos tropicales.

“El camarón blanco pertenece a la familia Penaeidae, presenta cuerpo sub cilíndrico, alargado, comprimido con abdomen o cuerpo (pleon) más largo que el cefalotórax o cabeza (cefalón y pereión). Todo el animal está recubierto exteriormente por un exoesqueleto o caparazón (cáscara o tegumento quitinoso) y termina en una nadadera caudal constituida por un par de urópodos y el telson o cola”. (Tequesquite, 2007) Pág. 16 – 17

Por consiguiente, son organismo de fecundación externa que desovan durante el periodo prolongado, que puede establecerse en términos generales durante la primavera, específicamente el desove empieza a finales de febrero y termina en junio.

“En la última década, el cultivo de camarón se ha desarrollado de manera exponencial en todo el mundo, expandiéndose más que cualquier otro sector productivo pecuario”. (Godínez-Siordia, 2011) Pág. 55

De acuerdo con el autor, esta actividad desempeña un papel fundamental en los medios de subsistencia de millones de personas en todo el mundo. El camarón continúa como el principal producto acuático comercializado.

“El camarón blanco *Litopenaeus vananmei* es una especie comúnmente cultivada en el noroeste de México, donde la salinidad y la temperatura son dos de los factores importantes a considerar en el cultivo de esta especie y de otros peneidos”. (Arzola G, Piña V, Nieves S, & Medina J, 2013) Pág. 3619

lo que se quiere dar a entender, para los acuicultores la supervivencia es un importante indicador para la toma de decisiones relacionadas con la modificación de las condiciones de cultivo y para la producción de postlarvas, por lo tanto, entre otros indicadores,

la supervivencia refleja las condiciones de éxito o fracaso en las que los organismos son cultivados.

2.5 Historia de acuicultura

La acuicultura es el conjunto de actividades, técnicas y conocimientos de crianza de especies acuáticas vegetales y animales. Estas especies se desarrollan en diversos cultivos ya sea de agua salada o dulce, bajo condiciones totalmente controladas y al cuidado de ingenieros pesqueros, zootecnistas, ingenieros acuícolas y biólogos marinos. La acuicultura se enfoca en la crianza de especies acuáticas, y sus primeras referencias se remontan al año 3800 a.c.

Desde la antigüedad, la pesca en los océanos, lagos y ríos ha sido una fuente importante de alimentos, un proveedor de empleo y otros beneficios económicos para la humanidad. La productividad del mar parecía particularmente ilimitada. Sin embargo, con el mayor conocimiento y el desarrollo dinámico de la pesca y la acuicultura, ha llegado a ser evidente que los recursos acuáticos vivos, aunque renovables, no son infinitos y necesitan ser administrados adecuadamente, a fin de mantener su contribución al bienestar nutricional, económico y social de la creciente población mundial.

“El crecimiento de la acuicultura en todo el mundo (con diferencias entre las regiones y economías) siempre implica la expansión de las áreas cultivadas, granjas de cultivo de mayor tamaño, mayor densidad de individuos en los cultivos y la utilización de recursos alimenticios a menudo producidos fuera del área inmediata”. (Nation, 2014) Pág. 15

Lo que se quiere dar a entender, a nivel mundial, la acuicultura ha aumentado su impacto social y económico a través de la producción de alimentos, la contribución a los medios de subsistencia y la generación de ingresos dándole varios efectos positivos al ecosistema marino con un claro ejemplo sobre el suministro de semillas para la repoblación de especies acuáticas amenazadas o sobreexplotada. Sin embargo, cuando es mal administrada, la acuicultura puede afectar las funciones de los ecosistemas y los servicios con consecuencias ambientales, sociales y económicas negativas.

" El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018 pone de relieve la importancia crítica de la pesca y la acuicultura para la alimentación, la nutrición y el empleo de millones de personas, muchas de las cuales tienen grandes dificultades para mantener unos medios de vida razonables". (Agricultura, 2018) Pág. 9

De acuerdo con el autor, el estado mundial de la pesca y la acuicultura es la única publicación de su clase que ofrece un enfoque técnico e información objetiva sobre un sector cuya importancia decisiva para el éxito de la sociedad se reconoce cada vez más.

"La acuicultura está dando pasos tecnológicos en Europa sin precedentes gracias a las políticas de impulso promovidas desde la Comisión Europea, que ha fundamentado en el Crecimiento Azul parte del futuro desarrollo económico de los Estados miembro". (Güelfo, 2017)

Por consiguiente, la innovación está cada vez más incorporada en las soluciones sostenibles de las empresas dedicadas a producir recursos acuáticos, por eso es importante conocer hacia donde se dirige los esfuerzos y de qué tecnologías y maneras de concebir la acuicultura se habla más.

2.6 En México

En materia de acuicultura nuestro país registra antecedentes desde el siglo pasado y a partir de la década de los cincuenta inicia su desarrollo formal con la creación de amplios cultivos extensivos o de carácter experimental. En México se ha dividido en dos grandes vertientes, la producción de peces para el consumo humano y la producción de peces de ornato.

Profundizando un poco en la primera rama de producción, comer pescado forma parte de la tradición cultural mexicana y es una excelente fuente de proteínas, ácidos grasos, minerales y nutrientes esenciales en la dieta del hombre.

Por otra parte, es necesario mencionar la comercialización de los mismos de forma decorativa, ya que se utilizan de forma estética en diferentes lugares, desde restaurantes hasta casas, donde han tomado el papel de mascotas.

“La producción acuícola en México se lleva a cabo en 23 de los 32 estados, siendo los principales productores: Morelos, Nayarit, Jalisco, Veracruz y Yucatán; donde Morelos se erige como el más importante al producir alrededor de 30 millones de peces anualmente repartidos en 62 especies diferentes de los cuales el 70% de la producción total es destinada a la exportación”. (Social, 2018).

Por consiguiente, tomando en cuenta que la pesca de captura ha ido disminuyendo en los últimos años, la acuicultura toma un peso importante en su desarrollo para cubrir las necesidades de consumo. Estas pueden variar desde el ya mencionado consumo humano, abriendo paso ahora a los usos medicinales y hasta agrícolas por las características de los peces y el desarrollo de la acuaponía (mezcla de acuicultura e hidroponía).

“México es uno de los países con mayor potencial para el desarrollo de la acuicultura debido a su diversidad de climas, cuenta con el 12% de la biodiversidad mundial y más de 12,000 especies endémicas”. (Aranda, 2013) Pág. 2

De acuerdo con el autor, México tiene un amplio potencial de desarrollo acuícola, ya que cuenta con amplias extensiones con posibilidades de uso. Actualmente, la acuicultura a nivel nacional es considerada una actividad de gran relevancia, aportando cerca de la mitad de los productos pesqueros mundiales destinados a la alimentación.

“El nacimiento de la acuicultura de camarón en granjas de la zona costera durante los años ochenta, abrió las puertas hacia un amplio abanico de formas de inclusión social que se encontraban agotadas para las comunidades costeras debido al estancamiento del desarrollo pesquero, la falta de una cultura empresarial y el agotamiento de las oportunidades de empleo”. (Dr. Francisco Magallón, 2007) Pág. 36

Lo que se quiere dar a entender es que hay un gran potencial para el incremento de la producción a través de la innovación de la tecnología que tiene la industria acuícola mexicana para satisfacer la demanda de sus productos se fundamenta en su capacidad para incrementar la producción actual y en su dinamismo para diversificar la industria hacia la producción de nuevos productos.

2.7 Metodología seis sigma

Es un enfoque revolucionario de gestión que mide y mejora los sistemas de gestión de Calidad, ha llegado a ser un método de referencia para, al mismo tiempo, satisfacer las necesidades de los clientes y lograrlo con niveles próximos a la perfección. Dicho en pocas palabras, es un método, estrategia de negocio, basado en datos, para llevar la Calidad hasta niveles próximos a la perfección, diferente de otros enfoques ya que también corrige los problemas antes de que se presenten.

“Es una metodología de mejora de procesos desarrollada por Motorola en el año de 1980, con la finalidad de reducir los defectos en sus procesos. El objetivo primordial era alcanzar un nivel de rendimiento igual a una tasa de defectos de 3.4 defectos por millón de oportunidades dicho de otra forma, alcanzar un medio ambiente prácticamente libre de defectos, es decir un rendimiento de Seis Sigma”: (Martínez C. I., 2014) Pág. 46

Lo que se quiere dar a entender, es que utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que sigma es la desviación típica que da una idea de la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología Seis Sigma es reducir ésta de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.

“Seis Sigma es una metodología compuesta por cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Representa el número el número de desviaciones estándar obtenidas a la salida del proceso. Su objetivo de aumentar la capacidad de los procesos, de tal forma que estos generen los mínimos defectos por millón de unidades producidas. Estos defectos deben ser imperceptibles para el cliente”. (Eduardo Navarro Albert, 2017) Pág 76

De acuerdo con el autor, esta herramienta se centra en la mejora de los procesos enfocándose en los aspectos críticos para el cliente. Mediante la medición de los diferentes procesos reduciendo el número de defectos para que la producción pueda continuar de forma común. Seis Sigma trae un manual de instrucciones llamada ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). DMAIC es un proceso de mejora, sistemático, científico y basado en hechos. Este proceso cerrado Elimina pasos improductivos, con frecuencia se enfoca en mediciones nuevas y aplica tecnologías de mejoramiento.

“En 1988 Motorola alcanzó el prestigioso premio americano a la excelencia Malcom Baldrige National Quality Award. Una de las bases fundamentales de su estrategia de calidad fue el “Programa Seis Sigma”. (Rojas, 2009) Pág. 5

Por consiguiente, el objetivo de este programa fue reducir la variación de los procesos hasta alcanzar una fracción defectuosa media de 3.4 ppm. Esta reducción de la variabilidad se consiguió empleando métodos estadísticos (diseño de experimentos, ANOVA, regresión, gráficos de control, etc.) y también otras herramientas no estadísticas (AMFE, QFD, 7M) combinado con técnicas de gestión de procesos.

2.8 Herramientas de Seis Sigma

Para poder llevar a cabo la metodología Seis Sigma con sus etapas DMAIC es imprescindible contar con ciertas herramientas que nos ayuden a conseguir nuestros objetivos. Todas estas herramientas son elementos sencillos que permiten simplificar labores complejas como la identificación de errores en la calidad del servicio o producto. Sin embargo en la actualidad existen avances tecnológicos que permiten de forma eficiente realizar funciones de vital importancia en las organizaciones.

“DMAIC: acrónimo formado de las siglas Define-Measure-Analyse-Improve-Control. Dicho procedimiento, hace referencia a las etapas a seguir a la hora de entender y resolver un problema. El uso continuado de este procedimiento ayudará a reducir y eliminar todas las causas que generan variabilidad en un proceso y, por tanto, permitirá convertir un proceso en Six Sigma”. (Prieto, 2007)

De acuerdo con el autor, estas herramientas están integradas en los planes de estudio estándar de Seis Sigma, que casi siempre comprenden una mezcla de temas técnicos, así como temas sobre liderazgo y administración de proyectos.

“La implantación de este sistema de trabajo comienza con la implicación de la alta dirección. A partir de aquí, y gracias a las competencias adquiridas por los ejecutivos formados en esta metodología comienza el proceso de Definición - Medición - Análisis - Mejora - Control (**metodología DMAIC**)”. (TCM, 2015)

Por consiguiente cada fase es esencial para conocer el funcionamiento del proceso en un primer momento, conocer los aspectos mejorables y finalmente implantar las medidas necesarias para la mejora y por lo tanto, la disminución de los defectos o fallos en la producción o prestación de servicios.

“La metodología Seis Sigma es un método disciplinado de mejora de los procesos conformado por las fases siguientes: Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control (DMAIC)”: (MACEDO, 1981) Pág. 30

Lo que se quiere dar a entender es que Seis Sigma es un método basado en datos que examina los procesos repetitivos de las empresas y tiene por objetivo llevar la calidad hasta niveles cercanos a la perfección. Se distingue de otros métodos en el hecho de que corrige los problemas antes que se presenten.

2.8.1 Los 5 porqués

Esta herramienta asombra por su sencillez: sólo debes preguntar “¿por qué?” a una consecución de acciones: un porqué te llevará a otro. De esa forma llegas a la raíz del problema desengranando aspectos poco importantes. El quinto porqué nos da la respuesta raíz al problema. En el ejemplo, si hubiéramos tenido en cuenta un buen plan de mantenimiento de la máquina los tornillos no hubieran salido mal, con la consecuente pérdida económica que ello conlleva.

“Es una técnica creada por Sakichi Toyoda para el fabricante de Vehículos japonesa "Toyota" como una herramienta para sus metodologías de producción masiva. La que consiste en la exploración de un problema por medio de la Causa-efecto repitiendo 5 veces la sencilla pregunta ¿Por qué?”. (Ramírez, 2013) Pág. 2

De acuerdo con el autor, la técnica es sencilla, no tiene gran dificultad de aplicación, es una herramienta fácil y muchas veces eficaz para descubrir la raíz de un problema. Ya que es simple, se puede adaptar de forma rápida para que puedas resolver casi cualquier problema, por lo que debemos hacerla nuestra y aplicarla siempre que sea necesario.

“Los Cinco Por Qués, es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la fase de análisis de problemas para buscar posibles causas principales de un problema. Durante esta fase, los miembros del equipo pueden sentir que tienen suficientes respuestas a sus preguntas.”. (Muñoz, 2000) Pág. 1

Lo que quiere dar a entender es que la estrategia de los 5 porqués consiste en examinar cualquier problema y realizar la pregunta: “¿Por qué?” La respuesta al primer “porqué” va a generar otro “porqué”, la respuesta al segundo “porqué” te pedirá otro y así sucesivamente, de ahí el nombre de la estrategia 5 porqués.

“Una de las innumerables herramientas que nos legó el Sistema de Producción Toyota, impulsado por Sakichi Toyoda y diseñado por Taiichi Ohno, es la de los 5 ¿Por qué? (5 *Whys*). Una técnica que a primera vista parece básica y hasta trivial, pero que tiene un gran desempeño en el análisis y resolución de problemas. Consiste en realizar 5 preguntas de manera iterativa, comenzando por el problema en sí y planteando las preguntas en forma concatenada hasta llegar a una quinta pregunta, a cuya respuesta consideraremos como la causa del problema original”. (Sejzer, Los 5 ¿Por qué?: Una herramienta tan sencilla como poderosa, 2016)

Por consiguiente, cuando se busca resolver un problema, comienza con el resultado final de la situación que quieres analizar y trabaja hacia atrás (hacia la raíz), pregunta de manera continua: “¿Por qué?”. Repite una y otra vez la pregunta hasta que la causa raíz del problema se hace evidente.

2.9 Análisis del modo y falla de efecto (AMEF)

Es una técnica analítica que tiene la finalidad de identificar y evaluar todos los modos potenciales de falla, sus causas y efectos para prevenir o corregir dichas fallas a través del establecimiento de acciones específicas y mecanismos de control. Es presentado como la metodología orientada a hacer un análisis profundo de las fallas existentes o potenciales de un producto o proceso, donde se determina la severidad, recurrencia y capacidad de ser detectado por los controles establecidos, de dicha falla, generando actividades y planes de acción a corto y mediano plazo para la corrección de fallas actuales y prevención de fallas potenciales a las que está expuesto el producto o proceso, garantizando primordialmente la integridad física de los usuarios, así como el desempeño del producto o proceso una vez liberado.

“El análisis del modo y efecto de fallas (AMEF), es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención”. (López I. B., 2016)

Por consiguiente, el Análisis de Modo y Efecto de Fallos (AMEF) es un conjunto de directrices, un método y una forma de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un SISTEMA con el fin de priorizarlos y concentrar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta.

“El principal empuje para la prevención de fallas vino durante los 60's, mientras se desarrollaba la tecnología para enviar un hombre a la luna en la misión Apolo, en este momento la Ford Motor Company estaba siendo presionada por los altos costos de demandas de responsabilidad civil derivados de los problemas de calidad en sus vehículos, por tal motivo introdujo los AMEFs. En 1993 Chrysler, Ford y GM crearon el documento «Potencial Failure Mode And Effects Analysis» que cubría los tipos vigentes de AMEF. El documento formó parte de la norma QS 9000 (Hoy conocida como ISO 16949)”. (Guerrero V. , ¿Qué es AMEF?, 2019)

Es decir, Es un proceso muy estructurado con el que se identifican los posibles fallos de diseño tanto de un producto como en un servicio o un proceso, antes de que lleguen a producirse con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas.

“El AMEF es ampliamente utilizado dentro de un sistema de calidad que busca la mejora continua de diversas formas. Es por eso que las acciones que se realizan en muchas ocasiones son implícitas, ya que se introducen con éxito diariamente como fruto del afán por hacer cada vez mejor las cosas”. (MORFÍN, 2005) Pág. 13

De acuerdo con el autor, Puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales es el Identificar, definir, priorizar y eliminar fallas conocidas y/o potenciales de un sistema, diseño o proceso de manufactura, antes de que lleguen al cliente, reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto, determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema,

identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial, analizar la confiabilidad del sistema y documentar el proceso.

2.10 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es la representación gráfica del flujo o secuencia de rutinas simples. Tiene la ventaja de indicar la secuencia del proceso en cuestión, las unidades involucradas y los responsables de su ejecución, es decir, viene a ser la representación simbólica o pictórica de un procedimiento administrativo.

“Un diagrama de flujo es un diagrama que describe un proceso, sistema o algoritmo informático. Se usan ampliamente en numerosos campos para documentar, estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos que suelen ser complejos en diagramas claros y fáciles de comprender. Los diagramas de flujo emplean rectángulos, ovalos, diamantes y otras numerosas figuras para definir el tipo de paso, junto con flechas conectoras que establecen el flujo y la secuencia. Pueden variar desde diagramas simples y dibujados a mano hasta diagramas exhaustivos creados por computadoras que describen múltiples pasos y rutas”. (McKinnon, 2019)

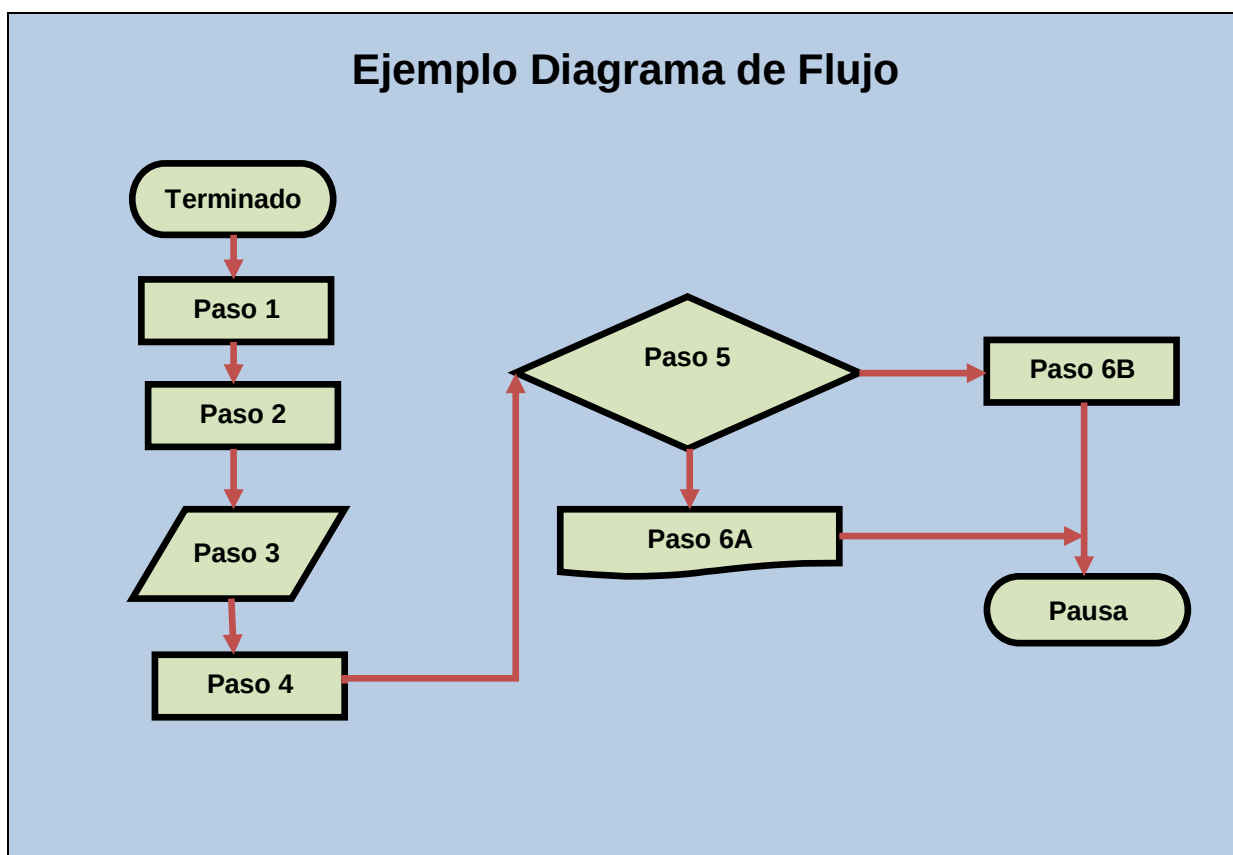
Es decir, es una representación gráfica que desglosa un proceso en cualquier tipo de actividad a desarrollarse tanto en empresas industriales o de servicios y en sus departamentos, secciones u áreas de su estructura organizativa. Son de gran importancia ya que ayudan a designar cualquier representación gráfica de un procedimiento o parte de este. En la actualidad los diagramas de flujo son considerados en la mayoría de las empresas como uno de los principales instrumentos en la realización de cualquier método o sistema.

“El diagrama de flujo ayuda al análisis a comprender el sistema de información de acuerdo con las operaciones de procedimientos incluidos, le ayudara analizar esas etapas, con el fin tanto de mejorarlas como de incrementar la existencia de sistemas de información para la administración”. (Manane, 2011)

Por consiguiente, permite la visualización de las actividades innecesarias y verifica si la distribución del trabajo está equilibrada, es decir, bien distribuida en las personas, sin sobre cargo para algunas mientras otros trabajan con mucha holgura. Los diagramas de flujo son importantes para el diseñador por que le ayudan en la definición, formulación, análisis y solución del problema.

“Un diagrama de flujo estructurado u ordinograma es un conjunto secuencial de figuras geométricas conectadas entre si, a través de segmentos de flecha que indican el orden de las operaciones y/o la forma como circula la información. Cada Figura o forma simboliza una función específica del algoritmo”. (Martínez B. R., 2012) Pág. 1

Lo que se quiere dar a entender es que son una manera de representar visualmente el flujo de datos a través de sistemas de tratamiento de información. Describen que operaciones y en que secuencia se requieren para solucionar un problema dado en forma de una representación diagramática que ilustra la secuencia de las operaciones que se realizarán para conseguir la solución de un problema. Esto es una representación gráfica de un proceso, Muestra la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás.



2.11 Diagrama SIPOC

La caracterización SIPOC se presenta como entrada en los proyectos de mejora tales como los eventos Kaizen, durante el proceso de gestión de calidad en gestión de proyectos o durante la fase de definición del proceso DMAIC. O sea es un registro visual, representa el flujo de actividades que componen un proceso, gráficamente se ve lo que ocurre, especificando cada etapa de proceso como para identificar problemáticas de trabajo.

“El diagrama SIPOC es un sistema de ordenamiento o herramienta en formato tabular que permite la caracterización o asignación lógica de una serie de procesos. En ella se involucran una serie de parámetros elementales como lo son un proveedor, una entrada, un proceso o una serie de procedimientos con una salida y un resultado final, que represente en forma de producto y satisfaga a un cliente”. (Pacheco, 2019)

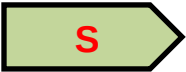
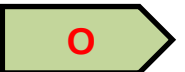
De acuerdo con el autor, permite un mayor conocimiento o entendimiento de la manera en que se trabaja y se efectúan los procedimientos, dando una descripción asertiva de lo que se hace, impidiendo así también la aparición de posibles errores o fallas durante los procesos, siguiendo una serie de normas establecidas para mejorar la gestión en calidad.

“Eckes, (2004) define al diagrama SIPOC como una representación gráfica de los pasos actuales del proceso que se ha escogido para mejorar”. (CORZO, 2018) Pág. 30

Es decir, es una herramienta en formato tabular para caracterizar un proceso (o grupo de procesos), a partir de la identificación de elementos claves en los dominios de: Proveedores, Entradas, Procesos (subprocesos), Salidas y Clientes. La herramienta toma su nombre del acrónimo de la cadena de caracterización en inglés: Suppliers - Inputs - Process - Output - Customers. Es un mapeo de alto nivel para cualquier proceso que sea considerado para su mejora.

“El SIPOC es un diagrama de flujo a alto nivel y, a su vez, es el primer paso para la realización de un diagrama de flujo detallado (flujograma de proceso). Permite visualizar los pasos secuenciales de un proceso definiendo claramente sus entradas, salidas, proveedores y clientes”. (CALETEC, 2016)

Lo que se quiere dar a entender, Es una herramienta de gran utilidad para identificar el proceso a investigar en la primera etapa de la metodología DMAIC el cual permite tener un conocimiento consistente del proceso analizado ya que se decide por el equipo del proyecto de mejora. Ya que el equipo trata de listar las partes implicadas en el proyecto distinguiendo entre Proveedores (Suppliers), Inputs, Proceso, Output y Clientes.

				
Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
¿Quién suministra lo que se necesita para ejecutar el proceso?	¿Cuáles son los insumos requeridos?	¿Qué hace el proceso?	¿Cuál es el resultado esperado del proceso?	¿Qué clientes necesitan la salida de este proceso?
Ejemplo:				
Departamento de finanzas de sucursales	Órdenes de compra y facturas	Paso 1 Paso 2 Paso 3	Reporte financiero	Departamento financiero corporativo

2.12 Proceso de producción

Son acciones dinámicamente interrelacionadas orientado a la transformación de ciertos elementos denominados factores o entradas, para terminar en ciertos elementos denominados productos o salidas, con el objetivo primario de incrementar su valor.

“Proceso es un conjunto de fases sucesivas o serie de pasos organizados y sistematizados cuyo fin es alcanzar un objetivo determinado, se trate de una planificación científica, técnica, social, política, de empresa, o simplemente de la vida cotidiana”. (Porporatto, 2015)

Por consiguiente Porporatto quiere decir es que se trata de procedimientos predeterminados que definen una secuencia de actividades mediante la cual se producen bienes y servicios, precisando una forma de accionar para alcanzar el fin o resultado esperado.

"Proceso es el conjunto de actividades relacionadas y ordenadas con las que se consigue un objetivo determinado". (Guerrero O. E., 2008) pág. 3

Lo que Guerrero O. E. quiere decir es, que es un conjunto de actividades relacionadas y ordenadas con las que se consigue un objetivo determinado, a través del uso de máquinas, herramientas o equipos, con el fin de transformar materiales para la obtención de un producto.

"El proceso productivo está referido a la utilización de recursos operacionales que permiten transformar la materia prima en un resultado deseado, que bien pudiera ser un producto terminado." (Rodríguez Medina, Balestrini Atencio, Balestrini Atencio, & Meleán Romero, 2002) Pág. 137

En otras palabras, es el procesamiento o unión de las operaciones que se someten para elaborar o transformar los insumos utilizados en productos o servicios, para satisfacer las necesidades de los clientes

"Un proceso de producción es el conjunto de actividades orientadas a la transformación de recursos o factores productivos en bienes y/o servicios. En este proceso intervienen la información y la tecnología, que interactúan con personas. Su objetivo último es la satisfacción de la demanda". (School, 2017).

A lo que se refiere School es la denominación a todo sistema dinámico constituido por un conjunto de procedimientos técnicos de modificación o transformación de materias primas, sean estas de origen animal, vegetal o mineral, y que puede valerse tanto de mano de obra humana, como de maquinaria o tecnología para la obtención de bienes y servicios.

"Se conoce como proceso de producción o proceso productivo, o también como cadena productiva, al conjunto diverso de operaciones planificadas para transformar ciertos insumos o factores en bienes o servicios determinados". (Raffino., 2019)

Lo que se trata de decir es que, los productos son el resultado colectivo del desarrollo de las acciones que componen el proceso de su producción cuyo objetivo es la obtención de un bien o servicio de valor acrecentado para su consiguiente mercadeo.

2.13 Gráfica de Pareto

El diagrama de Pareto es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un orden de prioridades. Permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos muy importantes. El diagrama facilita el estudio de las fallas en las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales psicosomáticos.

“Un diagrama de Pareto es una técnica gráfica simple para ordenar elementos, desde el más frecuente hasta el menos frecuente, basándose en el principio de Pareto”. (Lemos, 2009) Pág. 28

Lo que el autor quiere decir es que en estos casos se da el principio de los pocos vitales y los muchos triviales que se conoce como principio de Pareto. Dicha proporción, en una gran mayoría de los casos, ha resultado ser de aproximadamente un 20% para los pocos vitales y de un 80% para los muchos triviales. Este 20% es el responsable de la mayor parte del efecto que se produce.

“El diagrama de Pareto, también llamado curva 80% - 20%, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha. permite, pues asignar un orden de prioridades, afirmando que en todo grupo de elementos o factores que contribuyen a un mismo efecto, unos pocos son responsables de la mayor parte de dicho efecto”. (González R. G., 2012)

Es decir, esta ley dice que el 20% de algo siempre es responsable del 80% de los resultados, es decir que el 20% de algo es esencial y el 80% es trivial, genera muchas ventajas y beneficios, reduciendo nuestro esfuerzo y administrando mejor el tiempo. Aprender a aprovechar esta ley puede brindar grandes ganancias y minimizar el esfuerzo ya que su principal uso que tiene es poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización.

“El diagrama de Pareto está basado en la “ley 80-20” o de “los pocos vitales y muchos triviales”, enunciada por el economista italiano Vilfredo Pareto a principios de siglo”. (Bellas, 2006) Pág.1

En otras palabras, se pueden detectar los problemas que tienen más relevancia mediante la aplicación del principio de Pareto que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

2.14 Gráficas de Dispersión

Es un tipo de diagrama matemático que utiliza las coordenadas cartesianas para mostrar los valores de dos variables para un conjunto de datos usando una colección de puntos colocados como coordenadas cartesianas para mostrar valores de dos variables. Al mostrar una variable en cada eje, se puede detectar si existe una relación o correlación entre las dos variables.

“El diagrama de dispersión, también conocido como gráfico de dispersión o gráfico de correlación consiste en la representación gráfica de dos variables para un conjunto de datos”. (Betancourt, 2016)

Se usa para trazar puntos de datos en un eje vertical y uno horizontal, mediante lo que se trata de mostrar cuánto afecta una variable a otra. En otras palabras, analiza la relación entre dos variables, conociendo qué tanto se afectan entre sí o qué tan independientes son una de la otra.

“Este tipo de gráfico es usado para mostrar la relación entre dos variables numéricas continuas, usando puntos. Cada punto representa la intersección entre los valores de ambas variables”. (Vega, 2014) Punto 12.6

Tiene el propósito de controlar mejor el proceso y mejorarlo, resulta indispensable conocer cómo se comportan algunas variables o características de calidad entre sí, esto es, descubrir si el comportamiento de unas depende del comportamiento de otras, o no, y en qué grado. Es una herramienta utilizada cuando se desea realizar un análisis gráfico de datos variados, es decir, los que se refieren a dos conjuntos de datos.

“Los diagramas de dispersión o también llamados gráficos de correlación o nube de puntos, permiten estudiar la relación entre si y en qué medida se encuentran vinculadas dos magnitudes. Es

de gran utilidad, para conocer qué factores están relacionados entre sí, y cómo es afectado uno respecto al otro”. (Villoldo, 2013)

Lo que el autor quiere decir es, Conocer la relación entre dos factores puede ser muy útil para el control del proceso y la toma de decisiones con ayuda de esta herramienta se da a considerar que puede servir para planificar la producción y controlar los procesos.

2.15 Diagrama de Espina de Pescado

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como Diagrama de Espina de Pescado es una herramienta de la calidad que ayuda a levantar las causas-raíces de un problema, analizando todos los factores que involucran la ejecución del proceso. El diagrama tiene en cuenta todos los aspectos que pueden haber llevado a la ocurrencia del problema, de esa forma, al utilizarlo, las posibilidades de que algún detalle sea olvidado disminuyen considerablemente.

“El diagrama de espina de pescado se utiliza principalmente en empresas como herramienta de gestión de calidad o proyectos, se presenta también a la gestión de los riesgos. El diagrama permite no solo resolver un problema, sino también preverlo”. (López D. Y., 2018) Pág. 2

Dando a entender que es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema ya que es utilizado para determinar las causas posibles que provienen de una causa generada por diversos factores , de algún problema de máquina, o problema operacional y medio ambiente.

“El diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado (por su forma similar a la de un pez), es una representación gráfica muy sencilla en la que puede verse, de manera relacional, una especie de espina o línea central en horizontal, la cual representa el problema concreto a analizar”. (Nuño, 2007)

Por consiguiente, esto puede ayudar a conocer los motivos de las debilidades de la empresa y poder darle soluciones al identificar un problema y luego enumera un conjunto de potenciales causas que lo hayan podido provocar.

“Un diagrama de Causa y Efecto es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto). Fue desarrollado en 1943 por el Profesor Kaoru Ishikawa en Tokio”. (Calidad, 2003)

Es decir, es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico ya que permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas.

2.16 Análisis de Regresión

Es un proceso estadístico para estimar las relaciones entre variables teniendo como principales aplicaciones de este la predicción o previsión de hechos a partir de unos datos determinados, teniendo en cuenta el grado de influencia de las diferentes variables en los mismos a raíz de la experiencia que aporta esta información. La regresión permite estimar su esperanza condicional, también dando como otro objetivo es construir una función de regresión para poder estimarla mediante distribuciones de probabilidad.

“El análisis de regresión consiste en una técnica estadística utilizada para investigar y modelar la relación que hay entre una variable explicativa (X) y una variable de respuesta (Y)”. (Andrea Lina Lavalle, 2006) Pág.5

Lo que se quiere dar a entender es que, la función de esta técnica analiza la relación entre una variable dependiente métrica y varias variables independientes también métricas, con el objetivo principal de predecir la única variable dependiente seleccionada por el investigador, utilizando las variables independientes.

“El modelo de regresión lineal múltiple es idéntico al modelo de regresión lineal simple, con la única diferencia de que aparecen más variables”. (Rojo, 2007) Pág.5

Es decir, pueden emplearse para predecir el valor de la variable dependiente o para evaluar la influencia que tienen los predictores ya que se encuentran variables que de alguna manera están

relacionadas entre sí, por lo que es posible que una de las variables puedan relacionarse matemáticamente en función de otra u otras variables. Teniendo requerimiento de las mismas condiciones que los modelos lineales simples más otras adicionales.

“Permite determinar el grado de dependencia de las series de valores X e Y, prediciendo el valor y estimado que se obtendría para un valor x que no esté en la distribución”. (ECURED, Regresión lineal, 2011)

En otras palabras, es una técnica estadística que establece una ecuación para estimar el valor desconocido de una variable, a partir del valor conocido de otra variable, (en vez de valores de muchas otras variables) se denomina análisis de regresión simple. Desarrolla una ecuación de estimación, es decir, una fórmula matemática que relaciona las variables conocidas con las desconocidas. Luego de obtener el patrón de dicha relación, se aplica el análisis de correlación para determinar el grado de relación que hay entre las variables.

2.17 5S.

Es una herramienta de gestión visual, utilizada habitualmente como punto de partida para introducir la mejora continua en la empresa. Su misión es optimizar el estado del entorno de trabajo, facilitar la labor de los empleados y potenciar su capacidad para la detección de problemas. Con su implementación conseguimos mejorar la productividad del proceso y aumentar la calidad. Fue desarrollada en Japón y cada una de las “S” hace referencia a una acción a realizar para implantar este método: Clasificación, Organización, Limpieza, Estandarizar y Seguir Mejorando.

“El objetivo de este método es mantener y mejorar las condiciones de organización, el orden y limpieza, así como mejorar las condiciones de trabajo, seguridad, clima laboral, motivación personal y eficiencia”. (RODRÍGUEZ MEDERO, 2012) Pág. 93

Es decir, es un método que proporciona los medios para generar sitios más productivos, seguros y agradables, donde se elaboran productos y servicios de mayor calidad. Este método es igualmente útil en empresas de servicios, manufactura, transformación o de cualquier otra índole, incluso puede ser aplicado en hogares, así como en actividades diarias.

“Es una técnica de origen japonés destinada a mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. Se pueden aplicar en todo tipo de empresas y organizaciones, talleres y oficinas”. (Wyngaard, 2012) Pág. 2

Lo que el autor quiere decir es que se trata de un método que requiere de un compromiso personal y duradero en temas como la limpieza, la organización, la seguridad y la higiene. Son muy sencillas de implementar, por lo que no requieren una formación compleja ni ser grandes expertos en el tema. Simplemente se requiere una metodología disciplinada y rigurosa para poder llevar a cabo las etapas de calidad.

“5S es una herramienta de Lean Manufacturing que trata de establecer y estandarizar una serie de rutinas de orden y limpieza en el puesto de trabajo. De cara a una visión de futuro para la implantación de herramientas lean en una Pyme se debe tener en cuenta que 5S es la puerta de entrada al resto de herramientas”. (Soler, 2016) Pág. 18

Por consiguiente, mediante esta técnica se mejora tanto el espacio de trabajo como la eficiencia y eficacia en las operaciones a realizar, por ello, es necesaria para la puesta en marcha de la misma, para de ese modo mejorar en el resto de áreas.

2.18 Poka – Yoke

Es un mecanismo que evita que los errores humanos en los procesos se materialicen en defectos. Su principal ventaja consiste en que puede considerarse como un recurso de inspección al 100% de las unidades del proceso, lo cual permite retroalimentación y toma de acciones de forma inmediata, incluso, dependiendo de la naturaleza del mecanismo, este puede generar una medida correctiva. Ha evolucionado hasta ser considerado como un mecanismo utilizado para asegurar la producción de una buena unidad todo el tiempo, o simplemente un mecanismo libre de fallas, dependiendo del contexto.

“Proviene del japonés y la composición de las palabras significan: Poka, errores involuntarios; y Yokeru, evitar. El método Poka Yoke fue introducido por Shigeo Shingo en 1961, al trabajar como ingeniero de la corporación Toyota Motor”. (Robinson, 2016) Pág 85

Este método tiene por objetivo prevenir los errores y posteriores defectos originados en los procesos, Se busca en esencia eliminar el potencial error humano. Tal herramienta no sólo controla, sino que permite realizar control y mejora al instante, lo cual la hace de una aplicabilidad muy útil. Funciona haciendo al menos una de estas tres acciones: Prever errores, Corregir errores y Notificar errores.

“Es un método que se implementa en las empresas con el objetivo de prevenir y disminuir los errores en los procesos para generar productos o servicios. Por ello, también influye en la calidad de los mismos y, además, evita los riesgos, mejorando así la reducción de costos y la productividad en una compañía”. (Molina, 2018)

Dando a entender que es un concepto que se utiliza para hablar de la técnica de calidad basada en evitar la aparición de defectos en todo tipo de procesos, servicios y/o productos. Su principio básico es la prevención de los errores, la predicción de situaciones que puedan generar problemas y la utilización de mecanismos o indicadores que avisen para evitarlos. Sirve para reducir la aparición de fallos en dispositivos, máquinas o cualquier mecanismo que requiera la interacción de personas. A nivel empresarial, es algo que sirve incluso para mejorar la calidad de la organización de la compañía y el desarrollo de las diferentes labores de los empleados. Algo que además trae consigo un aumento del rendimiento y, por tanto, una mayor rentabilidad.

“Un Poka-Yoke es una herramienta procedente de Japón que significa “a prueba de errores”. Lo que se busca con esta forma de diseñar los procesos es eliminar o evitar equivocaciones ya sean de ámbito humano o automatizado”. (Tania Alejandra Hernández Ochoa, 2018) Pág.58

Es decir, este sistema se puede implantar también para facilitar la detección de errores que implican el llevar una inspección al 100%, así como, una retroalimentación hacia el operador y auditores. También incluye llevar a cabo acciones inmediatas cuando los defectos o errores ocurren. La práctica de este sistema se realiza más frecuentemente en la comunidad manufacturera, para enriquecer la calidad del producto previniendo errores en la línea de producción.

2.19 Histograma

Es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados. Sirven para obtener una primera

vista general, o panorama, de la distribución de la población, o de la muestra, respecto a una característica, cuantitativa y continua como la longitud o el peso.

“Los histogramas son gráficos que indican la frecuencia de un hecho mediante una distribución de los datos. Los histogramas no se pueden elaborar con atributos, sino con variables medibles tales como peso, temperatura, tiempo, etc.” (Gehisy, 2017)

En otras palabras, es una representación gráfica de valores en cada forma de barras donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los dos valores representados. Se puede aplicar en cualquier proceso de la empresa, en la que dispongamos de muchos valores que hay que ordenar y analizar, con la finalidad de mejorar el proceso o bien de corregir errores.

“Un histograma es un tipo de gráfico que cuenta con amplias aplicaciones en la estadística. Los histogramas permiten una interpretación visual de datos numéricos al indicar el número de puntos de datos que permanecen dentro del rango de valores, denominado una clase o compartimento. La frecuencia de datos que cae en cada clase es representada mediante el uso de una barra.” (cómo funciona qué, 2016)

Por consiguiente, es el más conocido de los gráficos para resumir un conjunto de datos numéricos y pretende responder a las mismas preguntas que un gráfico de tallo-hojas. Una virtud del gráfico de tallo-hojas es que retiene los valores de las observaciones, sin embargo, esta característica puede ser una desventaja para gran cantidad de datos.

“Es una representación gráfica que maneja distintas estadísticas. Su utilidad se basa en ver o mostrar la posibilidad de establecer de manera visual, ordenada y fácil los datos numéricos y estadísticos que pueden tornarse complicados de entender”. (ConceptoDefinición, 2019)

Lo que se quiere dar a entender es que, su función es exponer gráficamente números, variables y cifras de modo que los resultados se visualicen más claros y ordenadamente con la posibilidad de establecer de manera visual, ordenada y fácilmente comprensible todos los datos numéricos estadísticos que pueden tornarse difíciles de entender.

2.20 ANOVA

Es un método para comparar dos o más medias, utilizando una técnica estadística que señala si dos variables (una independiente y otra dependiente) están relacionadas en base a si las medias de la variable dependiente son diferentes en las categorías o grupos de la variable independiente. Es decir, señala si las medias entre dos o más grupos son similares o diferentes. Permite descubrir si los resultados de una prueba son significativos, en otras palabras, permiten determinar si es necesario rechazar la hipótesis nula o aceptar la hipótesis alternativa.

“El **Análisis de Varianza (ANOVA)** es una técnica estadística paramétrica utilizada para comparar grupos de datos, Esta técnica fue ideada por R. A. Fisher y, por lo tanto, a menudo se la denomina ANOVA de Fisher. Es absolutamente indispensable para analizar los resultados de cualquier **diseño experimental**. Es similar en su aplicación a técnicas como t-test y z-test, ya que se usa para comparar medias. Sin embargo, el **Análisis de la Varianza (ANOVA)** se aplica mejor cuando se comparan más de 2 poblaciones o muestras”. (Rodríguez, 2019)

Es decir, es un conjunto de técnicas estadísticas de gran utilidad y ductilidad. Es útil cuando hay más de dos grupos que necesitan ser comparados, cuando hay mediciones repetidas en más de dos ocasiones, cuando los sujetos pueden variar en una o más características que afectan el resultado y se necesita ajustar su efecto o cuando se desea analizar simultáneamente el efecto de dos o más tratamientos diferentes.

“El análisis de la varianza (o Anova: Analysis of variance) es un método para comparar dos o más medias. Es necesario porque cuando se quiere comparar más de dos medias es incorrecto utilizar repetidamente el contraste basado en la t de Student”. (Estadístico, 2007)

Lo que se quiere dar a entender es que, el análisis de varianza sirve para comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos. El método para comparar estos valores está basado en la varianza global observada en los grupos de datos numéricos a comparar. El análisis de varianza se utiliza para asociar una probabilidad a la conclusión de que la media de un grupo de puntuaciones es distinta de la media de otro grupo de puntuaciones.

“Es una de las técnicas estadísticas más utilizadas para comparar grupos de medidas y normalmente se emplea para establecer semejanzas y diferencias entre tres o más grupos distintos. a través de ANOVA se establece un análisis para evaluar comparativamente unos resultados en distintas clasificaciones o grupos. De esta manera, es posible calcular si los valores medios son iguales en los distintos grupos estudiados”. (Navarro J. , 2016)

Lo que el autor quiere decir es que, Evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La hipótesis nula establece que todas las medias de la población (medias de los niveles de los factores) son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente.

2.21 ARA (Árbol de Realidad Actual)

Es un diagrama que muestra las relaciones causa efecto, tomando en cuenta todas las variables que influyen en un problema o situación dada. Utiliza supuestos, causas, efectos, problemas y síntomas para construirlo. Se enfoca en el análisis con “sentido común” para deducir las causas de un problema.

“El propósito del ARA es describir, por medio de una estructura lógica, las relaciones de Efectos-Causas-Efectos, comenzando con los efectos indeseables y utilizando conocimiento disponible, este proceso de pensamiento (PP) le permite a una persona determinar el problema raíz. Con el ARA logramos describir esas relaciones entre los síntomas indeseables que queremos eliminar y el conflicto o problema raíz”. (Vargas, 2012) Pág. 6

Dando a entender que es una estructura lógica diseñada para describir el estado de la realidad tal como existe en un sistema dado. Refleja la cadena más probable de causa y efecto, de una circunstancia en específico. Busca las conexiones de causa y efecto entre indicios visibles de una condición del sistema y las causas que lo producen.

“El árbol de la realidad actual: es una técnica que se utiliza para detectar los pocos problemas vitales responsables de los efectos indeseables observados en la organización. Es un diagrama que muestra por medio de las relaciones causa efecto, conecta los efectos indeseables principales”. (SIERRA, 2015) Pág. 112

Por consiguiente, es una de las técnicas planteadas por la teoría de restricciones para la identificación de las causas raíz de los problemas presentados, que para efectos de lenguaje se denominan Efectos Indeseables ya que ayuda a detectar las pocas dificultades vitales responsables de los efectos no deseados observados en la empresa.

“Este árbol es similar al mapa estatal actual usando por muchas organizaciones. El CRT (Current Reality Tree) evalúa la red de relaciones de efecto – causa – efecto entre los efectos indeseables, esta técnica consiste en detectar los Problemas Raíz (Problemas Medulares), vía la certificación de la causalidad en cada paso”. (Goldratt, 2010) Pág. 13

Es decir, esta herramienta sirve para visualizar de forma explícita las interdependencias que hay entre los subsistemas. De esa forma, consigue identificar los problemas fundamentales y con mayor impacto sobre el sistema que están dañando la productividad y rentabilidad de la empresa.

2.22 Box Plots

Es un tipo de gráfico que muestra un resumen de una gran cantidad de datos en cinco medidas descriptivas, además de intuir su morfología y simetría. Este tipo de gráficos nos permite identificar valores atípicos y comparar distribuciones. Además de conocer de una forma cómoda y rápida como el 50% de los valores centrales se distribuyen.

“El gráfico de caja (“box-plot” en inglés) es una forma de presentación estadística destinada, fundamentalmente, a resaltar aspectos de la distribución de las observaciones en una o más series de datos cuantitativos”. (Palladino, 2011) Pág. 1

Lo que el autor quiere decir, Es una presentación visual que describe varias características importantes, al mismo tiempo, tales como la dispersión y simetría. Se utiliza para comparar rápidamente dos o más distribuciones de variación de las mismas características.

“El gráfico de caja y bigotes (en adelante gráfico de caja) se emplea como representación gráfica de variables cuantitativas. Permite resumir, describir y analizar aspectos generales y

particulares del indicador. En él quedan ilustrados los datos centrales, datos adyacentes y datos raros (atípicos y extremos, si los hubiera)". (Doncel, 2015) Pág. 5

Por consiguiente, realiza un análisis más detallado y conciso respecto a la distribución de los datos en la muestra. Permite determinar si la muestra tiene elementos excepcionalmente lejanos del centro. Un conjunto de datos en cuya construcción se usan cinco medidas descriptivas del mismo, a saber lo que es la mediana, primer cuartil, tercer cuartil, valor máximo y valor mínimo.

"Diagrama de caja es un tipo de gráfico que nos permite interpretar los datos para las variables, a través de cuál podemos observar cuartiles, valores mínimo y máximo, mediana y los valores atípicos". (Bakieva, 2010) Pág. 1

Es decir, es un gráfico basado en cuartiles, mediante el cual se visualiza un conjunto de datos, siendo una manera conveniente de mostrar visualmente grupos de datos numéricos a través de sus cuartiles ya que suministra información sobre los valores mínimo y máximo, los cuartiles Q1, Q2 o mediana y Q3, y sobre la existencia de valores atípicos y la simetría de la distribución.

2.23 Diseño de Experimentos (DOE)

Es el conjunto de técnicas activas que manipulan el proceso para inducirlo a proporcionar la información que se requiere para mejorar y constituye un método preciso, considerado el estándar más preciso e inequívoco para probar una hipótesis. Ya que manipulan un proceso para inducirlo a proporcionar la información que se requiere para mejorarlo mediante los cambios en sus variables y su interacción o secuencia de ejecución.

"El diseño de experimentos es la aplicación del método científico para generar conocimiento acerca de un sistema o proceso, por medio de pruebas planeadas adecuadamente". (Salazar, 2008) Pág. 6

En otras palabras, esta metodología se ha ido consolidando como un conjunto de técnicas estadísticas y de ingeniería, que permiten entender mejor situaciones complejas de relación causa -

efecto. Son modelos estadísticos clásicos cuyo objetivo es averiguar si unos determinados factores influyen en una variable de interés y, si existe influencia de algún factor, cuantificar dicha influencia.

“El termino diseño de experimentos hace referencia a una amplia gama de técnicas estadísticas que permiten comparar la igualdad o semejanza entre más de dos medias, o de que no existe efecto de los tratamientos utilizados. En otras palabras, sirve para probar el siguiente par de hipótesis”. (Santos, 2007) Pág. 1

Es decir, es una herramienta estadística para la mejora de la calidad usada frecuentemente en proyectos de Seis Sigma. esta metodología sirve para diseñar las condiciones ideales de un producto, proceso o servicio para que cumpla con las expectativas usando el mínimo numero de experimentos o pruebas de las cuales se inducen cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso o sistema, de manera que sea posible observar e identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida.

“Se define simplemente como un método para aplicar sistemáticamente la estadística al proceso de experimentación”. (Dr. Ing. Martín Tanco, Viles, & Alvarez, 2008) Pág. 86

Por consiguiente, permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental de forma que con el mínimo número de pruebas se consiga extraer información útil para obtener conclusiones que permitan optimizar la configuración de un proceso o producto. Puede realizar un conjunto de pruebas en las cuales se realizan cambios voluntarios a los parámetros de control de un proceso o sistema, para observar e identificar las razones de los cambios en la variable de salida o respuesta del proceso.

2.24 Control Visual Andón

Es considerado como un elemento de la filosofía Lean Manufacturing, el cual agrupa un conjunto de medidas prácticas de comunicación utilizadas con el propósito de plasmar, de forma evidente y sencilla, el estado de algún sistema productivo, en otras palabras, es una herramienta que debe apoyar la medición de los procesos, y no de las personas. De manera que si la medición permite identificar el desempeño de los individuos deben generarse actitudes hacia las responsabilidades, y no consecuencias personales.

“ANDON significa pedir ayuda mediante un monitoreo automático pero con un elemento humano que evidencia los problemas o defectos en el proceso a partir de luces y sonidos que son activados por el propio trabajador para corregir la condición anormal”. (CUMBAL, 2012) Pág. 30

En otras palabras, es un sistema de información que a través de señales, permite al operador solicitar ayuda del personal de apoyo cuando se presentan condiciones anormales en el trabajo, teniendo como objetivos evitar paros de línea, y asegurando que la operación ha cubierto las especificaciones de calidad, en el tiempo que se tiene contemplado para esta operación y por último, brindar información sobre el comportamiento del proceso de producción, esto en base de los sistemas electrónicos que se manejan.

“El control visual es una metodología que puede ser aplicada de numerosas maneras. Es cualquier dispositivo o sistema que permita representar, en un único lugar, información de utilidad sobre nuestro proceso. Con tan solo una mirada podemos saber cómo está funcionando nuestro proceso y si se está desviando con respecto a un patrón preestablecido”. (Sejzer, La importancia del control visual: todo lo necesario en un único lugar, 2016)

Lo que el autor quiere decir, es una herramienta muy valiosa para agregar valor a nuestros procesos productivos. Teniendo una imagen clara y sintética del estado actual del proceso podemos detectar con mayor facilidad los problemas, y atacarlos a tiempo.

“Un control visual es un estándar representado mediante un elemento gráfico o físico, de color o numérico y muy fácil de ver. La estandarización se transforma en gráficos y estos se convierten en controles visuales. Cuando sucede esto, sólo hay un sitio para cada cosa, y podemos decir de modo inmediato si una operación particular está procediendo normal o anormalmente”. (Rodríguez., 2009) Pág. 20

Es decir, a grandes rasgos, los sistemas Andón son ayudas visuales que resaltan el lugar donde es necesario intervenir ya que el propósito principal es facilitar la toma de decisiones y la participación del personal. Asimismo, ofrece una gran cantidad de información sobre como la labor de los trabajadores influye en los resultados, permitiendo un mayor control sobre las metas.

2.25 Mapa de Valor

Es una herramienta que se basa en ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios. Este tipo de herramientas se pueden detectar para desarrollar una ventaja competitiva y evitar fallos en el proceso, además de crear un lenguaje estandarizado dentro de la empresa para una mejor efectividad de los procesos y del personal.

“El Mapa de la Cadena de Valor (VSM, por sus siglas en inglés) es una de las técnicas de Lean manufacturing; en realidad, es una herramienta gráfica que permite diagnosticar la situación actual y proyectar la situación futura de un sistema de producción, a través de la visualización del flujo de los materiales y de la información a lo largo de la cadena de suministro”. (Denis Carolina MORENO CASTILLO, 2017) Pág. 2

Por consiguiente, se presenta como una técnica relacionada con la producción ajustada que sirve como pivote y base para el rediseño de los sistemas productivos bajo un enfoque lean. Se trata de una técnica relativamente reciente que viene a dar respuesta a las necesidades planteadas por las empresas manufactureras de caras a desarrollar cadenas de valor más competitivas, eficientes y flexibles con las que afrontar las dificultades de la economía actual.

“Value Stream Mapping o mapeo de cadena de valor (VSM) es una herramienta de gestión Lean Manufacturing que utiliza símbolos, métricas y flechas para mostrar y mejorar el flujo de inventario y de información requerida para generar un producto o servicio que se entrega a un consumidor, buscando que este solo pague las actividades que le generan valor al producto”. (Paredes-Rodríguez, 2016) Pág. 264

Lo que el autor quiere decir, es una representación gráfica que muestra todas las acciones que se llevan a cabo en un proceso. En el mapa se identifican cuáles de éstas agregan valor, o sea, las acciones necesarias para entregar lo que el cliente quiere. Además muestra los flujos de materiales y de información necesarios para transformar la materia prima en un producto para cumplir las órdenes que envía el cliente.

“Se trata de una herramienta muy potente y sencilla que sirve para representar gráficamente el **estado actual y futuro del sistema de producción**. Todo ello, con el objetivo de que los usuarios tengan un mejor entendimiento de las fases de producción y del flujo de materiales. Asimismo, se trata

de una herramienta clave que nos permite identificar las actividades que no agregan valor a nuestro proceso productivo”. (innovación, 2017)

Es decir, es una herramienta muy útil porque permite analizar y distinguir los pasos y actividades que se pueden mejorar o eliminar en el proceso de producción de una empresa. El uso de esta permite que la organización tenga consigo un diagnóstico que permite la mejora continua de la productividad, y de una manera sostenible.

2.26 Sistema Kanban

Se define como un sistema de flujo que permite, mediante el uso de señales, la movilización de unidades a través de una línea de producción mediante una estrategia de jalonamiento. Se utiliza para controlar el avance del trabajo, en el contexto de una línea de producción. El objetivo es gestionar de manera general como se van completando tareas.

“Kanban es una herramienta basada en la manera de funcionar de los supermercados. Kanban significa en japonés “etiqueta de instrucción”” (Estrada, 2006) Pág. 2

En otras palabras, es un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de que se va a producir, en qué cantidad, mediante que medios, y como transportarlo. ya que tiene como funciones el poder empezar cualquier operación estándar en cualquier momento, en dar instrucciones basados en las condiciones actuales del área de trabajo, ayuda a prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas ordenes ya empezadas y previene el exceso de papeleo innecesario.

Kanban es “una técnica de gestión de producción basada en un sistema pull (halar) que se fundamenta en la autogestión de los procesos, eliminando la programación centralizada” (Martín Darío Arango Serna, 2015) Pág.223 -224

Es decir, consiste en un sistema de señales visuales de control de producción que mantiene activo el proceso de reabastecimiento. Para mandar la señal de reabastecimiento existen una amplia variedad de métodos, desde tarjetas o tableros, señales visuales o electrónicas.

“El Kanban no es un sistema en sí mismo, es una herramienta de un método de abastecimiento llamado Just in Time (JIT), que a su vez hace parte de una filosofía de producción llamada Lean, que fue la que llevó al resurgimiento de las empresas Japonesas en la posguerra”. (Ríos, 2015) Pág. 23

Lo que se quiere dar a entender, es un sistema de información que controla de modo armónico la fabricación de los productos necesarios en la cantidad y tiempo necesarios en cada uno de los procesos que tienen lugar en el interior de la fábrica ya que tiene como principales funciones el control de la producción y mejora de los procesos.

2.27 Fases de producción

Las fases de producción son la conjunción de elementos como el capital, el trabajo y los recursos, se denominan en tres las cuales son Acopio etapa analítica, Producción etapa de síntesis o montaje y Procesamiento etapa de acondicionamiento la que cada uno de estos contiene elementos que hacen posible la elaboración de un producto para continuar la producción ya que su principal objetivo no es otro que aumentar la satisfacción de los consumidores, para lo cual es necesario que se pongan en práctica todas las decisiones y soluciones que sean necesarias durante las fases del proceso como tal.

“Para saber qué es un proceso de producción es necesario atender a sus etapas. Cada una de ellas interviene de forma decisiva en la consecución del objetivo final, que no es otro que lograr la satisfacción del cliente, cubriendo las necesidades que se extraen de su demanda mediante un producto o servicio”. (FERNANDEZ, 2013)

Por consiguiente, los procesos productivos industriales se tratan de la producción de bienes y servicios mediante un proceso de transformación que sigue pasos organizados de actuación para convertir materiales, conocimientos y habilidades en productos utilizando mano de obra, tecnología y capital.

“Para saber que es un proceso de producción es necesario atender a sus etapas. cada una de ellas interviene de forma decisiva en la consecución del objetivo final, que no es otro que lograr la

satisfacción del cliente, cubriendo las necesidades que se extraen de su demanda mediante un producto o servicio”. (fernandez, 2016)

En otras palabras, se desarrolla por etapas sucesivas que constan de una serie de operaciones interrelacionadas que deben desembocar en la consecución de un producto final cuyo valor, como resultado, se ha incrementado y está apto para su venta y consumo.

2.28 Alimentación de camarón

La acuicultura de camarón enfrenta algunos retos importantes para consolidarse como una actividad económicamente viable y ecológicamente sustentable. Entre los más importantes destaca el de maximizar la eficiente utilización de los nutrientes en las dietas mediante la formulación de alimentos cada vez mejores, así como la implementación de adecuadas prácticas de manejo del alimento y de la alimentación.

El alimento y la alimentación son importantes porque representan entre 30 y 40% del total de costos operativos de la actividad y además constituye la principal fuente de deterioro de la calidad del agua, lo cual repercute en una pobre respuesta productiva de los organismos en cultivo y en la rentabilidad económica del mismo. La carga orgánica para producir 1.000 kg de camarón puede ir desde 500 hasta 1.625 kg dependiendo si factor de conversión alimenticia se incrementa desde 1 hasta 2,5. En la misma proporción aumenta aproximadamente la concentración de nitrógeno y fósforo en la descarga.

El aprovechamiento de la productividad natural en los sistemas de cultivo es una de las estrategias más ampliamente recomendadas para minimizar la necesidad de alimento formulado y disminuir el impacto ambiental de los efluentes.

“La mayoría de las especies que se cultivan en el mundo, tienen hábitos alimenticios omnívoros, basando su alimentación en elementos de origen vegetal, animal, bacteriano o detritos. Los juveniles de camarones peneidos utilizan en su alimentación material vegetal, ya sea directamente, a través de las presas o en los detritos”. (Colmenares, 2008) Pág. 21

Lo que el autor quiere decir, la acuicultura de camarón enfrenta retos importantes para su consolidación como actividad económicamente viable y ecológicamente sostenible. Entre los más importantes se destaca, la maximización eficiente de la utilización de los nutrientes de los alimentos balanceados mediante la formulación de granulados cada vez mejor, así como la implementación de prácticas adecuadas de manejo del alimento.

“En la cadena productiva del camarón uno de los procesos críticos es el cultivo. En todas las actividades relacionadas con la acuicultura, la medición de parámetros biométricos, el conteo de organismos, la selección de reproductores y la captura silvestre son factores importantes, ya que aseguran el éxito de los cultivos”. (Camacho, 2013) Pág. 8

Por consiguiente, todo el proceso industrial requiere sólidos procedimientos de medición y conteo que aseguren la fiabilidad de los datos y faciliten el cálculo de pronósticos. Debido a que todo el proceso de cultivo y mercadeo de organismos acuáticos se basa en el conteo, diversas invenciones han intentado solventar los problemas asociados con metodologías de conteo indirecto recurriendo a mediciones por muestreo o el uso de tecnología para evitar los costos de los protocolos convencionales.

“El desarrollo de buenas prácticas de manejo en el cultivo de camarón (BPM) surge ante la necesidad de alcanzar mayores niveles de eficiencia en la producción de camarón y como resultado de la toma de conciencia por parte de los productores de camarón de que ciertas prácticas de cultivo aún en uso son dañinas para los ambientes naturales en donde se desarrolla esta actividad”. (Claude Boyd, 2005) Pág. 9

Es decir, los productores se dan cuenta que los daños causados por las malas prácticas de cultivo no solo son nocivos para los ecosistemas costeros en donde se cultiva camarón, si no que, a mediano y largo plazo también terminan impactando negativamente las producciones y las ganancias de las empresas. Un ambiente deteriorado y contaminado solo conduce a producciones pobres y pérdidas económicas. Por lo tanto el objetivo es proveerle adecuada calidad de agua, ambiente y nutrición para un rápido crecimiento a densidades muchos mayores que las encontradas en ambientes naturales.

3 PROCEDIMIENTO

3.1 Descripción de cada una de las fases del proceso

Las industrias requieren de procesos que son un conjunto de actividades que están interrelacionadas y que pueden interactuar entre sí. De tal manera que estas funciones transforman los elementos de entrada hasta alcanzar la obtención del resultado final.

3.1.1 Identificación de las fases del proceso.

Se dio un recorrido por la planta de Maternidades Yameto S.A. de C.V. en la cual se pueden apreciar las diferentes áreas de producción que son maduración, desove, maternidad, larvario y laboratorio de micro alga. Una de las áreas que lleva un gran peso para el desarrollo de la larva *Litopenaeus vannamei*, es el área del laboratorio en la creación de la micro alga *Thalassiosira Weissflogii*. Esta área, se especializa en el alimento natural para la larva para que pueda tener un desarrollo óptimo sin tener que usar alimento industrial, por ello la importancia de un proceso de calidad en la alimentación de la larva, porque si no se tiene el cuidado adecuado al crear la micro alga, este puede repercutir en el crecimiento de la lavar o en el peor de los caso en el deceso de producción de esta, trayendo consigo una pérdida considerable en las ganancias monetarias de la empresa.

Conocer todas las fases del proceso es de vital importancia para el personal involucrado. Todos los procesos que se realizan en un servicio o unidad tienen que ser necesarios para obtener una producción de calidad y a su vez la satisfacción del cliente con el producto terminado. En toda unidad o servicio se realizan una multitud de actividades y tareas diferentes. Todas ellas forman parte de procesos, pero, a menudo, éstos no se conocen, por lo que se carece de un conocimiento real de la situación de cada tarea dentro del proceso y, por tanto, de las consiguientes posibilidades de mejorar.

Con ayuda de las herramientas de Seis Sigma se podrá definir las métricas de medición y tener documentado las etapas que presenta el área del laboratorio de micro alga, ya que conocer las fases del proceso es de vital importancia para el personal que allí labora. Las fases del proceso, a

grandes rasgos y de manera general son definiciones estratégicas, diseños del concepto, diseño de detalles, ingeniería del producto, y producción.

3.1.2 Descripción de recorrido

Al realizar el recorrido se conoció toda la planta de maternidades Yameto S.A., así como todas las áreas que contiene, llevándose a cabo una exploración por toda el área de cepario que es el laboratorio de micro alga y al área de masivo que también es parte de la misma, aquí se pudo apreciar que el área de cepario tiene un mejor control y mayor cuidado en el equipo de trabajo y en el producto, al ser un lugar libre de impurezas totalmente cerrado. Por el contrario, en el área de masivo se puede apreciar que no es un área sellada y aislada que pueda evitar la contaminación de bacterias o cualquier tipo de anomalías.

3.1.3 Identificación de las fases de producción

Para establecer este punto se explica, como el conjunto de fases o etapas, organizadas mediante las cuales modifican las características de los materiales utilizados como insumos, con el objetivo de lograr un producto. Su principal objetivo no es otro más que aumentar la satisfacción de los consumidores, para lo cual es necesario que se pongan en práctica todas las decisiones y soluciones que sean necesarias durante las fases del proceso como tal. Por consiguiente, se hace una especificación de las fases de producción.

i. Acopio. Etapa analítica

En esta primera etapa del proceso de producción, las empresas se empeñan en conseguir la mayor cantidad de materias primas posibles para la fabricación de sus artículos, productos o servicios. En esta búsqueda, por supuesto, es idóneo contactar con aquellos proveedores o intermediarios que ofrezcan un precio acorde con las expectativas presupuestarias del proceso.

ii. Producción. Etapa de síntesis o montaje:

Por consiguiente, la segunda etapa después de la recopilación de las materias primas, éstas entran en un proceso en el que se transforman o se adaptan hasta servir de base para la materialización de los productos o servicios previstos. Esta etapa también se caracteriza por el montaje de las existencias como tal y por ello resulta fundamental llevar a cabo labores de monitorización, control y acompañamiento para que los resultados sean los que hemos planificado al inicio del proceso de producción.

iii. **Procesamiento. Etapa de acondicionamiento:**

La tercera y última etapa del proceso de producción hace referencia a las labores de adecuación del producto a las necesidades de los clientes. Es decir, todos los elementos se orientan a la comercialización, el transporte, la distribución en los distintos puntos de venta, el almacenamiento de existencias y otros elementos tangibles asociados con la demanda.

3.1.4 Identificación de parámetros.

Para identificar los parámetros que utiliza el laboratorio de micro alga en Maternidades Yameto S.A. se hizo una observación a todo el equipo de trabajo que se utiliza para laborar con la materia prima y obtener el producto final, estando presente desde que inició el proceso de desinfección del equipo de trabajo, siguiendo con la preparación del agua salada y los nutrientes hasta llegar a la creación de las células.

Los parámetros pueden constar de diferentes indicadores y, simultáneamente, este puede contar con diferentes medidas. Para realizar la implantación operativa es necesario que previamente se definan los parámetros de calidad, ya que son de gran importancia y tienen un alto valor en la influencia en la producción.

3.1.5 Definición de equipo a utilizar

Junto con los dos trabajadores que se encuentran en el área del laboratorio de micro alga se analiza la instrumentación que el personal utiliza para realizar el trabajo a partir de la necesidad de lograr un objetivo en común que es la obtención de micro algas, identificando que cuentan con equipo para desinfección y equipo para producción.

De igual modo, se cuenta con el personal que manipula el equipo de trabajo, observando que requiere una pequeña retroalimentación al uso del equipo a utilizar para reforzar el conocimiento que ya se tiene.

3.1.6 Definición de indicadores del proceso

Los indicadores del proceso son instrumentos de medición, de carácter tangible y cuantificable, que permiten evaluar la calidad de los procesos, productos y servicios para asegurar la satisfacción de los clientes.

Miden el nivel de cumplimiento de las especificaciones establecidas para una determinada actividad o proceso empresarial. Ya que es el resultado final de las actividades que tiene como objetivo lo que la empresa espera y desea lograr alcanzar.

3.1.7 Identificación de Insumos.

El laboratorio de micro alga maneja una gran cantidad de materiales e insumos necesarios para llevar a cabo el itinerario laboral que son necesarios para producir un producto o servicio final.

El recurso a ciertos insumos siempre tiene que ver con actividades productivas que tienen por fin la realización de otro bien más complejo y que implica un mayor proceso de elaboración. Son la parte esencial de todo proceso productivo y no contar con ellos es una de las principales razones por las cuales una industria se puede ver en inactividad.

4 RESULTADOS

4.1 Descripción del proceso

Lo que se observó en el laboratorio de micro alga fue la manera en que trabajan los encargados de dicha área, siguiendo cada paso del proceso de creación del alimento viendo con detalle cada etapa del procedimiento. Desde que el trabajador empieza a laborar hasta llegar a terminar con el labor del día, con el cual empieza desde las 8 a.m., finalizando a las 5 p.m.

4.1.1 Fases del proceso identificados.

El laboratorio no cuentan con un manual de procesos, documentación estadística con tablas ni métricas de medición que pueda contar con la seguridad de que se está haciendo correctamente la preparación de la micro alga para que sea la óptima y de mayor calidad posible ya que cuenta con una ineficiencia de variación en el proceso y al no saber en qué parte de la operación está fallando y que es lo que está causando la variación esto se va estar reflejando el producto final y en la insatisfacción del cliente.

4.1.2 Recorrido definido

Con la ayuda del diagrama de flujo, se pudo analizar con más entendimiento cada etapa del proceso de producción de micro alga siendo más específico y más concreto en el recorrido que se dio en el área de micro alga.

Lo primero que se pudo observar en el trabajador para empezar el día a laborar es checar los tubos de ensayo y matraces de la producción del día anterior, después se pasa al agua aclimatada que se dejó en reposo un día antes para agregarle los nutrientes, cuando se termina de agregar los nutrientes pasan a los garrafones que se prepararon el día anterior ya con el agua preparada para agregárselos y se deja por 20 minutos con aireación para que los nutrientes se dispersen por todo el contenedor, así poder agregarle el micro alga y dejarla 3 días para que se desarrolle dentro de los garrafones de 20 litros.

Con los garrafones que ya llevan los 3 días se observa si el color del agua está de color verde oscuro se pasa directo al área de masivo, si tiene un color verde más claro la producción se analiza y se hace un conteo de células al garrafón que contenga la producción baja de color.

La producción que no pase el mínimo de células (que son 100 000 células de micro alga) se tira, si esta por el limite pasa al área de masivo pero con observación. Por último los trabajadores hacen limpieza de las aéreas y llenado de recipientes de matraces, tubos de ensayo y garrafones con agua salada.

A los matraces de 250 mililitros y tubos de ensayo se le agregan agua salada y color para eliminar cualquier bacteria, teniendo eliminado con cloro los recipientes, se le agregan 4 gotas de tiosulfato y meterlos a la autoclave junto con las pipetas graduadas para poder esterilizarlos (por 45 minutos a una presión de 120 de atmosfera) para poder llevarlos a la aclimatación de agua.

Con los garrafones de 20 litros que se llenan hasta los 16 litros y a los matraces de 2500 mililitros se le agrega 1500 mililitros de agua salada con cloro, estos se dejan por 24 horas para la eliminación de bacterias para que después se aclimaten y poder agregarle el tiosulfato para que pueda eliminar el cloro y poder agregarle los nutrientes y así la micro alga.

4.1.3 Fases de producción identificadas

La primera fase de producción es la preparación del equipo de trabajo, todo el material de uso de trabajo (matraz de 2500 mililitros y 250 mililitros, tubos de ensayo de 10 mililitros, mangueras de aireación de 2 micras, varillas de inseminación, tapas de tubo de ensayo, tapas de garrafón de 20 litros, botellas de plástico de 3 litros y garrafones de 20 litros.) debe estar completamente esterilizado eliminando todo microorganismo vivo, asegurando que no quede residuos de los cuales pueda ser perjudicial para la producción de micro alga.

La segunda fase de producción es la preparación de medio de cultivo, se le agrega tiosulfato a la preparación que se dejó el día anterior para eliminar el cloro que se le administro al equipo de trabajo, se agita el equipo preparado para cerciorarse que no queden restos de cloro que pueda ocasionar problemas en la producción de micro alga *Thalassiosira Weissflogii*.

Examinado que está bien la preparación del agua, se le administra los nutrientes que son: silicato, metales traza, vitamin, nitrato, fosfato, son para la creación de los nutrientes, también se usa el bayfolan que es un producto industrial que ya tiene todos los nutrientes en uno solo. Ya agregando los nutrientes a los medios preparados, se deja 3 días en reposo para el crecimiento de la *Thalassiosira Weissflogii* con ayuda de un sistema de aireación para que el micro alga no se conserve en el fondo de los materiales y distribuir con uniformidad las células y nutrientes.

La tercera fase de producción es el abastecimiento de piletas de agua, en esta fase lo primero que debe revisar son las piletas de 1 y 10 toneladas estén limpias ya estando limpias proceden con el llenado de agua salada, cuando las piletas están al nivel óptimo a las 2 o 3 horas se les agrega cloro para que se elimine cualquier tipo de micro organismo, quede preparada y se le pueda agregar la micro alga, ya añadida la micro alga a las piletas de 10 toneladas se dejan dos días y se estando ya listas se mandan al larvario, donde se alimenta las larvas con la micro alga que preparo el laboratorio.

4.1.4 Parámetros identificados.

El material a utilizar para el esterilizado de equipo es jabón desinfectante industrial, ácido clorhídrico, autoclave, microondas (en caso de que la autoclave se averíe) y estropajos. Para los medios de cultivo son: matraces, botellas de plástico de 3 litros, tubos de ensayo, mangueras de aire, varillas de insemnación, garrafrones, mechero de bunsen, pipetas y microscopio.

4.1.5 Descripción de equipo a utilizar

El procedimiento de equipo de mediciones consiste en el microscopio, se toma una muestra de cualquier preparación de cultivo, se examina en el microscopio y se cuentan las células que se vean en los cuadrantes, ya contados se divide el número total de la cuenta entre 4 (porque son 4 cuadrantes) y se multiplica por diez mil ya que eso es lo que trae cada cultivo.

4.1.6 Indicadores del proceso definidos.

Son 2 indicadores de proceso, uno es el color de los cultivos, debe tener un color verde oscuro para saber que el proceso de la micro alga es aceptable, si no se tiene ese color significa que el micro alga no creció y se desarrolló como debía, el otro es el microscopio. Es para saber cuántos

microorganismos se desarrollaron en los garrafones para informar si la producción de micro alga abastecerá el larvario.

4.1.7 Insumos identificados.

Los insumos con los que trabaja el laboratorio de micro alga de Maternidades Yameto son los siguientes:

4.1.7.1 Nutrientes

Sulfato cúprico, Sulfato de zinc, Cloruro de manganeso, Molibdato de sodio, Cloruro de cobalto, Tiosulfato de sodio, Metasilicato de sodio, Fosfato de sodio, Cloruro férrico, E.D.T.A. sal disódica, Tiamina, Bayfolan, Biotina, Cianocobalamina, Cobre, Vitamina, Fosforo, Nitrato de sodio. (Todos en grado analítico).

4.1.7.2 Equipo de protección

Guantes látex, Cubre bocas, Papel aluminio, Mechero de bunsen, Alcohol etílico al 90%.

4.1.7.3 Insumos generales

Bayfolan sólido (grado industrial), Metasilicato de sodio (grado industrial), Tiosulfato de sodio (grado industrial), Ortho-tolidina, Micro alga

4.1.7.4 Limpieza y desinfección de materiales

Ácido clorhídrico, Jabón neutro, Hipoclorito de sodio e Hipoclorito de calcio (líquido o granulado).

4.2 Proceso de desarrollo de micro alga en el área cepario

Para desarrollar todo el proceso de producción, se observo durante toda la jornada laboral al encargo de dicha área, se le siguió a todas partes y se tomo muestras del tiempo en la realización de las actividades que son pertenecientes para la elaboración de micro alga, dando como nombre las siguientes actividades: Observación y agitación, desinfección personal, eliminación de cloro, verificación de eliminación de cloro, preparación de solución madre, preparación de nutrientes, mezcla de nutrientes, terminación de la mezcla de nutrientes, conteo de micro alga, siembra de micro alga, limpieza del área cepario y por ultimo preparación agua en aclimatación.

4.2.1 Observación y agitación (15 minutos)

Se empieza observando y agitando los matraces y tubos de ensayo para que no se asiente el micro alga en el fondo de los recipientes (se hace un conteo cuando el micro alga está débil en el tubo de ensayo).

4.2.2 Desinfección personal (3 minutos)

Se procede a desinfectar el cuerpo con alcohol en las manos, en el cuerpo para no contaminar de bacterias al micro alga, utilizando guantes y tapabocas.

4.2.3 Eliminación de cloro (30 minutos)

Al garrafón de 20 litros se le agregan 20 mililitros de Tiosulfato para neutralizar el cloro y 1.50 mililitros de Tiosulfato a matraz de 1500 mililitros, se deja neutralizando por 20 minutos en lo que procede a sembrar tubos de ensayo y matraces de 1.50 mililitros con la fecha más antigua.

4.2.4 Verificación de eliminación de cloro (15 minutos)

Se verifica que el garrafón y matraz de 1 litro y medio no tenga cloro, se le agrega 2 gotas de Ortho - Tolidina, si el agua se ve cristalizada quiere decir que esta lista para agregar los nutrientes.

4.2.5 Preparación de solución madre (10 minutos)

- Para la creación de solución madre en sulfato de zinc: se le agrega 100 mililitros de agua destilada y 2.20 gramos de sulfato de zinc (cristalino).
- Cloruro de cobalto: se le agrega 100 mililitros de agua destilada y 1 gramos de cloruro de cobalto (rojo).
- Sulfato cúprico: se le agrega 100 ml. de agua destilada y 1 gr. de sulfato cúprico (azul).
- Cloruro manganoso: 100 mililitros de agua destilada y 18 gr. de cloruro manganoso (rosa).
- Molibdato de sodio: se le agrega 100 mililitros de agua destilada y 1 gramos de molibdato de sodio (cristalino).
- Cianocobalamina, B12: se le agrega 100 mililitros de agua destilada y 0.1 gramos de cianocobalamina, B12 (rojo).
- Biotina: se le agrega 1 litro de agua destilada y 0.3 gramos de biotina.

4.2.6 Preparación de nutrientes (15 minutos)

- Para la preparación de nutrientes se utiliza siempre H₂O destilada.
- Nitrato de sodio: se le agrega 1 litro de agua destilada y se le añade 75 gramos de Nitrato de sodio.
- Vitaminas: se le agrega 1800 mililitros de agua destilada, se pesa 0.4 gramos de vitamina, añadir 18 mililitros de solución madre biotina y añadir 3 mililitros de B12.
- Metales traza: se le agrega 1800 mililitros de agua destilada, se pesa 7 gramos de cloruro férrico, se pesa 9 gramos de E.D.T.A sal disódica y se añade 2 mililitros de cada solución madre de metales.

- Fosfato de sodio: se le añade 1 litro de agua destilada y se le añade 5 gramos de fosfato de sodio.
- Metasilicato: se le agrega 1 litro de agua destilada y se le añade 30 gramos de metasilicato.
- Tiosulfato: se le agrega 1 litro de agua destilada y se le añade 39 gramos de tiosulfato.

4.2.7 Mezcla de nutrientes (10 minutos)

En una jarra de 2 litros se mezclan los nutrientes que vienen siendo 180 mililitros de nitrato de sodio, vitamina, metasilicato, fosfato y metales traza.

4.2.8 Terminación de la mezcla de nutrientes (10 minutos)

Ya terminando la mezcla de nutrientes se procede a vaciar 100 mililitros a cada garrafón (8) y 10 mililitros a cada matraz de 1 litro y medio y se deja en reposo 20 minutos para que se diluyan los nutrientes.

4.2.9 Conteo de micro alga (20 minutos)

Toma la muestra de un garrafón y de un matraz de 2500 mililitros de la fecha más antigua de 3 días antes, solo si esta baja la producción para indicar que la producción está bien (cuando el color de la producción es pálido o lo pide el área de masivo), debe tener un color verde oscuro los recipientes.

La fórmula del conteo de micro alga se saca contando los 4 cuadrantes con microscopio contando cada célula de los cuadrantes, se suma el total de células contadas, se divide entre 4 por los 4 cuadrantes y se multiplica por 10 000.

4.2.10 Siembra de micro alga (5 minutos)

Después de los 20 minutos para que los nutrientes se diluyan en los garrafones y matraces se procede a sembrar el micro alga dejándose reposar con aireación por tres días para que se desarrolle completamente.

4.2.11 Limpieza del área cepario (15 minutos)

Se procede a lavar matraces de 2 500 y 1.50 mililitros, tubos de ensayo, pipetas graduadas, botellas de 3 litros, garrafones y mangueras de aireación con ácido. Las mangueras de aireación y las tapas de los garrafones quedan en reposo con ácido por 24 horas, las pipetas graduadas se enjuagan con ácido y después con agua. En caso de que la pipeta graduada este manchada se deja por 24 horas en ácido, ya después de 24 horas se deja las mangueras y las tapas de garrafón en cloro hasta su uso, cuando se vayan a usar las mangueras y las tapas se enjuagan con agua para quitarle el cloro.

Los tapones de tubo de ensayo, los tubos de ensayo, matraces, garrafones y botellas de 3 litros se enjuagan con ácido, se tira el ácido para enjuagar con agua, después se enjuaga con jabón y cloro y por último se vuelve a enjuagar con agua.

4.2.12 Preparación agua en aclimatación (15 minutos)

Por último se prepara los tubos de ensayo, los matraces de 2500 y 1.50 mililitros, las botellas de 3 litros, los garrafones de 20 litros y las pipetas graduadas. Los tubos de ensayo, los matraces de 250 mililitros se le agregan agua salada, a los tubos de ensayo se le agrega $\frac{3}{4}$ de agua salada y a los matraces 1.50 mililitros de agua salada en una jarra de 2 litros se le llena 1 litro y medio de agua salada (si el agua salada marca que tiene cloro, se le agrega 1.5 mililitros de tiosulfato para eliminar el cloro de la jarra). Ya eliminando el cloro de agua salada de la jarra se le agrega 1.5 mililitros de cada nutriente después se procede a llenar los matraces de 250 mililitros y tubos de ensayo.

Se le agrega 1.50 mililitros a los matraces y $\frac{3}{4}$ a los tubos de ensayo después se pasa a la hoyo de presión para esterilizar los recipientes junto con las pipetas graduadas por 45 minutos con una presión de 120 de presión atmosférica, (en caso de una avería en la hoyo de presión se utiliza un

micro ondas para esterilizar el equipo). Para esterilizar el equipo con el micro ondas. Los matraces de 250 mililitros duran 15 minutos, los tubos de ensayo duran 3 minutos y las pipetas graduadas duran 3 minutos y medio. Después se sacan de la hoya de presión para que se enfríen por 30 minutos, ya enfriados los recipientes se meten al cepario y se dejan todo el día.

Para los matraces de 2500 mililitros y botellas de 3 litros se le agrega agua salada 1500 mililitros a matraces y botellas de 3 litros, se le agrega 4 gotas de cloro para luego a si llevarlas al cepario y dejarlo por 24 horas. En los garrafones de 20 litros, para esterilizarlos se enjuagan con ácido, luego con agua para desinfectarlo y se le llena 16 litros de agua salada para agregarle 2 mililitros de color con una pipeta, se dejan en reposo por 24 horas.

4.3 Proceso de desarrollo de micro alga área masivo

De igual manera que en el área de cepario para desarrollar todo el proceso de producción, se observo durante toda la jornada laboral al encargo de dicha área, se le siguió a todas partes y se tomo muestras del tiempo en la realización de las actividades que son pertenecientes para la elaboración de micro alga, dando como nombre las siguientes actividades: Eliminación de cloro, agregado de nutrientes, siembra de garrafones, traspaso de siembra de micro alga, limpieza de pileta de 1 tonelada, desinfección de pileta de 1 tonelada, vaciado de siembra de garrafones, desarrollo de siembra en las piletas de 10 toneladas, limpieza de piletas de 10 toneladas, desinfección de piletas de 10 toneladas, limpieza y llenado del área de cepario, limpieza de bomba sumergible y por ultimo limpieza de blower.

4.3.1 Eliminación de cloro (30 minutos)

En cuanto llega al área de masivo le agrega 150 gramos tiosulfato para limpiar con cloro la pileta de 10 toneladas y se deja por 40 minutos de reposo.

4.3.2 Agregado de nutrientes (30 minutos)

Pasando los 40 minutos se le agregan los dos ingredientes que son el bayfolan 250 gramos y metasilicato 300 gramos se deja trabajando por media hora y después se checa con la ortho-tolidina para verificar la eliminación de cloro.

4.3.3 Siembra de garraones (10 minutos)

Los garraones sembrados que están en el cepario, se llevan al área de masivo para vaciarlas en las piletas que tienen los nutrientes.

4.3.4 Traspaso de siembra de micro alga (30 minutos)

Ya teniendo limpia y desinfectada las piletas de 10 toneladas, se traspasa la siembra que esta en la piletas de 1 tonelada a la de 10 toneladas.

4.3.5 Limpieza de piletas de 1 tonelada (10 minutos)

Ya vacía la piletas de 1 tonelada se empieza el proceso de limpieza a la de 1 tonelada con ácido.

4.3.6 Desinfección de piletas de 1 tonelada (5 minutos)

Se vuelve a llenar la pila de 1 tonelada con agua salada, se le echa 40 mililitros de cloro y se deja reposando por 24 horas, para poder agregarle los ingredientes al siguiente día.

4.3.7 Vaciado de siembra de garraones (3 minutos)

Al día siguiente se toma los garraones ya sembrados (8 garraones) del área de cepario los llevan al área de masivo a las piletas de 1 tonelada (10 piletas), donde solo se va utilizar las piletas con la fecha de siembra más antigua (solo se puede utilizar 2 piletas de 1 tonelada al día, cada piletas se le agrega 4 garraones.)

4.3.8 Desarrollo de siembra en las piletas de 10 toneladas (3 días)

Por último, para que el micro alga se desarrolle se deja 2 o 3 días en el área de masivo para poder mandarla al área de larvario, que sirva de alimento y puedan desarrollarse y crecer las larvas de camarón.

4.3.9 Limpieza de piletas de 10 toneladas (15 minutos, si tiene Pseudomona 30 minutos)

Ya vacía la pileta de 10 toneladas se empieza el proceso de limpieza, el cual se limpia las piletas y los filtros. Las piletas se le agregan ácido y los filtros se enjuagan con agua dulce y se secan expuestas al sol en un tiempo determinado.

4.3.10 Desinfección de piletas de 10 toneladas (1 día)

Se vuelve a llenar la pila de 10 toneladas con agua salada, (tarda en llenarse 1 hora y media), se le echa 150 mililitros de cloro y se deja reposando por 24 horas, para poder agregarle los ingredientes al siguiente día.

Que son:

- Tiosulfato 150 gramos.
- Bayfolan 250 gramos.
- Metasilicato 300 gramos.

4.3.11 Limpieza y llenado del área de cepario (15 minutos)

En el área de cepario se limpia los pisos, las botas con agua y cloro. Después se enjuagan los garrafones con ácido, se lavan bien y se vuelven a llenar con agua salada y cloro para dejarlos reposando por 24 horas.

4.3.12 Limpieza de bomba sumergible (3 minutos)

Se sumergen en agua con cloro por 2 minutos, se le agrega tiosulfato para eliminar el cloro y se limpia cada tercer día.

4.3.13 Limpieza de blower (10 minutos)

Se cambia de filtro, se le agrega 75 mililitros de alcohol, en caso de no haber alcohol se le agrega 70 mililitro de formón para desinfectar la tubería de aire, se le cierra la aireación a las piletas en uso y sale el alcohol por las piletas que no se están usando.

4.4 Identificación de los elementos del proceso

Se analiza detalladamente todos los procesos de producción para la creación de micro alga para obtener las etapas claves más importantes junto con el personal de trabajo dando un resumen de estas el cual se determino crítico al momento de realizar la producción en masa.

4.4.1 Esterilización de material de trabajo:

Como primer paso se lavan los matraces de 2 Litros, matraces de 250 ml y tubos de ensayo de 10 ml. Con agua y jabón neutro, una vez limpios se llenan con agua salada a 35 ppm y a 7 ppm de hipoclorito de sodio al 60 %. Posteriormente se ponen a esterilizar en autoclave los tubos y matraces de 250 mililitros en conjunto con pipetas pasteur y pipetas graduadas de 10 ml a una presión de 120 (P.a.) a 15 minutos. Tomando en cuenta que los matraces de 2 litros no se esterilizan en autoclave, solamente con hipoclorito de sodio a 7 ppm. Un día antes de realizar la siembra para que se aclimaten a temperatura de 21 a 25 °C.

4.4.2 Siembra en tubos y matraces:

Como segundo paso después de haber esterilizado, se siembran desde los tubos a matraces de 2 Lts. Añadiendo el 10 % de inóculo de micro alga y agua preparada con la solución de guillar (Fosfato de sodio, Nitrato de Sodio, Metasilicato de Sodio, Metales Traza y Vitaminas).

4.4.3 Siembra en masivo:

En masivo se considera desde garrafones de 20 lts. a mayores volúmenes de siembra. Una vez esterilizados a 7 ppm de hipoclorito de sodio se aclimatan a 23 °C y se neutralizan con 20 mililitros de tiosulfato de sodio para posteriormente añadirle la solución de guillar o f medio, se le proporciona una aireación no muy fuerte con la finalidad de disolver más fácilmente los nutrientes y distribuir la célula. Después de 30 minutos se realiza la siembra colocando un matraz de 2 litros a cada garrafón de 20 litros.

4.4.4 Pilas de 1 a 10 toneladas:

Se llenan y aclimatan 1 día antes y son cloradas a 7 ppm sin aireación, el día de la siembra se neutraliza con tiosulfato aprox. 15 gramos por tonelada, se verifica con ortho-tolidina y si no marca coloración amarilla esta lista el agua para realizar la siembra y añadir los nutrientes correspondientes (bayfolan y metasilicato de sodio).

4.5 Evaluación de su productividad

Lo primero que se realizó un diagrama de flujo en las áreas de cepario y masivo, ya que no cuentan con documentos que describan el procedimiento que se lleva a cabo para la realización de producción de micro alga, también se tomó el tiempo de cada procedimiento que lleva a cabo el trabajador a cargo del área correspondiente, se logró apreciar que los trabajadores de las áreas del laboratorio carecen de tener capacitación de Buenas Prácticas de Manufactura, el encargado del área del laboratorio, solo saben identificar cuando la producción es obsoleta mediante el color y el olor del agua.

En el anexo 7.1 página 31. En la producción obsoleta la detección del problema fue causada por residuos de cloro, las piletas de 10 toneladas mostraron que tenían un porcentaje pequeño de cloro haciendo que el agua tomara un color verde marrón se detectó tarde ya que la producción de micro alga colapso lo que causo la perdida completa de la producción por restos de residuos de cloro que tenía las 2 piletas. Erradicando la producción de 220 000 células de *Thalassiosira Weissflogii* por las 2 piletas de 10 toneladas dejando sin alimentación por un día a las larvas.

En el anexo 7.1 página 31. En la producción estable se puede apreciar que la cosecha en la pileta de 1 tonelada está a toda su capacidad y es aceptada, se puede notar por el color que tiene ya que es un verde muy oscuro que quiere decir que la producción está completamente desarrollada y lista para traspasarla a la de 10 toneladas para que crezca y se desarrolle más la micro alga.

En los anexos 7.2 Imagen, 7.3 Imagen, 7.2.1 Tabla de imagen 7.2 y 7.3.1 Tabla de imagen 7.3 en la página 32 a la 38. Se puede apreciar en los diagramas de flujo de las 2 áreas del laboratorio el recorrido del procedimiento que llevan a cabo día a día los encargados de las áreas, el formato de los diagramas de flujo se les va a facilitar detectar alguna falla potencial con solo seguir el recorrido de manera que les ayude a contestar los 5 ¿Por qué?, de manera más eficiente y rápida

Por siguiente se realizó un AMEF para las dos áreas del laboratorio donde se determinaron que las posibles causas potenciales en el área cepario y masivo. En el área cepario la posible causa potencial que resalto fue la desinfección personal.

En el anexo 7.4 Tabla página 38. Como la desinfección personal afecta al momento de realizar el procedimiento, ya que los trabajadores a cargo de las áreas no cuentan con un conocimiento de buenas prácticas de manufactura (BPM), solo tienen conocimiento que se deben desinfectar todo el equipo y manos en el área laboral y como acción recomendada se le debe dar capacitación de BPM (buenas prácticas de manufactura), aunque el área cepario hay más control que en masivo no cuentan con una computadora para capturar información y solo cuentan con un mechero bunsen que mínimo deberían de contar con 2 al momento de la interacción con el equipo de trabajo. En el área masivo la posible causa potencial que resalto fue la temperatura de piletas.

En el anexo 7.5 Tabla en la página 39. La temperatura elevada del área masivo afectan a las piletas de 1 y 10 toneladas afecta mucho en el desarrollo de la micro alga ya que debe tener una aclimatación de 23°C para que este en optima condiciones la producción y pueda alimentar a la larva

en su totalidad, para solucionar el problema abren el área de masivo, levantan la lona que cubre las piletas para bajar la temperatura causando que entren organismos y microorganismos exponiendo a que se contaminen las piletas y la producción muera. Para solucionar este problema se tomó como acción recomendada sellar toda el área con malla sobra e instalar extractores de aire para que mantengan una temperatura optima y limpie el aire que se encuentra dentro del área de masivo.

En el anexo 7.6 Tabla para calificar la causa potencial en la tabla AMEF en la página 39.

Representa como poder calificar las causas potenciales que presentan las tablas de AMEF y así poder calcular el RPN (riesgo, prioridad, número) el cual se obtiene multiplicando $\text{severidad} \times \text{ocurrencia} \times \text{detección}$, con el valor obtenido se determinara si la causa potencial es severa o no afecta, para tomar esta decisión si el valor de RPN es mayor a 50 se debe tomara medidas correctivas de inmediato, si está entre 40 a 50 se debe considerar tener precaución para que no sea causa potencial y si es menor a 40 no afecta en el proceso.

En el anexo 7.7 Tabla en la página 40. Por último, se realizó un diagrama SIPOC para visualizar el procedimiento de manera más sencilla, identificando a las partes implicadas del proceso. Permitiendo tener un mayor conocimiento o entendimiento de la manera en que se trabaja y efectúan los procedimientos del micro alga *Thalassiosira Weissflogii*, dando una descripción asertiva de lo que se hace, impidiendo también la aparición de errores o fallas durante el proceso. De forma más específica y guiada hacia un punto que viene siendo satisfacción de los clientes de las granjas de camarón.

CONCLUSIONES

Para el proyecto de investigación se utilizaron métodos que permitieron evaluar cada aspecto de trabajo y los factores que afectan los índices de productividad, con el objetivo de obtener beneficios para la organización y seguir mejorando día con día.

En base a lo visto en la investigación, se pudo observar la importancia que tiene el equipo de trabajo y el personal a cargo al momento de producir la materia prima, atacando las causas principales que se presentan en las gráficas de las herramientas de calidad AMEF y SIPOC dejando ver las causas potenciales o futuras que se lleguen a presentar para lograr combatirlas y poder reducir los tiempos de proceso para la creación de la micro alga sin afectar la calidad y reduciendo los costos.

Se pudo observar la importancia que tiene el estudio de AMEF, SIPOC Y el diagrama de flujo, se puede apreciar el beneficio satisfactorio que nos brinda en el desarrollo de este proyecto. Todo esto se realizó con la finalidad de obtener beneficios para la empresa, pero estos mismos incluye mantener al operador motivado para que nos ayude día con día a obtener los resultados que necesitamos ver y hacerle notar que es parte importante del proceso.

Toda empresa busca aumentar su productividad y eficiencia sin necesidad de contratar más operarios, comprar maquinaria e incluso trabajar tiempo extra para terminar la producción programada, es por ello una de las recomendaciones es de sellar por completo el área masivo con mallas de invernadero, poner extractores de aire que pueda filtrar, limpiar y pueda controlar la temperatura llevándola a un punto adecuado para el área , también instalar un sistema con controlador de termómetro que pueda regular la temperatura de las piletas en caso de que llegue a subir o bajar y así el operario pueda actuar rápido, capacitar a los encargados de las aéreas de como tener uso y cuidado del equipo de trabajo al momento de ser utilizados, capacitar al encargado del área de masivo sobre el conteo de micro alga, una computadora dentro del laboratorio de micro alga para llevar registros de trabajo.

Se recomienda hacer uso del diseño de experimentos para tener más de una alternativa en la elaboración de la micro alga, así poder evitar restringirse con una sola opción en la elaboración del producto y poder tener varias elecciones en caso de que el micro alga principal tenga problemas o no cumpla con los requisitos de calidad.

5 COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Durante la elaboración de este proyecto se desarrollaron distintas competencias, ya que es una empresa de nivel estatal y por lo tanto exige mucho en cuanto a nivel de preparación de sus trabajadores.

Fue necesario comprometerse al 100% en las actividades realizadas continuamente, mostrar un sentido alto de responsabilidad y buena actitud de compañerismo y trabajo en equipo. Creo que una de las más importantes para el cumplimiento satisfactorio del mismo fue la organización ya que gracias a esto compartimos nuestras inquietudes, dificultades y/o problemas por los que pasaba el área de laboratorio de micro alga. Por último, otros puntos importantes son el liderazgo y la motivación que mostraba día con día para superar los objetivos planteados.

6 BIBLIOGRAFÍA

1. Agricultura, O. d. (2018). *EL ESTADO MUNDIAL DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA*. Roma: FAO.
2. Alejandra Medina Jasso, P. P. (2012). *La importancia de las microalgas*. Tlalpan : Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.
3. Andrea Lina Lavalle, E. B. (2006). *Análisis didáctico de regresión y correlación para la enseñanza media*. Comahue: Departamento de Estadística. Facultad de Economía y Administración. Universidad Nacional del Comahue. Argentina.
4. Aranda, A. (2013). *Acuicultura en México*. Distrito Federal: 3er Foro Económico de Pesca y Acuicultura .
5. Arzola G, J., Piña V, P., Nieves S, M., & Medina J, M. (2013). Supervivencia de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* a diferentes salinidades y temperaturas. *Revista MVZ Córdoba* , 3625.
6. Baird, C. (2009). *The Six Sigma Manual for small and medium businesses: what you need to know*. FLORIDA: Atlantic Pubishing Group.
7. Bakieva, M. G.-B. (2010). *SPSS: GRÁFICOS DIAGRAMA DE CAJA*. Valencia: innovaMIDE.
8. Bellas, R. (2006). *EL DIAGRAMA DE PARETO* . Pontevedra: Universidade de vigo.
9. Bertha O. Arredondo-Vega 1, S. L.-L.-R. (22 de Marzo de 2004). *Efecto de los productos zeolíticos en la calidad nutritiva de la diatomea Thalassiosira weissflogii*. Recuperado el 25 de Julio de 2019, de Efecto de los productos zeolíticos en la calidad nutritiva de la diatomea Thalassiosira weissflogii: <https://translate.google.com/translate?hl=es-419&sl=en&u=http://www.scielo.org.mx/scielo.php%3Fscript%3Ds>
10. Betancourt. (26 de Julio de 2016). *Cómo hacer un diagrama de dispersión: Ejemplo en calidad*. Recuperado el 11 de Octubre de 2019, de Cómo hacer un diagrama de dispersión: Ejemplo en calidad: <https://ingenioempresa.com/diagrama-de-dispersion/>
11. Boeing, P. (2004). *Larval feed alternatives*. Irán: Springer Berlin Heidelberg.
12. CALETEC. (21 de Junio de 2016). *SIPOC – Mapa de proceso a alto nivel*. Recuperado el 8 de Octubre de 2019, de SIPOC – Mapa de proceso a alto nivel: <https://www.caletec.com/otros/sipoc-mapa-de-proceso-a-alto-nivel/>

13. Calidad, F. L. (15 de Diciembre de 2003). *Diagrama de Causa y Efecto*. Recuperado el 11 de Octubre de 2019, de Diagrama de Causa y Efecto: http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/herramientas_calidad/causaefecto.htm
14. Camacho, J. S. (2013). *Medición y alimentación en el cultivo de camarón*. Bogotá: Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA.
15. Claude Boyd, P. C. (2005). *Buenas Prácticas de Manejo para el Cultivo de Camarón*. Hilo: Graphic Services, Universidad de Hawaii-Hilo.
16. Colmenares, C. M. (2008). *Estrategias de Alimentación en la Etapa de Engorda del Camarón*. La Paz: CYTED Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.
17. cómofunctionaqué. (22 de Febrero de 2016). *¿Qué son los histogramas? Definición, características y ejemplos*. Recuperado el 13 de Octubre de 2019, de ¿Qué son los histogramas? Definición, características y ejemplos: <https://comofunctionaque.com/que-son-los-histogramas/>
18. ConceptoDefinición. (25 de Julio de 2019). *Histograma*. Recuperado el 14 de Octubre de 2019, de Histograma: <https://conceptodefinicion.de/histograma/>
19. CORZO, W. (2018). *PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE COMPRAS DE LA EMPRESA CORPORACIÓN OXIGAS DEL SUR SAC 2017*. Lima: UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LA LOYOLA FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES.
20. CUMBAL, C. I. (2012). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE AYUDA INMEDIATA EN EL PROCESO DE MANUFACTURA EN LA PLANTA DE ARNESES DE MUNDY HOME CIA. LTDA*. Quito: ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA.
21. Denis Carolina MORENO CASTILLO, G. E. (2017). El Mapa de la Cadena de Valor como herramienta de diagnóstico de sistemas productivos. Caso: línea de producción láctea. *ESPACIOS* , 17.
22. Doncel, E. B. (2015). *ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA UNIVARIANTE MEDIANTE EL GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES* . Madrid: Universidad Complutense .
23. Dr Eric Henry, P. y. (19 de Enero de 2016). *Microalgas*. Recuperado el 15 de Marzo de 2019, de Microalgas: <http://www.aquafeed.co/microalgas/>
24. Dr. Francisco Magallón, D. H. (2007). *DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA ACUICULTURA EN MÉXICO*. La Paz: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

25. Dr. Ing. Martín Tanco, D. L., Viles, D., & Alvarez, D. M. (2008). *Aplicación del Diseño de Experimentos (DoE) para la mejora de procesos*. San Sebastián: TECNUN, Universidad de Navarra, San Sebastián, España .
26. ECURED. (10 de Noviembre de 2012). *Microalgas*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de Microalgas: <https://www.ecured.cu/Microalgas>
27. ECURED. (20 de Abril de 2011). *Regresión lineal*. Recuperado el 13 de Octubre de 2019, de Regresión lineal: https://www.ecured.cu/Regresi%C3%B3n_lineal
28. Eduardo Navarro Albert, V. G. (2017). *METODOLOGÍA E IMPLEMENTACIÓN DE SIX SIGMA*. Valencia : 3C Empresa.
29. Escalante, F. M. (abril-junio de 2017). *Microalgas en la alimentación ¿Suplementos novedosos o reinventados?* Recuperado el 15 de Marzo de 2019, de Microalgas en la alimentación ¿Suplementos novedosos o reinventados?: <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/online/MicroAlgas.pdf>
30. Estadístico, B. (26 de Julio de 2007). *Análisis de la Varianza (Anova)*. Recuperado el 14 de Octubre de 2019, de Análisis de la Varianza (Anova): <http://elestadistico.blogspot.com/2007/07/anlisis-de-la-varianza-anova.html>
31. Estrada, J. A. (2006). *SISTEMA KANBAN, COMO UNA VENTAJA COMPETITIVA EN LA MICRO, PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA*. Pachuca: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Instituto de Ciencia Básicas e Ingeniería.
32. FAO. (7 de abril de 2006). *Programa de información de especies acuáticas*. Recuperado el 15 de Agosto de 2019, de Programa de información de especies acuáticas: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Penaeus_vannamei/es
33. FERNANDEZ, C. (13 de Mayo de 2013). *PROCESOS PRODUCTIVOS INDUSTRIALES*. Recuperado el 8 de Octubre de 2019, de PROCESOS PRODUCTIVOS INDUSTRIALES: <https://camfc29.wordpress.com/2do-ano/bimestre-5/tareas/procesos-productivos-industriales/>
34. fernandez, N. p. (5 de Mayo de 2016). *Etapas del proceso de producción*. Recuperado el 9 de Octubre de 2019, de Etapas del proceso de producción: <http://definicionesprocesosproductivos.blogspot.com/>
35. Gehisy. (10 de Julio de 2017). *Histogramas*. Recuperado el 13 de Octubre de 2019, de Histogramas: <https://aprendiendocalidadyadr.com/histogramas/>
36. GEOGRAPHIC, N. (20 de Junio de 2016). *La contaminación marina*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de La contaminación marina: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/la-contaminacion-marina>

37. Godínez-Siordia, D. E.-S.-J. (2011). *Acuicultura epicontinental del camarón blanco del pacífico, Litopenaeus vannamei* . Yucatán: Tropical and Subtropical Agroecosystems, 14(1).
38. Goldratt, D. E. (2010). *INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC) "Una mirada a sus fundamentos y aplicaciones"*. Mandato británico de Palestina: ESTRATEGIA FOCALIZADA RESULTADOS GARANTIZADOS.
39. González, F. M. (2011). BREVE HISTORIA DE UNA GRAN DESCONOCIDA: LA ACUICULTURA. *EUBACTERIA: ESPECIAL BIOLOGÍA MARINA* , 2.
40. González, R. G. (23 de Noviembre de 2012). *Diagrama de Pareto: Curva 80-20*. Recuperado el 9 de Octubre de 2019, de Diagrama de Pareto: Curva 80-20: <https://www.pdcahome.com/diagrama-de-pareto/>
41. Güelfo, A. (20 de Noviembre de 2017). *Tendencias de la acuicultura de las que ya se hablan y se seguirán hablando en 2018*. Recuperado el 7 de Octubre de 2019, de Tendencias de la acuicultura de las que ya se hablan y se seguirán hablando en 2018: <http://www.mispecies.com/nav/actualidad/reportajes/reportaje/Tendencias-de-la-acuicultura-de-las-que-ya-se-hablan-y-se-seguirn-hablando-en-2018/#.XaraJ5JKjIU>
42. Guerrero, O. E. (2008). *PROCESOS DE MANUFACTURA*. Ciudad de México : Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.
43. Guerrero, V. (07 de Febrero de 2019). *¿Qué es AMEF?* Recuperado el 20 de Septiembre de 2019, de ¿Qué es AMEF?: <http://leansolutions.co/que-es-six-sigma/>
44. Guerrero, V. (07 de Febrero de 2019). *¿Qué es six sigma?* Recuperado el 20 de Septiembre de 2019, de ¿Qué es six sigma?: <http://leansolutions.co/que-es-six-sigma/>
45. Inc., L. S. (2019). *Qué es un diagrama de flujo*. Recuperado el 26 de Julio de 2019, de Qué es un diagrama de flujo: <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo>
46. innovación, P. (2 de Octubre de 2017). *MAPEO DE LA CADENA DE VALOR O "VALUE STREAM MAPPING" (VSM)*. Recuperado el 15 de Octubre de 2019, de MAPEO DE LA CADENA DE VALOR O "VALUE STREAM MAPPING" (VSM): <https://www.proyectainnovacion.com/2017/10/02/mapeo-la-cadena-valor-value-stream-mapping-vsm/>
47. José Antonio López Elía, N. G. (2009). *Crecimiento de la diatomea Thalassiosira pseudonana en cultivos estáticos*. Hermosillo, Sonora: BIOtecnia, VOL.XI, NO.1.
48. Lemos, P. L. (2009). *Herramientas para la mejora de la calidad* . Montevideo: Confemental .

49. López, D. Y. (2018). *DIAGRAMA CAUSA-EFECTO*. Sahagún: Universidad Autónoma del estado de Hidalgo Escuela Superior de Ciudad Sahagún.
50. López, I. B. (2 de Junio de 2016). *Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF)*. Recuperado el 26 de Julio de 2019, de Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF): <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>
51. MACEDO, J. A. (1981). *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA, EN LA MEJORA DEL DESEMPEÑO EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE UN VEHÍCULO EN LAS CONDICIONES DE USO DEL MISMO*. Ciudad de México: Universidad Iberoamericana.
52. Manane, L. M. (28 de Julio de 2011). *DIAGRAMAS DE FLUJO: SU DEFINICIÓN, OBJETIVO, VENTAJAS, ELABORACIÓN, FASES, REGLAS Y EJEMPLOS DE APLICACIONES*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2019, de DIAGRAMAS DE FLUJO: SU DEFINICIÓN, OBJETIVO, VENTAJAS, ELABORACIÓN, FASES, REGLAS Y EJEMPLOS DE APLICACIONES.: <http://www.luismiguelmanene.com/2011/07/28/los-diagramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/>
53. Manene, L. M. (28 de Julio de 2011). *LOS DIAGRAMAS DE FLUJO: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2019, de LOS DIAGRAMAS DE FLUJO: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones.: <http://www.luismiguelmanene.com>
54. Mantilla, C. C. (16 de Abril de 2007). *En el 2050 habrá más plástico que peces en el mar*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de En el 2050 habrá más plástico que peces en el mar: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/informe-de-la-onu-sobre-contaminacion-del-mar-por-plastico-78184>
55. Martín Darío Arango Serna, L. F. (2015). Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban. *a Ingenierías Universidad de Medellín* , 234.
56. Martínez, B. R. (2012). *Diagrama de flujo de proceso de operación*. Guanajuato: UVEG Universidad Virtual de Estado de Guanajuato .
57. Martínez, C. I. (2014). *LA METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA, SUS HERRAMIENTAS Y VENTAJAS* . Xalapa: Universidad Veracruzana.

58. McKinnon, T. (1 de mayo de 2019). *Qué es un diagrama de flujo*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2019, de Qué es un diagrama de flujo: <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo>
59. Medina Jasso, A. P. (Julio- Agosto de 2012). *La importancia de las microalgas*. CONABIO. *Biodiversita*, 103:1-5. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de La importancia de las microalgas. CONABIO. *Biodiversita*, 103:1-5: http://sistemanodalsinaloa.gob.mx/archivoscomprobatorios/_11_articulosrevistasindexadas/486.pdf
60. Michael M. Helm, N. B. (2006). Cultivo de bivalvos en criadero. *FAO DOCUMENTO TÉCNICO DE PESCA 471* , 4-6.
61. Molina, A. d. (6 de Septiembre de 2018). *Poka-Yoke: ¿en qué consiste y cómo se aplica este método en el sector salud?* Recuperado el 13 de Octubre de 2019, de Poka-Yoke: ¿en qué consiste y cómo se aplica este método en el sector salud?: <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2018/09/poka-yoke-en-que-consiste-y-como-se-aplica-este-metodo-en-el-sector-salud/>
62. MORFÍN, D. H. (2005). *ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LAS FALLAS POTENCIALES APLICADO A UN CASO DE ESTUDIO*. Distrito Federal: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO .
63. Muller, F. A. (2004). *Microalgae for Aquaculture* . India: Zoological Society.
64. Muñoz, M. P. (2000). *LOS CINCO POR QUÉS (Five Whys)*. Tarapacá: Universidad ARTURO PRAT del estado de Chile.
65. Nation, F. a. (2014). *Desarrollo de la Acuicultura: Enfoque ecosistemico a la acuicultura*. Roma: FAO, 2014.
66. Navarro. (14 de Abril de 2010). *Acuicultura V – Cultivo de algas: microalgas*. Recuperado el 15 de Marzo de 2019, de Acuicultura V – Cultivo de algas: microalgas: <http://blogueiros.axena.org/2010/04/14/acuicultura-v-cultivo-de-algas-microalgas/>
67. Navarro, J. (16 de Diciembre de 2016). *Definición de ANOVA*. Recuperado el 14 de Octubre de 2019, de Definición de ANOVA: <https://www.definicionabc.com/economia/anova.php>
68. Nuño, P. (8 de Noviembre de 2007). *Diagrama de Ishikawa*. Recuperado el 11 de Octubre de 2019, de Diagrama de Ishikawa: <https://www.emprendepyme.net/diagrama-de-ishikawa.html>

69. Pacheco, J. (15 de Agosto de 2019). *¿Qué Es Un Diagrama SIPOC Y Para Qué Sirve?* Recuperado el 19 de Agosto de 2019, de *¿Qué Es Un Diagrama SIPOC Y Para Qué Sirve?*: <https://www.webyempresas.com/diagrama-sipoc/>
70. Palladino, P. A. (2011). *GRÁFICO DE CAJA*. Corrientes, Argentina : ATENCIÓN PRIMARIA DE SALUD, EPIDEMIOLOGÍA E INFORMÁTICA II.
71. Paredes-Rodríguez, A. M. (2016). *Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio*. Cali: Unilibre Cali.
72. Porporatto, M. (10 de Septiembre de 2015). *Proceso*. Recuperado el 28 de Septiembre de 2019, de *Proceso*: <https://quesignificado.com/proceso/>
73. Poveda, C. M. (2008). *Estrategias de alimentación en la etapa de engorda del camarón* . La pas, B.C.S, México: CIBNOR, S.A, CYTED y PRONACA. .
74. Prieto, S. (2 de Noviembre de 2007). *Herramientas Six Sigma*. Recuperado el 7 de Octubre de 2019, de *Herramientas Six Sigma*: <https://actioglobal.com/es/herramientas-six-sigma/>
75. Raffino., M. E. (11 de Mayo de 2019). *Proceso de producción*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2019, de *Proceso de producción*: <https://concepto.de/proceso-de-produccion/>
76. Ramírez, I. I. (2013). *Serie Técnicas de Resolución de Problemas: “Los 5 Por Qué’s”*. Guatemala: 5Consultores.
77. Ríos, J. S. (2015). *Implementación del método Kanban en las empresas constructoras pequeñas y medianas en la ejecución de un proyecto en Colombia*. Valencia: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.
78. Robinson, I. O. (2016). *Herramienta de control y mejora: aplicación de poka yoke al proceso de contratación pública* . Bilbao: AUDITORÍA Y GESTIÓN DE LOS FONDOS PÚBLICOS.
79. RODRÍGUEZ MEDERO, J. M. (2012). *MEJORA EN LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DEL MONTAJE SÚPER JAGUAR CON APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS “LEAN MANUFACTURING”*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
80. Rodríguez Medina, G., Balestrini Atencio, S., Balestrini Atencio, S., & Meleán Romero, B. (2002). *Análisis estratégico del proceso productivo en el sector industrial*. Maracaibo, Venezuela: Revista de Ciencias Sociales (Ve).
81. Rodríguez, C. G. (28 de Mayo de 2019). *Guía básica para entender el Análisis de la Varianza*. Recuperado el 14 de Octubre de 2019, de *Guía básica para entender el*

Análisis de la Varianza: <https://tesisdeceroa100.com/guia-basica-para-entender-el-analisis-de-la-varianza/>

82. Rodríguez, M. e. (2009). *LA MANUFACTURA ESBELTA* . CUAUTITLÁN: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN.
83. Rojas, A. R. (2009). *INTRODUCCIÓN A 6 SIGMA* . Madrid: UNIVERSIDAD PONTIFICIA ICAI ICADE COMILLAS.
84. Rojo, J. M. (2007). *Regresión lineal múltiple* . Madrid: Instituto de Economía y Geografía .
85. Salazar, H. G. (2008). *Análisis y diseño de experimentos* . Hermosillo : Mc Graw Hill SEGUNDA EDICIÓN .
86. Santos, A. C. (2007). *Diseño de Experimentos. Curso Práctico*. Zaragoza: PAPIME EN216403 y EN203503.
87. School, E. B. (27 de Octubre de 2017). *Proceso de producción: en qué consiste y cómo se desarrolla*. Recuperado el 03 de Agosto de 2019, de Proceso de producción: en qué consiste y cómo se desarrolla: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/proceso-de-produccion-en-que-consiste-y-como-se-desarrolla/>
88. Sejzer, R. (16 de Diciembre de 2016). *La importancia del control visual: todo lo necesario en un único lugar*. Recuperado el 15 de Octubre de 2019, de La importancia del control visual: todo lo necesario en un único lugar: <http://ctcalidad.blogspot.com/2016/12/la-importancia-del-control-visual-todo.html>
89. Sejzer, R. (13 de Diciembre de 2016). *La importancia del control visual: todo lo necesario en un único lugar*. Recuperado el Octubre de 15 de 2019, de La importancia del control visual: todo lo necesario en un único lugar: <http://ctcalidad.blogspot.com/2016/12/la-importancia-del-control-visual-todo.html>
90. Sejzer, R. (27 de Abril de 2016). *Los 5 ¿Por qué?: Una herramienta tan sencilla como poderosa*. Recuperado el 7 de Octubre de 2019, de Los 5 ¿Por qué?: Una herramienta tan sencilla como poderosa: <http://ctcalidad.blogspot.com/2016/04/los-5-por-que-una-herramienta-tan.html>
91. Sepúlveda, A. (11 de Febrero de 2018). *Principales fuentes de contaminación del agua*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2019, de Principales fuentes de contaminación del agua: https://parquesalegres.org/biblioteca/blog/principales-fuentes-contaminacion-del-agua/?gclid=EAIaIQobChMI2o6Ivp2R5QIVrx6tBh3sQwexEAAYASAAEgLOYfD_BwE

92. Sevilla, J. M. (25 de Enero de 2014). *Ingeniería de procesos aplicada a la biotecnología de micro algas*. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <https://w3.ual.es/~jfernand/ProcMicro70801207/tema-1---generalidades/1-2-cultivo-de-microalgas.html>
93. SIERRA, L. P. (2015). *MODELO INTEGRADO DE GESTIÓN BASADO EN LA TEORÍA DE RESTRICCIONES Y LA GESTIÓN DEL RIESGO OPERATIVO* . Medellín: UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN CIENCIA Y LIBERTAD.
94. Social, I. N. (04 de Mayo de 2018). *Acuicultura, historia y actualidad en México*. Recuperado el 15 de Marzo de 2019, de Acuicultura, historia y actualidad en México.: <https://www.gob.mx/inaes/articulos/acuicultura-historia-y-actualidad-en-mexico?idiom=es>
95. Soler, M. M. (2016). *LEAN MANUFACTURING : IMPLANTACIÓN 5S*. Valencia: 3C Tecnología .
96. Tania Alejandra Hernández Ochoa, K. G. (2018). *IMPLEMENTACIÓN DE POKA-YOKE EN HERRAMENTAL PARA DISMINUCIÓN DE PPMS EN ESTACIÓN DE ENSAMBLE*. Ciudad Juarez : CULCyT.
97. TCM. (21 de Octubre de 2015). *HERRAMIENTAS DE CALIDAD: SEIS SIGMA*. Recuperado el 8 de Octubre de 2019, de HERRAMIENTAS DE CALIDAD: SEIS SIGMA: <https://www.tcmetrologia.com/blog/seis-sigma/>
98. Tequesquite, A. (2007). *PRODUCCIÓN DE CAMARÓN BLANCO (Litopenaeus Vannaamei)* . Tomatlan, Jalisco: Semarnat.
99. Vargas, A. C. (2012). *IMPLEMENTACION DEL MODELO TOC "BLACK PENGUIN S.A.S"*. Bogotá: Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario.
100. Vega, J. B. (2014). *R PARA PRINCIPIANTES*. Ciudad de México: Comité Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES).
101. Villoldo, A. G. (10 de Marzo de 2013). *Diagrama de dispersión: herramienta de control de procesos*. Recuperado el 8 de Octubre de 2019, de Diagrama de dispersión: herramienta de control de procesos: <http://asesordecalidad.blogspot.com/2017/06/diagrama-de-dispersion-herramienta-de.html#.XbFFZpJKjIU>
102. Wyngaard, I. G. (2012). *Módulo 2: Programa 5S*. Buenos Aires : Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

7 ANEXOS

7.1 Imagen

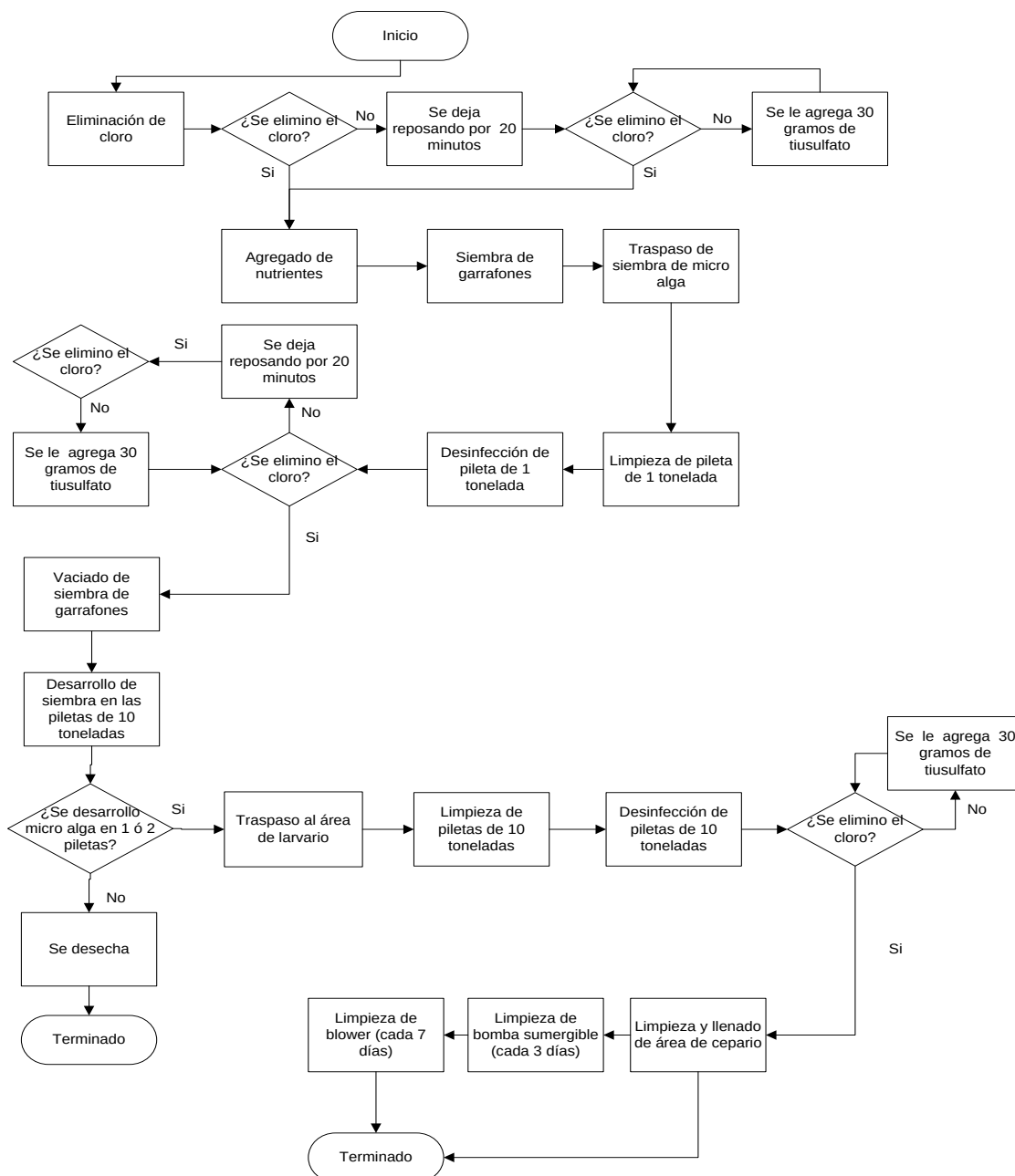
Producción obsoleta y Producción estable



7.2 Imagen

Diagrama de flujo

Proceso de desarrollo de micro alga en el área de masivo



7.2.1 Tabla de imagen 7.1

Proceso de desarrollo de micro alga en el área cepario.

Proceso de desarrollo de micro alga en el área cepario	
Observación y agitación (15 minutos)	Se empieza observando y agitando matraces y tubos de ensayo para que no se asiente el micro alga en el fondo de los recipientes (se hace un conteo cuando el micro alga está débil en el tubo de ensayo).
Desinfección personal (3 minutos)	Se procede a desinfectar el cuerpo con alcohol en las manos, en el cuerpo para no contaminar de bacterias al micro alga, utilizando guantes y tapabocas.
Eliminación de cloro (30 minutos)	Al garrafón de 20 litros se le agregan 20 mililitros de Tiosulfato para neutralizar el cloro y 1.50 mililitros de Tiosulfato a matraz de 250 mililitros, se deja neutralizando por 20 minutos en lo que procede a sembrar tubos de ensayo y matraces de 250 mililitros con la fecha más antigua.
Verificación de eliminación de cloro (15 segundos)	Se verifica que el garrafón y matraz de 1 litro y medio no tenga cloro, se le agrega 2 gotas de Ortho-Tolidina si el agua se ve cristalizada quiere decir que esta lista para agregar los nutrientes.
Preparación de solución madre (10 minutos)	Para la creación de solución madre en sulfato de zinc: se le agrega 100 mililitros de agua destilada y 2.20 gramos de sulfato de zinc (cristalino). Cloruro de cobalto: se le agrega 100 mililitros de agua destilada y 1 gramos de cloruro de cobalto (rojo). Sulfato cúprico: se le agrega 100 ml. de agua destilada y 1 gr. de sulfato cúprico (azul). Cloruro manganeso: 100 mililitros de agua destilada y 18 gramos de cloruro manganeso (rosa). Molibdato de sodio: se le agrega 100 mililitros de agua destilada y 1 gramos de molibdato de sodio (cristalino). Cianocobalamina, B12: se le agrega 100 mililitros de agua destilada y 0.1 gramos de Cianocobalamina, B12 (rojo). Biotina: se le agrega 1 litro de agua destilada y 0.3 gramos de biotina.
Preparación de solución madre (10 minutos)	Para la creación de solución madre en sulfato de zinc: se le agrega 100 mililitros de agua destilada y 2.20 gramos de sulfato de zinc (cristalino). Cloruro de cobalto: se le agrega 100 mililitros de agua destilada y 1 gramos de cloruro de cobalto (rojo). Sulfato cúprico: se le agrega 100 ml. de agua destilada y 1 gramo de sulfato cúprico (azul). Cloruro manganeso: 100 mililitros de agua destilada y 18 gramos de cloruro manganeso (rosa).

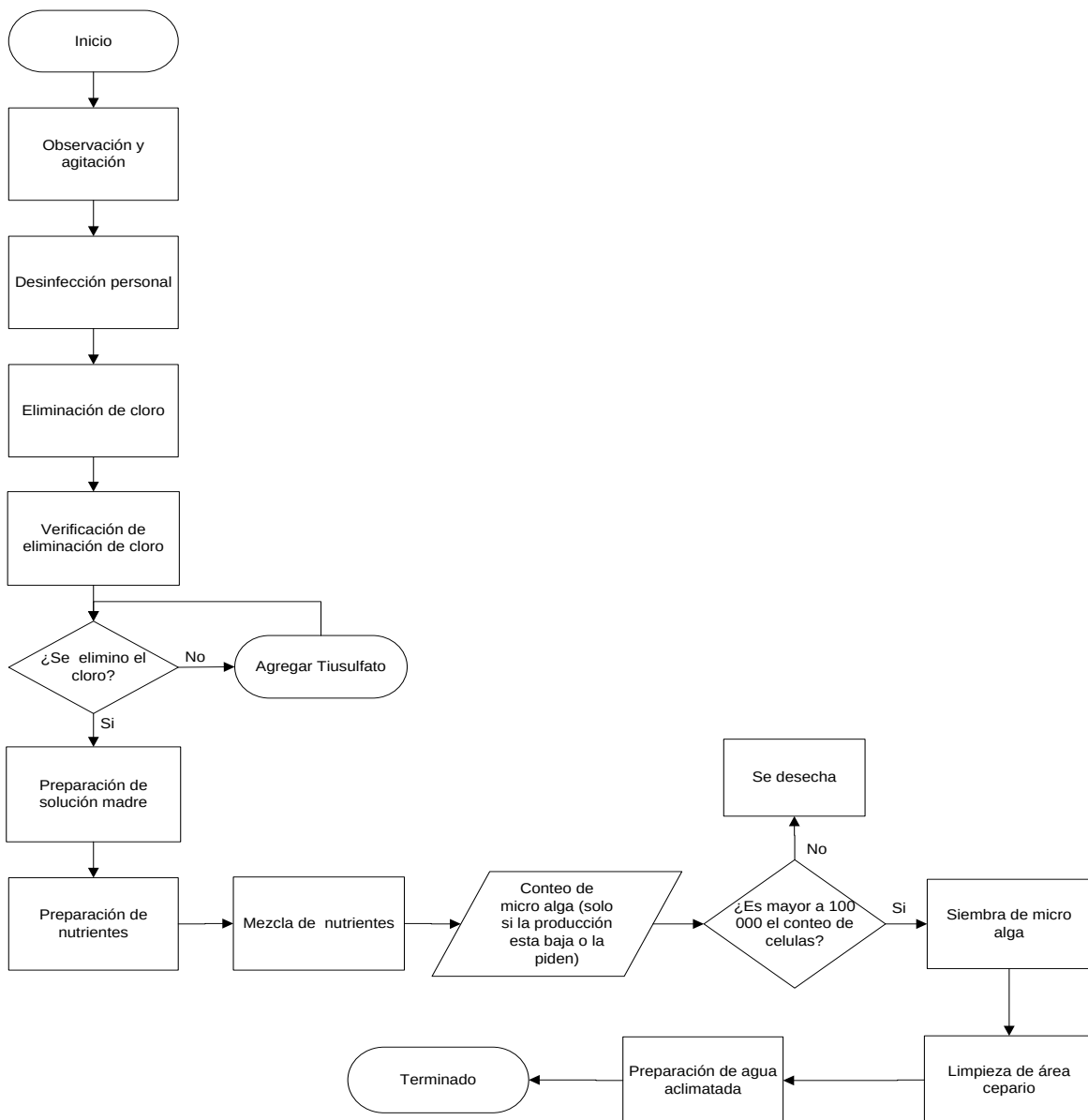
	Molibdato de sodio: se le agrega 100 mililitros de agua destilada y 1 gramos de molibdato de sodio (cristalino). Cianocobalamina, B12: se le agrega 100 mililitros de agua destilada y 0.1 gramos de cianocobalamina, B12 (rojo). Biotina: se le agrega 1 litro de agua destilada y 0.3 gramos de biotina.
Preparación de nutrientes (15 minutos)	Para la preparación de nutrientes se utiliza siempre H₂O destilada. Nitrato de sodio: se le agrega 1 litro de agua destilada y se le añade 75 gramos de Nitrato de sodio. Vitaminas: se le agrega 1800 mililitros de agua destilada, se pesa 0.4 gramos de vitamina, añadir 18 mililitros de solución madre biotina y añadir 3 mililitros de B12. Metales traza: se le agrega 1800 mililitros de agua destilada, se pesa 7 gramos de cloruro férrico, se pesa 9 gramos de E.D.T.A sal disódica y se añade 2 mililitros de cada solución madre de metales. Fosfato de sodio: se le añade 1 litro de agua destilada y se le añade 5 gramos de fosfato de sodio. Metasilicato: se le agrega 1 litro de agua destilada y se le añade 30 gramos de metasilicato. Tiosulfato se le agrega 1 litro de agua destilada y se le añade 39 gramos de tiosulfato.
Mezcla de nutrientes (10 minutos)	En una jarra de 2 litros se mezclan los nutrientes que vienen siendo 180 mililitros de nitrato de sodio, vitamina, metasilicato, fosfato y metales traza.
Terminación de la mezcla de nutrientes (10 minutos)	Ya terminando la mezcla de nutrientes se procede a vaciar 100 mililitros a cada garrafón (8) y 10 mililitros a cada matraz de 1 litro y medio y se deja en reposo 20 minutos para que se diluyan los nutrientes.
Conteo de micro alga (20 minutos)	Toma la muestra de un garrafón y de un matraz de 2500 mililitros de la fecha más antigua de 3 días antes, solo si esta baja la producción para indicar que la producción está bien (cuando el color de la producción es pálido o lo pide el área de masivo), debe tener un color verde oscuro los recipientes. La fórmula del conteo de micro alga se saca contando los 4 cuadrantes con microscopio contando cada célula de los cuadrantes, se suma el total de células contadas, se divide entre 4 por los 4 cuadrantes y se multiplica por 10 000.
Siembra de micro alga (5 minutos)	Después de los 20 minutos para que los nutrientes se diluyan en los garrafones y matraces se procede a sembrar el micro alga dejándose reposando con aireación por tres días para que se

	desarrolle completamente. Se procede a lavar matraces de 2500 y 250 mililitros, tubos de ensayo, pipetas graduadas, varillas de inseminación, botellas de 3 litros, garrafones de 20 litros y mangueras de aireación. Las mangueras de aireación, las tapas de tubos de ensayo, las varillas de inseminación y las tapas de los garrafones de 20 litros quedan en reposo con ácido por un par de horas, las pipetas graduadas se enjuagan con ácido y después con agua. En caso de que la pipeta graduada este manchada se deja por 24 horas en ácido, ya después de un par de horas se deja las mangueras, las tapas de tubos de ensayo y las tapas de garrafón en cloro hasta su uso, cuando se vayan a usar las mangueras y las tapas se enjuagan con agua para quitarle el cloro. Los tubos de ensayo, matraces, garrafones y botellas de 3 litros se enjuagan con jabón neutro y cloro (15 minutos) y por último se vuelve a enjuagar con agua.
Preparación agua en aclimatación (15 minutos)	Por último se prepara los tubos de ensayo, los matraces de 2500 y 250 mililitros, las botellas de 3 litros, los garrafones de 20 litros y las pipetas graduadas. A los tubos de ensayo se le agrega $\frac{3}{4}$ de agua salada y a los matraces de 250 mililitros de agua salada en una jarra de 2 litros se le llena 1 litro y medio de agua salada (si el agua salada marca que tiene cloro, se le agrega 1.5 mililitros de tiosulfato para eliminar el cloro de la jarra). Ya eliminando el cloro de agua salada de la jarra se le agrega 1.5 mililitros de cada nutriente después se procede a llenar los matraces de 250 mililitros y tubos de ensayo. Se le agrega 1.50 mililitros a los matraces y $\frac{3}{4}$ a los tubos de ensayos después se pasa a la hoya de presión para esterilizar los recipientes junto con las pipetas graduadas por 45 minutos con una presión de 140, (en caso de una avería en la hoya de presión se utiliza un micro ondas para esterilizar el equipo). Para esterilizar el equipo con el micro ondas. Los matraces de 250 mililitros duran 15 minutos, los tubos de ensayo duran 3 minutos y las pipetas graduadas duran 3 minutos y medio. Después se sacan de la hoya de presión para que se enfríen por 30 minutos, ya enfriados los recipientes se meten al cepario y se dejan todo el día. Para los matraces de 2500 mililitros y botellas de 3 litros se le agrega agua salada 1500 mililitros a matraces y botellas de 3 litros, se le agrega 4 gotas de cloro para luego a si llevarlas al cepario y dejarlo por 24 horas. En los garrafones de 20 litros, para esterilizarlos se enjuagan con ácido, luego con agua para desinfectarlo y se le llena 16 litros de agua salada para agregarle 2 mililitros de color con una pipeta, se dejan en reposo por 24

7.3 Imagen

Diagrama de flujo

Preparación de micro alga *thalassiosira weissflogii* área cepario



7.3.1 Tabla de imagen 7.2

Preparación de desarrollo de micro alga en el área masivo

Preparación de desarrollo de micro alga en el área masivo	
Eliminación de cloro (30 minutos)	En cuanto llega al área de masivo le agrega 150 gramos tiosulfato para limpiar con cloro la pileta de 10 toneladas y se deja por 40 minutos de reposo.
Agregado de nutrientes (30 minutos)	Ya que pase los 40 minutos se le agregan los dos ingredientes que son el bayfolan 250 gramos y metasilicato 300 gramos se deja trabajando por media hora y después se checa con la Ortho-Tolidina para verificar la eliminación de cloro.
Siembra de garrafones (10 minutos)	Los garrafones sembrados que están en el cepario, se llevan al área de masivo para vaciarlas en las piletas que tienen los nutrientes.
Traspaso de siembra de micro alga (30 minutos)	Ya eliminado el cloro se pasa de la pileta de una 1 tonelada a la de 10 toneladas, cuando se termine de vaciar la pileta de 1 tonelada.
Limpieza de pileta de 1 tonelada (10 minutos)	Ya vacía la pileta de 1 tonelada se empieza el proceso de limpieza a la de 1 tonelada con ácido.
Desinfección de pileta de 1 tonelada (5 minutos)	Se vuelve a llenar la pila de 1 tonelada con agua salada, se le echa 40 mililitros de cloro y se deja reposando por 24 horas, para poder agregarle los ingredientes al siguiente día.
Vaciado de siembra de garrafones (10 minutos)	Al día siguiente se toma los garrafones ya sembrados (8 garrafones) del área de cepario los llevan al área de masivo a las piletas de 1 tonelada (10 piletas), donde solo se va utilizar las piletas con la fecha de siembra más antigua (solo se puede utilizar 2 piletas de 1 tonelada al día). Cada pileta se le agrega 4 garrafones.
Desarrollo de siembra en las piletas de 10 toneladas. (3 días)	Por último para que el micro alga se desarrolle se deja 2 o 3 días en el área de masivo para poder mandarla al área de larvario, que sirva de alimento y puedan desarrollarse y crecer las larvas de camarón.
Limpieza de piletas de 10 toneladas (15 minutos, si tiene pseudomona 30 minutos).	Ya vacía la pileta de 10 toneladas se empieza el proceso de limpieza, el cual se limpia las piletas y los filtros. Las piletas se le agregan ácido y los filtros se enjuagan con agua dulce y se secan expuestas al sol en un tiempo determinado.
Desinfección de piletas de 10 toneladas (1 día).	Se vuelve a llenar la pila de 10 toneladas con agua salada, (tarda en llenarse 1 hora y media), se le echa 150 mililitros de cloro y se deja reposando por 24 horas, para poder agregarle los ingredientes al siguiente día. Que son: Tiosulfato 150 gramos. Bayfolan 250 gramos. Metasilicato 300 gramos.

Limpieza y llenado del área de cepario.(15 minutos)	En el área de cepario se limpia los pisos, las botas con agua y cloro. Después se enjuagan los garrafones con ácido, se lavan bien y se vuelven a llenar con agua salada y cloro para dejarlos reposando por 24 horas.
Limpieza de bomba sumergible (3 minutos)	Se sumergen en agua con cloro por 2 minutos, se le agrega tiosulfato para eliminar el cloro y se limpia cada tercer día.
Limpieza de blower (10 minutos)	Se cambia de filtro, se le agrega 75 mililitros de alcohol, en caso de no haber alcohol se le agrega 70 mililitro de formón para desinfectar la tubería de aire, se le cierra la aireación a las piletas en uso y sale el alcohol por las piletas que no se están usando.

7.4 Imagen

Análisis de modo y efecto de fallas

Nombre del proceso	Proceso de desarrollo de micro alga área cepario	Fecha	07-jun-19	Número de formato	1
Realizado por	Arturo Quiroz Valdez	Revisado por			

AMEF de proceso																					
												RESULTADO DE ACCIONES									
				1				2				3	4					5	6	7	8
No.	Función del proceso	Falla potencial	Efecto	SEV	Causas potenciales	OCC	Controles	DECT	RPN	Acciones recomendadas	Responsables	Acciones tomadas	SEV	OCC	DET	RPN					
1	Desinfección personal	Contaminación de equipo y materia prima	Para micro alga	8	No se desarrolla micro alga	1	Ninguno	10	80	Capacitación de BPM (Buenas Practicas de Manufactura)	Biologo / Auxiliares										
2	Eliminación de cloro	Se muere la materia prima	Para micro alga	8	No se desarrolla micro alga	1	Ortho y Tiusulfato	1	8												
3	Limpieza área cepario	Contaminación de área de trabajo	Para micro alga	8	Se desarrollan bacterias	1	Cloro, alcohol y formon	1	8												
4	Sistema de aireación	Desarrollo de bacteria	Para micro alga	8	No se desarrolla micro alga	2	Alcohol	1	16												
5	Agua destilada	Desarrollo de bacteria	Para micro alga	8	Contaminación de nutrientes	2	Autoclave	1	16												
6	Desestilización de equipo	Contaminación de equipo y materia prima	Para micro alga	8	No se desarrolla micro alga	1	Autoclave y Acido clorídico	1	8												
7	Temperatura	Se cae micro alga	Para micro alga	8	No se desarrolla micro alga	1	Termometro analógico	1	8												

7.5 Tabla

Análisis de modo y efecto de fallas

Nombre del proceso	Proceso de desarrollo de micro alga área masivo	Fecha	07-jun-19	Número de formato	1
Realizado por	Arturo Quiroz Valdez	Revisado por			

AMEF de proceso																
													RESULTADO DE ACCIONES			
													5	6	7	8
No.	Función del proceso	Falla potencial	Efecto	SEV	Causas potenciales	OCC	Controles	DECT	RPN	Acciones recomendadas	Responsables	Acciones tomadas	SEV	OCC	DET	RPN
1	Limpieza de tuberías	Contaminación de bacterias	Se desarrolla lama	6	Contamina las piletas de bacterias	1	Alcohol	1	6							
2	Limpieza de piletas	Contaminación de bacterias	Para micro alga	5	Contaminación de pseudomona	6	Cloro liquido	1	30							
3	Sistema de aireación	Desarrollo de bacteria	Para micro alga	8	Se muere micro alga	1	Alcohol	1	8							
4	Limpieza de bomba sumergible	Contaminación de filtros y mangueras	Para micro alga	5	Se muere micro alga	1	Cloro y tiusulfato	1	5							
5	Temperatura de piletas	Se muere micro alga	Para micro alga	8	Se cae micro alga	10	Termometro analógico y se abren las lonas	1	80	instalar extractores de aire y sellar con malla sombra.	Gerente de planta					

7.6 Tabla

Tabla para calificar la causa potencial en la tabla AMEF

Calif.	Severidad	Ocurrencia (ppm's)	Detección
1	Menor (cliente no lo nota)	$x < 1$ ppm	Muy Alta probabilidad de detectar el defecto (siempre)
2	Baja (ligera incomodidad del cliente probablemente note un pequeño deterioro)	$1 < x < 250$	
3			
4	Media (alguna insatisfacción del cliente, nota un deterioro en el desempeño del producto)	$250 < x < 12,500$	Alta probabilidad de detectar el defecto (casi siempre)
5			Moderada (se puede detectar el defecto)
6			
7	Alta (Alto grado de insatisfacción del cliente, hace inoperable al producto)	$12,500 < x < 50,000$	Baja (probablemente no se detecte el defecto)
8			
9	Muy Alta (Cliente molesto, producto inseguro)	$50,000 < x$	
10			

RPN =	Severidad*ocurrencia* detección
--------------	--

7.7 Tabla

Diagrama SIPOC

Proceso: Fabricación de micro alga *Thalassiosira Weisflogii*

PROVEEDOR	ENTRADAS		PROCESO				SALIDA	SALIDA	CLIENTE
	Material	Medición	Área de Cepario	Tiempo	Área de masivo	Tiempo			
Quimiagro	Cianocobalamina	500 g.	Observación y Agitación ↓ Desinfección Personal ↓ Eliminación de Cloro ↓ Mezcla de Nutrientes ↓ Vaciado de mezcla de nutrientes ↓ Conteo de micro alga ↓ Siembra de micro alga ↓ Limpieza área de cepario ↓ Preparación de agua aclimatada	15 minutos	Eliminación de Cloro	30 minutos	Área de Larvario	Área Raceway	Granja de camarón
Quimiagro	Sulfato de Zinc	500 g.		3 minutos	Agregado de Nutrientes	30 minutos			
Quimiagro	Cobre	500 g.		30 minutos	Siembra de garrafones	10 minutos			
Quimiagro	Cloruro de Manganeseo	500 g.		10 minutos	Traspaso de siembra de micro alga	10 minutos			
Quimiagro	Molibdato de Sodio	500 g.		5 minutos	Limpieza de pileta de 1 tonelada	5 minutos			
Quimiagro	Vitamina	500 g.		5 minutos	Desinfección de piletas de 1 tonelada	5 minutos			
Quimiagro	Tiamina	100 g.		10 minutos	Vaciado de siembra de garrafones	10 minutos			
Quimiagro	Fosfato de sodio	500 g.		4320 minutos	Desarrollo de siembra en piletas de 10 toneladas	4320 minutos			
Quimiagro	Biotina	500 g.		15 minutos	Limpieza de piletas de 10 toneladas	15 minutos			
Quimiagro	Cloruro Férrico	500 g.		1440 minutos	Desinfección de piletas de 10 toneladas	1440 minutos			
Quimiagro	Fosforo	500 g.		15 minutos	Limpieza y llenado de área de cepario	15 minutos			
Sumilab	Nitrato de sodio	500 g		3 minutos	Limpieza de bomba sumergible	3 minutos			
Sumilab	Metasilicato de sodio	500 g.		10 minutos	Limpieza de blower	10 minutos			
Quimiagro	Ácido clorhídico	45 kg.							
Sumilab	Cubre bocas	cant. 100							
Sumilab	Guantes de látex	Cant. 100							
cesaes o cibnor	Micro alga	(cepa de thala sp)							
Materiales y Abastos Especializados S.A de C.V.	Jabón neutrox	4 litros							
Sumilab	Tiosulfato de sodio	500 g							
BAYER	Bayfolan	12 x 1 kg.							
HYCEL	Ortho Tolidina	1 litro							
Alusin	Papel aluminio	cant. 400							
Hth	Hipoclorito de sodio	45 kg.							
TGV group	Hipoclorito de calcio	45 kg.							
Sumilab	E.D.T.A. Sal disódica	500 g							