



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROCEDIMIENTO DE SEPARADO LARVAL, LAVADO, DESINFECTADO Y ELIMINACIÓN
DE MATERIAL BIOLÓGICO, EN LAS BANDEJAS DE ALIMENTACIÓN PARA LARVAS
UTILIZADAS EN LA PLANTA INDUSTRIAL SAN MIGUEL PETAPA PROGRAMA
MOSCAMED**

Marvin Rubén Teni López

Asesorado por la Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid

Guatemala, julio de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROCEDIMIENTO DE SEPARADO LARVAL, LAVADO, DESINFECTADO Y
ELIMINACIÓN DE MATERIAL BIOLÓGICO, EN LAS BANDEJAS DE ALIMENTACIÓN
PARA LARVAS UTILIZADAS EN LA PLANTA INDUSTRIAL SAN MIGUEL PETAPA
PROGRAMA MOSCAMED**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MARVIN RUBÉN TENI LÓPEZ

ASESORADO POR LA INGA. YOCASTA IVANOBLA ORTIZ DEL CID

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

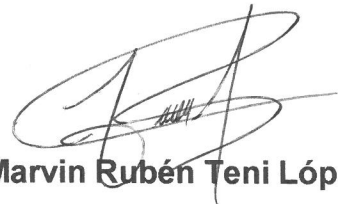
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Edwin Josué Ixpata Reyes
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada
EXAMINADOR	Ing. Oscar Estuardo de León Maldonado
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROCEDIMIENTO DE SEPARADO LARVAL, LAVADO, DESINFECTADO Y
ELIMINACIÓN DE MATERIAL BIOLÓGICO, EN LAS BANDEJAS DE
ALIMENTACIÓN PARA LARVAS UTILIZADAS EN LA PLANTA INDUSTRIAL
SAN MIGUEL PETAPA PROGRAMA MOSCAMED**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 14 de marzo de 2018.



Marvin Rubén Teni López

Guatemala, 21 de febrero de 2019

Ingeniero
Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Universidad de San Carlos de Guatemala

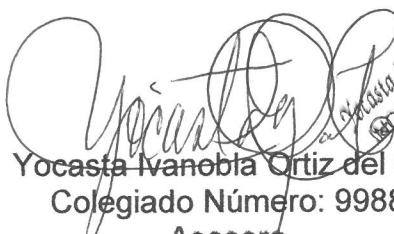
Estimado Ingeniero Urquizú:

Atentamente me dirijo a usted, para informarle que he procedido a revisar el trabajo de graduación, elaborado por el estudiante Marvin Rubén Teni López, de la carrera de ingeniería industrial, quien se identifica con número de carné 201212606, en el tema "PROCEDIMIENTO DE SEPARADO LARVAL, LAVADO, DESINFECTADO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL BIOLÓGICO, EN LAS BANDEJAS DE ALIMENTACIÓN PARA LARVAS UTILIZADAS EN LA PLANTA INDUSTRIAL SAN MIGUEL PETAPA PROGRAMA MOSCAMED".

Por lo cual apruebo, cumpliendo con los objetivos previamente establecidos y siguiendo con las recomendaciones de la asesoría.

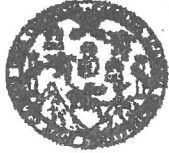
Sin otro particular, me suscribo a usted.

Atentamente.


Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid
Colegiado Número: 9988
Asesora

Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid
INGENIERA INDUSTRIAL
Col. 9988

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.032.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROCEDIMIENTO DE SEPARADO LARVAL, LAVADO, DESINFECTADO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL BIOLÓGICO, EN LAS BANDEJAS DE ALIMENTACIÓN PARA LARVAS UTILIZADAS EN LA PLANTA INDUSTRIAL SAN MIGUEL PETAPA PROGRAMA MOSCAMED**, presentado por el estudiante universitario **Marvin Rubén Teni López**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Miriam Patricia Rubio Contreras
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Miriam Patricia Rubio Contreras
INGENIERA INDUSTRIAL
COL. 4074

Guatemala, abril de 2019.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.098.019

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor **PROCEDIMIENTO DE SEPARADO LARVAL, LAVADO, DESINFECTADO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL BIOLÓGICO, EN LAS BANDEJAS DE ALIMENTACIÓN PARA LARVAS UTILIZADAS EN LA PLANTA INDUSTRIAL SAN MIGUEL PETAPA PROGRAMA MOSCAMED**, presentado por el estudiante universitario **Marvin Rubén Teni López**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2019.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 304.2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **PROCEDIMIENTO DE SEPARADO LARVAL, LAVADO, DESINFECTADO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL BIOLÓGICO, EN LAS BANDEJAS DE ALIMENTACIÓN DE LARVAS UTILIZADAS EN LA PLANTA INDUSTRIAL SAN MIGUEL PETAPA PROGAMA MOSCAMED**, presentado por el estudiante universitario: **Marvin Rubén Teni López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, julio de 2019

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser el centro de mi vida, mi todo, bendecirme, guiarme, cuidarme y en ningún momento abandonarme.
Mis padres	Adolfo Teni Cabnal y Sandra Leticia López de Teni, por ser mi todo, su inmenso amor, paciencia, guía y ser un ejemplo a seguir.
Mis hermanas	Cynthia Melisa y Alicia Carolina Teni López, por ser mi mundo de alegría diaria.
Mis tíos y primos	Por su apoyo y cariño incondicional.
Mis abuelitos	Por sus cuidados y alegría en todo momento
Mis amigos	Christian Flores, Gabriel Raymundo, Kevin Mejía, Valeria Sánchez, Ottoniel Santos, Harby Tebelán, Herbert Osorio, Pablo Matheu, Brandon Velásquez, Alexa Melendez, José Pérez, Wilson Pérez, Guillermo Paz, Luis García, Karla Kim, Mario Monzón, David Ojeda, Nancy Villagrán, Esteven Sánchez, Mynor Can, Félix Concohá, Roger Reynosa, Jorge González, Bárbara Alonzo, Aarón Rodríguez, por su cariño, apoyo y confianza.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de crecer como persona y profesional, *alma mater* de la cual estoy orgulloso de pertenecer.

Facultad de Ingeniería

Por brindarme las habilidades y conocimientos necesarios para desempeñarme como un profesional de la ingeniería.

Ingeniera

Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid, por brindarme su amistad, tiempo, guía, paciencia y confianza a lo largo de este trabajo de graduación, del cual siempre estaré agradecido.

Programa Moscamed

Por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo de graduación en las instalaciones.

Los ingenieros

Miguel López y Alicia Aldana, por su apoyo, guía y confianza durante el trabajo de graduación

El personal

Ermes Lancerio, Manuel Chavarría, Rocío Yanes, Alex Pérez, Juan Pérez, Dinora Caal, Jarvi Esquité y Dinora Valenzuela, por el apoyo, ayuda y paciencia en este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Programa Moscamed.....	1
1.2. Información general	2
1.2.1. Ubicación	2
1.2.2. Historia.....	3
1.2.3. Misión.....	4
1.2.4. Visión	4
1.2.5. Valores éticos	5
1.2.6. Base legal	6
1.3. Tipo de organización.....	8
1.3.1. Organigrama	8
1.3.2. Descripción de puestos y salarios	9
1.4. Análisis de procesos de la planta	9
1.4.1. Accidentes laborales.....	9
1.4.2. Diagrama de operaciones.....	10
1.4.3. Diagrama de flujo.....	12
1.4.4. Diagrama de recorrido	14
1.5. Análisis de operaciones	15

1.5.1.	Diagrama bimanual.....	15
1.5.2.	Principios de la economía de movimientos	17
1.6.	Estudio de tiempos	17
1.6.1.	Definición	17
1.6.2.	Características.....	18
1.6.3.	Importancia y utilidad.....	20
1.7.	Material biológico	21
1.7.1.	Definición	22
1.7.2.	Características.....	22
1.7.3.	Tipos de materiales	23
1.7.4.	Utilidad.....	24
1.8.	Procedimiento.....	24
1.8.1.	Definición	24
1.8.2.	Características.....	25
1.8.3.	Tipos de procedimientos	26
2.	SITUACIÓN ACTUAL	29
2.1.	Materia prima	29
2.1.1.	Dieta.....	29
2.1.2.	Huevo.....	30
2.1.3.	Larva	30
2.1.4.	Pupa.....	30
2.2.	Descripción del área	31
2.2.1.	Funciones	31
2.2.2.	Puestos de trabajo.....	32
2.3.	Descripción del equipo actual.....	32
2.3.1.	Maquinaria	33
2.3.1.1.	Separado larval	33
2.3.1.2.	Lavado.....	33

	2.3.1.3.	Extrusado	34
	2.3.2.	Herramientas	34
2.4.		Línea de proceso	35
	2.4.1.	Proceso de separado larval	35
		2.4.1.1. Descripción	35
		2.4.1.2. Procedimiento.....	36
		2.4.1.3. Personal de trabajo	36
	2.4.2.	Proceso de lavado	37
		2.4.2.1. Descripción	37
		2.4.2.2. Procedimiento.....	38
		2.4.2.3. Personal de trabajo	38
	2.4.3.	Proceso de desinfectado	39
		2.4.3.1. Descripción	39
		2.4.3.2. Procedimiento.....	39
		2.4.3.3. Personal de trabajo	40
	2.4.4.	Proceso de eliminación de material biológico	40
		2.4.4.1. Descripción	41
		2.4.4.2. Procedimiento.....	41
		2.4.4.3. Personal de trabajo	42
2.5.		Mantenimiento de equipo.....	56
	2.5.1.	Personal encargado.....	56
	2.5.2.	Procedimientos y herramientas	57
	2.5.3.	Registro de datos.....	58
2.6.		Análisis de desempeño.....	58
	2.6.1.	Estándares de producción	59
	2.6.2.	Factores que afectan la producción	60
2.7.		Eficiencia actual	60

3.	PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROCEDIMIENTO DE SEPARADO LARVAL, LAVADO, DESINFECTADO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL BIOLÓGICO.....	63
3.1.	Diseño del área.....	63
3.1.1.	Iluminación.....	63
3.1.2.	Ventilación	64
3.1.3.	Ruido.....	64
3.1.4.	Temperatura	64
3.2.	Seguridad e higiene industrial	64
3.2.1.	Normativo	65
3.2.2.	Equipo de seguridad.....	65
3.2.3.	Ergonomía	66
3.2.4.	Respuesta ante accidentes	66
3.3.	Tiempo estándar	67
3.3.1.	Toma de tiempos	67
3.3.2.	Determinación de tiempos normales.....	69
3.3.3.	Determinación de tiempos estándar.....	71
3.4.	Análisis de los efectos del tiempo estándar	73
3.4.1.	Eficiencia en los procesos	74
3.4.2.	Reducción de ocio	74
3.5.	Planeación de procesos	76
3.5.1.	Diagrama de operaciones	76
3.5.2.	Diagrama de flujo.....	76
3.5.3.	Diagrama de recorrido	76
3.6.	Análisis de operaciones	77
3.6.1.	Estudio de movimientos	77
3.6.2.	Diagrama bimanual.....	77
3.7.	Planeación	79
3.7.1.	Diagnóstico de la eficiencia de los procesos.....	80

3.7.2.	Determinación de mejoras.....	80
3.8.	Costos de operación	81
3.8.1.	Materia prima.....	82
3.8.2.	Insumos industriales.....	82
3.8.3.	Recurso humano	83
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	85
4.1.	Diagrama de Pareto.....	85
4.1.1.	Área de separado larval.....	85
4.1.2.	Área de lavado de bandejas.....	88
4.1.3.	Área de extrusado	90
4.2.	Diagrama causa efecto	92
4.2.1.	Resultados	92
4.2.2.	Conclusiones	96
4.3.	Personal responsable de la implementación.....	97
4.3.1.	Gerencia general	97
4.3.2.	Área financiera.....	98
4.4.	Reubicación de áreas	98
4.4.1.	Adecuación de puestos de trabajo	100
4.5.	Manejo de materiales.....	102
4.5.1.	Materia prima.....	102
4.5.2.	Producto terminado	103
4.6.	Nuevo proceso a implementar.....	104
4.6.1.	Análisis de la operación.....	117
4.6.2.	Condiciones de trabajo.....	118
4.6.3.	Costo.....	119
4.7.	Determinación de tiempos estándar de las actividades	119
4.7.1.	Toma de tiempos nuevos	120
4.7.2.	Determinación de tiempos normales	121

4.7.3.	Determinación de tiempo estándar	123
4.8.	Análisis de los efectos del tiempo estándar	126
4.8.1.	Determinación de la eficiencia de las actividades.	126
4.8.2.	Medición del tiempo de ocio	128
4.9.	Operaciones de nuevo proceso.....	129
4.9.1.	Eficiencia teórica.....	129
4.9.2.	Producción teórica	130
4.9.3.	Productividad teórica	131
4.9.4.	Estadísticas complementarias.....	132
5.	SEGUIMIENTO O MEJORA.....	135
5.1.	Resultados obtenidos	135
5.1.1.	Interpretación.....	135
5.1.2.	Aplicación técnica	136
5.2.	Aspectos administrativos y de organización	136
5.3.	Ventajas y beneficios.....	136
5.3.1.	Reducción de paros.....	137
5.3.2.	Reducción de tiempos muertos	137
5.4.	Acciones correctivas	138
5.4.1.	Mejora de los parámetros de calidad	138
5.4.2.	Personal capacitado	139
5.5.	Auditorías.....	140
5.5.1.	Auditorías internas.....	140
5.5.2.	Auditorías externas.....	140
5.6.	Estadísticas.....	141
5.6.1.	Proceso de separado larval.....	141
5.6.2.	Proceso de lavado	142
5.6.3.	Proceso de desinfectado	143
5.6.4.	Proceso de eliminación de material biológico	143

5.7. Proceso por medio de arbocel.....	144
CONCLUSIONES.....	147
RECOMENDACIONES.....	151
BIBLIOGRAFÍA.....	153
APÉNDICES.....	155

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación programa Moscamed.....	3
2.	Organigrama de la empresa.....	8
3.	Diagrama de operaciones de proceso.....	43
4.	Diagrama de flujo de procesos.....	49
5.	Diagrama de recorrido.....	55
6.	Organigrama personal de mantenimiento.....	56
7.	Diagrama respuesta en caso de accidentes.....	67
8.	Diagrama del proceso administrativo.....	79
9.	Pasos para la elaboración de mejoras.....	81
10.	Diagrama de Pareto de las causas que afectan el proceso en el área de separado larval.....	87
11.	Diagrama de Pareto de las causas que afectan el proceso en el área de lavado de bandejas.....	89
12.	Diagrama de Pareto de las causas que afectan el proceso en el área de extrusado.....	91
13.	Diagrama causa y efecto del área de separado larval.....	93
14.	Diagrama causa y efecto del área de lavado.....	94
15.	Diagrama causa y efecto del área de extrusado.....	95
16.	Diagrama de recorrido.....	99
17.	Programa de actividades de las áreas de separado y extrusado.....	101
18.	Diagrama de operaciones propuesto.....	105
19.	Diagrama de flujo.....	110

20.	Diagrama de recorrido.....	115
21.	Diagrama bimanual.....	116
22.	Resumen costos.....	155

TABLAS

I.	Simbología del diagrama de procesos.....	12
II.	Simbología del diagrama de flujo de procesos.....	14
III.	Formulario toma de tiempos.....	68
IV.	Formulario toma de tiempos normales.....	70
V.	Formulario toma de tiempos estándar.....	72
VI.	Cuadro comparativo, análisis de los efectos del tiempo estándar.....	73
VII.	Formulario de tiempos de ocio.....	75
VIII.	Formato diagrama bimanual.....	78
IX.	Causas de demora en el área de separado larval.....	86
X.	Causas de demora en el área de lavado de bandejas.....	88
XI.	Causas de demora en el área de extrusado.....	90
XII.	Costos de la implementación.....	119
XIII.	Tiempo cronometrado por torre de bandejas, área de separado larval.....	120
XIV.	Tiempo cronometrado por torre de bandejas, área de lavado de bandejas.....	121
XV.	Tiempo normal por torre de bandejas, área de separado larval.....	122
XVI.	Tiempo normal por torre de bandejas, área de lavado de bandejas.....	123
XVII.	Concesiones o tolerancias a los operarios, área de separado larval.....	124

XVIII.	Concesiones o tolerancias a los operarios, área de lavado de bandejas.....	124
XIX.	Concesiones o tolerancias a los operarios, área de separado larval	125
XX.	Concesiones o tolerancias a los operarios, área de lavado de bandejas.....	126
XXI.	Tiempos de ocio, área de separado larval	129
XXII.	Tiempo muerto, área de separado larval.....	133
XXIII.	Tiempo de separado larval mediante olote de maíz y arbocel.....	145

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Cop	Calificación del operario
E	Eficiencia
Et	Eficiencia teórica
°C	Grados centígrados
NO	Número de operarios
NOr	Número de operarios reales
ppm	Partes por millón
%	Porcentaje
Pt	Producción teórica
Q	Quetzales
RA	Resultados alcanzados
RP	Resultados previstos
Ta	Tiempo asignado
Tc	Tiempo cronometrado
Td	Tiempo disponible
Te	Tiempo estándar
Tn	Tiempo normal

GLOSARIO

Arbocel	Fibra natural con múltiples beneficios y aplicaciones, principalmente utilizada para alimento de animales.
Criba	Instrumento formado por un aro al que va fijado un fondo de tela metálico empleado para separación la de larvas.
Dieta	Comida utilizada para alimentar a las larvas en su etapa de desarrollo.
Eficiencia	Criterio que revela la capacidad de producir el máximo de resultados con el mínimo de recursos.
Ergonomía	Disciplina encargada del diseño de lugares de trabajo, tareas y herramientas apropiadas para el personal laboral.
Harnero	Utensilio para separar granos o partículas de distinto grosor.
Larva	Animal en estado de desarrollo el cual ha abandonado su huevo y puede alimentarse por sus propios medios.

Problema	Situación o circunstancia la cual no se puede resolver de manera automática.
Producción	Cualquier tipo de actividad la cual está destinada a la elaboración, obtención o elaboración de bienes o servicios.
Productividad	Relación que existe entre la cantidad o calidad de los productos, con el esfuerzo y los recursos invertidos para su creación.
Pupa	Estado por el cual pasan ciertos insectos en el transcurso de la metamorfosis, esto luego de pasar por el estado de larva para posteriormente llegar al estado adulto.
Tiempo de ocio	Lapso de tiempo en el cual una persona no realiza trabajos o actividades, pueden ser recreativas.
Tiempo muerto	Lapso de tiempo dentro del ciclo de fabricación en los cuales la máquina no se está utilizando.
Tornillo sin fin	Mecanismo que transmite movimiento por medio de hélices montado sobre un eje que se encuentra suspendido por un canal, utilizado para el transporte de material.

RESUMEN

En la planta industria San Miguel Petapa, Programa Moscamed, se llevó a cabo un estudio respecto al impacto que tendría la implementación de un sistema de tornillos sin fin para el transporte de dieta y material biológico desde el área de separado larval hasta el área de extrusado, haciendo que el proceso sea de manera más automatizado, involucrando lo menor posible el trabajo humano, para esto es necesaria la capacitación del personal operativo, con el objetivo de mitigar los posibles accidentes.

Mediante un estudio de tiempos y movimientos de una amplia variedad de procedimientos dentro de las áreas de separado larval, lavado de bandejas de alimentación larval y extrusado, para el análisis y descripción de métodos de trabajo. Se realizó un análisis minucioso de los diversos movimientos que realiza el cuerpo humano al ejecutar un trabajo, con la finalidad de eliminar o minimizar los movimientos innecesarios y facilitar el desempeño del personal.

Por medio de los diferentes diagramas de procesos se analizaron cada uno de los elementos productivos y no productivos respecto a las operaciones de las distintas áreas, logrando una reubicación por parte del área de extrusado, la cual se propone que esté a un costado en las afueras de la planta industrial, dicha reubicación implica que el área de lavado de bandejas de alimentación larval sufra una extensión en el área de trabajo. Debido a los constantes tiempos de ocio y tiempos muertos en las diferentes áreas, se realizó una programación semanal de actividades, con el objetivo de distribuir de manera equitativa las tareas diarias y disminuir la fatiga laboral obteniendo mayores niveles de eficiencia, coordinando al personal operativo.

OBJETIVOS

General

Realizar el procedimiento de separado larval, lavado, desinfectado y eliminación de material biológico, en las bandejas de alimentación para larvas utilizadas en la planta industrial San Miguel Petapa Programa MOSCAMED.

Específicos

1. Implementar una programación adecuada en el área de separado larval, lavado, desinfectado y eliminación de material biológico con el fin que el proceso sea constante.
2. Minimizar los tiempos muertos en las actividades realizadas en el entorno del área para reducir costos y ser más eficientes en el proceso.
3. Identificar las demoras que provocan retardos respecto a actividades ajenas al área de lavado para evitar que los procesos involucrados queden interrumpidos momentáneamente.
4. Definir estrategias para realizar mejoras en el proceso y así prevenir interrupciones y este sea continuo
5. Analizar la distribución general del área de lavado, desinfectado y eliminación de material biológico con el fin de realizar mejoras al proceso y que este sea más productivo.

6. Coordinar de una manera eficiente la utilización del área de lavado para prevenir demoras respecto a los diferentes procesos.
7. Determinar la eficiencia del tiempo de ciclo de las actividades de separado larval actual para determinar si el proceso es óptimo.

INTRODUCCIÓN

En cualquier proceso industrial se ha de tomar en cuenta diferentes aspectos que pueden influir en la productividad de una empresa, dichos aspectos se ven perjudicados por situaciones externas como por situaciones internas. Al momento de analizar y realizar un estudio, se ve reflejado el grado de contribución o disminución que tiene estos procesos al momento de medir la productividad dentro de la organización.

Actualmente el área de separado larval, lavado de bandejas de alimentación larval, extrusado y separado larval desempeñan una labor importante dentro de la planta industrial, pero al mismo tiempo poseen una serie de factores que hacen que estos procesos sean ineficientes, provocando demoras en los procesos posteriores. Uno de los problemas más grandes radica en el área de extrusado, ya que acá se encuentra un sistema de elevador por medio de un motor el cual sirve para transportar la dieta y material biológico hasta un tornillo sin fin para su posterior extrusión, pero este sistema es demasiado inseguro para el personal operativo, ya que es muy inestable y puede provocar algún accidente.

Dentro del área de separado larval, la cual es el área con mayor problema de toda la planta industrial, se encuentra maquinaria para realizar el proceso, dicha maquinaria genera problemas ergonómicos al personal operativo, así como auditivos y fatiga laboral, ya que generan decibeles demasiado altos, el personal no cuenta con equipo de protección personal, esto podría provocar en un futuro lesiones como enfermedades que afecten su salud.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Programa Moscamed

El programa Moscamed en Guatemala es una entidad oficial encargada de la detección y control de la mosca del Mediterráneo en el país. Debe su funcionamiento a los convenios internacionales suscritos por los Gobiernos de Guatemala, Estados Unidos y México. El Programa Moscamed opera a nivel regional en Guatemala y en Chiapas, estado fronterizo de México con Guatemala. En Guatemala opera como una unidad descentralizada del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala.

Los objetivos del programa Moscamed son:

- Proteger las áreas libres de la plaga en Guatemala
- Mantener el estatus fitosanitario libre de plaga en México y Estados Unidos
- Erradicar la plaga en Guatemala

La determinación de la ubicación de la plaga se realiza por medio de trampas con atrayentes específicos sexuales, alimenticios y visuales para la captura de adultos de mosca del Mediterráneo y por muestreo de frutos hospedantes para detectar la presencia de estados inmaduros de la plaga.

La erradicación de la plaga en Guatemala protege la producción de frutas del daño que ocasiona la mosca del Mediterráneo y a la vez contribuye a la generación y mantenimiento de las áreas libres, a efecto de que los comercios

de productos hortofrutícolas de exportación estén libres de restricciones cuarentenarias.¹

1.2. Información general

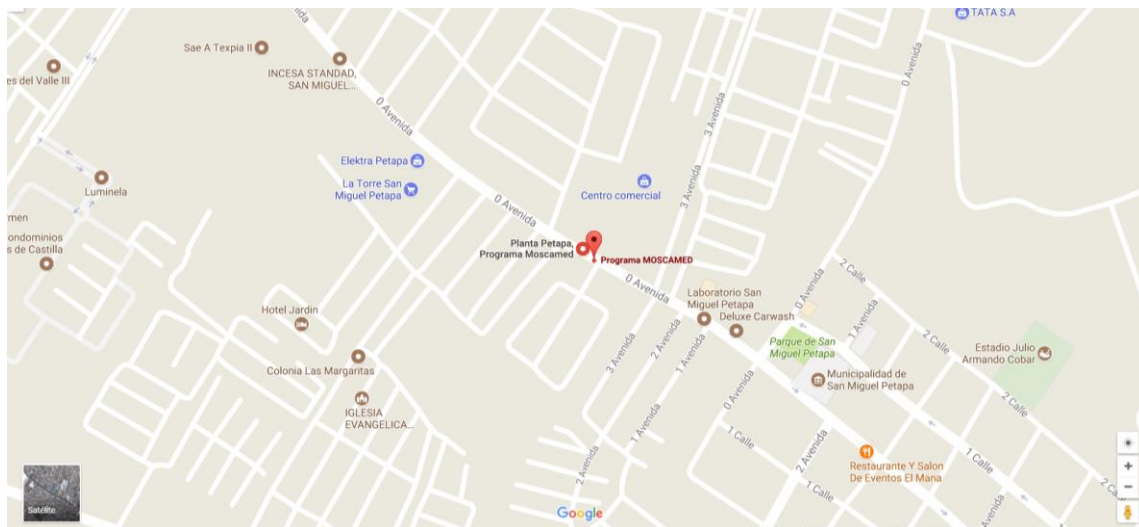
Actualmente el programa Moscamed opera bajo los siguientes aspectos:

1.2.1. Ubicación

El programa Moscamed es una comisión tripartita de Guatemala, Estados Unidos y México, opera en dos terceras partes del territorio guatemalteco siendo una que se ubica en el centro de operaciones en Petén, una en el centro de operaciones Franja Transversal del Norte, una en el centro de operaciones Noroccidente, una en el centro de operaciones Suroccidente y dos en el centro de operaciones del Altiplano Central. La planta de producción de otras moscas de la fruta y parasitoides se encuentra ubicada en el municipio de San Miguel Petapa, situado en la parte sur del departamento de Guatemala en la Región Metropolitana. Se encuentra a una distancia de 20 kilómetros de la cabecera departamental de Guatemala.

¹ *Programa Moscamed Guatemala.* <http://moscamed-guatemala.org.gt>. Consulta: noviembre de 2017.

Figura 1. Ubicación programa Moscamed



Fuente: Google Maps. Consulta: noviembre de 2017.

1.2.2. Historia

En Guatemala el programa MOSCAMED es la institución oficial encargada de la supresión y erradicación de la mosca del Mediterráneo de su territorio y sus actividades de trabajo se orientan a detectar la presencia de la plaga y suprimir con una integración de controles los brotes o detecciones en las áreas de influencia, concentrándose en cuatro áreas de trabajo: área libre, área de baja prevalencia y área de supresión.

La ubicación de la plaga se realiza por medio de trampas con atrayentes alimenticios y sexuales que capturan especímenes en estado adulto por muestreo de frutos hospedantes para la detección de estados inmaduros como larva. El control de la mosca del Mediterráneo el programa MOSCAMED utiliza un manejo integrado de la plaga: el control por aspersiones de un producto de origen natural aprobado para su uso en la agricultura orgánica, el control mecánico, el control AUTOCIDA o liberación de insecto estéril y el control legal o puestos de cuarentena interna.

Programa MOSCAMED continuará contribuyendo a propiciar el desarrollo rural del país, protegiendo la producción de frutas en las áreas de acción del daño que ocasiona la plaga y manteniendo las Áreas Libres en Guatemala, lo cual permitirá que el comercio de productos hortofrutícolas de exportación estén libres de restricciones cuarentenarias por la infestación de la mosca del Mediterráneo y a su vez fortalecer la economía guatemalteca con nuevas oportunidades para el desarrollo de la hortofruticultura, generando empleo, aumentando los ingresos y beneficiando a miles de familias en el área rural.²

1.2.3. Misión

Somos el Programa responsable de la prevención y erradicación de la mosca del Mediterráneo, utilizando tecnología de punta amigable con el ambiente, para proteger el patrimonio hortofrutícola de Guatemala y los países cooperantes.³

1.2.4. Visión

Ser un organismo internacional especializado para la prevención y erradicación de la mosca del Mediterráneo y otras moscas de la fruta, apoyando el desarrollo hortofrutícola y económico de Guatemala y los países cooperantes.⁴

² *Programa Moscamed Guatemala*. <http://moscamed-guatemala.org.gt>. Consulta: noviembre de 2017.

³ *ibid.*

⁴ *ibid.*

1.2.5. Valores éticos

Dentro de los principios de planeación estratégica se encuentran los valores institucionales del Programa MOSCAMED, definidos a continuación:

- Responsabilidad: cumplimos con las expectativas de nuestros clientes externos brindando un producto de calidad, en tiempo y cantidad; somos responsables del cuidado del medio ambiente y el recurso humano.
- Integridad: brindamos un servicio de calidad, manteniendo los principios de verdad, de respeto a los compromisos contraídos y de honestidad en cada actividad que realizamos.
- Lealtad y compromiso: aplicamos todas nuestras capacidades y conocimientos para el logro de nuestros objetivos en la erradicación, control de la mosca del Mediterráneo en Guatemala, en el establecimiento de otras alternativas que nos permitan cumplir con nuestros compromisos con los países cooperantes.
- Somos responsables con los compromisos que adquirimos, cumplimos y aplicamos las leyes, reglamentos, normas y costumbres, respetando los compromisos adquiridos con las Fuentes Económicas y con nuestro País.
- Respeto: respetamos los compromisos adquiridos, las leyes y costumbres, respetamos el medio ambiente.

- Actitud de servicio: relacionarse con su cliente interno y externo, brindando atención y respeto, utilizando la cortesía, brindamos asesoría a nuestros clientes con calidad y eficiencia.
- Equidad: respetamos nuestra cultura nacional, fomentando nuestros principios morales, el idioma, apoyando en la fruticultura para obtener frutos sanos que ayuden a la gastronomía, guatemalteca, educamos y desarrollamos a nuestros colaboradores, para lograr el desarrollo integral.
- Honradez: cualidad que se destaca en los colaboradores del Programa MOSCAMED, la cual se muestra, tanto en su obrar como en su manera de pensar, siendo justo, recto e íntegro.⁵

1.2.6. Base legal

Las acciones de trabajo que el programa MOSCAMED realiza para el control y erradicación de la mosca del Mediterráneo del territorio guatemalteco, se enmarcan en el estado de derecho y tienen su base legal en el acuerdo gubernativo que declara de emergencia nacional el control de la plaga del 19 de mayo de 1975. Además del convenio, para proteger las cosechas de los daños causados por la plaga de la mosca del Mediterráneo por parte del Gobierno de Guatemala y de los Estados Unidos Mexicanos del 15 de noviembre de 1975; y la aprobación por parte del Congreso de la República de Guatemala de dicho convenio en el Decreto No. 21-76 del 9 de junio de 1976.

⁵ *Programa Moscamed Guatemala.* <http://moscamed-guatemala.org.gt>. Consulta: noviembre de 2017.

Asimismo, se basa en el Memorándum de entendimiento suscrito entre el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América del 21 de febrero de 1977, el acuerdo cooperativo entre el Ministerio de Agricultura de Guatemala y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América del 22 de octubre de 1981 y el Decreto número 43-2002 que aprueba el memorándum de entendimiento entre el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América del 9 de julio del 2002.

A nivel nacional el programa MOSCAMED tiene su base legal en la Ley de Sanidad Vegetal y Animal, Decreto No. 36-98 de fecha 6 de mayo de 1998, que tiene como objetivo velar por la protección y sanidad de los vegetales, animales, especies forestales e hidrobiológicos y la preservación de sus productos y subproductos no procesados, contra la acción perjudicial de plagas y enfermedades de importancia económica y cuarentenaria, sin perjuicio para la salud humana y el ambiente.

Posteriormente, el 19 de mayo del 2014 se firma el Convenio de Cooperación entre los Gobiernos de los Estados Unidos de América, Guatemala y México para la prevención, detección, supresión y erradicación de la mosca del Mediterráneo y otras moscas de la fruta de importancia económica.⁶

⁶ *Programa Moscamed Guatemala.* <http://moscamed-guatemala.org.gt>. Consulta: noviembre de 2017.

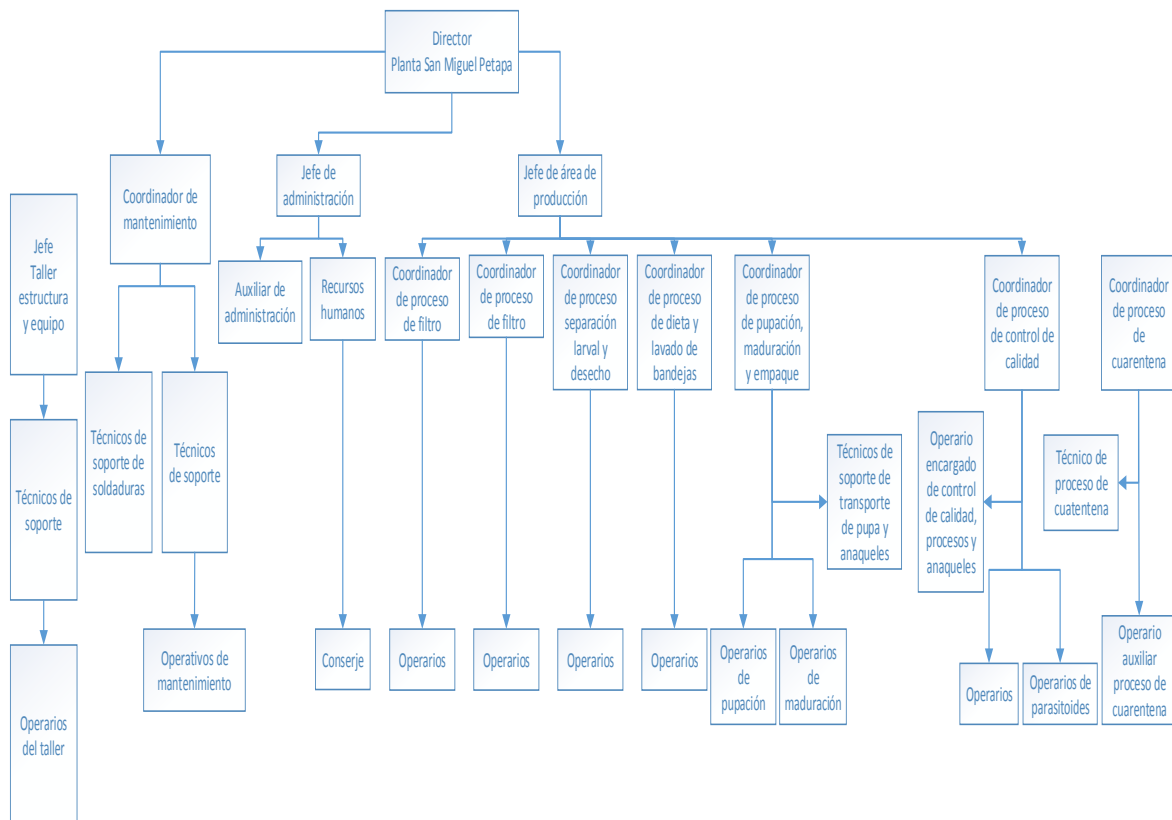
1.3. Tipo de organización

Programa Moscamed es una organización sin fines de lucros, la cual su estructura se describe a continuación:

1.3.1. Organigrama

A continuación, se presenta el organigrama de la empresa Programa Moscamed:

Figura 2. Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia.

1.3.2. Descripción de puestos y salarios

Dentro de la planta labora personal en diferentes puestos de trabajo, las cuales se definen a continuación:

- Operarios: las personas que son operarios efectúan trabajos operativos básicos para los diferentes procesos en general y ayudan a las diferentes áreas dentro de la planta, las cuales son: reproductores, preparación de diara, siembra de huevecillos, maduración larval, separado larval, pupación, separación en máquina SORTEX, pintado de pupa e irradiación. Estas personas gozan de un salario mínimo.
- Técnicos: puestos encargados de la ejecución técnica y administrativa de los diferentes procesos, tiene a su cargo coordinar procesos, siendo responsables de los operativos.
- Profesionales: puesto de mayor responsabilidad dentro de la planta, ellos se encargan de la planificación y coordinación de la producción y la administración de la planta en términos generales.

1.4. Análisis de procesos de la planta

Dentro de las instalaciones existen diversos procesos los cuales se pueden analizar mediante las siguientes herramientas.

1.4.1. Accidentes laborales

Un accidente laboral se puede definir como un suceso no deseado acontecido de las distintas actividades dentro de una empresa, interrumpiendo el desarrollo normal de las funciones relacionadas a la actividad laboral, esta

puede originar una lesión temporal, permanente, posterior o inmediata, o en otros casos, llegar a ocasionar hasta la muerte.

Gran parte de las personas desconocen que si un trabajador sufre un accidente al momento de trasladarse desde su hogar hacia la ubicación de la empresa, este suceso es considerado como un accidente laboral, si y solo si el trabajador no se haya desviado de su ruta habitual, por tal motivo es importante para todo patrono establezca con el trabajador una proclamación de ruta al momento de su ingreso al nuevo personal de la empresa, en el mismo orden se establecerá una ruta alternativa en caso de algún desvío por parte de la persona accidentada.

También es considerado como un accidente laboral cuando al trabajador le sucede lo descrito anteriormente, pero al terminar la jornada laboral y si el imprevisto se genera durante el recorrido desde la empresa hasta la llegar a su hogar en un lapso determinado de tiempo, no quiere decir que si tarda normalmente una media hora en llegar a su hogar y el accidente ocurre horas después se va a considerar un accidente laboral.

1.4.2. Diagrama de operaciones

El diagrama de operaciones es la representación gráfica de los puntos que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; además, puede comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis; por ejemplo, el tiempo requerido, la situación de cada paso o si los ciclos de fabricación son adecuados.

Los objetivos de este diagrama son proporcionar una imagen clara de todas las secuencias de los acontecimientos del proceso, por lo tanto, permite estudiar las fases del proceso en forma sistemática o mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos y estudiar las operaciones para eliminar el tiempo improductivo. Además, otorga la posibilidad de estudiar las operaciones y las inspecciones interrelacionadas dentro de un mismo proceso.




Los diagramas de proceso de la operación difieren ampliamente entre sí a consecuencia de las diferencias entre los procesos que representan. Por lo tanto, es práctico utilizar sólo formularios impresos que faciliten escribir la información de identificación. Los diagramas del proceso de la operación se hacen sobre papel blanco, de tamaño suficiente para este propósito.

Es práctica común encabezar la información que distingue a estos diagramas con la frase diagrama del proceso de operación; número del plano, número de la pieza u otro número de identificación; fecha de elaboración del diagrama y nombre de la persona que lo hizo.

El orden en que deben realizarse las acciones indicadas en el diagrama está representado por la disposición de los símbolos ya expuestos en líneas verticales de recorrido. El material comprado o sobre el cual se efectúa trabajo durante el proceso, que se indica con líneas horizontales, es el material que alimenta las líneas verticales de recorrido.⁷

⁷ GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p.45-46.

Tabla I. **Simbología del diagrama de procesos**

Actividad	Símbolo	Descripción
Operación		Se produce o se realiza algo.
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto.
Actividad combinada		Operación combinada con una inspección.

Fuente: elaboración propia.

1.4.3. Diagrama de flujo

En general, el diagrama de flujo del proceso cuenta con mucho mayor detalle que el diagrama del proceso operativo. Como consecuencia, no se aplica generalmente a todos los ensambles, sino que a cada componente de un ensamble. El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos períodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, reducir sus costos.

Además de registrar operaciones e inspecciones, los diagramas de flujo de procesos muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta. Los diagramas de flujo de procesos, por lo tanto, necesitan varios símbolos además de los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de procesos operativos. Una flecha pequeña significa transporte, el cual puede definirse como mover un objeto de un lugar a otro excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección. Una letra D mayúscula representa un retraso, el cual se presenta cuando una parte no







puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo. Un triángulo equilátero parado en su vértice significa almacenamiento, el cual se presenta cuando una parte se guarda y protege en un determinado lugar para que nadie la remueva sin autorización.

Estos cinco símbolos constituyen el conjunto estándar de símbolos que se utilizan en los diagramas de flujo de procesos. En ciertas ocasiones, algunos otros símbolos no estándar pueden utilizarse para señalar operaciones administrativas o de papeleo u operaciones combinadas. Dos tipos de diagramas de flujo se utilizan actualmente: de productos o materiales y de personas u operativos.

El diagrama de producto proporciona los detalles de los eventos que involucran un producto o un material, mientras que el diagrama de flujo operativo muestra a detalle cómo lleva a cabo una persona una secuencia de operaciones. De la misma forma que el diagrama de procesos de operación, el diagrama de flujo del proceso se identifica mediante un título (diagrama de flujo de procesos), y la información adicional que lo acompaña que generalmente incluye el número de parte, el número de diagrama, la descripción del proceso, el método actual o propuesto, la fecha y el nombre de la persona que elaboró el diagrama.⁸

⁸ NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industria. Métodos, estándares y diseño de trabajo*. p.26.

Tabla II. **Simbología del diagrama de flujo de procesos**

Actividad	Símbolo	Descripción
Operación		Se produce o se realiza algo.
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto.
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto.
Demora		Se interfiere o se retrasa el siguiente paso.
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales.
Actividad combinada		Operación combinada con una inspección.

Fuente: elaboración propia.

1.4.4. Diagrama de recorrido

A pesar de que el diagrama de flujo del proceso proporciona la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de manufactura, no muestra un plan pictórico del flujo del trabajo. A veces esta información es útil para desarrollar un nuevo método. Por ejemplo, antes de que se pueda reducir un transporte, el analista necesita observar o visualizar dónde hay suficiente espacio para construir una instalación de tal manera que la distancia de transporte puede acortarse.

De la misma forma, es de utilidad visualizar las áreas potenciales de almacenamiento temporal o permanente, las estaciones de inspección y los puntos de trabajo. La mejor manera de proporcionar esta información es conseguir un diagrama de las áreas de la planta involucradas y después bosquejar las líneas de flujo, es decir, indicar el movimiento del material de una actividad a la otra. El diagrama de flujo o recorrido es una representación

gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso.

Cuando los analistas elaboran un diagrama de flujo o recorrido, identifican cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso. La dirección del flujo se indica colocando pequeñas flechas periódicamente a lo largo de las líneas de flujo. Se pueden utilizar colores diferentes para indicar líneas de flujo en más de una parte.⁹

1.5. Análisis de operaciones

El análisis de operaciones es la tercera etapa del análisis de método. En ella se lleva a cabo el análisis y se cristalizan los diferentes componentes del método propuesto. Inmediatamente después se obtienen y presentan los hechos mediante el uso de una gran variedad de herramientas útiles para elaborar los diagramas de flujo de procesos.¹⁰

1.5.1. Diagrama bimanual

El diagrama de procesos de bimanual, a veces conocido como diagrama de procesos del operario, es una herramienta para el estudio del movimiento. Este diagrama muestra todos los movimientos y retrasos atribuibles a las manos derecha e izquierda y las relaciones que existen entre ellos. El propósito del diagrama de procesos de bimanual es identificar los patrones de movimiento ineficientes y observar las violaciones a los principios de la economía de movimientos.

⁹ NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industria. Métodos, estándares y diseño de trabajo*. p.29.

¹⁰ Ibid.

Este diagrama facilita la modificación de un método, de tal manera que se pueda lograr una operación equilibrada de las dos manos, así como un ciclo parejo más rítmico que mantenga los retrasos y la fatiga del operario a niveles mínimos. Como de costumbre, el analista le pone el título Diagrama de procesos de dos manos y le añade toda la información de identificación necesaria, entre ella el número de parte, el número de diagrama, la descripción de la operación o proceso, el método actual o propuesto, la fecha y el nombre de la persona que hizo el diagrama. Inmediatamente debajo de la información de identificación, el analista bosqueja la estación de trabajo dibujada a escala.

Enseguida, el analista comienza a construir el diagrama de procesos de bimanual mediante la observación de la duración de cada elemento, luego de lo cual determina la cantidad de tiempo que va a representarse en el diagrama dibujado a escala.

Después de que se han diagramado las actividades de ambas manos, el analista genera un resumen en la parte inferior de la hoja, en el cual indica el tiempo del ciclo, las piezas por ciclo y el tiempo por pieza. Una vez que se ha elaborado el diagrama de procesos de bimanual de un método existente, el analista puede determinar qué mejoras puede implantar. A estas alturas se deben aplicar algunos corolarios importantes de los principios de la economía de movimientos:

- Establecer las mejores secuencias de los *therblig*.
- Investigar cualquier variación sustancial en el tiempo que se requiere para llevar a cabo cierto *therblig* y determinar la causa.
- Examinar y analizar los titubeos para determinar y, posteriormente, eliminar sus causas.

- Como un objetivo a lograr, enfocarse en los ciclos y en sus partes terminadas en la menor cantidad de tiempo. Estudie las desviaciones respecto a estos tiempos mínimos para determinar las causas.¹¹

1.5.2. Principios de la economía de movimientos

Además, de la división básica de los movimientos, existen principios de la economía de movimientos. Estas leyes son aplicables a cualquier tipo de trabajo, pero se agrupan en tres subdivisiones básicas: aplicación y uso del cuerpo humano, arreglo del área de trabajo y diseño de herramientas y equipo.

El análisis de tiempos y métodos debe familiarizarse con todas las leyes de la economía de movimientos de manera que pueda describir rápidamente las ineficiencias en el método usado, inspeccionando con brevedad el lugar de trabajo y la operación.¹²

1.6. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una metodología importante para cualquier empresa, debido a que esta técnica determina los estándares de tiempos para las actividades dentro de la organización, tales como la planeación, ejecución de tareas, procesos y actividades, cálculo de costos, programación, entre otros.

1.6.1. Definición

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos

¹¹ NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industria. Métodos, estándares y diseño de trabajo*. p.117-118.

¹² GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. p86.

de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.¹³

1.6.2. Características

Antes de realizar un estudio de tiempos, deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales. Por ejemplo, si se requiere un estándar de un nuevo trabajo, o de un trabajo antiguo en el que el método o parte de él se ha alterado, el operario debe estar completamente familiarizado con la nueva técnica antes de estudiar la operación. Además, el método debe estandarizarse en todos los puntos en que se use antes de iniciar el estudio. A menos que todos los detalles del método y las condiciones de trabajo se hayan estandarizado, los estándares de tiempo tendrán poco valor y se convertirán en una fuente continua de desconfianza, resentimientos y fricciones internas.

Los analistas deben decirle al representante del sindicato, al supervisor del departamento y al operario que se estudiará el trabajo. Cada una de estas partes puede realizar los pasos necesarios para permitir un estudio sin contratiempos y coordinado. El operario debe verificar que está aplicando el método correcto y debe estar familiarizado con todos los detalles de esa operación. El supervisor debe verificar el método para asegurar que la alimentación, la velocidad, las herramientas de corte, los lubricantes, entre otros, cumplen con las prácticas estándar, como lo establece el departamento de métodos.

También debe investigar la cantidad de material disponible para que no se presenten faltantes durante el estudio. Después, el representante del

¹³ KANAWATY, George. *Introducción al estudio de trabajo*. p.273.

sindicato se asegura que sólo se elijan operarios capacitados y competentes, debe explicar por qué se realiza el estudio y responder a cualquier pregunta pertinente que surja por parte del operario.

Todo trabajo involucra distintos grados de habilidad, así como de esfuerzo físico o mental. También existen diferencias en aptitudes, aplicación física y destreza de los trabajadores. Es sencillo para el analista observar a un empleado y medir el tiempo real que le toma realizar una tarea. Es mucho más difícil evaluar todas las variables y determinar el tiempo requerido para que un operario calificado realice la tarea.

El analista del estudio de tiempos debe estar seguro de que se usa el método correcto, registrar con precisión los tiempos tomados, evaluar con honestidad el desempeño del operario y abstenerse de hacer alguna crítica. El trabajo del analista debe ser completamente confiable y exacto. Las imprecisiones y malos juicios no sólo afectan al operario y a las finanzas de la compañía, sino que también pueden dar como resultado la pérdida de confianza del operario y el sindicato. El analista del estudio de tiempos siempre debe ser honesto, tener tacto y buenas intenciones, ser paciente y entusiasta, y siempre debe usar un buen juicio.

Todo empleado debe estar suficientemente interesado en el bienestar de la compañía y apoyar las prácticas y procedimientos inaugurados por la administración. Los operarios deben dar una oportunidad justa a los nuevos métodos y cooperar para eliminar las fallas que pudieran tener. El operario está más cerca del trabajo que nadie y puede hacer contribuciones reales a la compañía al ayudar a establecer los métodos ideales. El operario debe ayudar al analista del estudio de tiempos para dividir la tarea en sus elementos, lo que asegura que se cubran todos los detalles específicos.

También debe trabajar a un paso normal, estable mientras se realiza el estudio, y debe introducir el menor número de elementos extraños o movimientos extra que sea posible. Debe usar el método prescrito exacto, ya que cualquier acción que prolongue el tiempo de ciclo de manera artificial puede resultar en un estándar demasiado holgado.¹⁴

Existen dos técnicas básicas para la toma y estudio de tiempos, los cuales son vuelta cero y continuo.

- El método continuo deja correr el cronómetro y no se detiene hasta que el estudio se dé por concluido, el cronómetro se lee en el punto final de cada iteración acumulada.
- El método vuelta cero, el cronómetro se detiene y se lee en la terminación de cada elemento, luego de eso se vuelve el cronómetro a cero para un nuevo estudio y lectura de tiempo. El tiempo transcurrido se lee directamente del cronómetro al finalizar la corrida y se regresa nuevamente a cero, y así sucesivamente para cada iteración durante el estudio.

1.6.3. Importancia y utilidad

Los estudios de tiempos y movimientos ofrecen gran potencial de ahorro en cualquier empresa humana. Se puede ahorrar el costo total de un elemento del trabajo eliminándolo. Se puede reducirlo en buena medida combinando elementos de una tarea con elementos de otra. Podemos reorganizar elementos de una tarea para facilitarla.

¹⁴ NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industria. Métodos, estándares y diseño de trabajo.* p.327-329.

También simplificar la tarea poniendo componentes y herramientas cerca de su punto de uso, colocando de antemano componente y herramientas, prestando ayuda mecánica o reduciendo los elementos del trabajo de modo que consuman menos tiempo; incluso pedir que se vuelva a diseñar un componente para facilitar su producción.

En la reducción de costos, la simplificación es el procedimiento que requiere más tiempo, además de que su ahorro es pequeño si se compara con la eliminación y combinación de elementos, pero siempre se puede simplificar. Estos temas y técnicas se conocen como simplificación del trabajo o la formulación de reducción de costos.

Los estudios de movimientos aplican los principios de la economía de movimientos para diseñar estaciones de trabajo cómodas para el cuerpo humano y eficientes en su operación. La ergonomía estudia el efecto de los movimientos sobre el cuerpo humano y se ha convertido en parte extremadamente importante en el establecimiento de métodos de trabajo. Los estudios de movimientos deben considerar sobre cualquier otra cosa la seguridad del operador. Nadie desea la responsabilidad de que alguien se lesione o de causar daños debido a exposiciones prolongadas a un elemento o entorno. Los estudios de tiempos también deben contemplar la calidad del producto.¹⁵

1.7. Material biológico

Un material biológico es la causa de un proceso evolutivo largo y muestra las historias que se han tenido mediante una serie de investigaciones y desarrollo por parte del planeta tierra.

¹⁵ MEYERS, Fred. *Estudio de tiempos y movimientos*. p.94-97.

1.7.1. Definición

Se le denomina materia biológica a cualquier material el cual proceda de un ser vivo, este puede ser desde el cuerpo humano completo de una persona, hasta las uñas o pelos de la misma. También es material biológico, como su definición lo indica, los animales y plantas y lo que proceda de cada uno de ellos.

Los materiales biológicos son multifuncionales, exhiben de manera simultánea diferentes propiedades, estos materiales también son inteligentes, se entiende por inteligentes a que son capaces de reaccionar a estímulos de manera interna, como, por ejemplo, las antenas de algunos insectos poseen ambas cualidades, ya que estas tienen una buena resistencia mecánica, al momento de ser cortadas estas son capaces de auto repararse, además, de tener la habilidad de detectar información térmica y química.

1.7.2. Características

Una característica principal a tomar en cuenta en los materiales biológicos es la biodegradabilidad que tienen. Esta propiedad anteriormente mencionada está presente en materiales convencionales lana, plástico y vidrio, por ejemplo, ya que todos estos son biodegradables, aunque los tiempos de descomposición no son iguales y algunos pueden tardar demasiado tiempo, pero tiene esta propiedad.

Al hablar de biodegradables o biodegradabilidad se refiere a la resistencia de los materiales de una sustancia a descomponerse en los diferentes compuestos químicos que lo componen por la acción de organismos

vivos, normalmente estos son microorganismos, y que esto suceda bajo condiciones ambientales.

Mucha gente confunde los términos material biológico y biomaterial, y aseveran que son sinónimos, pero esto no es así, ya que en 1991 los miembros de la Sociedad Europea de Biomateriales tomaron la decisión de reservar la palabra biomaterial únicamente para aquellos materiales que se utilizan para tratar, reemplazar, corregir o evaluar cualquier órgano, tejido o función el cuerpo humano, ya sea de una persona, animal o planta.

1.7.3. Tipos de materiales

Existe una vasta variedad de materiales biológicos y a lo largo de los años han surgido aún más, a continuación se mencionarán algunas formas de clasificación de los materiales biológicos, teniendo en cuenta la gran cantidad de posibles clasificaciones existentes:

- Blandos: como por ejemplo el hilo de araña, los cuales son empleados para el desarrollo de nidos, redes de caza ya que poseen fibra proteica, una característica de estos es que permite estirarse hasta un 40 % de su longitud inicial sin romperse.
- Fibras naturales: estas son sustancias alargadas las cuales las producen los animales y las plantas, en otras palabras, estas se extraen mediante procedimientos mecánicos o físicos. Un ejemplo de estos puede ser la leche que producen las vacas.
- Duros: este tipo de materiales son bastantes comunes y conocidos ya que se extraen principalmente de la piel de los animales, un ejemplo de

estos es el cuero, el cual es el pellejo que recubre la carne de los animales.

1.7.4. Utilidad

Las utilidades de los materiales biológicos son infinitas, ya que estas pueden utilizarse para diversas situaciones, desde experimentos para un análisis detallado de alguna enfermedad y posibles soluciones de la misma respecto al ser humano, hasta para la creación de alguno producto, como por ejemplo el pellejo de los animales para crear cuero o prendas de vestir.

Las plantas, como anteriormente se describió, también son materiales biológicos, por consiguiente, la utilidad de estas es muy importante para la población en general, ya que estas usualmente se utilizan de forma medicinal, también para proveer alimentos para consumo humano como ropa y más, por ejemplo, el algodón, lino y cáñamo los cuales son materiales de las plantas que se usan para hacer ropa.

1.8. Procedimiento

Los procedimientos son una importante base de una planta industrial y de las organizaciones, ya que estos son diferentes algoritmos, en otras palabras, una secuencia de pasos para la elaboración de un proceso.

1.8.1. Definición

Se define como un procedimiento al conjunto de operaciones o acciones que deben de realizarse de una forma en específico, con el objetivo de obtener siempre los mismos resultados bajo circunstancias normales, un ejemplo de lo

anteriormente descrito pueden ser los procedimientos que se realizan al momento de tener una emergencia.

El concepto de procedimiento esté ligado directamente a la realización de un método a la manera de ejecutar algo, bajo este término consiste en seguir ciertos pasos previamente definidos para el desarrollo de una labor de una manera eficaz, aunque hay procedimientos los cuales pueden ofrecer aparte de ser eficaces, ofrezcan eficiencia en las acciones.

Esencialmente, un procedimiento radica en el seguimiento de una serie de pasos definidos que permitirán la facilitación y buena realización de un trabajo, de una manera óptima y exitosa. Esto se logra estandarizando cada uno de los pasos del procedimiento y de la metodología empleada requiriendo una observación para realizar posibles mejoras al mismo.

1.8.2. Características

Los procedimientos al ser una serie de pasos interrelacionados entre sí y con un objetivo en común necesitan tener un control riguroso y una serie de características, las cuales se describen a continuación:

- Estos pueden adaptarse a cualquier exigencia de situaciones nuevas
- La aplicación de los procedimientos no es general, sino para un proceso en específico
- Son de gran aplicación en los procesos repetitivos, esto hace que faciliten la aplicación sistemática y continua

Por ser una actividad específica, los procedimientos necesitan tener una estructura para llegar a su objetivo.

- Identificación
- Fecha y lugar de la elaboración
- Personal responsable de la implementación/revisión
- Contenido
- Introducción
- Objetivos
- Áreas de aplicación
- Normas de operación

La anterior estructura no es una estandarización para la realización de los procedimientos, es una estructura de manera general, ya que depende del personal administrativo y del personal en la realización del procedimiento.

1.8.3. Tipos de procedimientos

A continuación, se describen los tipos más comunes de procedimientos que existen en la actualidad y sus características:

- Procedimiento jurídico: es una serie de etapas dinámicas que conlleva actos jurídicos concatenados, contenidos dentro del ordenamiento jurídico legal dentro de las formalidades para el trámite de un proceso jurídico o cualquier tipo de actividad ligada con las leyes vigentes.
- Procedimiento industrial: conjunto de factores productivos los cuales son transformados en el producto final con ayuda de determinada tecnología de manera estructurada y ejecutada de manera secuencial y ordenada.

- Procedimientos informáticos: son elementos los cuales forman una o varias operaciones en un proceso informativo, almacenando información, ordenándola para tener el efecto resultante.
- Procedimiento administrativo: procedimientos ligados a actividades privadas de una organización en particular, pero determinadas en un ámbito jurídico, atendiendo a las normas legales con el objetivo de regular y formalizar las voluntades administrativas de una organización.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Materia prima

La empresa requiere de una serie de suministros para la realización de los distintos procesos, los cuales deben de poseer ciertas características apropiadas. Dichos materiales se describirán a continuación:

2.1.1. Dieta

La dieta es el alimento que se le brinda a las larvas mientras se encuentran en esta fase antes de que estas cambien de etapa convirtiéndose en pupa. Dicho alimento es elabora dentro de la empresa minuciosamente con diferentes materiales los cuales son:

- Olote de maíz
- Levadura
- Harina de maíz
- Azúcar
- Harina de soya
- Benzoato de sodio
- Formalina
- Ácido clorhídrico

La elaboración de este alimento debe de realizarse cuidadosamente bajo los estándares establecidos por la empresa.

2.1.2. Huevo

Es un estado inicial del ciclo biológico de la mosca, es un embrión resultado de la fusión de los gametos. El huevo mide aproximadamente entre 1,37 a 1,60 milímetros de longitud, es de color blanco, de manera ancha en su parte anterior y delgada en la posterior. El huevo o como comúnmente se le conoce, huevecillo, tarda aproximadamente cuatro días en este estado para posteriormente seguir su desarrollo y continuar con su siguiente fase, la cual es la larva.

2.1.3. Larva

La larva es cierto animal el cual se encuentra en su estado de desarrollo, además, de abandonar su huevo y alimentarse por sus propios medios, pero este no ha desarrollado su etapa de adulto. Por lo tanto, se puede decir que es una fase juvenil de los animales en desarrollo, teniendo una anatomía diferente a la de un adulto. Posteriormente la larva llega al estado de pupa para continuar su desarrollo, el estado larval tiene un tiempo de semanas de desarrollo, este tiempo varía dependiendo del insecto.

2.1.4. Pupa

La pupa es el estado de los insectos por medio del cual realizan la metamorfosis, esta es la etapa la cual el insecto deja de ser larva para convertirse posteriormente a la pupa, en un adulto, esta etapa se encuentra en fase de desarrollo, por lo que, si esta se abre antes de tiempo, el insecto muere automáticamente. A diferencia de los otros dos estados anteriormente mencionados, la pupa es un estado de relativa inactividad aparentemente, pero en realidad es muy activo. La mayoría se encierra o se oculta en una especie de

cápsula para estar protegidos mientras los órganos juveniles son absorbidos y el organismo completo adopta una estructura totalmente diferente.

Durante esta fase, dentro de la cápsula se está desarrollando de manera progresiva patas y alas la cual una larva no las tiene presente, además, de que su cuerpo adopta la característica estructural de cabeza, tórax y abdomen. Dicho proceso puede tardar un tiempo de apenas semanas, dependiendo del tipo de insecto que sea. En la planta se produce una cepa que permite separar los machos de las hembras a través del color del pupario (marrón para machos y negro para hembras)

2.2. Descripción del área

El área de separado larval, lavado, desinfectado y eliminado de material biológico es de suma importancia dentro de la empresa, ya que es donde finaliza el proceso de desarrollo larval, y a partir de donde se obtiene el producto final (pupa), por lo que las condiciones de limpieza, desinfección y el proceso de separado deben ser optimizadas para permitir adecuadas condiciones laborales y de producción.

2.2.1. Funciones

Dentro de esta área de trabajo existen cuatro procesos importantes los cuales son:

- Proceso de separado larval
- Proceso de lavado
- Proceso de desinfectado
- Proceso de eliminación de material biológico

El objetivo principal de las áreas de separado larval, lavado, desinfectado de bandejas de alimentación larval es mantener las condiciones microbiológicas y de desinfección óptima para que las bandejas puedan ser reutilizadas en el proceso.

2.2.2. Puestos de trabajo

El personal operativo realiza las labores diarias correspondientes al proceso, básicamente el trabajo operativo manual de transporte, separado, lavado y desinfección de bandejas y carretones. Asimismo, se encargan de mediciones y cálculos, realizando las labores diarias para el correcto funcionamiento de los procesos, para esto cuentan con operativos, los cuales son las personas encargadas de la realización de los trabajos manuales, como lo es el transporte de bandejas y enjabonado de las bandejas de alimentación de larvas como también de los anaqueles.

También el área cuenta con supervisores, los cuales se encargan de que los procesos se encuentran en un funcionamiento óptimo y al realizarlos no tengan ninguna interrupción.

2.3. Descripción del equipo actual

Dentro de las áreas, además del personal laboral, existe también maquinaria y herramientas las cuales hacen posible la realización de los distintos procesos.

2.3.1. Maquinaria

La maquinaria es una herramienta esencial para la realización de los distintos procesos en estas áreas de trabajo, por lo cual la empresa cuenta con varios equipos a su disposición.

2.3.1.1. Separado larval

Dentro del área de separado larval se encuentran actualmente tres máquinas para la realización del proceso, dos tómbolas y una zaranda. Cada una de las máquinas están diseñadas mediante mallas utilizadas para separar por tamaños, con el objetivo de la larva siga la trayectoria de la máquina hasta una charola, mientras que la dieta tenga una trayectoria vertical hacia abajo y se aloje en carretones, los cuales se transporten posteriormente hacia el área de extrusado. Para cada una de las máquinas se asigna un operario encargado del proceso y verificación del buen funcionamiento del separado larval.

2.3.1.2. Lavado

La máquina de lavado se encarga de desmenujar bandejas y cribas previamente enjabonadas, los anaqueles se lavan y desmenujan a mano, esta máquina funciona eléctricamente, en la etapa inicial tiene unas cadenas las cuales transportan las bandejas y cribas interior de la misma, esta es llamada la dirección de lavado, luego de esto la máquina tiene un espacio en el cual les arroja a las bandejas o cribas agua caliente a ochenta grados centígrados para desinfectarlas. Por último, la máquina sigue con su recorrido y expulsa las bandejas o anaqueles para que estos sean recibidos por un operativo para continuar el proceso de limpieza correspondiente, el cual es desinfección con

cloro a 1 000 ppm (partes por millón), apilado y secado de las bandejas en el área de siembra.

2.3.1.3. Extrusado

Esta área cuenta con una máquina de extrusado al lado del proceso de lavado de bandejas, dicha máquina fue elaborada por personal interno de la empresa con materiales de acero, cuenta con varios componentes como el transportador, un motor en la parte superior unida a un cable acerado y gancho de acero templado para poder soportar el peso del material que se necesite extrusar.

El material biológico y dieta se eliminan mediante vapor (componente de temperatura) de agua a una temperatura de ochenta grados centígrados, pasando por un tornillo sin fin en el interior de la máquina y llevando este afuera del área para así poder coleccionar el material en costales.

2.3.2. Herramientas

Estas áreas de la empresa requieren de mucho trabajo manual por parte de los operarios, por lo cual necesitan de una serie de herramientas para realizar sus labores de la mejor manera posible, las herramientas utilizadas son:

- Pashte
- Manguera
- Jabón
- Desinfectante elaborado en la empresa
- Carretones
- Dollies

- Charolas

2.4. Línea de proceso

La línea de proceso es un conjunto de actividades secuenciales en una empresa con la finalidad de producir un producto final.

2.4.1. Proceso de separado larval

El proceso de separado larval, como su nombre lo indica es el encargado de separar las larvas y dieta alojadas en las bandejas de alimentación larval, por medio de las tres máquinas dentro del área. Este proceso cuenta con personal responsable de la ejecución de las actividades diarias y supervisores a cargo del mismo.

2.4.1.1. Descripción

El proceso de separado larval se encuentra ubicado entre el área de maduración larval II y el área de prepupación, este proceso cuenta con dos tómbolas y una zaranda como maquinaria para el proceso de separado larval, además, de contar con carretones los cuales se utilizan para contener la dieta y material biológico ya no necesario. Otras herramientas que se encuentran dentro del áreas son charolas, las cuales alojarán a las larvas luego de ser separadas y anaqueles que ayudan a terminar el proceso de separado, ya que luego de pasar el material dentro de las máquinas, siempre queda dieta imposible de separar dentro de ellas, por lo cual se utilizan los anaqueles para separarlo completamente.

Luego del vaciado de bandejas, estas se trasladan al área de lavado de bandejas y la dieta separada por medio de las tómbolas y zarandas es trasladada al área de extrusado para su eliminación, estos tres procesos están ligados entre sí.

2.4.1.2. Procedimiento

- Se trasladan las torres de bandejas a las dos tómbolas para ser separadas.
- Se inspecciona el llenado de charolas por parte de la máquina y se traslada dichas charolas a la zaranda para repasarlas.
- Las larvas separadas son transportadas a los anaqueles para, en estos se colocan dos litros de larva por anaquel.
- Las larvas separadas de la dieta se colocan en harneros (coladores) de tela de gorra para que estas puedan bajar a una criba donde se colectan para posteriores mediciones.
- Se coloca en bandejas limpias, dos litros de larvas por bandeja.
- Se arma una torre de bandejas con aproximadamente veintidós bandejas y se colocan en el área de prepupación para que continúen su desarrollo biológico.
- Las bandejas de alimentación que fueron separadas se trasladan al área de lavado de bandejas.
- La dieta y material biológico separado son transportados mediante carretones al área de extrusado.

2.4.1.3. Personal de trabajo

Para el proceso de separado larval, actualmente se cuenta con seis personas dentro del área, tres son las encargadas de manejar las máquinas de

separado larval (dos tómbolas y una zaranda) una que se encarga de subir a los anaqueles las larvas ya separadas, al otro extremo se encuentra una persona encargada de coleccionar y medir las larvas limpias en bandejas higienizadas y por último una persona que se encarga de la limpieza del área y traslado de charolas hacia la zaranda y anaqueles.

2.4.2. Proceso de lavado

El proceso de lavado es el que se encarga de remover todas las materias alojadas aun dentro de las bandejas de alimentación para larvas y también de los anaqueles donde se alojan las larvas en proceso de pupación. Durante este proceso hay gente encargada de realizar esta actividad como también herramientas necesarias.

2.4.2.1. Descripción

El proceso de lavado de bandejas se encuentra alojado a un costado del proceso de extrusado de material biológico, este proceso se encarga de lavar las bandejas que se necesiten reutilizar para la alimentación de las larvas, utilizando personal a cargo del proceso, así como también de una máquina que ayuda a enjuagar y a desinfectar.

Este proceso se enfoca principalmente en las bandejas de alimentación para larvas, pero también en los anaqueles y cribas de pupación que necesiten ser limpiados, por lo que este proceso es de suma importancia para los objetivos de la empresa.

2.4.2.2. Procedimiento

Para la realización de este procedimiento se necesitan una serie de pasos explicados a continuación:

- Las bandejas de alimentación para larvas son transportadas desde el área de separado hasta el área de lavado en torres de veintitrés bandejas por medio de dollies (carritos).
- Las torres de bandejas son remojadas con ayuda de una manguera.
- Luego de remojarlas, se colocan las bandejas en una mesa con rodillos deslizable en torres de entre cinco a siete bandejas.
- Posteriormente se enjabona la parte superior de la bandeja con ayuda de un pashte, una por una y se traslada esta bandeja hacia una mesa.
- Las bandejas son volteadas y enjabonadas en la parte inferior.
- Por último, se introducen las bandejas dentro de la máquina para terminar con el proceso.

2.4.2.3. Personal de trabajo

Para la realización del proceso de lavado se necesitan tres operarios, el primero es el encargado de transportar las bandejas del área de separado al área de lavado, el segundo operario se encarga de colocar las torres de bandejas sobre la mesa con rodillos deslizable y lava la parte superior de las bandejas, el tercer operario se encarga de lavar la parte inferior e introduce las bandejas dentro de la máquina para continuar con el proceso.

2.4.3. Proceso de desinfectado

El proceso de desinfectado es la segunda parte del área de lavado de bandejas, este proceso se encarga de erradicar las impurezas que aún se encuentren dentro de las bandejas o cribas luego de haber pasado por el proceso de lavado, con ayuda de una solución de cloro de 1 000ppm (partes por millón) o con una solución con vinagre para las cribas.

2.4.3.1. Descripción

El proceso de desinfectado es la parte más importante del lavado de bandejas, ya que es el encargado de suprimir toda impureza que se encuentre alojada aun en el interior de las bandejas, este proceso se realiza mediante la máquina de lavado la cual contiene una función de lanzar agua en su interior a ochenta grados centígrados.

Por otra parte, luego de que las bandejas salgan de la parte trasera de la maquina estas son sumergidas dentro de un medio tonel colocado de forma horizontal, el cual contiene utilizando cloro a 1 000ppm o en caso de los anaqueles se utiliza vinagre, para una mayor eliminación de impurezas dentro de las bandejas.

2.4.3.2. Procedimiento

- Las bandejas o harneros que se encuentran en la máquina siguen su recorrido para culminar en el proceso de desinfectado, el cual las rocía con agua a una temperatura de ochenta grados centígrados.
- Terminan su recorrido y salen de la máquina por la parte trasera de la misma.

- Se reciben las bandejas o harneros para realizar el proceso de desinfección.
- Se sumergen dentro de un contenedor el cual tiene desinfectante ya sea por medio de cloro a 1 000ppm o vinagre en su interior fabricado en la empresa.
- Se retira la bandeja sumergida y se apilan utilizando como base dollies.
- Se dejan reposar un tiempo moderado para que estas terminen de escurrir por completo el agua que se encuentra en su interior.
- Al terminar una torre de bandejas de entre veinte y veintitrés bandejas son retiradas del área para ser terminar de secarse y posteriormente utilizarse.

2.4.3.3. Personal de trabajo

Para la óptima realización de este proceso se necesita un solo operario, ya que este operario es el que realiza la labor de recibir las bandejas o cribas que se encuentren dentro de la máquina, así como también tiene el trabajo de sumergir en el desinfectante dichas bandejas o anaqueles para su complete desinfección.

Por último, es encargado de apila las bandejas con ayuda de un dollies para ser transportados con mayor facilidad a las distintas áreas, las cuales necesiten de las bandejas ya limpias.

2.4.4. Proceso de eliminación de material biológico

El proceso de eliminación de material biológico y dieta se encuentra a un costado de los procesos de lavado y desinfectado, este proceso cuenta con personal y maquinaria ajena a estos dos procesos mencionados anteriormente.

2.4.4.1. Descripción

A un costado del proceso de lavado y desinfectado de bandejas se encuentra el área de extrusado, la cual es la que ayuda a la eliminación de material biológico de las distintas áreas que tiene la planta. Dicha área cuenta con una máquina que realiza la tarea de eliminar el material biológico que se encuentra dentro de unos carretones transportados por medio de un operario.

Este proceso está ubicado en un mal sitio, ya que se encuentra a la par del proceso de lavado y desinfectado, estos procesos son contrarios por lo que no es conveniente que se encuentren sin separación alguna y tan cerca uno del otro.

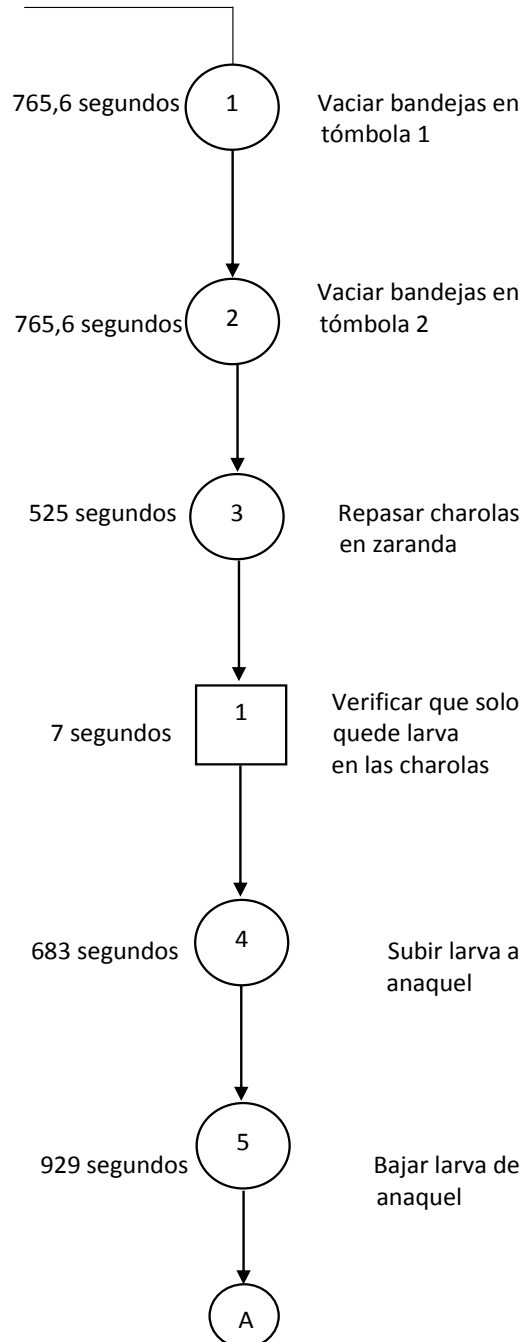
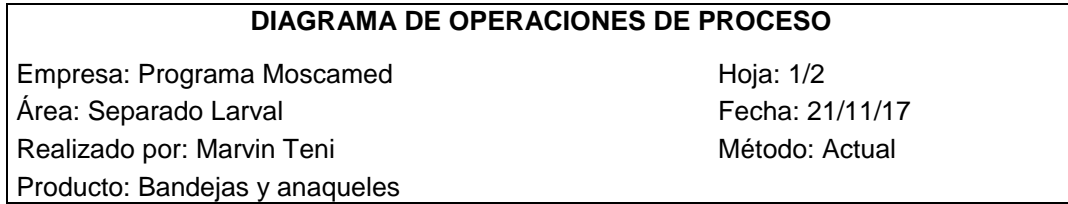
2.4.4.2. Procedimiento

- Por medio de un carretón, el material biológico y dieta se transporta al área de extrusado.
- Se extrusa acoplado el carretón al dispositivo de acero para ser elevado.
- Se pone en marcha el motor para que pueda elevar el carretón a una altura aproximada de 1,75 metros.
- Se para el motor y se empuja hacia adelante el carretón para que este expulse todo el material que se encuentra en su interior, hacia un tornillo sin fin que transporta el material hacia el extrusor.
- Se enciende la máquina de extrusado que arroja vapor de agua a ochenta grados centígrados en su interior.
- Al mismo tiempo el tornillo sin fin dentro de la máquina de extrusado comienza a girar para expulsar el material afuera del área.
- Se recibe el material extrusado introduciéndolo en costales.

2.4.4.3. Personal de trabajo

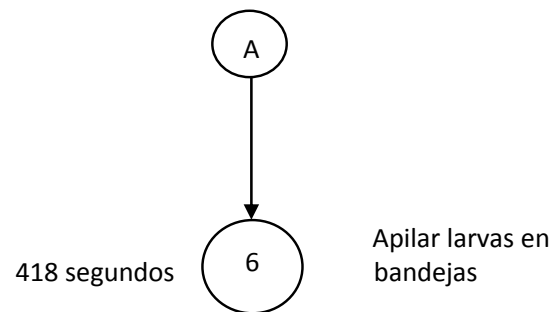
Para el proceso de extrusado de material biológico se necesitan tres operarios, un operario para el transporte de las distintas áreas de la empresa hacia el área de extrusado, así como también un encargado del área para recibir el carretón con material e iniciar el proceso de extrusión, por último, un operario que se encuentre en la parte de afuera del proceso para estar recibiendo el material ya extrusado y poder colocarlo en costales debidamente identificados.

Figura 3. Diagrama de operaciones de proceso



Continuación de la figura 3.

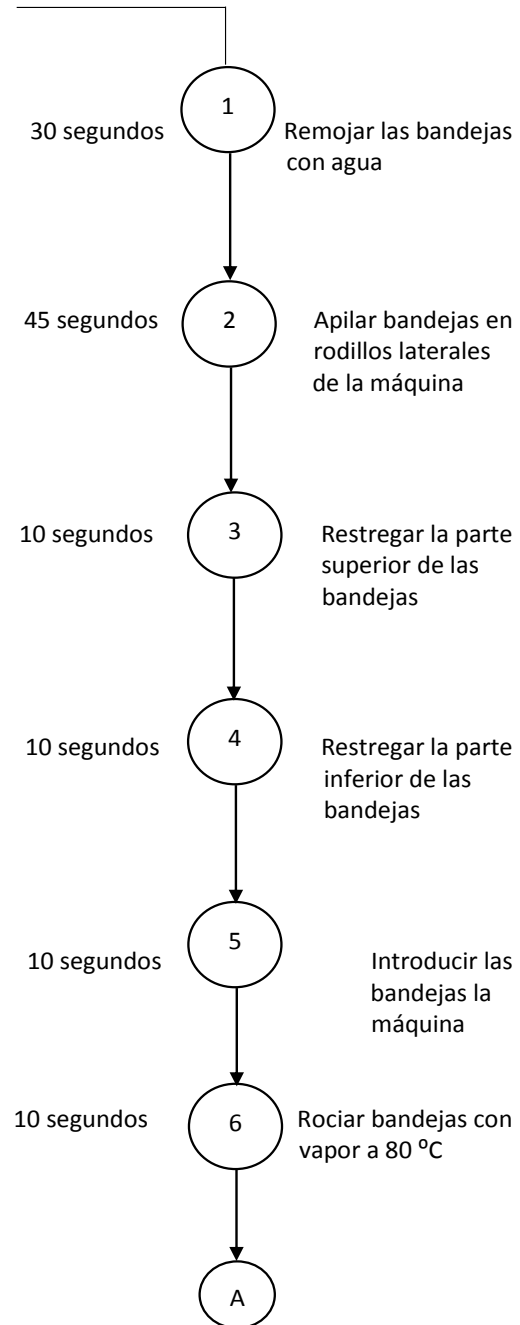
DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 2/2
Área: Separado Larval	Fecha: 21/11/17
Realizado por: Marvin Teni	Método: Actual
Producto: Bandejas y anaqueles	



CUADRO RESUMEN			
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo(segundos)
○	Operation	6	4 086,2
□	Inspection	1	7
Total			4 093,2

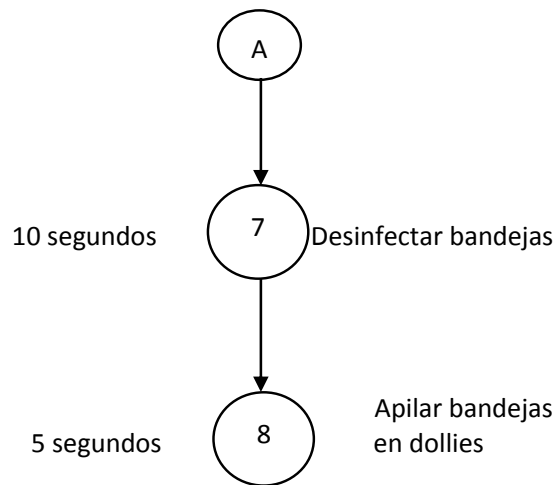
Continuación de la figura 3.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 1/2
Área: Lavado	Fecha: 21/11/17
Realizado por: Marvin Teni	Método: Actual
Producto: Bandejas y anaqueles	



Continuación de la figura 3.

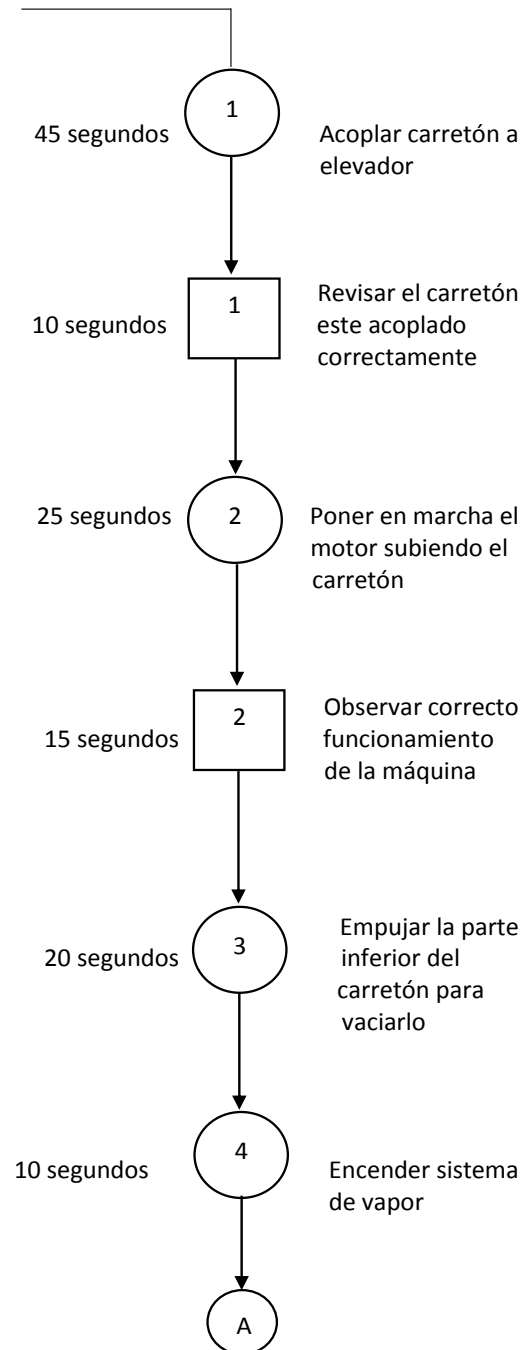
DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 2/2
Área: Lavado	Fecha: 21/11/17
Realizado por: Marvin Teni	Método: Actual
Producto: Bandejas y anaqueles	



CUADRO RESUMEN			
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo(segundos)
○	Operation	8	130
□	Inspection	0	0
Total			130

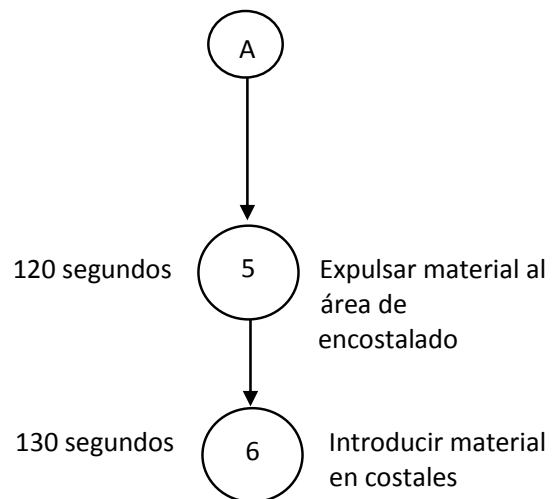
Continuación de la figura 3.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 1/2
Área: Extrusado	Fecha: 21/11/17
Realizado por: Marvin Teni	Método: Actual
Producto: Bandejas y anaqueles	



Continuación de la figura 3.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 2/2
Área: Extrusado	Fecha: 21/11/17
Realizado por: Marvin Teni	Método: Actual
Producto: Bandejas y anaqueles	

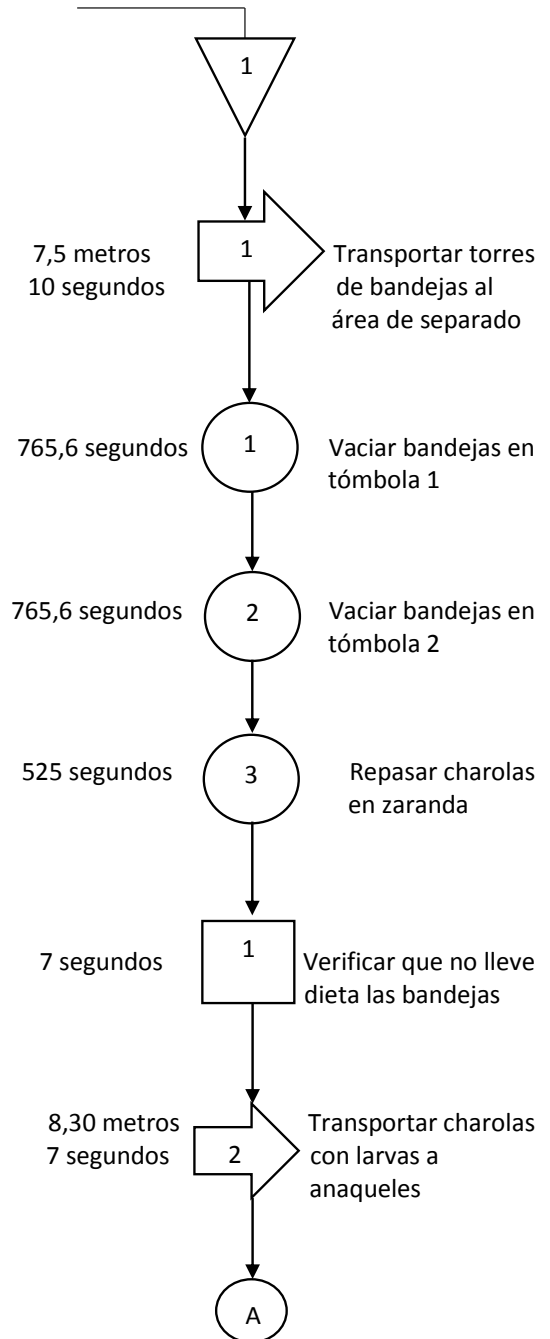


CUADRO RESUMEN			
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo(segundos)
○	Operation	6	350
□	Inspection	2	25
Total			375

Fuente: elaboración propia.

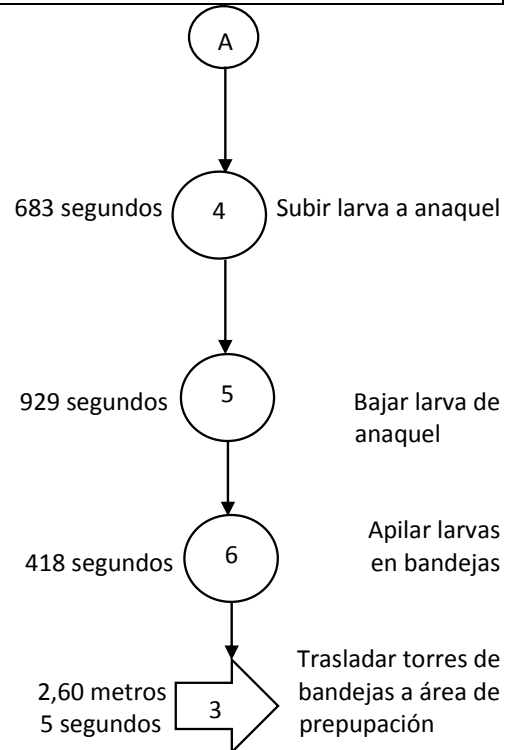
Figura 4. Diagrama de flujo de procesos

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 1/2
Área: Separado Larval	Fecha: 21/11/17
Realizado por: Marvin Teni	Método: Actual
Producto: Bandejas y anaqueles	



Continuación de la figura 4.

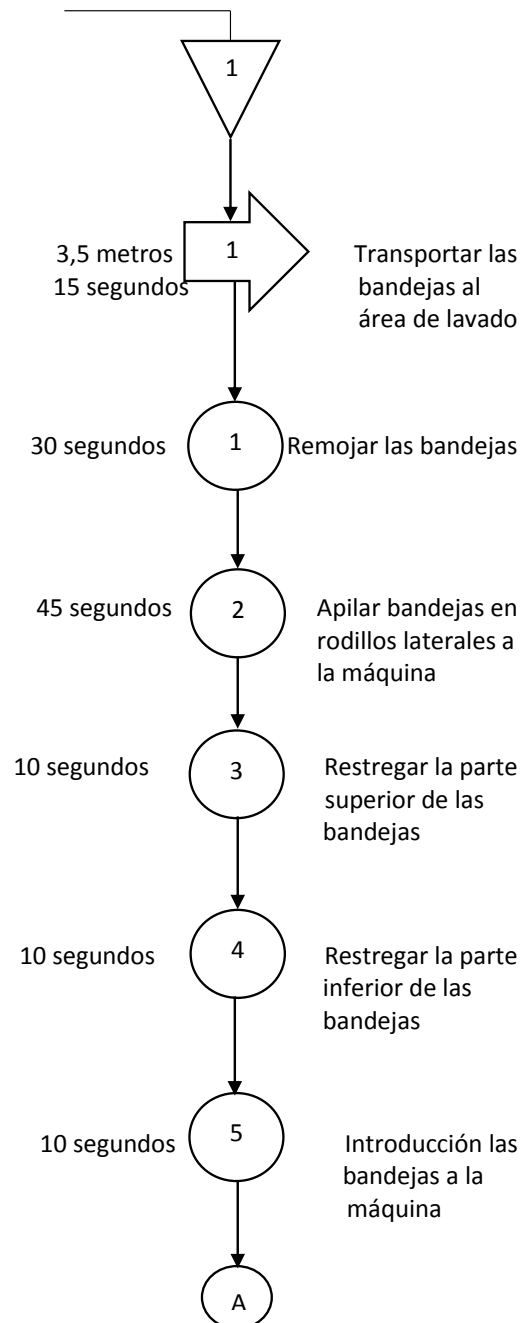
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 2/2
Área: Separado Larval	Fecha: 21/11/17
Realizado por: Marvin Teni	Método: Actual
Producto: Bandejas y anaqueles	



SUMMARY				
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (segundos)	Distancia (metros)
○	Operation	6	4 086,2	0
□	Inspection	1	7	0
➡	Transport	3	22	18,4
D	Delay	0	0	0
▽	Storage	1	0	0
Total			4 115,2	18,4

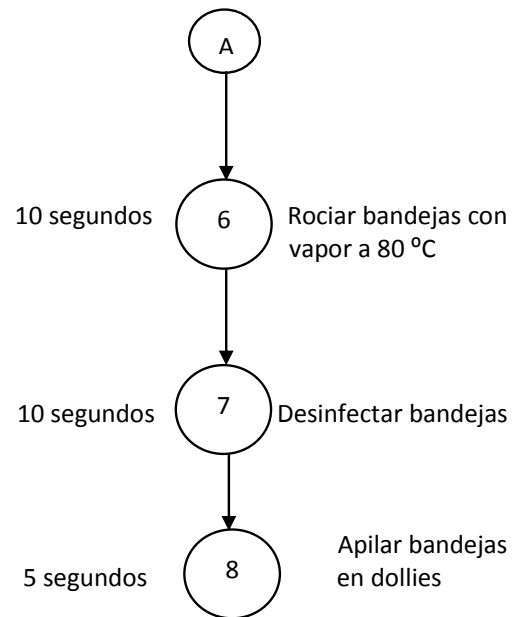
Continuación de la figura 4.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 1/2
Área: Lavado	Fecha: 21/11/17
Realizado por: Marvin Teni	Método: Actual
Producto: Bandejas y anaqueles	



Continuación de la figura 4.

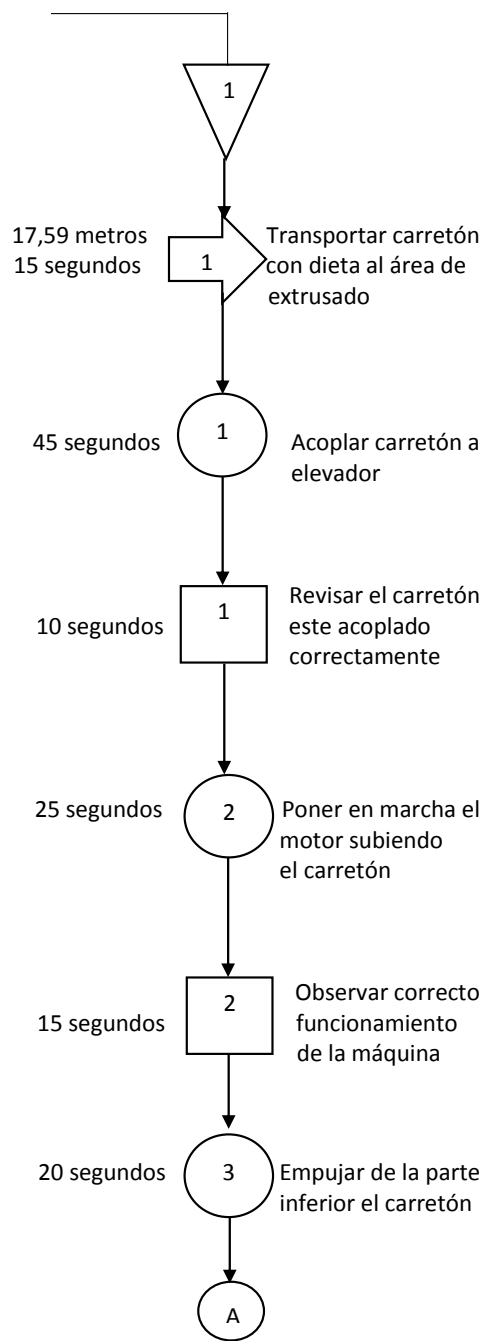
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 1/2
Área: Lavado	Fecha: 21/11/17
Realizado por: Marvin Teni	Método: Actual
Producto: Bandejas y anaqueles	



SUMMARY				
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (segundos)	Distancia (metros)
○	Operation	8	130	0
□	Inspection	0	0	0
➔	Transport	1	15	3,5
D	Delay	0	0	0
▽	Storage	1	0	0
Total			145	3,5

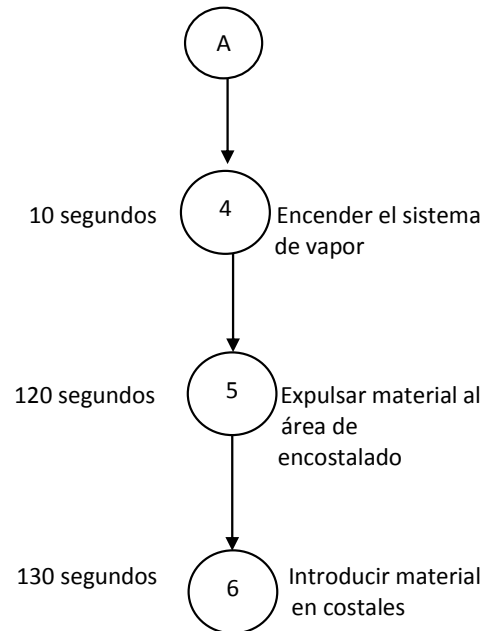
Continuación de la figura 4.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 1/2
Área: Extrusado	Fecha: 21/11/17
Realizado por: Marvin Teni	Método: Actual
Producto: Bandejas y anaqueles	



Continuación de la figura 4.

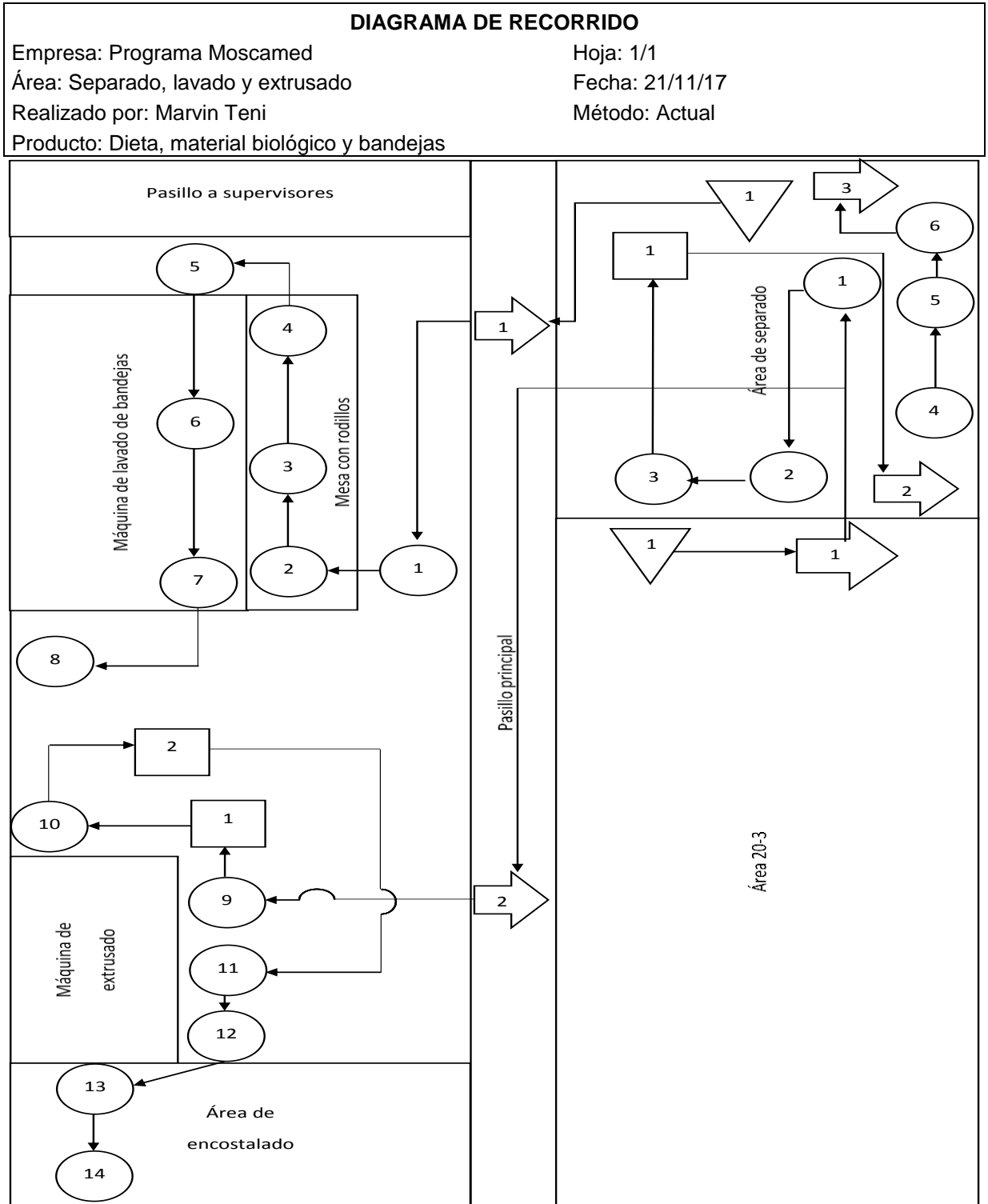
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 2/2
Área: Extrusado	Fecha: 21/11/17
Realizado por: Marvin Teni	Método: Actual
Producto: Bandejas y anaqueles	



RESUMEN				
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (segundos)	Distancia (metros)
○	Operation	6	350	0
□	Inspection	2	25	0
➔	Transport	1	15	17,59
D	Delay	0	0	0
▽	Storage	1	0	0
Total			390	17,59

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia.

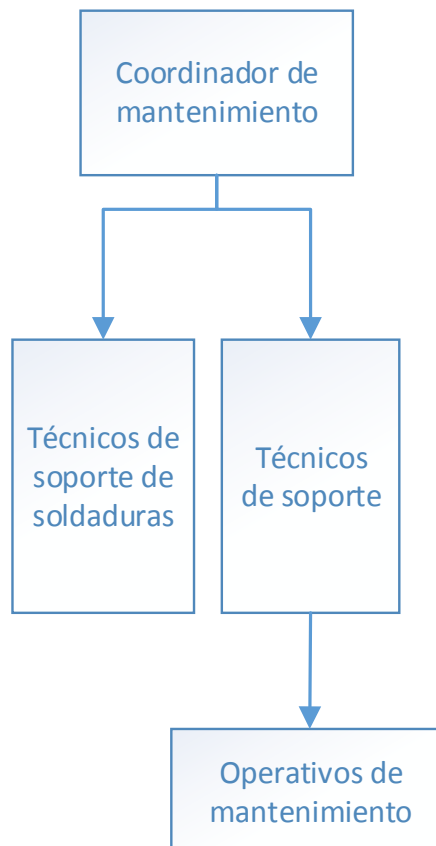
2.5. Mantenimiento de equipo

El mantenimiento del equipo es una parte importante para cualquier empresa, ya que el óptimo funcionamiento del equipo utilizado brinda un mayor manejo del mismo y el rendimiento será el apropiado.

2.5.1. Personal encargado

La empresa cuenta con un departamento de mantenimiento el cual se encuentra organizado de la siguiente manera:

Figura 6. **Organigrama personal de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

2.5.2. Procedimientos y herramientas

Cuando una máquina o equipo necesita mantenimiento ya sea correctivo o preventivo, el personal encargado debe de realizar un procedimiento necesario para la realización de la labor solicitada.

- El coordinador recibe la solicitud de la realización de mantenimiento en los alrededores de la empresa
- Dicho coordinador se encarga de ordenar a un operario del área a realizar el mantenimiento necesario
- El operario recibe la orden, lleva las herramientas y accesorios necesarios para la realización de la labor y se dirige al lugar
- Ya en el lugar, realiza el mantenimiento solicitado, si es un mantenimiento preventivo, se lleva un registro minucioso del área a realizarse, de lo contrario no se llevará registro alguno
- Al finalizar se le informa al coordinador del área

El mantenimiento dependiendo el área y equipo se le dará en un lapso, ya sea por semana, quincenal o mensual, al igual que se planifica aceitar todas las máquinas dos veces por semana para su correcto funcionamiento. El coordinador del área es el que rige la calendarización y estipula los operarios a realizar el mantenimiento.

Por otra parte, el departamento de mantenimiento cuenta con una serie de herramientas necesarias para realizar la labor, las cuales son:

- Máquina de soldar
- Equipo eléctrico
- Pegamentos varios

- Aceites
- Engrasantes
- Desarmadores
- Alicates
- Pinzas
- Llaves varias

2.5.3. Registro de datos

La empresa en términos generales no lleva un control ni registro de datos de las operaciones de mantenimiento preventivo que se realiza en cualquiera de las áreas de la planta, ya que se ha establecido el mecanismo de registro.

Por otra parte, cuando se realiza un mantenimiento correctivo, se lleva un registro de datos, también de los accesorios que fueron necesarios para la realización de dicho mantenimiento, así como también de la persona que se encargó de la labor. Al finalizar el registro es entregado al coordinador del departamento el cual realiza un inventario y dan por finalizado el mantenimiento al equipo.

2.6. Análisis de desempeño

La evaluación o análisis del desempeño es una herramienta que es utilizada por diferentes organizaciones con la finalidad de comprobar el nivel de cumplimiento de los objetivos planteados a nivel individual.

2.6.1. Estándares de producción

Las empresas incurren en ciertos costos para fabricar el producto final. Estos costos incluyen la mano de obra y los materiales, las empresas los combinan para calcular el costo por unidad de cada uno de los productos que venden. El costo total de producción depende del número de unidades producidas, pero también hay otros gastos corrientes de funcionamiento de la empresa. Dichos costos se denominan estándar de producción.

- Instalaciones: los costos de las instalaciones incluyen el alquiler, pago de servicios públicos, seguros, mantenimiento de edificios, gastos de teléfono, la seguridad y los servicios de limpieza. Estos son por lo general los costos recurrentes que se pagan cada mes.
- Costos administrativos: las organizaciones con frecuencia muestran una categoría en sus estados de resultados que se llama gastos generales y administrativos. Los salarios del personal como los recursos humanos, contabilidad y finanzas también son parte de los gastos generales y administrativos.
- Costos de operación: el alquiler de los sistemas informáticos y otros gastos relacionados con la tecnología se incluyen en esta categoría. El material para paquetería y de oficina son parte de los costos de operaciones en las que mensualmente incurren las empresas. Los impuestos o derechos de licencia que la compañía paga de forma programada también son parte de los costos de operación.

2.6.2. Factores que afectan la producción

Al hablar de producción, se está refiriendo a la actividad consignada de la obtención, fabricación y elaboración de bienes y servicios de una empresa. Por lo que existe diferentes factores que puede afectar dichas actividades y perjudicar a gran escala los objetivos de la empresa. Algunos de estos factores se describen a continuación:

- Factores internos propios: personal encargado del área y gestión administrativa de la empresa
- Factores internos ajenos: sistema de alcantarillado, sistema de aguas y sistema eléctrico
- Factores externos propios: material de producción comprado a proveedores, humedad del medio ambiente y temperatura ambiente
- Factores externos ajenos: políticas gubernamentales, la moneda nacional en el mercado internacional, la moneda internacional en el mercado nacional y condiciones de seguridad nacional

2.7. Eficiencia actual

Actualmente el área de separado larval es el área con mayores problemas de la planta, los procedimientos establecidos no están siendo eficientes en cuanto al tiempo muerto y de ocio del área, por lo que el cálculo de la eficiencia dará un mejor panorama de que tan mal se están manejando los tiempos. El cálculo de la eficiencia depende del tiempo estándar total actual,

como también del número de operarios. La ecuación 1 se detalla el cálculo para encontrar esta eficiencia.

Ecuación 1. Eficiencia

$$E = \frac{Te}{Ta * NO} * 100 \%$$

Donde:

E = eficiencia

Te = tiempo estándar

Ta = tiempo asignado

NO = número de operarios

Con ayuda de la ecuación 1 se obtuvo la eficiencia para proceso de separado larval actual, la cual se describen a continuación:

$$E = \frac{68,59 \text{ minutos}}{25,79 \text{ minutos/operario} * 9 \text{ operarios}} * 100 \%$$

$$E = 29,55 \%$$

Actualmente en el área de separado larval se tiene una eficiencia de 29,55 %, este porcentaje tan bajo es debido a los tiempos de ocio por parte del personal operativo, los tiempo muertos prolongados de las tres máquinas dentro del área, el mal manejo de la maquinaria y herramientas, como también del material que no viene en óptimas condiciones para ser separado, ya que normalmente la consistencia del material al momento del separado hace poco eficiente la tarea de las tómbolas y zaranda, por lo que atrasa el proceso, lo que hace que las máquinas se tapen.

3. PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROCEDIMIENTO DE SEPARADO LARVAL, LAVADO, DESINFECTADO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL BIOLÓGICO

Para la implementación de una propuesta de mejora es necesario una descripción y evaluación detallada de cada uno de los aspectos importantes de los distintos procesos implicados, así como las diferentes actividades y recurso tanto humano como material que se encuentran en los alrededores del área.

3.1. Diseño del área

Para la mejora en las actividades de separado larval, lavado, desinfectado y eliminación de material biológico es necesario analizar cada aspecto dentro del entorno de las áreas, para que el diseño sea el apropiado y carezca de obstrucción alguna que afecten como para el personal encargado.

3.1.1. Iluminación

Para la realización de los diferentes procesos dentro de las distintas áreas, se debe contar con una iluminación uniforme y apropiada, de manera que los rayos luminosos generados por las distintas fuentes luminosas sean las adecuadas, esto fructificará en un mejor desempeño de las actividades de los operarios, así como una mejor productividad del mismo, esto puede lograrse mediante luces incandescentes o luces led.

3.1.2. Ventilación

Dentro de la planta se maneja distintos tipos de materiales, en las áreas separado larval, lavado de bandejas y extrusado se encuentra un gran porcentaje de material biológico, por lo que la ventilación debe ser la adecuada tanto de manera natural como artificial para no sofocar a los operarios, revisando cada punto del flujo de aire actual y plantear posibles salidas y entradas.

3.1.3. Ruido

Para la implementación de la propuesta es necesario reducir los decibeles del área de separado larval, ya que es de suma importancia brindar un ambiente óptimo a las personas involucradas en las distintas actividades del proceso. Esto se puede lograr midiendo los decibeles con ayuda de un decibelímetro, así como brindando charlas y equipo de seguridad protección personal apropiado al personal.

3.1.4. Temperatura

Para la realización de las distintas actividades es necesario que la temperatura de las áreas de trabajo sea la adecuada, por lo que con ayuda de un psicrómetro se medirá la temperatura, para brindar un entorno adecuado para el personal laboral.

3.2. Seguridad e higiene industrial

Conservar la integridad y salud del personal operativo y administrativo, es de suma importancia para el óptimo desarrollo de las distintas actividades de

la empresa. El personal a cargo del área de separado larval, lavado, y extrusado se encuentra expuestos a todo tipo de peligro, a pesar de no utilizar maquinaria pesada dentro de estas áreas, el entorno de las mismas puede generar amenaza a la integridad humana.

3.2.1. Normativo

Para la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales, se propone el siguiente normativo, el cual se realizó conforme al acuerdo gubernativo 229-2014 y sus respectivas reformas:

- Utilizar el equipo de seguridad proporcionado para las actividades de separado larval, lavado y extrusado
- Utilizar las herramientas adecuadas para cada actividad
- No utilizar joyería ni accesorios innecesarios
- Señalizar las áreas de trabajo
- Revisar la maquinaria antes y después de su uso diario
- Efectuar mantenimiento a la maquinaria

3.2.2. Equipo de seguridad

Para la correcta ejecución de las actividades de separado larval, lavado de bandejas y extrusado, se debe de utilizar como mínimo el siguiente equipo de seguridad:

- Botas de hule
- Guantes
- Gabacha
- Faja lumbar

- Mascarilla
- Orejeras
- Lentes

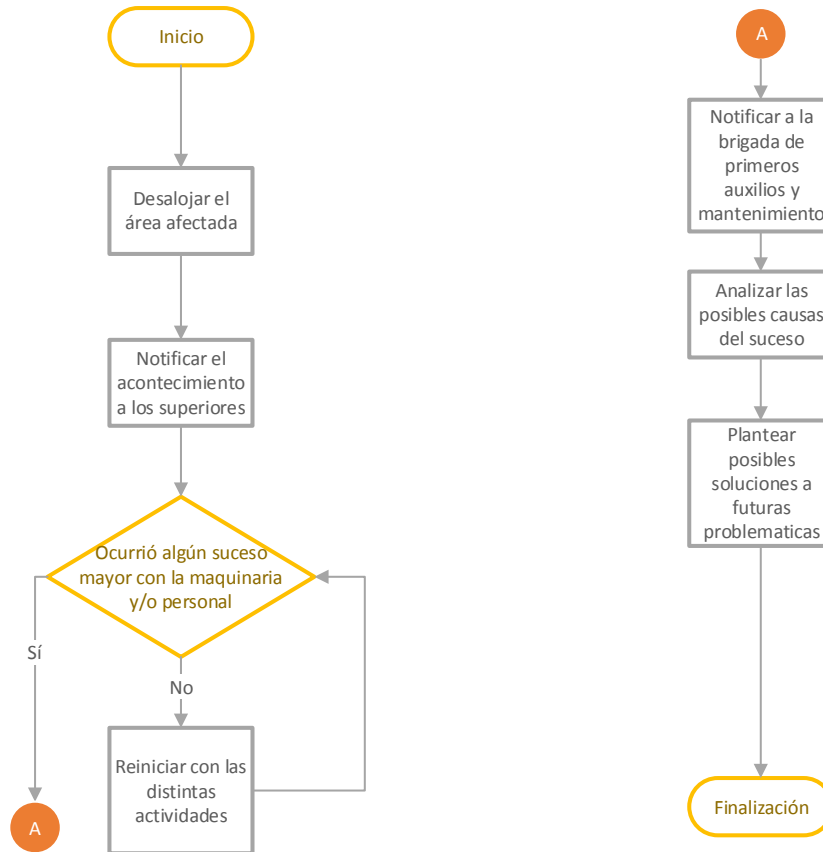
3.2.3. Ergonomía

En las distintas áreas se realizan procesos y actividades físicas, por lo que la ergonomía es un factor necesario para adaptar el trabajo a las capacidades y necesidades de los operarios. Por tal motivo se hará un estudio detallando cada uno de los movimientos físicos que realizan los operarios para efectuar mejoras, brindar charlas y equipo de seguridad adecuado.

3.2.4. Respuesta ante accidentes

En caso ocurra algún percance que involucre la vida del personal o maquinaria, se plantea realizar el siguiente plan de contingencia:

Figura 7. **Diagrama respuesta en caso de accidentes**



Fuente: elaboración propia.

3.3. Tiempo estándar

Para la optimización y estandarización de las actividades, una gran herramienta a utilizar es la determinación de los tiempos estándar para la evaluación y análisis de procesos.

3.3.1. Toma de tiempos

Para el análisis de los tiempos estándar, es preciso la toma de tiempos cronometrados en las diferentes actividades realizadas en las áreas a estudiar, por lo cual se propone el siguiente formato de toma de tiempos.

Tabla III. **Formulario toma de tiempos**



PROGRAMA MOSCAMED
 PLANTA SAN MIGUEL PETAPA
 DIRECCIÓN GENERAL

Hoja de toma de tiempos	
Fecha:	
Hora:	
Evaluador:	
Áreas:	
Actividad	Tiempo cronometrado
Traslado de torres de bandejas a área de separado	
Vaciado de torre de bandeja	
Traslado de carretón con dieta para área de extrusado	
Limpieza del área de separado	
Enjabonado de bandejas	
Lavado de bandejas por medio de máquina	
Eliminación de material biológico de bandejas	
Extrusado de dieta	
Encostalado de dieta extrusado	
Medición de litros de larva	
Traslado de larva a prepupación	
Traslado de anaqueles a área de lavado	
Página 1	

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Determinación de tiempos normales

Para la determinación de los tiempos normales, es necesario el tiempo requerido por el operario normal o estándar para la realización de la operación cuando trabaja a una velocidad estándar, sin demora alguna por razones personales o circunstancias inevitables. Para lo cual se propone el siguiente formulario:

Tabla IV. **Formulario toma de tiempos normales**



PROGRAMA MOSCAMED
 PLANTA SAN MIGUEL PETAPA
 DIRECCIÓN GENERAL

Hoja de cálculos de tiempo base y tiempo normal			
Fecha:			
Hora:			
Evaluador:			
Áreas:			
Actividad	Tiempo cronometrado	Tiempo base	Tiempo Normal
Traslado de torres de bandejas a área de separado			
Vaciado de torre de bandeja			
Traslado de carretón con dieta para área de extrusado			
Limpieza del área de separado			
Enjabonado de bandejas			
Lavado de bandejas por medio de máquina			
Eliminación de material biológico de bandejas			
Extrusado de dieta			
Encostalado de dieta extrusado			
Medición de litros de larva			
Traslado de larva a prepupación			
Traslado de anaqueles a área de lavado			
Traslado de bandejas limpias a área de separado para larvas			
Página 1			

Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Determinación de tiempos estándar

Para la determinación del tiempo estándar se calculará mediante el producto de los tiempos normales por la frecuencia a la cual dichas actividades son realizadas, para la cual se plantea la Tabla V.

Tabla V. **Formulario toma de tiempos estándar**



PROGRAMA MOSCAMED
 PLANTA SAN MIGUEL PETAPA
 DIRECCIÓN GENERAL

Hoja de toma de tiempos estándar	
Fecha:	
Hora:	
Evaluador:	
Áreas:	
Actividad	Tiempo estándar
Traslado de torres de bandejas a área de separado	
Vaciado de torre de bandeja	
Traslado de carretón con dieta para área de extrusado	
Limpieza del área de separado	
Enjabonado de bandejas	
Lavado de bandejas por medio de máquina	
Eliminación de material biológico de bandejas	
Extrusado de dieta	
Encostalado de dieta extrusado	
Medición de litros de larva	
Traslado de larva a prepupación	
Traslado de anaqueles a área de lavado	
Página 1	

Fuente: elaboración propia.

3.4. Análisis de los efectos del tiempo estándar

Analizando los datos obtenidos de las mediciones de tiempos, se puede realizar una comparación entre los datos históricos de tiempos estándares de las actividades en las distintas áreas, para determinar si se ha mejorado en la realización de las actividades, para la comparativa se propone el siguiente cuadro comparativo:

Tabla VI. **Cuadro comparativo, análisis de los efectos del tiempo estándar**



PROGRAMA MOSCAMED
PLANTA SAN MIGUEL PETAPA
DIRECCIÓN GENERAL

Cuadro comparativo de tiempos			
Fecha:			
Hora:			
Evaluador:			
Áreas:			
Operario:	Tiempo histórico	Tiempo Obtenido	Comparativa
Observaciones:			
Página 1			

Fuente: elaboración propia.

3.4.1. Eficiencia en los procesos

La eficiencia requiere que todas las actividades funcionen con las mejores prácticas en los procesos, tanto tecnológicos, administración y operacionales. Al mejorar estos procesos, se pueden ampliar las posibilidades de producción y aumentar aún más la eficiencia. Dentro de cada una de las áreas se tiene procesos y actividades poco eficientes que conllevan a la pérdida de tiempo como también a la de materia prima la cual afecta el rendimiento de la producción.

3.4.2. Reducción de ocio

El ocio es uno de los factores que más afecta la eficiencia dentro de cualquier empresa, ya que reduce la productividad respecto a las actividades realizadas en las distintas áreas. Estos tiempos de ocio pueden reducirse realizando un análisis detallado a cada actividad que se realizan en los procesos para poder mantener el tiempo de ocio en los niveles más bajo o si es posible en cero. Para eso se propone en la Tabla VII.

Tabla VII. **Formulario de tiempos de ocio**



PROGRAMA MOSCAMED
 PLANTA SAN MIGUEL PETAPA
 DIRECCIÓN GENERAL

Hoja de toma de tiempos de ocio		
Fecha:		
Hora:		
Evaluador:		
Áreas:		
Actividad	Tiempo	Observaciones
Traslado de torres de bandejas a área de separado		
Vaciado de torre de bandeja		
Traslado de carretón con dieta para área de extrusado		
Limpieza del área de separado		
Enjabonado de bandejas		
Lavado de bandejas por medio de máquina		
Eliminación de material biológico de bandejas		
Extrusado de dieta		
Encostalado de dieta extrusada		
Medición de litros de larva		
Traslado de larva a prepupación		
Traslado de anaqueles a área de lavado		
Traslado de bandejas limpias a área de separado para larvas		
Traslado de bandejas sucias a área de lavado		
Tiempo completo de vaciado de torre de bandejas		
Página 1		

Fuente: elaboración propia.

3.5. Planeación de procesos

En el presente estudio, en relación a los procesos de separado larval, lavado de bandejas y extrusado, es importante la determinación de un conjunto de objetivos para obtener los distintos pasos a alcanzarlos, mediante procedimientos y técnicas establecidas, los cuales se definen a continuación:

3.5.1. Diagrama de operaciones

Para el análisis de las mejoras dentro de cada una de las áreas, es necesario la realización de un diagrama de operaciones de procesos, para observar de una manera detallada y gráfica cada uno de las operaciones e inspecciones que se tienen de una manera cronológica, así como de los materiales requeridos para las distintas actividades.

3.5.2. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo es una herramienta de estudio para las diferentes actividades de los procesos, analizando los tiempos y las distancias actuales de las actividades y con esto buscar posibles soluciones para la mejora de las tareas actuales, tanto a nivel operacional como también a nivel material.

3.5.3. Diagrama de recorrido

El análisis del diagrama de flujo concluye con el diagrama de recorrido, realizando un croquis a escala de los movimientos de los procesos que se realizan en las distintas áreas para observar de manera detallada y minuciosa, con el objetivo de disminuir los tiempos actuales e implementar las mejoras necesarias para que las actividades no tengan demora alguna.

3.6. Análisis de operaciones

El análisis de operaciones se emplea en los métodos, para analizar los elementos tanto no productivos como productivos de una operación, para su posible mejora. El objetivo es idear métodos para incrementar la producción por unidad de tiempo y con esto lograr reducir los costos unitario, este análisis es efectivo en la planeación de nuevos centros de trabajo. Dentro del análisis de operaciones se tienen los siguientes elementos a estudiar:

3.6.1. Estudio de movimientos

Para la realización de los diferentes procesos y actividades dentro de las distintas áreas a estudiar, se necesita el análisis de un estudio de movimientos, ya que esta nos define los movimientos corporales que se utilizan para realizar una operación, esto con la finalidad de ser mejorada, mediante la erradicación de movimientos innecesario, simplificación de movimientos necesarios y subsecuentemente la determinación de una secuencia para lograr una eficiencia en los procesos.

3.6.2. Diagrama bimanual

Para el análisis de los movimientos en los cuales se ven involucrados tanto la mano derecha como la izquierda, dentro de las actividades a realizar en el área de lavado de bandejas se plantea utilizar el diagrama bimanual o también llamado diagrama de proceso del operario, la cual es una herramienta para el estudio de movimientos.

Este diagrama nos muestre cada uno de los retrasos de las dos manos en las distintas actividades, el propósito de este diagrama es presentar una

operación dada con suficiente detalle para analizar y realizar mejoras al mismo. Se utiliza en tareas las cuales son muy repetitivas. Para ellos se propone el siguiente formato utilizar:

Tabla VIII. **Formato diagrama bimanual**

DIAGRAMA BIMANUAL ACTUAL												
DIAGRAMA No:		HOJA No:		DE:		LUGAR DE TRABAJO						
Descripción de la actividad:												
Operación:												
Lugar:												
Operario:												
Compuesto por:				Fecha:								
No.	DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA	Th	O	D	⇄	▽	O	D	⇄	▽	Th	DESCRIPCIÓN MANO DERECHA
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
TOTAL												TOTAL

RESUMEN				
Método	ACTUAL		PROPUESTO	
ACTIVIDAD	IZQUIERDO	DERECHO	IZQUIERDO	DERECHO
OPERACIÓN O				
ESPERA D				
TRANSPORTE ⇄				
SOSTENER ▽				
TOTAL				

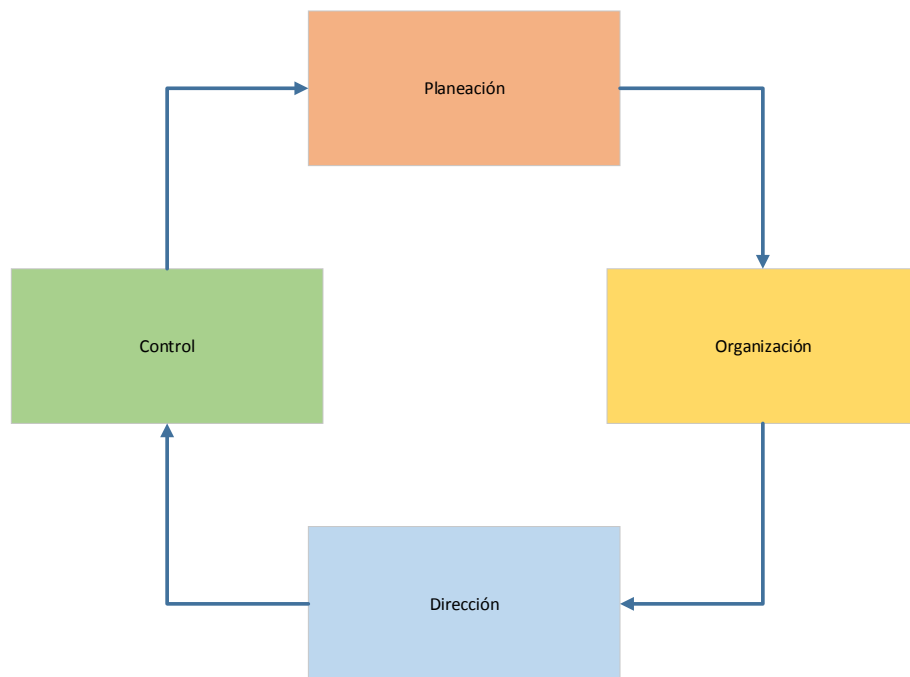
Fuente: elaboración propia.

3.7. Planeación

Al referirse a planeación se enfoca a la acción de la elaboración de las estrategias que permiten alcanzar una meta establecida, para llevarla a cabo se necesitan una serie de elementos, primeramente, se necesita analizar la situación actual teniendo en cuenta una evaluación del entorno, para luego definir los objetivos que se desean alcanzar.

La planeación está integrada dentro del proceso administrativo, la cual esta retroalimentada por el control, creando un flujo continuo e interrelacionado, los cuatro componentes del proceso administrativo son: planeación, organización, dirección y control. Estos componentes resultan de gran importancia para cualquier empresa para la toma de decisiones y mejora continua.

Figura 8. **Diagrama del proceso administrativo**



Fuente: elaboración propia.

3.7.1. Diagnóstico de la eficiencia de los procesos

Los procesos son considerados como mecanismos en cuanto a la gestión que se utiliza para la generación de bienes o servicios dentro de una empresa. Esto va a depender de la relación y la coyuntura para lograr la eficiencia de la productividad de una organización. Es de suma importancia manejar herramientas de diagnóstico y evaluación de procesos, ya que nos permiten realizar un análisis y estudiar del mismo, midiendo el rendimiento y la calidad de la organización.

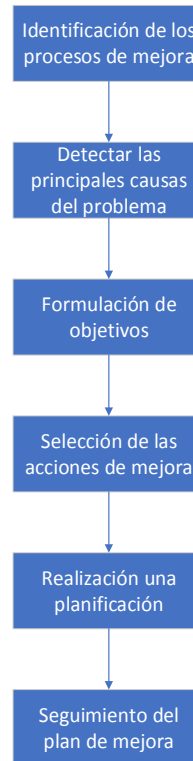
Dichas herramientas se aplican a los procesos que realiza las empresas sin importar si son administrativas, de manufactura o de servicios. Para esto se deben adecuar las técnicas a las especificaciones de la organización dentro de las herramientas que se aplicaran para este diagnóstico y su posterior análisis, se utilizara el diagrama de Pareto y diagrama de causa y efecto o Ishikawa.

3.7.2. Determinación de mejoras

Este análisis permite determinar las modificaciones necesarias para que los procesos tengan un nivel deseado. Para esto se necesita que el resultado de las técnicas empleadas con anterioridad y apoyados en terceras sean de soporte para obtener un orden de causas e iniciar el análisis que radica en la determinación de las oportunidades de mejora. Es más fácil obtener los resultados deseados cuando se utilizan herramientas convenientes para el propósito perseguido.

La determinación de las mejoras necesarias se describe a continuación:

Figura 9. **Pasos para la elaboración de mejoras**



Fuente: elaboración propia.

La excelencia de una organización se ve reflejada por la capacidad de crecer en cuanto a la mejora continua de todos y cada uno de los procesos y áreas que rige su actividad cotidiana. La mejora es producida cuando la organización tiene retroalimentación y aprende de sí misma, es decir, cuando planifica su futuro, tomando en consideración el medio variable que la envuelve y el conjunto de fortalezas y debilidades que la establecen.

3.8. Costos de operación

Se describen como los gastos que están relacionados con las diferentes operaciones de una empresa de manera cotidiana, es decir, son todos aquellos en los cuales incurre una organización una vez se realiza la inversión inicial.

Además, es importante recalcar que dichos costos operativos se generan mientras el proyecto o negocio este en pleno desarrollo y funcionamiento, si este cesara como es lógico dejarían de producirse.

3.8.1. Materia prima

La materia prima es de los costos de operación principales para cualquier planta industrial, ya que es de este es el cual se va a elaborar los bienes. La materia prima es un costo variable ya que, como su nombre lo indica, son costos que varían en proporción al volumen de la demanda de las ventas o al nivel de las actividades. El manejo de estos costos hace que la organización sea más adaptable al cambio constante del mercado.

La principal finalidad de la materia prima es abastecer de los principal suministro para así cumplir con los pedidos requeridos y realizar los envíos solicitados en el tiempo establecido, pero muchas veces esta materia prima se desperdicia en diferentes procesos o tareas la cual hace que la productividad no sea conveniente ya que el desperdicio de esta genera pérdidas innecesaria de manera económica para la empresa, la cual se podría reducir analizando cada uno de las actividades en las cuales se tienen dichas pérdidas de materia prima y proponer una solución factible a este problema.

3.8.2. Insumos industriales

Es aquello lo cual está disponible para el uso de una empresa, para el desarrollo de sus actividades productivas como administrativas, dentro de la organización, básicamente estos se pueden dividir en dos tipos, mano de obra y capital, el capital es conocido también como capital físico o productivo, eso se refiere a la materia prima, material industrial, instalaciones y servicios.

La buena administración de cada uno de estos insumos industriales brindará a la empresa una productividad y una eficiencia alta, la cual producirá beneficios de manera económica, esto se complementa con ayuda de los métodos a utilizar para cada uno de los procesos y actividades de la empresa y buscar una manera de optimizar dichos insumos industriales.

3.8.3. Recurso humano

El recurso humano es una parte esencial dentro de una organización, ya que de la labor diaria de ellos depende la producción y administración para poder cumplir con los objetivos planteados. En cuestión de los operarios se necesita que estos se desenvuelvan de una manera amena dentro de las diferentes áreas de la planta industrial, para eso se necesita de equipo de protección adecuado, concientizando al personal de la importancia del mismo, así como de un control constante de la utilización del equipo para evitar posibles accidentes que afecten con la salud del personal.

El personal administrativo es la base del funcionamiento de toda organización, esta cuenta con una gran cantidad de tareas que van desde las distintas actividades de control de operaciones como también de la elaboración y control de la base de datos de la compañía. Este personal es el motor principal del crecimiento y mejoramiento constante de cada uno de las áreas dentro de nuestra organización.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Diagrama de Pareto

Para la implementación de la propuesta de mejora, es necesaria la realización de un diagrama de Pareto, para visualizar de una mejor manera los problemas que poseen las tres áreas afectadas y tomar acciones correctivas para el cumplimiento de las metas.

4.1.1. Área de separado larval

Para el análisis y la realización del diagrama de Pareto sobre el área de separado larval, se tienen distintas causas que afectan las actividades cotidianas dentro de los procesos, las cuales son:

- Mal manejo del material
- Producción alta
- Avería de maquinarias
- Material en mal estado
- Tiempo de ocio
- Tiempos muertos
- Mala coordinación del personal
- Personal no utiliza equipo de seguridad
- Cansancio o fatiga del personal

Para cada uno de los aspectos anteriormente descritos, durante un periodo de sesenta y un días (dos meses) se realizó un registro de cada una de

estas causas que afectan al proceso de separado larval, y el número de veces que estas tuvieron impacto en cuanto al tiempo de ejecución de los procesos, las cuales se describen en la tabla IX.

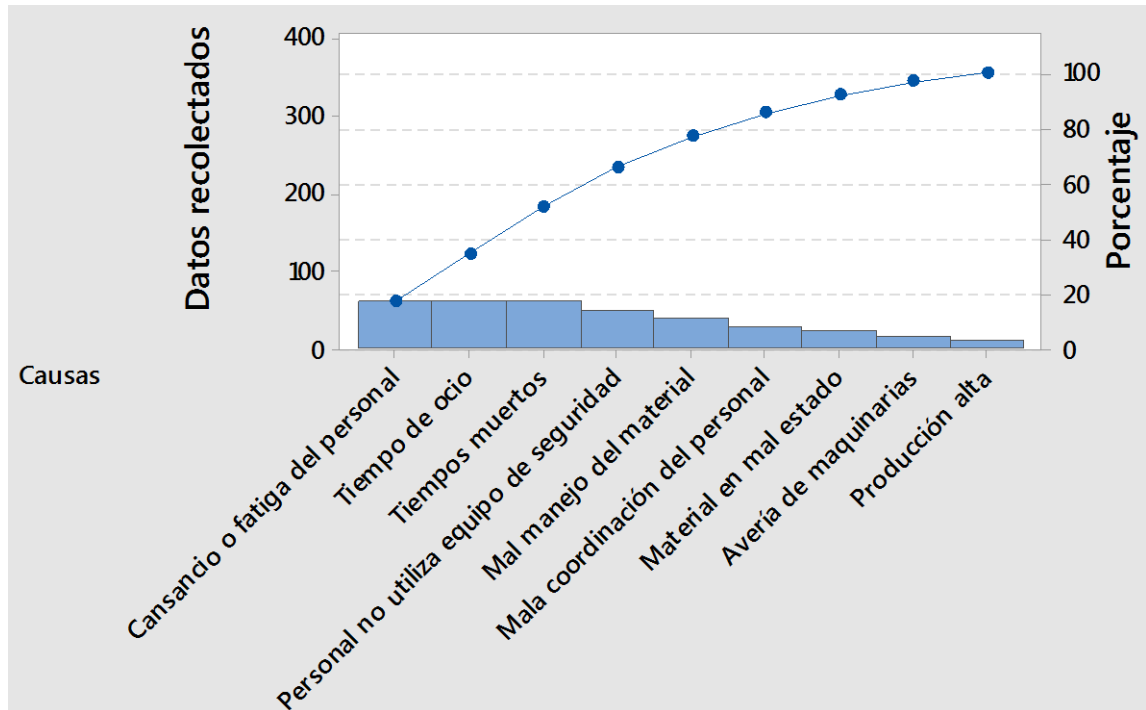
Tabla IX. **Causas de demora en el área de separado larval**

Causas	Datos recolectados
Mal manejo del material	40
Producción alta	11
Avería de maquinarias	17
Material en mal estado	23
Tiempo de ocio	61
Tiempos muertos	61
Mala coordinación del personal	30
Personal no utiliza equipo de seguridad	50
Cansancio o fatiga del personal	61

Fuente: elaboración propia.

Con estos valores es posible obtener el siguiente gráfico:

Figura 10. **Diagrama de Pareto de las causas que afectan el proceso en el área de separado larval**



Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en el gráfico realizado, la línea punteada sobre el valor correspondiente al 80 % del porcentaje acumulado, nos da como resultado los defectos del proceso los cuales son prioridad buscar una solución para mejorarlos, estos aspectos son: cansancio o fatiga del personal, tiempo de ocio, tiempos muertos, personal no utiliza el equipo de seguridad y mal manejo del material. Estos cinco aspectos son la principal causa que afecta el rendimiento dentro del área de separado larval al personal operacional y ocasiona problemas respecto a las actividades y procesos realizados.

4.1.2. Área de lavado de bandejas

Para el análisis y la realización del diagrama de Pareto sobre el área de lavado de bandejas de alimentación larval, se tiene en cuenta diferentes causas que afectan las actividades del área, las cuales son:

- Fluctuaciones de energía
- Inestabilidad de la máquina
- Rotación de los operarios de otras áreas
- Cambios ambientales cíclicos
- Cansancio o fatiga del operador
- Desgaste del equipo de seguridad
- Pocos operarios en el área
- Bandejas con demasiado residuo de dieta

Para cada aspecto anteriormente descrito, durante un período de sesenta y un días (dos meses) se registraron cada una de estas causas que afectan al proceso y el número de veces que esta tuvo impacto en cuanto al tiempo de ejecución, las cuales se describen a continuación:

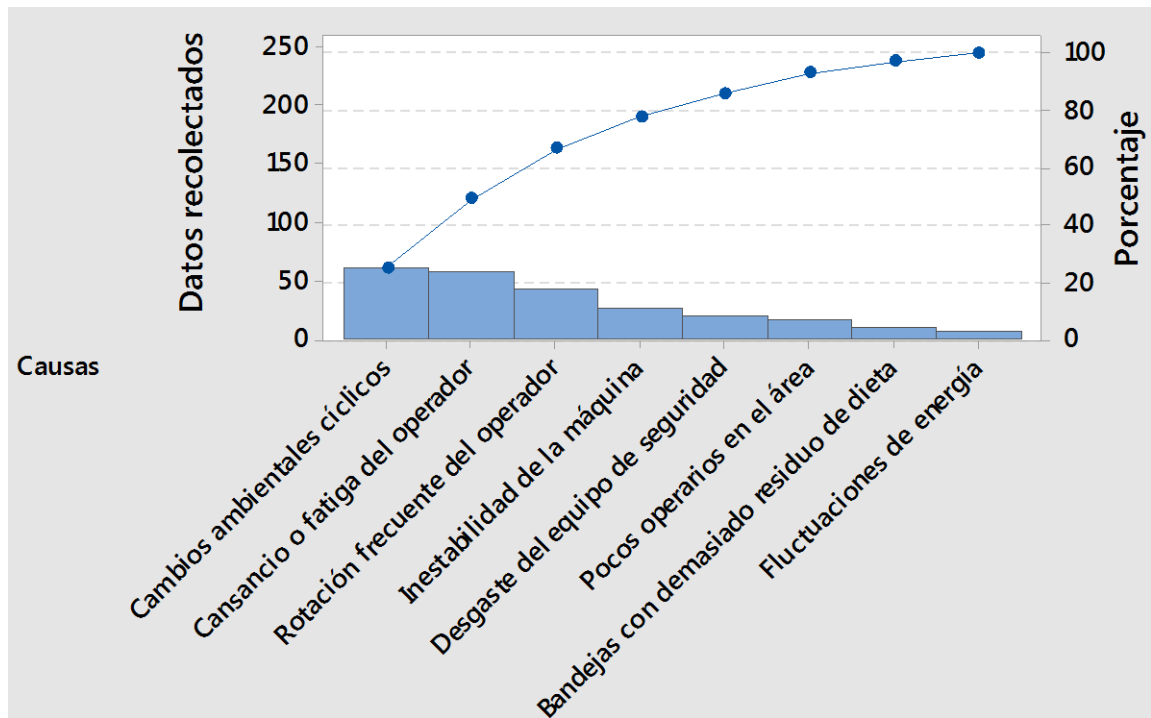
Tabla X. **Causas de demora en el área de lavado de bandejas**

Causas	Datos recolectados
Fluctuaciones de energía	7
Inestabilidad de la máquina	27
Rotación frecuente del operador	43
Cambios ambientales cíclicos	61
Cansancio o fatiga del operador	59
Desgaste del equipo de seguridad	20
Pocos operarios en el área	17
Bandejas con demasiado residuo de dieta	10

Fuente: elaboración propia.

Con estos valores es posible obtener en la figura 11.

Figura 11. **Diagrama de Pareto de las causas que afectan el proceso en el área de lavado de bandejas**



Fuente: elaboración propia.

Respecto al proceso de lavado de bandejas, los defectos los cuales son prioridad buscar una solución para mejorarlos son: cambios ambientales cíclicos, cansancio o fatiga del operador, rotación frecuente del operador e inestabilidad de la máquina. Estos cuatro aspectos son la principal causa que afecta el rendimiento dentro del área de lavado de bandejas al personal operacional, ocasionando problemas al personal operativo.

4.1.3. Área de extrusado

Analizando el proceso de extrusado, se encuentran diferentes causas que afectan las actividades del área, dichas causas se describen a continuación:

- Mala comunicación del personal
- Cambios ambientales cíclicos
- Cansancio o fatiga del personal
- Personal no utiliza equipo de seguridad
- Inestabilidad de la máquina
- Vapor en los alrededores
- Mala distribución del personal

Para cada una de las causas anteriores, durante un periodo de sesenta y un días (dos meses) se realizó un registro de cada una de estas causas que afectan al proceso en el proceso de extrusado, y el número de veces que estas tuvieron impacto en cuanto al tiempo de ejecución de los procesos, las cuales se describen a continuación:

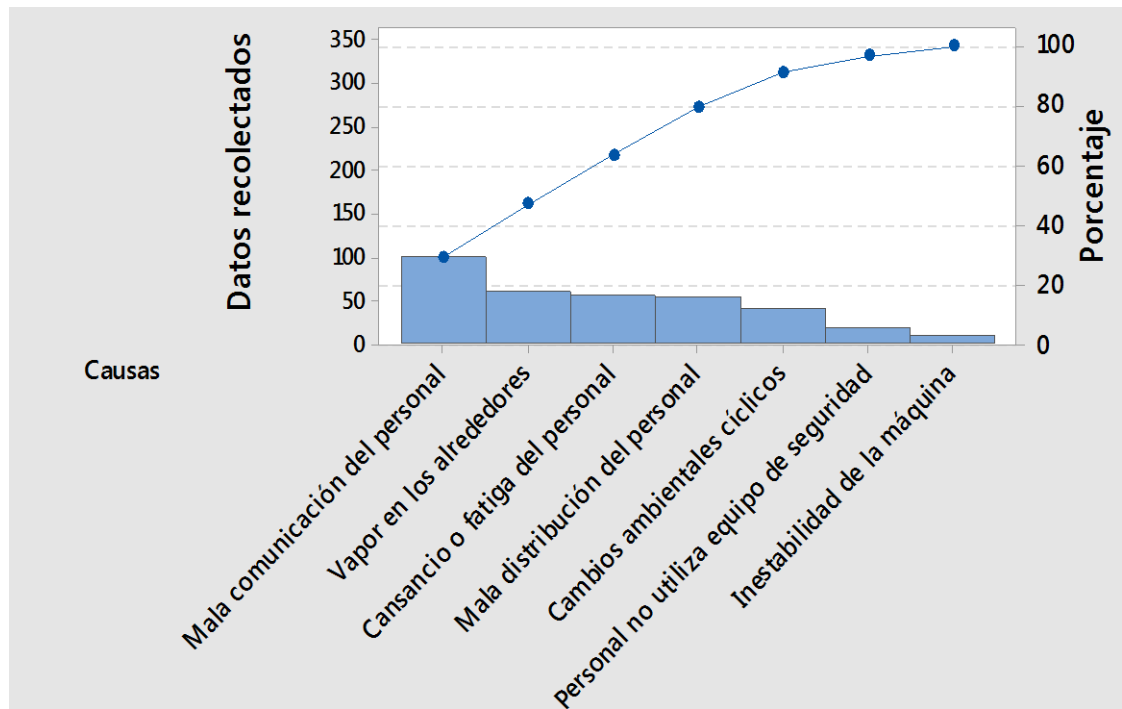
Tabla XI. **Causas de demora en el área de extrusado**

Causas	Datos recolectados
Mala comunicación del personal	50
Cambios ambientales cíclicos	20
Cansancio o fatiga del personal	57
Personal no utiliza equipo de seguridad	19
Inestabilidad de la máquina	11
Vapor en los alrededores	61
Mala distribución del personal	55

Fuente: elaboración propia.

Con estos valores es posible obtener en la figura 12.

Figura 12. **Diagrama de Pareto de las causas que afectan el proceso en el área de extrusado**



Fuente: elaboración propia.

Observando la línea punteada sobre el valor correspondiente al 80 % del porcentaje acumulado, la figura 12 muestra los defectos del proceso los cuales son prioridad buscar una solución inmediata, estos aspectos son: Mala comunicación del personal, vapor en los alrededores y cansancio o fatiga del personal. Estos tres aspectos son la principal causa que afecta el rendimiento dentro del proceso de extrusado directamente al personal operativo del área.

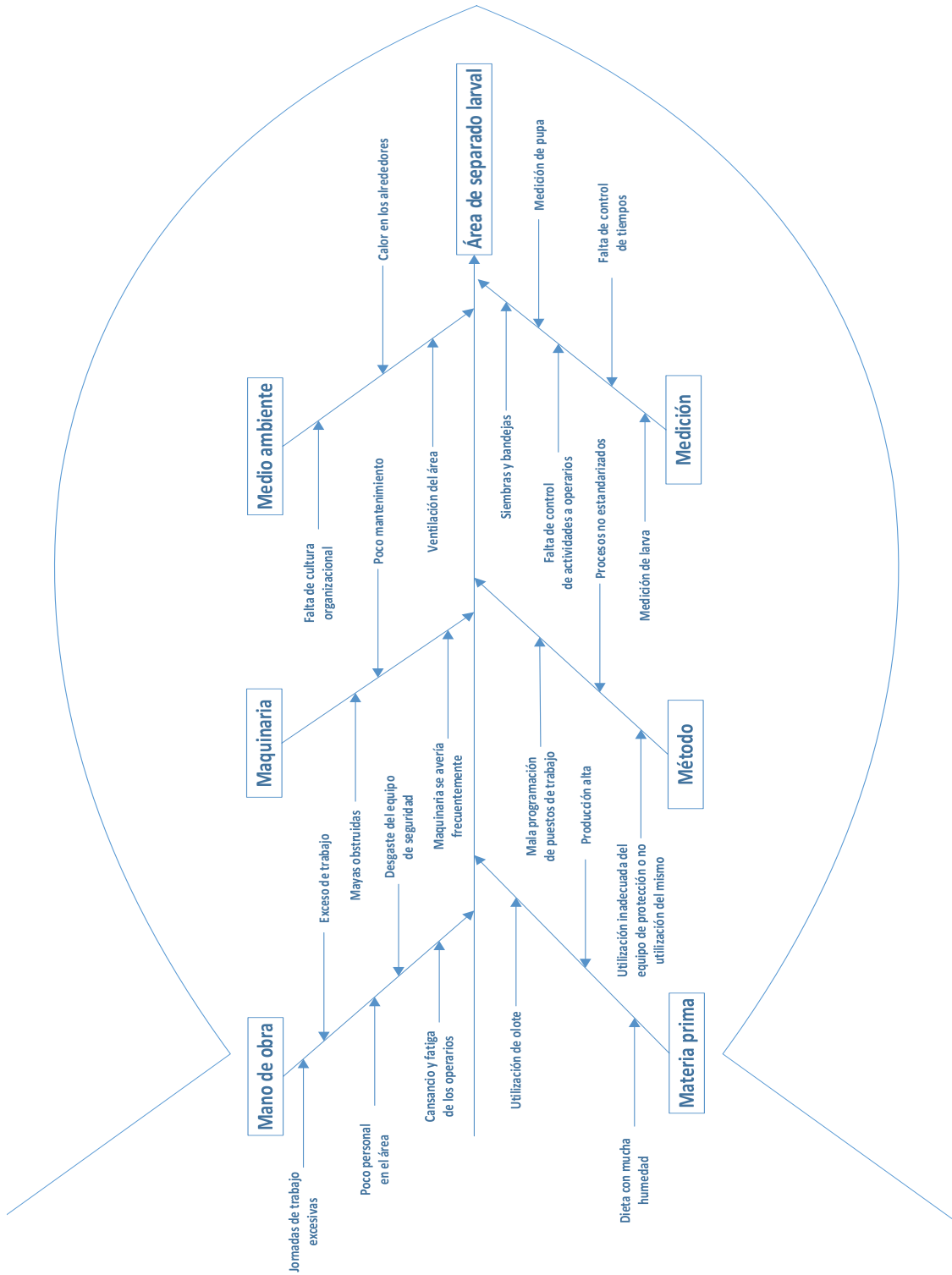
4.2. Diagrama causa efecto

Para la implementación de la propuesta de mejora, es necesaria la realización de un diagrama de causa y efecto (conocido también como diagrama de Ishikawa), para observar de una mejor manera los problemas que se tienen y tomar acciones para corregir lo más pronto posible dichos problemas que ocasionan el incumplimiento de las metas. Para esto se realizaron tres diagramas de causa y efecto para las tres áreas implicadas (área de lavado, extrusado y separado larval).

4.2.1. Resultados

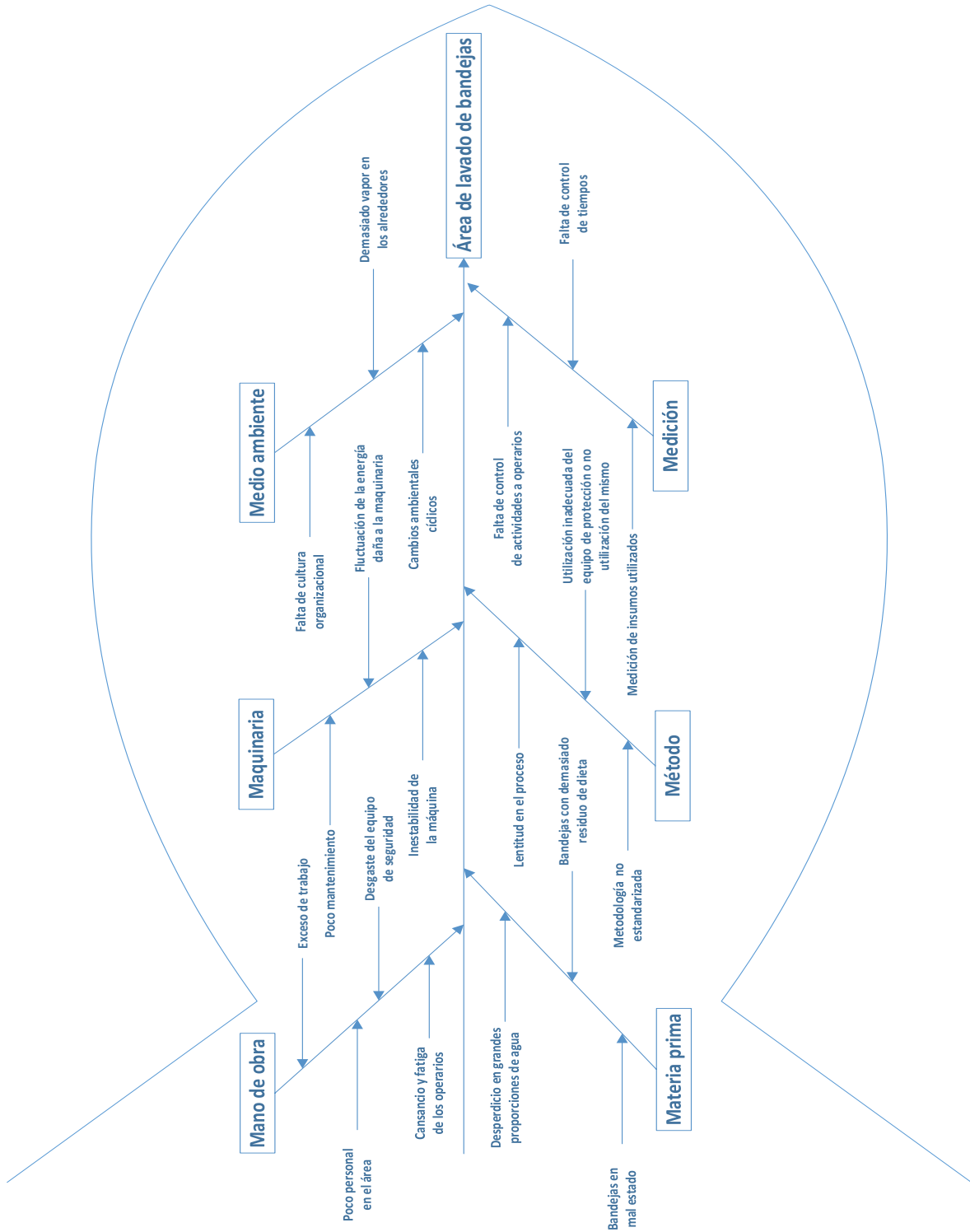
En la figura 13, 14 y 15, se presentan los diagramas de causa y efecto para las tres áreas implicadas:

Figura 13. Diagrama causa y efecto del área de separado larval



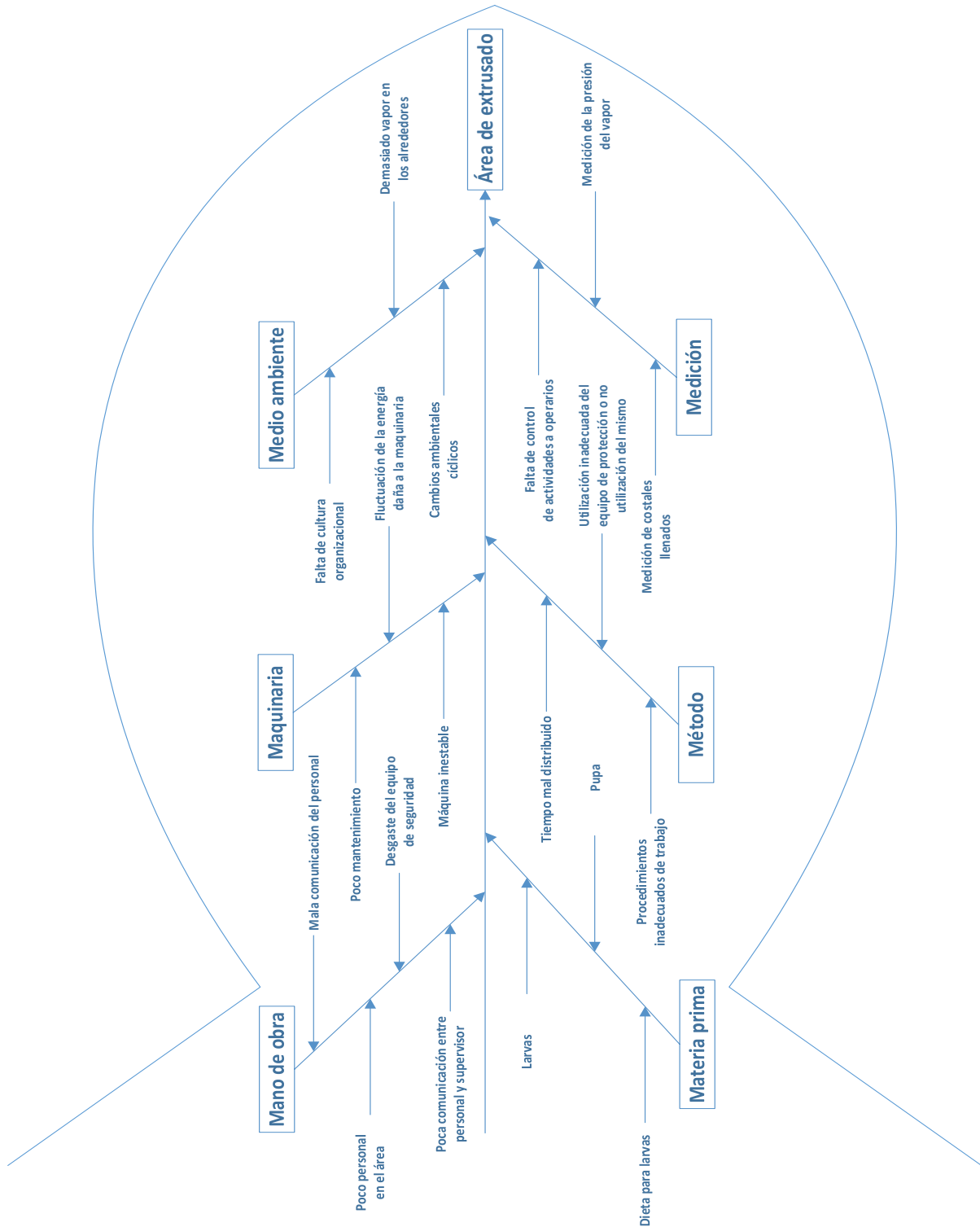
Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2019.

Figura 14. Diagrama causa y efecto del área de lavado



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2019.

Figura 15. Diagrama causa y efecto del área de extrusado



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2019.

4.2.2. Conclusiones

El área de separado larval, el cual es el área que cuenta con mayores problemas en general dentro de la planta industrial. Problemas en cuanto a los operarios son frecuentes dentro del área, debido al cansancio, fatiga, desgaste del equipo de seguridad, poco personal, exceso de trabajo y por consiguiente jornadas de trabajo largas. La maquinaria se avería con bastante regularidad, esto se debe al poco mantenimiento, y esto provoca interrupciones por lapsos de trabajo.

En cuanto a la materia prima, la dieta y larvas dentro de las bandejas que esta lista para ser separada, en ocasiones no está en buenas condiciones, ya que se encuentra con demasiada humedad y esto hace que el proceso se vuelva lento, en consecuencia, las mallas de las dos zarandas se tapan de dieta, por lo que es necesario realizar el proceso más de una vez hasta que las larvas tengan la menor cantidad de dieta. Además de la utilización de olote de maíz como ayuda en los casos anteriores, el cual es materia prima en procesos ajenos a los tres que se están analizando.

Al observar los diagramas causa y efecto de las tres áreas, se puede analizar cada uno de los problemas que estas tienen actualmente, y buscar las soluciones posibles para mejorar los procesos, actividades y entorno para que el personal pueda desenvolverse de una manera óptima.

El diagrama realizado para el área de lavado de bandejas, se observan que los principales problemas del área son a la materia prima, en las que se encuentran las bandejas en mal estado, bandejas con demasiado residuo y el desperdicio en grandes proporciones de agua. En cuanto a la mano de obra, se tiene problemas ya que en ocasiones no se cuenta con el suficiente número de

operarios necesarios para realizar las actividades, y por último en cuanto al medio ambiente, se tiene por lapsos grandes de tiempo una gran capa de vapor que cubre el área por completo creando un ambiente sofocante para el personal laboral.

Por último, el área de extrusado, se encontraron factores claves influyen en el buen funcionamiento operacional, la mala comunicación del personal, poco personal dentro del área, así como también la poca comunicación con el supervisor del área. La maquinaria es un problema constante ya que este es muy inestable y se le da poco mantenimiento, esta es un peligro para el personal del área ya que es una máquina que puede generar lesiones graves a las personas que se encuentren cercana a ella.

4.3. Personal responsable de la implementación

Para la implementación de las diferentes mejoras, se necesitan de personal responsable, no sólo para la ejecución de estas, sino para el control, dirección y futura mejora continua.

4.3.1. Gerencia general

La gerencia general es la que debe establecer todas las directrices las cuales serán permitidas realizar dentro de las instalaciones, así como la disponibilidad de tiempo en cuanto a recurso humano necesario para el desarrollo de la implementación en general, sin tener inconvenientes en las tareas y actividades de desarrollo dentro de la empresa.

4.3.2. Área financiera

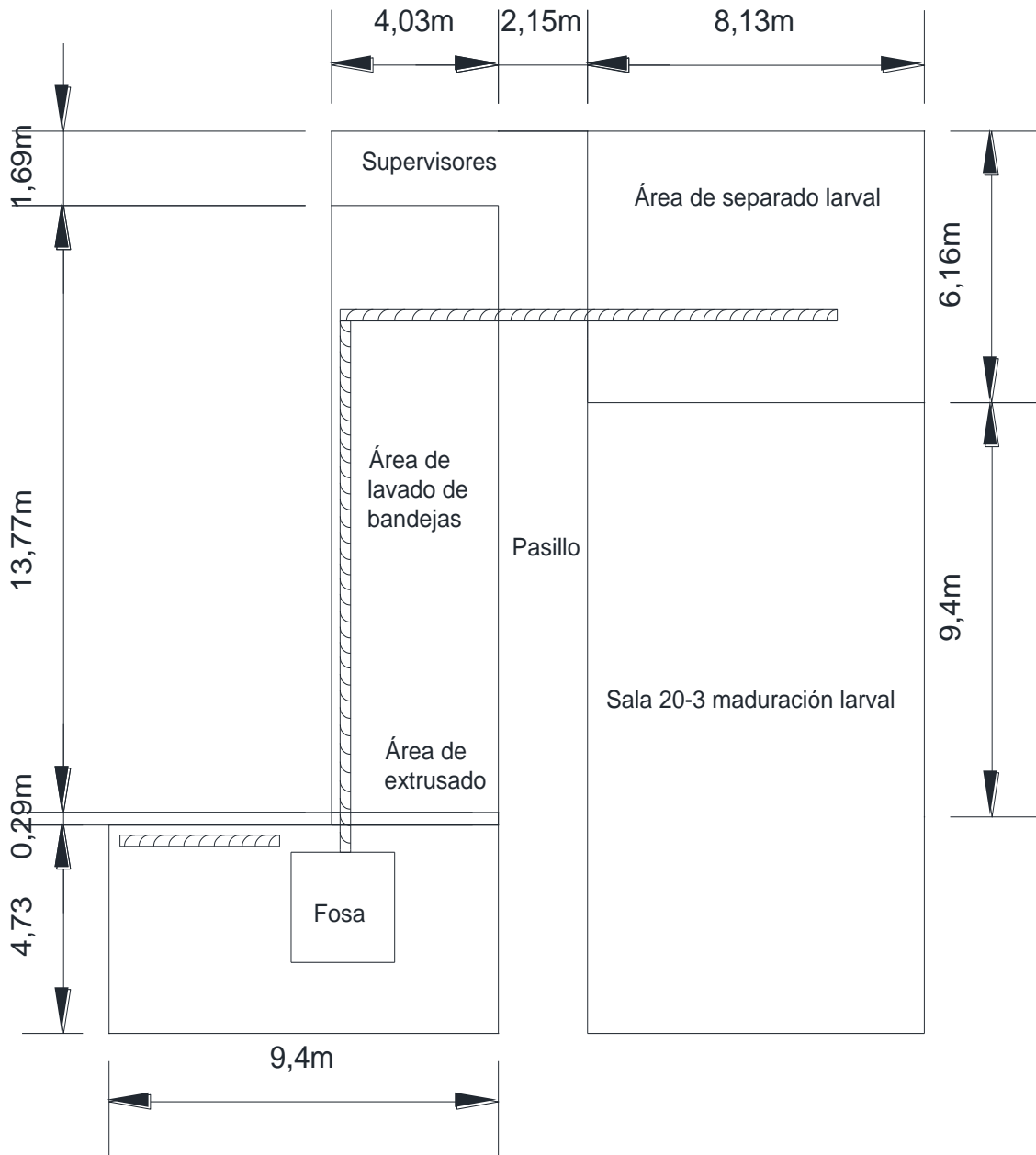
Para la implementación se deberá incurrir en la necesidad de realizar un desembolso de manera económica, para la adquisición de todos los elementos necesarios. Por lo cual se recomienda la realización de un inventario de todos los recursos que serán necesarios y así evitar cualquier inconveniente, teniendo un respaldo de todos los movimientos económicos realizados.

4.4. Reubicación de áreas

El punto clave de la implementación de mejora de las tres áreas implicados, se basa en la reubicación del área de extrusado, por lo cual, es necesario situar este proceso en la parte exterior de la planta y realizar mediante tres tornillos sin fin, un canal subterráneo el cual se colocará por debajo de las tres máquinas de separado larval (tómbola y dos zarandas) para que la dieta, larvas y pupas se trasladen automáticamente hasta la nueva ubicación del área de extrusado.

Figura 16. Diagrama de recorrido

DIAGRAMA DE RECORRIDO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 1/1
Área: Separado, Lavado y Extrusado	Fecha: 29/12/18
Realizado por: Marvin Teni	Método: Propuesto
Producto: Dieta, material biológico y bandejas	



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Dentro del diagrama se pueden observar las dimensiones de las diferentes áreas las cuales están involucradas en la implementación, los dos tornillos sin fin, los cuales tendrán un diámetro aproximado de 25,4 centímetros (10 pulgadas) y un largo de 12 metros, cada tornillo sin fin estará funcionando con motores independientes acoplados, por el material que se estará transportando se propone que sean de acero inoxidable al igual que la canaleta, aunque esta última también puede ser de aluminio.

Al finalizar el segundo tornillo sin fin se propone la realización de una fosa, esta con el objetivo de albergar la dieta antes de extrusarse y tener un depósito en dado caso la caldera que alimenta el vapor de agua llegue a tener problemas y no pueda hacerse uso de ella, o algún otro problema interno que no permita la realización del proceso, para estas situaciones la fosa será utilizada como depósito mientras se solucionan los problemas. La fosa tendrá un largo de 2,5 metros, un ancho de 2,5 metros y una altura de 1 metro para hacerla de una capacidad de 6 250 litros.

Por último, se tendrá una bomba para solidos aproximadamente en la parte central pegada a la pared en el cual se encuentra el segundo tornillo sin fin, esta tendrá un ducto subterráneo que trasportará el material directamente a la parte superior de la fosa, específicamente al tercer y último tornillo sin fin, el cual tendrá el sistema de extrusado acoplado al mismo, este tornillo sin fin es el que actualmente se utiliza y está instalado en el área.

4.4.1. Adecuación de puestos de trabajo

La adecuación de puestos de trabajo consiste en poder definir un excelente desempeño en cada una de las posiciones dentro de los procesos, utilizando criterios objetivos para las actividades como también para el personal

operativo. Para los procesos dentro de las áreas de separado larval y extrusado se realizó un programa semanal de actividades, el cual se presenta a continuación:

Figura 17. Programa de actividades de las áreas de separado y extrusado

No	Nombre	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	No.	Actividad		
		24	25	26	27	28	29	30				
1	Operario 1	G9	G7	G3	G3	G5	G9			1	Encostalado	G1
2	Operario 2	G3	G3	G1	G11	G9	G4			2	Extrusado	G2
3	Operario 3	G8	G1	G9	G7	G4	G7			3	Lavado de anaqueles	
4	Operario 4	G5	G4	G5	G8	G6	G8			4	Sacado de carretón a área de lavado	G3
5	Operario 5	G7	G9	G6	G4	G3	G3			5	Bajada de material	
6	Operario 6	G1	G11	G4	G9	G8	G5			6	Subido de material en arnero	G4
7	Operario 7	G11	G5	G2	G1	G1	G11			7	Limpieza de anaquel al finalizar el día	
8	Operario 8	G2	G8	G11	G6	G2	G6			8	Jalado de bandejas con dieta y larva	G5
9	Operario 9	G4	G6	G7	G2	G11	G1			9	Vaciado de bandejas en tombola	
10	Operario 10	G6	G2	G8	G5	G7	G2			10	*Sacar torres de bandejas a lavado	
										11	*Recuperación de charolas (Tombola)	
										12	Limpieza de tombola al finalizar el día	
										13	*Recuperación de charolas y cubetas (Z1)	G6
										14	Repaso 1 (Zaranda 1)	
										15	Limpieza de zaranda 1 al finalizar el día	G7
										16	Repaso 2 (Zaranda 2)	
										17	*Recuperación de charolas y cubetas (Z2)	G8
										18	Limpieza de zaranda 2 al finalizar el día	
										11	*Recuperación de charolas tombola	G9
										10	*Sacar torres de bandejas a lavado	
										8	*Jalado de bandejas a tombola	
										19	*Limpieza continua de área tombola	G10
										13	*Limpieza de tombola al finalizar el día	
										14	*Recuperación de charolas y cubetas (Z1)	G11
										20	*Limpieza continua del área de (Z1)	
										15	*Limpieza de zaranda 1 al finalizar el día	
										20	Trabajado de prueba	G11
										21	Limpieza de maquinaria y anaquel	
										17	*Recuperación de charolas y cubetas(Z2)	G11
										22	Limpieza continua del área de tombola	
										18	*Limpieza de zaranda 2 al finalizar el día	

NOTA: Las actividades que tiene asterisco (*) las realizan los asignados al color, en caso no esté el G8, G9 o G11. Si existen trabajos de pruebas, el G11 pasará a ser G10 y hará dicha labor, en cuanto a las actividades del G11, estas se distribuirán entre el G8 y G9.

Fuente: elaboración propia.

Con esto se pretende estandarizar los puestos de trabajo, haciendo que cada operario se enfoque en sólo una tarea sin estorbar o retrasar las demás actividades. Por día se efectúan dos rotaciones, ya que las tareas que se realizan en las diferentes áreas son trabajos pesados, por lo que el cambio de estas se hará a las once de la mañana, partiendo el día laboral de ocho horas a

cuatro horas por actividad programada, con esto se pretende reducir el cansancio y fatiga tanto físico como mental del personal incrementando un mejor rendimiento de los mismos.

En caso de haber una falta por parte de algún operario del área, dentro del mismo programa se especifica quienes van a suplirlo en caso sea necesario, así como también cuando un operario no tenga actividad alguna porque no se va a realizar una actividad un día específico, este tendrá que incorporarse a realizar trabajos de limpieza y soporte en la segunda zaranda, siempre con la autorización del supervisor a cargo del área.

4.5. Manejo de materiales

El manejo de materiales abarca una planeación de los requerimientos de materiales con base en un análisis de consumo para la producción de siembras de huevecillo, dependiendo de la demanda solicitada, tiempos de entrega de materiales por parte de los proveedores, el desperdicio en la producción, la capacidad de almacenaje, cambios en el inventario, políticas internas de la empresa, entre otros.

4.5.1. Materia prima

Contar con la materia prima adecuada es un elemento clave en la gestión de las organizaciones. la administración debe tomar en cuenta un punto óptimo de dicha materia prima, lo cual no significa que se deba aumentar la calidad o la cantidad de materia prima en exceso, ya que esto representaría un costo elevado de oportunidad. Asimismo, se debe tomar en cuenta que la materia prima sea adecuada para la manipulación del personal dentro de las

instalaciones y brindar dependiendo sea el caso, equipo de seguridad adecuado.

La materia prima utilizada dentro de la empresa es la expuesta en el capítulo 2.1.1, y se emplea para la realización de la dieta, que es el suministro de alimento que se proporciona a las larvas. El buen manejo de esta materia prima es importante para la empresa, ya que en ocasiones se hace un mal uso de este ocasionando desperdicios que se pueden controlar, uno de estos es la utilización del olote de maíz como medio de mezcla cuando la dieta al momento de separarse se encuentra con demasiada humedad.

Esta es una solución empleada la cual da resultados positivos, ya que permite un proceso de separado en un menor tiempo, lo que se recomienda en estos casos es utilizar la menor cantidad de olote de maíz, ya que el utilizado se desperdicia por completo, asimismo utilizar mascarillas de protección respiratoria ya que el olote de maíz es un material muy fino que afectaría la salud del personal operativo dentro del área.

Para el manejo de materia prima la empresa utiliza un inventario PEPS (primero en entrar primero en salir), ya que la materia prima es perecedera, por lo que se utiliza lo que se tiene disponible en la bodega de suministros y en dado caso llegue un nuevo lote de materia prima, este no se utilizará hasta que no quede nada del anterior lote.

4.5.2. Producto terminado

La empresa tiene que cumplir con órdenes semanales de producto terminado, el cual es pupa macho pintado e irradiado, para dicha orden, tienen

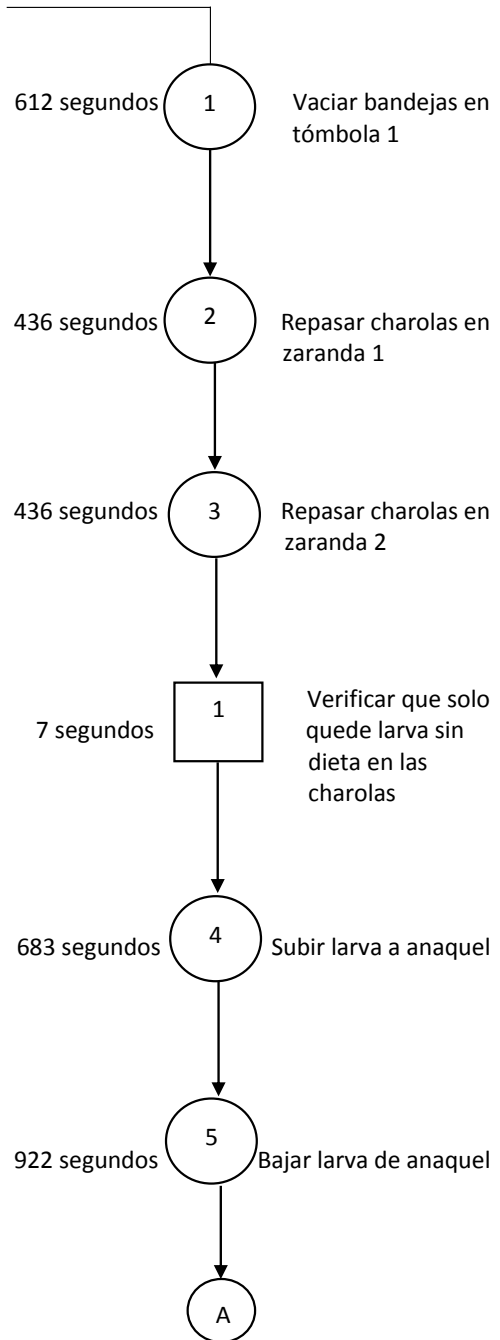
que enviarse cincuenta y seis millones de pupa en buen estado y a tiempo, ya que estas se mandan por vía aérea hasta México y los Estados Unidos.

4.6. Nuevo proceso a implementar

A continuación, se describe el proceso de la implementación del nuevo procedimiento de sustracción de dieta por medio del sistema de tornillos sin fin, dada la naturaleza del proceso productivo que se lleva a cabo en la planta industrial, de esta forma lograr los beneficios esperados.

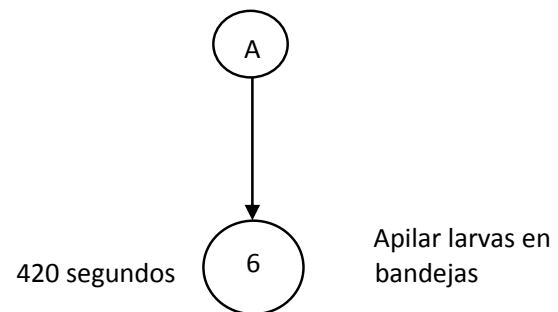
Figura 18. Diagrama de operaciones propuesto

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 1/2
Área: Separado Larval	Fecha: 10/01/19
Realizado por: Marvin Teni	Método: Propuesto
Producto: Bandejas y anaqueles	



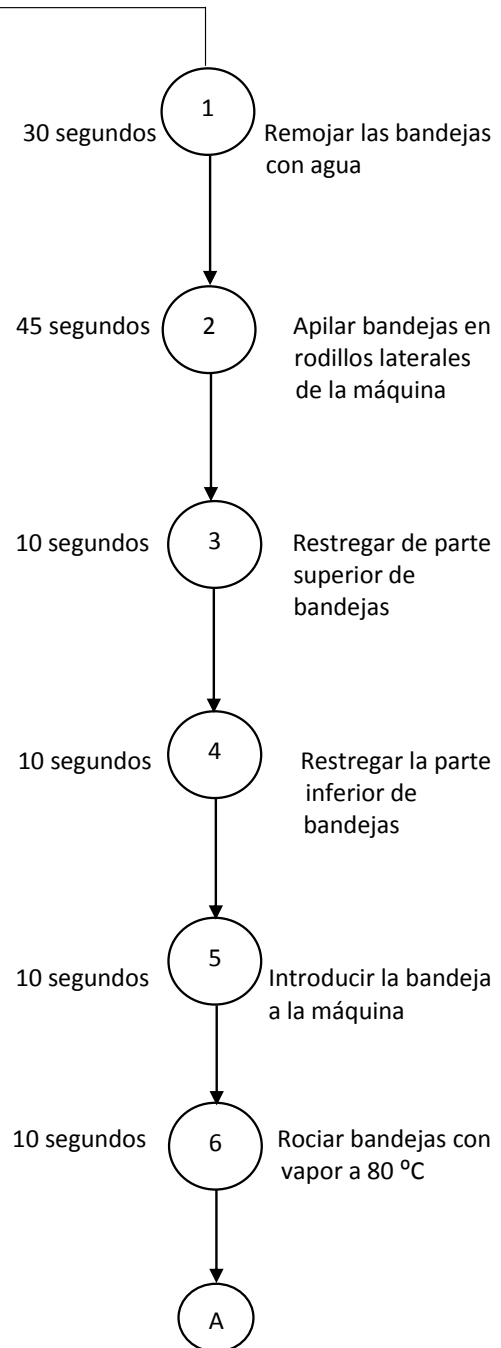
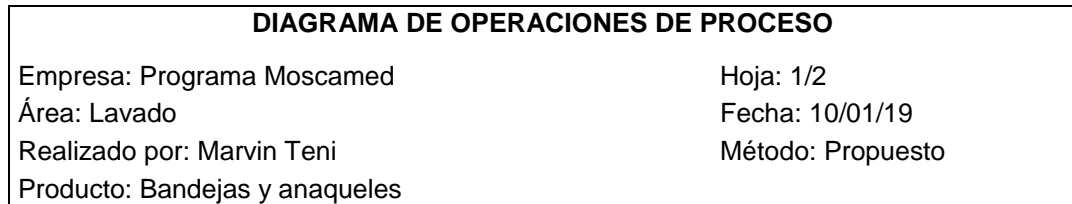
Continuación de la figura 18.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 2/2
Área: Separado Larval	Fecha: 10/01/19
Realizado por: Marvin Teni	Método: Propuesto
Producto: Bandejas y anaqueles	



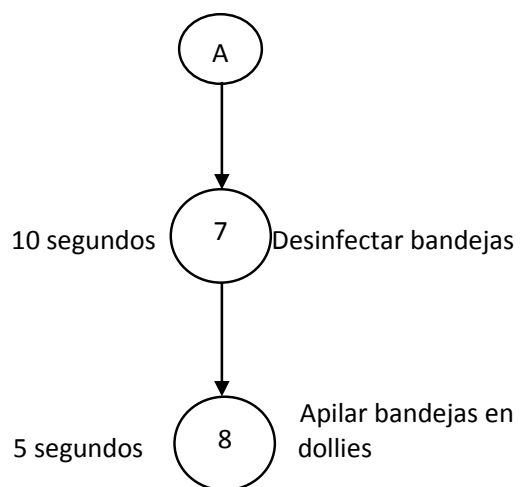
CUADRO RESUMEN			
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo(segundos)
○	Operation	6	3 639
□	Inspection	1	5
Total			3 644

Continuación de la figura 18.



Continuación de la figura 18.

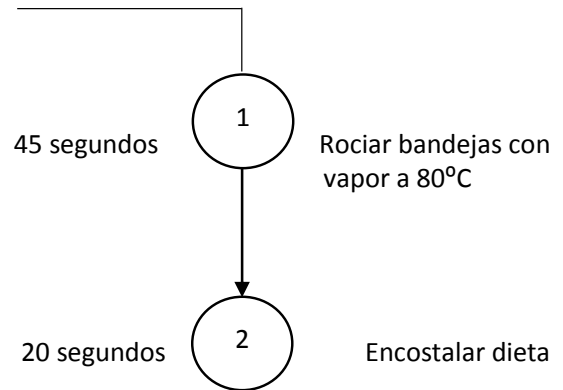
DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 2/2
Área: Lavado	Fecha: 10/01/19
Realizado por: Marvin Teni	Método: Propuesto
Producto: Bandejas y anaqueles	



CUADRO RESUMEN			
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo(segundos)
○	Operación	8	130
□	Inspección	0	0
Total			130

Continuación de la figura 18.

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 1/1
Área: Extrusado	Fecha: 10/01/19
Realizado por: Marvin Teni	Método: Propuesto
Producto: Bandejas y anaqueles	

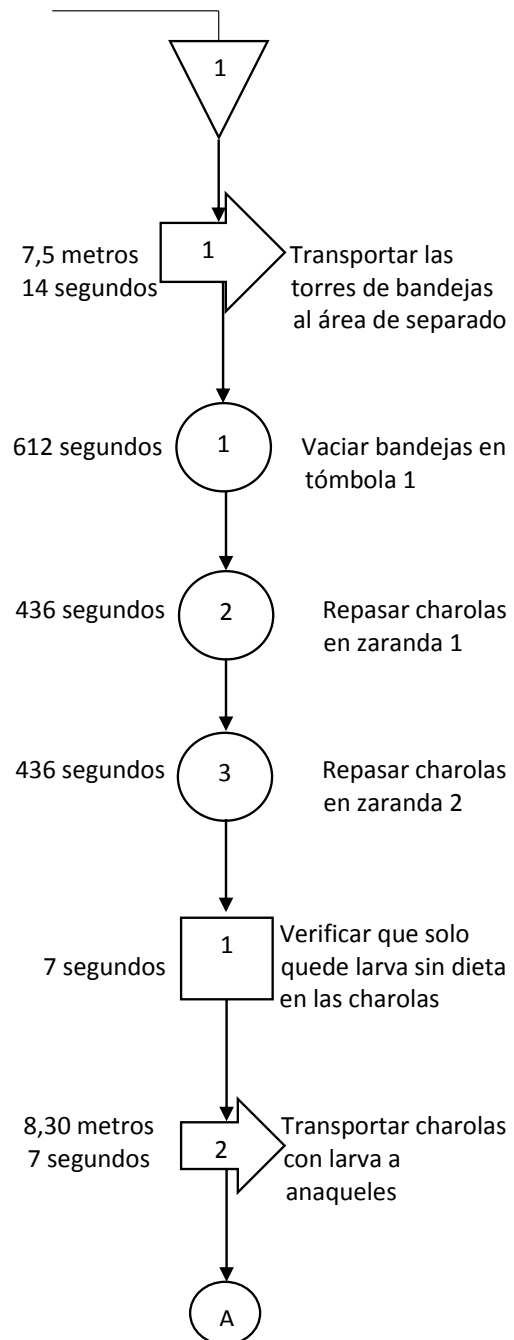


CUADRO RESUMEN			
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo(segundos)
○	Operación	2	65
□	Inspección	0	0
Total			65

Fuente: elaboración propia.

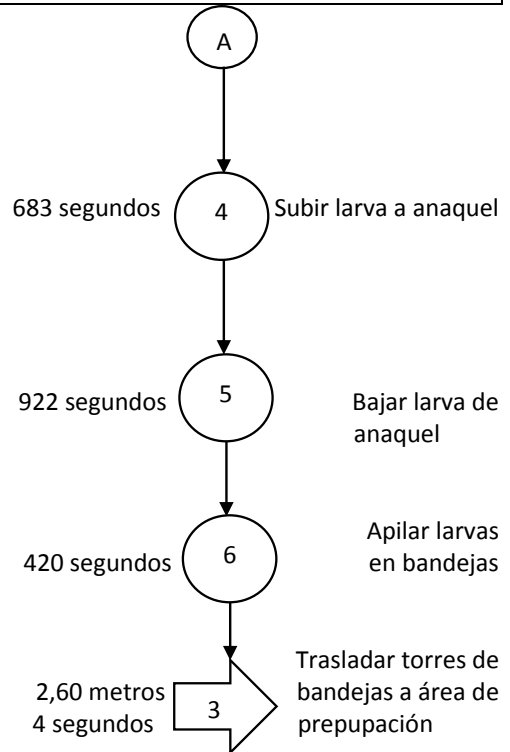
Figura 19. Diagrama de flujo

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 1/2
Área: Separado Larval	Fecha: 10/01/19
Realizado por: Marvin Teni	Método: Propuesto
Producto: Bandejas y anaqueles	



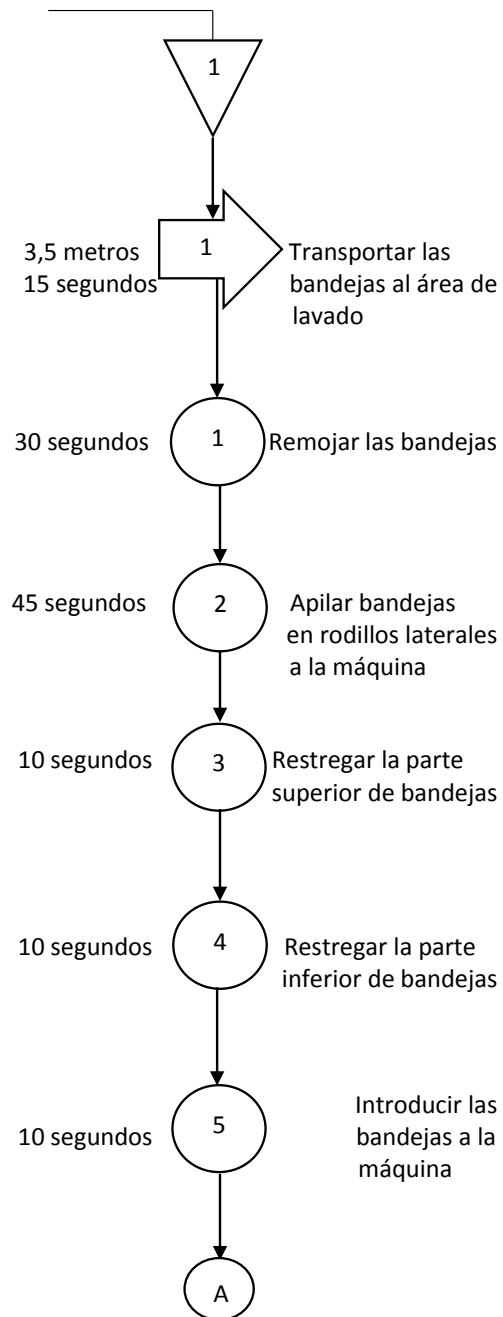
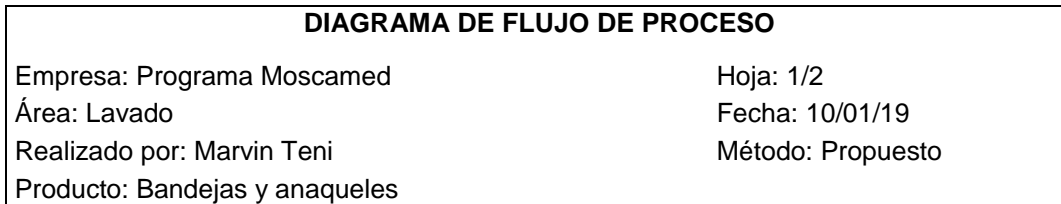
Continuación de la figura 19.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 2/2
Área: Separado Larval	Fecha: 10/01/19
Realizado por: Marvin Teni	Método: Propuesto
Producto: Bandejas y anaqueles	



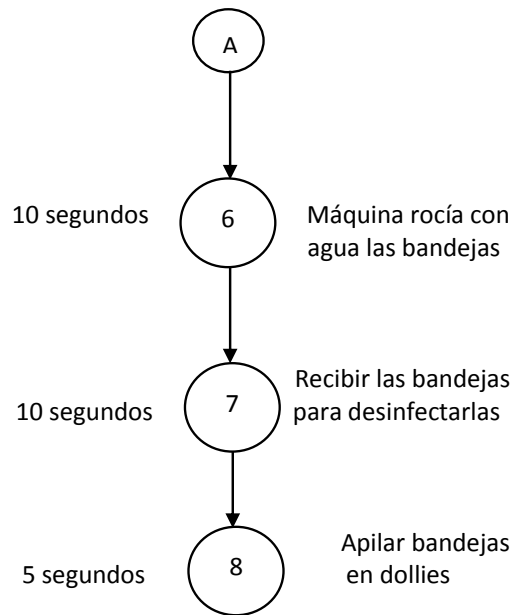
SUMMARY				
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (segundos)	Distancia (metros)
○	Operation	6	3 639	0
□	Inspection	1	5	0
➔	Transport	3	55	18,4
⏸	Delay	0	0	0
▽	Storage	1	0	0
Total			3 699	18,4

Continuación de la figura 19.



Continuación de la figura 19.

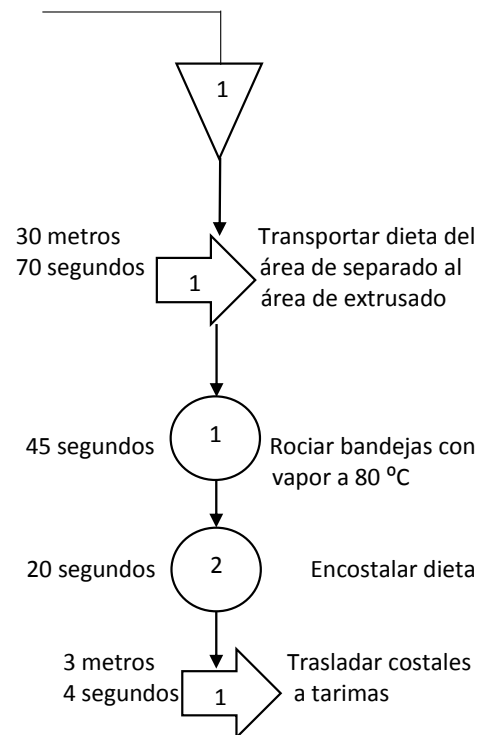
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 2/2
Área: Lavado	Fecha: 10/01/19
Realizado por: Marvin Teni	Método: Propuesto
Producto: Bandejas y anaqueles	



CUADRO RESUMEN				
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (segundos)	Distancia (metros)
○	Operación	8	130	0
□	Inspección	0	0	0
➔	Transporte	1	15	3,5
D	Demora	0	0	0
▽	Almacenamiento	1	0	0
Total			145	3,5

Continuación de la figura 19.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	
Empresa: Programa Moscamed	Hoja: 1/1
Área: Extrusado	Fecha: 10/01/19
Realizado por: Marvin Teni	Método: Propuesto
Producto: Bandejas y anaqueles	



CUADRO RESUMEN				
Símbolo	Descripción	Cantidad	Tiempo (segundos)	Distancia (metros)
○	Operación	2	65	0
□	Inspección	0	0	0
➡	Transporte	2	74	33
⌒	Demora	0	0	0
▽	Almacenamiento	1	0	0
Total			139	33

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Diagrama de recorrido

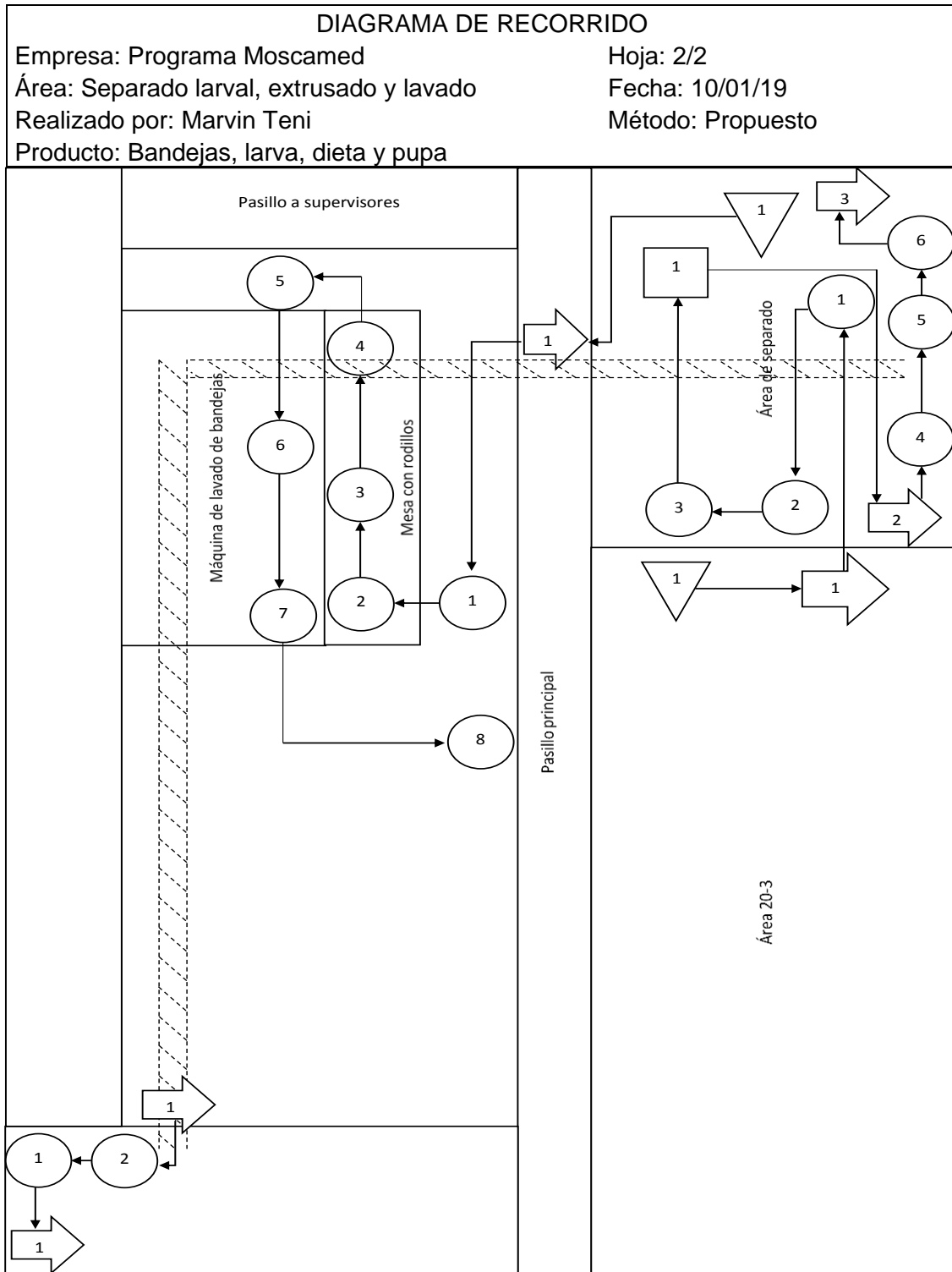
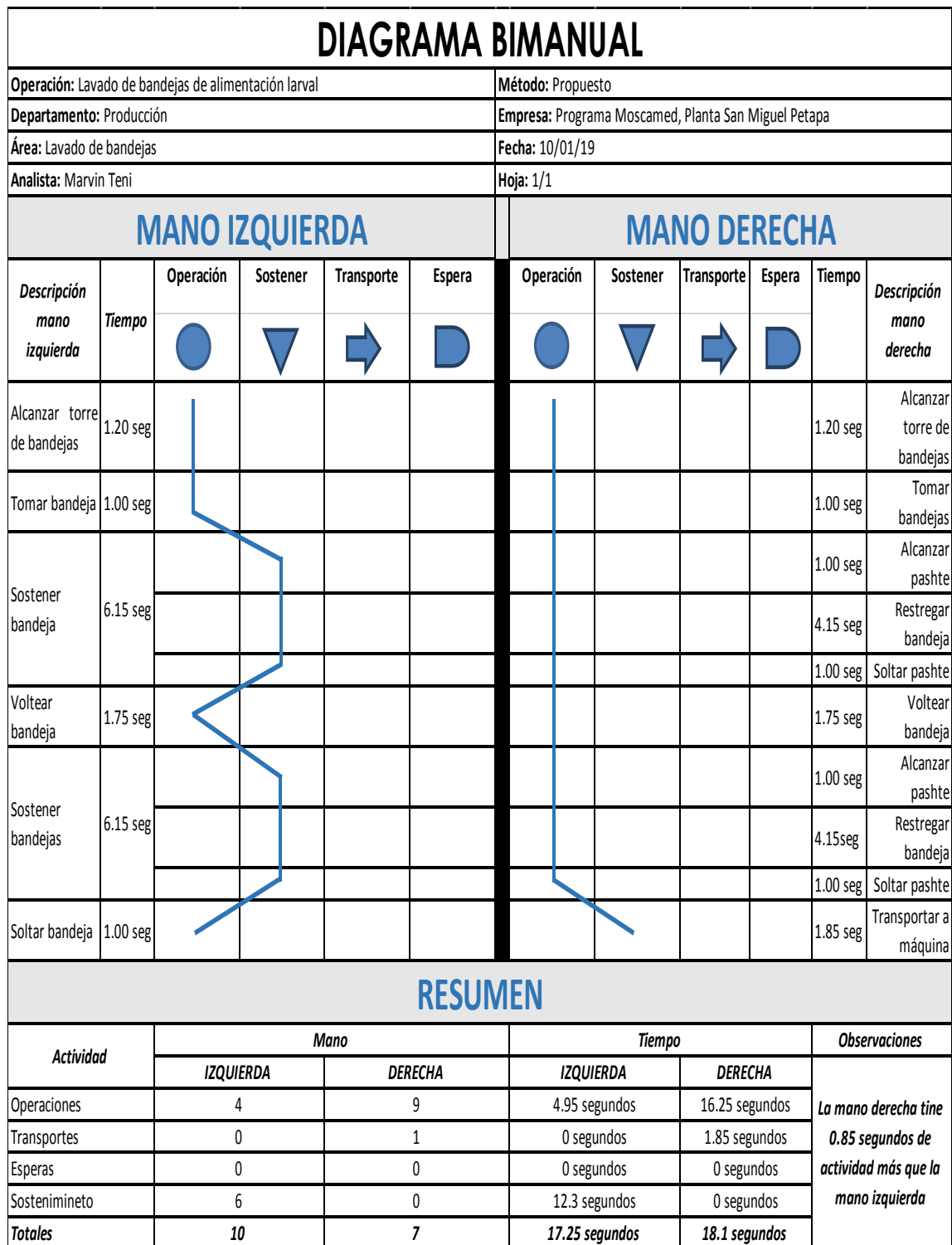


Figura 21. Diagrama bimanual



Fuente: elaboración propia.

4.6.1. Análisis de la operación

Al implementar el sistema de tornillos sin fin para la extracción de la dieta inservible dentro del área de separado larval, se obtiene reducción en cuanto a las operaciones efectuadas por el personal operativo, ya que el material al caer de las máquinas automáticamente se traslada del área de separado larval a la parte de afuera del área de extrusado. El sistema actual de elevar un carretón con dieta, el cual, a la vez proporcionaba un riesgo para el personal operativo, por el hecho de que este mismo puede desplomarse y causarle un daño físico, queda fuera de funcionamiento por la implementación del sistema de tornillos sin fin.

También la implementación de una fosa que conserve dieta y diversos materiales que se desee extrusar, es una medida de prevención en dado caso la caldera que proporciona vapor a ochenta grados Centígrados tenga algún desperfecto mecánico y no pueda suministrar dicho vapor, esta se utilizará como medio de almacenamiento hasta que la caldera se encuentre en perfectas condiciones.

El área de separado larval, el cual proporciona las bandejas de alimentación larval al área de lavado y también dieta al área de extrusado, realiza sus procesos de una manera más ordenada con ayuda del programa de actividades diarias, asimismo, la implementación de una segunda zaranda para el separado larval ayuda a la actividad continua y reduce los tiempos muertos y tiempo de ocio dentro del área. Al igual que la colocación de mangas en las caídas de las dos zarandas, esto permite que las larvas desciendan directamente a las cubetas, sin que esta se desplome al piso haciendo que el operario pierda tiempo levantándolas e introduciéndolas a las cubetas.

En cuanto al área de lavado de bandejas de alimentación larval, a nivel operacional no produjo cambio alguno, ya que el sistema de tornillos sin fin afecta solamente al área de separado larval y extrusado, pero provocó que el área de extrusado, el cual se encontraba en el mismo cuarto que el de lavado, a un costado de este, se reubicara en las afueras de la planta, proporcionando una ganancia de espacio para el área de lavado significativa, en la cual se podrán lavar los anaqueles y alguna otra herramienta sin causar inconvenientes, como también la colocación de las torres de bandejas ya limpias a esperas de que estas se sequen por completo.

4.6.2. Condiciones de trabajo

Se pretende que las condiciones de trabajo sean las mejores posibles para que el personal operativo pueda desenvolverse de una manera correcta y sin inconveniente alguno, por lo cual dentro del área de separado larval se debe tener una temperatura de veinte grados Celsius, mientras que en el área de lavado de bandejas de alimentación larval, no se tiene una temperatura ideal, ya que al estar funcionamiento la máquina de lavado de bandejas, esta arroja vapor a ochenta grados Celsius lo cual hace que la temperatura suba, pero se cuenta con un extractor el cual ayuda a sustraer dicho vapor para que la temperatura pueda descender.

En cuanto al tema de salud y seguridad ocupacional, para el personal operativo, se proporcionaron orejeras para el área de separado larval, ya que el ruido ocasionado dentro del área llega a sobrepasar los ochenta decibeles. También se le proporciono al personal guantes de trabajo de nylon con recubrimiento de poliuretano y lentes de seguridad para la protección de los ojos, haciendo que las condiciones de trabajo sean más adecuadas para los

operarios. El área de lavado de bandejas de alimentación larval y extrusado cuentan con equipo de protección personal necesario para realizar sus labores.

4.6.3. Costo

Los costos para la implementación de la mejora en cuanto al sistema de tornillos sin fin propuesto se describen a continuación:

Tabla XII. **Costos de la implementación**

Descripción	Cantidad
Tornillo sin fin y motor de separado a lavado	Q 32 000,00
Tornillo sin fin y motor de lavado a extrusado	Q 32 000,00
Bomba extractora de solidos	Q 2 880,00
Zanja para tornillo de separado a lavado	Q 2 574,79
Zanja para tornillo de lavado a extrusado	Q 4 250,90
Fosa	Q 9 058,03
Tubería para bomba extractora de solidos	Q 1 285,19
Piso retráctil	Q 3 280,00
Total	Q 87 328,91

Fuente: elaboración propia.

4.7. Determinación de tiempos estándar de las actividades

Para cumplir con las actividades diarias dentro de la organización se necesita establecer ritmos de trabajo dependiendo principalmente de los operarios y el sistema de producción, para ello se utilizó el estudio de tiempos para las diferentes áreas y actividades de la empresa.

4.7.1. Toma de tiempos nuevos

Debido a que los procesos se realizan en intervalos largos de tiempo, se optó a realizar el estudio de tiempos mediante el método continuo. Tomando el tiempo para una torre de bandejas (la cual contiene 22 bandejas), dividido la cantidad de unidades cronometradas, esto para tener el tiempo por unidad en cada operación. Los tiempos cronometrados promedio se presentan en la tabla XIII.

Tabla XIII. **Tiempo cronometrado por torre de bandejas, área de separado larval**

No. de operación	Descripción	Tiempo por torre de bandejas(minutos)
1	Vaciado de bandejas en tómbola 1	10,0
2	Repaso de charolas en zaranda 1	7,26
3	Repaso de charolas en zaranda 2	7,39
4	Subido de larva en anaquel	11,3
5	Bajado de larva en anaquel	14,9
6	Apilar larva en bandejas	7,12
7	Encostalar dieta	0,33
	Tiempo total	58,47

Fuente: elaboración propia.

Para el área de lavado de bandejas de alimentación larval, se procedió a la toma de tiempos cronometrados de las diferentes actividades dentro del área, utilizando también por torre 22 bandejas, realizando el estudio de estudio de tiempos por medio del método continuo y realizando un promedio de los tiempos cronometrados, los cuales se muestran en la tabla XIV.

Tabla XIV. **Tiempo cronometrado por torre de bandejas, área de lavado de bandejas**

No. de operación	Descripción	Tiempo por torre de bandejas(minutos)
1	Remojar las bandejas con agua	0,17
2	Apilar bandejas en rodillos laterales	0,60
3	Restregar la parte superior de las bandejas	3,26
4	Restregar la parte inferior de las bandejas	3,67
5	Introducir las bandejas a la máquina	11,0
6	Desinfectar bandejas	3,10
7	Apilar bandejas en dollies	1,83
	Tiempo total	23,6

Fuente: elaboración propia.

4.7.2. Determinación de tiempos normales

Este es el tiempo el cual requiere un operario normal para la realización de la operación, este se determina mediante la ecuación 2.

Ecuación 2. Tiempo normal

$$T_n = T_c \frac{C_{op}}{100}$$

Donde:

T_n = tiempo normal

T_c = tiempo cronometrado

C_{op} = calificación del operario

En las tablas XIII y XIV se muestra la columna de tiempos cronometrados y la calificación para cada operario según su desempeño al realizar la operación, está dentro de un rango de 0 a 100, para especificar el tiempo

normal de cada operación, tanto para el área de separado larval como el área de lavado de bandejas.

Tabla XV. **Tiempo normal por torre de bandejas, área de separado larval**

No. de operación	Descripción	Tiempo por torre de bandejas(minutos)	Calificación	Tiempo Normal(minutos)
1	Vaciado de bandejas en tómbola 1	10,00	95	9,50
2	Repaso de charolas en zaranda 1	7,26	95	6,90
3	Repaso de charolas en zaranda 2	7,39	90	6,65
4	Subido de larva en anaquel	11,38	100	11,38
5	Bajado de larva en anaquel	14,96	95	14,21
6	Apilar larva en bandejas	7,12	95	6,76
7	Encostalar dieta	0,33	95	0,32
	Tiempo total	58,47		55,74

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Tiempo normal por torre de bandejas, área de lavado de bandejas**

Núm. de operación	Descripción	Tiempo por torre de bandejas(minutos)	Calificación	Tiempo Normal(minutos)
1	Remojar las bandejas con agua	0,17	95	0,16
2	apilar bandejas en rodillos laterales	0,60	95	0,57
3	Restregar la parte superior de las bandejas	3,26	90	2,93
4	Restregar la parte inferior de las bandejas	3,67	100	3,67
5	Introducir las bandejas a la máquina	11,0	95	10,45
6	Desinfectar bandejas	3,10	95	2,95
7	Apilar bandejas en dollies	1,83	95	1,73
	Tiempo total	23,63		22,46

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que el tiempo normal es menos al tiempo cronometrado, esto se debe a que los operarios que se observaron tienen una calificación de desempeño baja, por lo cual la operación se puede realizar en un menor tiempo.

4.7.3. Determinación de tiempo estándar

Para calcular el tiempo estándar se necesita de todo el tiempo que se concede al operario por cualquier motivo que este se distraiga de su trabajo y

cause una interrupción. A continuación, se enlista las tolerancias y su respectivo porcentaje:

Tabla XVII. **Concesiones o tolerancias a los operarios, área de separado larval**

Tolerancia	%
Necesidades personales	5
Fatiga	4
Mala posición de trabajo	7
Uso de fuerza	3
Ruido excesivo	5
Total	24

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Concesiones o tolerancias a los operarios, área de lavado de bandejas**

Tolerancia	%
Necesidades personales	5
Fatiga	4
Mala posición de trabajo	2
Ruido	2
Total	13

Fuente: elaboración propia.

Al obtener el número total de concesiones para un operario calificado y capacitado trabajando a un paso normal en la realización de las operaciones, se calcula el tiempo estándar como lo indica la ecuación 3.

Ecuación 3. Tiempo estándar

$$Te = Tn(1 + \% \text{ concesiones})$$

Donde:

T_e = tiempo estándar

T_n = tiempo normal

% *concesiones* = suma total de concesiones

En las tablas XVII y XVIII describe el tiempo estándar para cada una de las operaciones tomando como base el tiempo normal y un porcentaje total de tolerancia de 24 % y 13 % de las áreas de separado larval y lavado de bandejas respectivamente, según lo obtenido en las tablas XV y XVI.

Tabla XIX. **Concesiones o tolerancias a los operarios, área de separado larval**

Núm. de operación	Descripción	Tiempo Normal (minutos)	Tiempo Estándar (minutos)
1	Vaciado de bandejas en tómbola 1	9,50	10,74
2	Repaso de charolas en zaranda 1	6,90	7,80
3	Repaso de charolas en zaranda 2	6,66	7,52
4	Subido de larva en anaquel	11,38	12,86
5	Bajado de larva en anaquel	14,21	16,06
6	Apilar larva en bandejas	6,77	7,65
7	Encostalar dieta	0,32	0,36
	Tiempo total	55,75	62,99

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Concesiones o tolerancias a los operarios, área de lavado de bandejas**

Núm. de operación	Descripción	Tiempo Normal (minutos)	Tiempo Estándar (minutos)
1	Remojar las bandejas con agua	0,16	0,18
2	apilar bandejas en rodillos laterales	0,57	0,64
3	Restregar la parte superior de las bandejas	2,93	3,31
4	Restregar la parte inferior de las bandejas	3,67	4,15
5	Introducir las bandejas a la máquina	10,45	11,81
6	Desinfectar bandejas	2,95	3,33
7	Apilar bandejas en dollies	1,73	1,96
	Tiempo total	22,46	25,39

Fuente: elaboración propia.

4.8. Análisis de los efectos del tiempo estándar

Se evaluará la eficiencia y el tiempo de ocio, esto, realizando un análisis, con ayuda de los tiempos estándar anteriormente calculados, tanto para el área de lavado de bandejas de alimentación larval, el área de separado larval como del área de extrusado.

4.8.1. Determinación de la eficiencia de las actividades

Se tiene contemplado, para las labores diarias, dentro de las diferentes áreas y para una producción normal, trabajarla a una eficiencia estimada que depende del tiempo estándar total, como también de la cantidad de operadores. En la ecuación 3 se detalla el cálculo para encontrar estas eficiencias.

Ecuación 1. Eficiencia

$$E = \frac{Te}{Ta * NO} * 100 \%$$

Donde:

E = eficiencia

Te = tiempo estándar

Ta = tiempo asignado

NO = número de operarios

Con ayuda de la ecuación 1 se obtuvo la eficiencia para el área de separado larval y el área de lavado de bandejas de alimentación larval, las cuales se describen a continuación:

- Área de lavado de bandejas:

$$E = \frac{25,39 \text{ minutos}}{12,01 \text{ minutos/operario} * 3 \text{ operarios}} * 100 \%$$

$$E = 70,46 \%$$

- Área de separado larval:

$$E = \frac{62,99 \text{ minutos}}{22,81 \text{ minutos/operario} * 7 \text{ operarios}} * 100 \%$$

$$E = 39,45 \%$$

Dentro del área de lavado de bandejas de alimentación larval se trabaja a una eficiencia de 70,46 %, esto se debe al tiempo de espera que tiene tanto a que las torres lleguen al área como el tiempo de entrada y salida dentro de la máquina de las bandejas el cual debe esperar el operario para desinfectarlas.

Por otro lado, en el área de separado larval se tiene una eficiencia de 39,45 %, este porcentaje tan bajo se debe a dos factores importantes, el mal manejo de la maquinaria y las herramientas por parte del personal operativo y el material no viene en las condiciones deseadas para ser separado, ya que este viene muchas veces húmedo, esto ocasiona que las mayas se tapen y genera que la larva no salga limpia del todo, obligando a un segundo repaso posteriormente de seguir con dieta se separa manualmente por medio de un harnero.

4.8.2. Medición del tiempo de ocio

El tiempo de ocio es uno de los factores más importante dentro de las áreas de separado larval y lavado de bandejas, ya que es el tiempo en el cual el operario no tiene actividades por realizar por distintas razones. Dentro del área de lavado el tiempo de ocio no ocurre con frecuencia, este sólo sucede cuando las torres de bandeja no llegan con rapidez al área, y el tiempo es variable, no es un dato que sea constante, en ocasiones son segundos y otras veces pueden llegar a ser varios minutos.

Para el área de separado larval, el tiempo de ocio ocurre de manera más frecuente y este es muy constante, estos tiempos se pueden visualizar en la tabla XXI:

Tabla XXI. **Tiempos de ocio, área de separado larval**

Actividad	Tiempo(minutos)
Tiempo de espera para terminar la siembra separada y empezar una nueva siembra	4,58
Tiempo de espera para que baje las larvas en los anaqueles	10,45
Paro de máquina para limpieza por tapado de las mayas con dieta	3,67
Tiempo de espera para extraer carretón con dieta	0,18
Total	18,88

Fuente: elaboración propia.

El área de extrusado tiene tiempos de ocio muy largos, ya que se tiene que esperar hasta el momento que los carretones estén completamente llenos de dieta para trasladarlos al área de extrusado, si no hay carretones, no hay actividad para los operarios del área, en estos casos, el personal debe apoyar en el área de separado larval mientras los carretones se llenan por completo.

4.9. Operaciones de nuevo proceso

Para tener logar el éxito en cuanto a la estandarización y mejora continua de los diferentes procesos de separado larval, lavado de bandejas y extrusado, se debe de llevar un control detallado de cada operación por el impacto de la actividad diaria dentro de la empresa.

4.9.1. Eficiencia teórica

Dentro de la planta se tiene previsto una producción de manera semanal, la cual es de 80 millones de pupas, para esto se necesita verificar la eficiencia

teórica de la gestión de producción basada en el cumplimiento de resultados. Este cálculo se realizará por medio de la ecuación 4.

Ecuación 4. Eficiencia teórica

$$Et = \frac{RA}{RP} * 100 \%$$

Donde:

Et = eficiencia teórica

RA = resultados alcanzados

RP = resultados previstos

Utilizando datos históricos de la empresa respecto del 2 018, dichos datos de 48 semanas laboradas en relación a los resultados alcanzados, efectuando un estimado de los datos previstos para las mismas semanas y realizando un promedio de las 48 semanas se obtuvo los resultados alcanzados y los resultados previstos. Con ayuda de la ecuación 4 se obtuvo la eficiencia para la producción de pupa semanal, la cual se describe a continuación:

$$Et = \frac{105,80}{110,99} * 100 \%$$

$$Et = 95,32 \%$$

La producción de pupas trabajará al 95,32 % de eficiencia en las condiciones que se proponen.

4.9.2. Producción teórica

Para el cálculo de la producción teórica de pupa, se necesitan producir 80 millones de pupa a la semana, un litro contiene 25 mil pupas, dividiendo

estos se obtiene 3 200 litros de pupa necesarios para la producción semanal, la recuperación por bandeja es de 0,800 por litro, al dividirlo con los litros de pupa necesario, se logra obtener el número de bandejas necesarias, las cuales son 4 000 bandejas. Ahora bien, una mezclada tiene 384 bandejas y son necesarias 10,42 mezcladas semanales para cumplir con la producción, por lo tanto, al realizar el producto se obtiene aproximadamente 4 000 bandejas necesarias para la producción semanal.

La empresa aparte de la producción solicitada, maneja colonias dentro de la planta, por lo cual se tiene que incrementar la producción en un 15 %, obteniendo como resultado aproximado un total de 12 mezcladas semanales, esto con el objetivo de tener inventario disponible y poder manejar la colonia sin problema alguno.

4.9.3. Productividad teórica

La productividad se puede calcular mediante la relación de la producción teórica respecto del tiempo disponible y el número de operadores necesarios en la línea de producción. Esto se puede observar en la siguiente ecuación:

Ecuación 5. Productividad teórica

$$Pt = \frac{Pt}{Td * NOr}$$

Donde:

Pt = producción teórica

Td = tiempo disponible

NOr = número de operarios reales

Con ayuda de la ecuación 5, se puede obtener la productividad teórica semanal, la cual se describe a continuación:

$$Pt = \frac{80\,000\,000 \text{ unidades}}{2\,400 \text{ minutos} * 61 \text{ operarios}}$$

$$Pt = 546,45 \text{ unidades/minutos} - \text{operarios}$$

Por lo tanto, en la producción semanal de 80 millones de pupas tenemos una productividad de 546,45 unidades/ minutos – operario, esto indica que, si se realizará individualmente el proceso, cada operario produciría 547 unidades por minuto.

4.9.4. Estadísticas complementarias

- Cálculo de tiempo muerto

El tiempo muerto es en el cual una máquina no está realizando trabajo útil durante un periodo de tiempo, hasta el momento que esta empieza a trabajar de nuevo, este tiempo muerto supone un coste y una ineficiencia del proceso productivo. En la tabla XX se describe los tiempos muertos de las tres máquinas del área de separado larval y se calcula el tiempo total, esto para una torre de bandejas.

Tabla XXII. **Tiempo muerto, área de separado larval**

Descripción	Tiempo (minutos)
Tiempo de espera de zaranda 1 para comienzo de separado	1,17
Tiempo de espera de zaranda 2 para comienzo de repaso	6,68
Tiempo de espera de tómbola para ser limpiada e iniciar nueva siembra	5,60
Total	13,45

Fuente: elaboración propia.

El tiempo muerto total de las tres máquinas del área de separado larval es de 13,45 minutos en promedio por una torre de bandejas aproximadamente, lo cual genera retardos en las actividades diarias dentro del área.

5. SEGUIMIENTO O MEJORA

5.1. Resultados obtenidos

La implementación de los nuevos procesos en el área de separado larval, lavado de bandejas de alimentación larval y extrusado, ocasionó cambios significativos dentro de la planta, los cuales tuvieron un impacto inmediato brindando una mejor organización y manejo de materiales, equipo y materia prima. Los resultados que se obtuvieron pueden ser medibles, entregando resultados de manera cuantitativa para su posterior evaluación los cuales fueron interpretados y a su vez aplicados para mejora continua.

5.1.1. Interpretación

Los datos obtenidos a través de los diagramas de operaciones de flujo propuestos como también de los efectos de los tiempos estándar de las diferentes áreas y operaciones, se observó que en el área de extrusado, los tiempos del mismo y las operaciones que realizará el personal serán menores, ya que el tornillo sin fin implementado automatizará el proceso y limitará la intervención humana agilizando el proceso.

Asimismo, la aplicación de una programación de actividades a realizar de manera diaria para el personal operativo de las áreas de extrusado y separado larval, permitió una mejor organización al momento de realizar los procesos y reduciendo los tiempos de ejecución.

5.1.2. Aplicación técnica

El análisis de los tiempos estándar en las actividades de separado larval, lavado de bandejas de alimentación larval y extrusado, brindarán datos para implementar un programa de mejora continua para optimizar los procesos, enfocado a hacer un uso más eficiente de los recursos de los cuales se disponen, por tal motivo se sugiere que la organización establezca un programa de mejora continua con la finalidad de reducir el desperdicio y elevar los niveles de calidad de la empresa.

5.2. Aspectos administrativos y de organización

Para implementar un programa de mejora continua, este debe iniciar con el deseo del área de administración, ya que ellos deben definir las diferentes políticas que seguirá la empresa y velar por su implementación y verificación. Parte de esto es que la gerencia esté involucrada directa e indirectamente en el proceso de implementación, con esto lograr que se tenga el compromiso de dar seguimiento a los parámetros que se proponen e involucrar tanto a los supervisores, encargados del área como al personal operativo, inculcando la cultura organizacional y llevando un registro verídico para identificar las posibles debilidades y buscar soluciones a las mismas.

5.3. Ventajas y beneficios

Realizar el sistema de tornillos sin fin como un medio para transportar la dieta y material biológico que ya no es necesario para la empresa, desde el área de separado larval hasta el área de extrusado, brindará al personal operativo una mayor facilidad a la hora de la realización de este proceso, ya

que este será más automatizado, lo que significa que la intervención del ser humano durante el proceso será mínima.

Además, de la creación de una programación diario de actividades para el personal del área de separado larval y extrusado, esto permite que los operarios tengan un tiempo prudente en la realización de ciertas actividades que requieren de un esfuerzo físico desgastante y posteriormente el personal tenga una rotación de actividades, con el objetivo de dinamizar la fuerza laboral y productiva de la empresa y evitar la fatiga el cual es uno de los problemas más recurrentes hoy en día.

5.3.1. Reducción de paros

Uno de los objetivos primordiales es la reducción de paros dentro de las diferentes áreas implicadas en la implementación por parte del personal operativo, por tal motivo, se estandarizaron las actividades dentro del área de separado larval y extrusado, para que los operarios se concentren solo en las actividades diarias que a ellos les corresponda, sin intervenir en las actividades de los demás, esto redujo los tiempos de ejecución y también hizo que el proceso fuera más limpio y ordenado.

5.3.2. Reducción de tiempos muertos

Con la implementación y estandarización de los puestos de trabajo, dentro del área de separado larval, respecto a las tres máquinas de separado, se logró un aumento en la eficiencia y eficacia dentro de los tiempos de ejecución, ya que los tiempos muertos de la maquinaria se redujeron de manera significativa, haciendo que el proceso utilice las máquinas de manera continua y con pocos tiempos muertos, pero estos aún existen dentro de la actividad diaria,

por lo que se recomienda establecer un programa de mejora continua con la finalidad de reducir al máximo los tiempos muertos dentro del área.

Respecto al sistema de tornillo sin fin, esto hace que el sistema funcione durante todo el día, lo que significa que va a estar transportando el material no necesario de manera constante al área de extrusado, por consiguiente, las actividades dentro del área serán de igual manera, constantes, lo cual redujo los tiempos muertos existentes dentro del proceso.

5.4. Acciones correctivas

Al momento de aplicar y evaluar el nuevo sistema a implementar, existirán algunas acciones correctivas que se deberán tomar en cuenta para seguir con la mejora continua, es decir, ir cambiando constantemente para mejorar la calidad de los procesos que conforman el mismo.

5.4.1. Mejora de los parámetros de calidad

Para el mejoramiento de los parámetros de la calidad se recomienda la metodología 5'S, la cual es una práctica de la calidad ideada en Japón respecto al mantenimiento integral de las empresas, esta no va sólo dirigida a la maquinaria, infraestructura y equipo, sino también al mantenimiento del entorno de trabajo por parte de todas las personas involucradas dentro de la organización. Se le conoce como 5'S debido a la primera letra del nombre que en japonés se le distingue a cada una de sus etapas.

- Seiri = clasificación u organización
- Seiton= orden
- Seiso = limpieza

- Seiketsu = estandarización
- Shitsuke = disciplina

Los principales beneficios de la implementación de esta metodología son:

- Reducción de efectos en la cadena de producción
- Identificación de las zonas improductivas y obsoletas
- Aumento de la productividad
- Ahorro de recursos
- Mejora de la seguridad laboral

Esta metodología es ideal aplicarla dentro de la empresa, no sólo en las áreas de producción dentro de la planta industrial, sino también a nivel administrativos, ya que optimiza el estado del entorno del trabajo y facilita las labores del personal.

5.4.2. Personal capacitado

Toda capacitación es de suma importancia para el personal laboral dentro de una organización, en este caso, es necesaria la capacitación del personal operativo, supervisores y personal administrativo en el manejo del sistema de tornillos sin fin a implementar, a pesar de que ya se contaba con uno a menor escala, es necesario que se capacite al personal para hacer un buen manejo del sistema, así como también que este sea eficiente y no ocurran accidentes por el mal manejo o negligencia del personal.

5.5. Auditorías

La auditoría es un sistema de inspección y control dentro de una empresa, para esto es necesario contar con información que permita conocer si el funcionamiento es efectivo, en relación a los aspectos financiero como en los operativos, así como la oportunidad de mejorar los procesos y posteriormente tomar mejores decisiones, los cuales pueden ser respecto a las existencias que tiene la organización como también de las operaciones.

5.5.1. Auditorías internas

Las auditorías internas permiten comprobar que se está llevando a cabo todas las funciones de cada uno de los departamentos de manera efectiva, analizándolas de manera objetiva y tomando medidas cuando sea preciso. Estas llevan a cabo un seguimiento actualizado de todas las gestiones, así como de un control financiero con el fin de detectar estafas, fraudes o cualquier desvío de bienes o dinero, entre otras cosas. Estas auditorías serán ejecutadas por personal interno de la empresa, con conocimiento específicos, realizados de manera objetiva, imparcial e independiente.

5.5.2. Auditorías externas

Las auditorías externas radican en que una empresa ajena realice un análisis y control de las actividades de la empresa, con el fin de exponer una opinión independiente y ecuánime sobre el sistema actual de la empresa y su posterior control interno. Por lo general, las entidades encargadas de estas auditorías son inversores, agencias gubernamentales, empresas especializadas y público en general.

El objetivo de la auditoría externa es conceder de autenticidad y razonabilidad los diferentes sistemas de información de la empresa, de esta manera, la empresa pueda tomar decisiones en relación a las declaraciones realizadas por la auditoría externa establecida.

5.6. Estadísticas

Se evaluará las diferentes áreas en busca de implementar los procesos y llevar un control riguroso de los mismos, mediante el análisis e interpretación de datos o características de un conjunto de elementos de acuerdo a los efectos de los métodos que tengan los distintos procesos, para obtener datos concretos y reales sobre cómo ha sido el desempeño de dichos factores luego de haber aplicado el sistema de tonillos sin fin, con el objetivo de observar las debilidades que aún puedan tener y continuar con la mejora continua y actualización.

5.6.1. Proceso de separado larval

Dentro de la planta industrial, el área de separado larval es área con mayores problemas, por lo cual se necesita una medición constante, el índice de eficiencia resulta de gran ayuda, ya que este índice sirve para comparar el número de horas de trabajo previstas con respecto al número de horas trabajadas para cumplir con la programación ya establecida de producción. La fórmula es la siguiente:

Ecuación 8. Índice de eficiencia

$$\text{Índice de eficiencia} = \frac{\text{Número de horas previstas}}{\text{Número de horas trabajadas}}$$

Este índice permite medir el logro en cuanto a tiempo en consecuencia a las actividades diarias, en cuanto al resultado, si este es igual o mayor a uno, esto demuestra que la programación de producción ha sido alcanzada, por el contrario, si es menor que la unidad indicada que se empleó más tiempo de lo planificado, si esto sucede, tendría que revisar las causas de la prolongación del tiempo y buscar soluciones inmediatas.

5.6.2. Proceso de lavado

Mediante la realización de un índice de productividad respecto al proceso de lavado de bandejas de alimentación larval, puede utilizarse este índice para comparar el nivel de eficiencia que se tiene respecto a este proceso, la productividad es considerada como la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados. La fórmula es la siguiente:

Ecuación 6. Índice de productividad

$$\text{Índice de productividad} = \frac{\text{Resultados obtenidos}}{\text{Recursos utilizados}}$$

El índice de productividad puede ser analizado desde el punto de vista parcial, donde es la razón entre la cantidad lavada de bandejas de alimentación larval y los insumos empleados para esta acción, como por ejemplo la mano de obra, el equipo, el tiempo, las herramientas, entre otras. La utilidad de este índice es medir el nivel de logro en la producción obtenida en relación a todos los recursos utilizados para el mismo, la organización debe de asegurar obtener valores por encima de la unidad para que el índice y procesos estén en óptimas condiciones.

5.6.3. Proceso de desinfectado

Para la evaluación estadística del proceso de desinfectado de bandejas de alimentación larval, puede utilizarse los índices de mediciones los cuales son una representación de la relación existente entre dos o más datos de la actividad, esto permite realizar comparaciones entre los recursos que se han previsto y los que realmente se van a consumir en el proceso de desinfectado, ya sea materia prima, mano de obra, tiempo y herramientas.

Este índice también permite hacer comparaciones entre las cantidades de unidades que se encuentran con defecto, entre los logros de desinfección alcanzada en relación a lo previsto.

5.6.4. Proceso de eliminación de material biológico

El proceso de extrusado deja una cantidad de desperdicio en grandes magnitudes, por lo que para la mejora continua es importante que este proceso sea medible estadísticamente, una herramienta para realizar esto es el índice de desperdicio, este ayuda a indicar la cantidad de dinero en materiales desperdiciados en relación a la producción, la finalidad es, ver cuánto dinero pierde la empresa por el desperdicio en materiales. Se desea que su resultado sea cero o un aproximado al mismo, para que esta cantidad sea insignificante. La fórmula es la siguiente:

Ecuación 7. Índice de desperdicios

$$\text{Índice de desperdicios} = \frac{\text{Valor monetario del los materiales desperdiciados}}{\text{Cantidad de piezas elaboradas}}$$

Para la eliminación o reducción de este índice, se necesita que los recursos materiales sean utilizados al máximo, realizando una planificación adecuada de los mismos y maximizando su utilización, ya que, si una empresa no maneja de una manera correcta sus desperdicios, se verá afectada y esto se reflejará en los costos de fabricación y en sus intereses económicos.

5.7. Proceso por medio de arbocel

Actualmente la dieta elaborada por la empresa se realiza utilizando como base el olote de maíz, pero este genera demasiados problemas al momento de realizar el proceso de separado larval, ya que la dieta al momento de ser separada, en ocasiones resulta no ser la adecuada para el proceso, esta se encuentra con demasiada humedad, lo que provoca que las mallas de las máquinas se obstruyan y no separe a la larva de la dieta.

Por tal motivo se realizaron pruebas utilizando 60 % de olote de maíz y 40 % de arbocel, que es un material de similares características con el olote de maíz, pero este tiene la particularidad de que su tamaño es menor al del olote, lo cual hace que el proceso de separado larval sea mucho más rápido de separar por el tamaño de la dieta. Las pruebas se realizaron mediante una torre de seis bandejas con esta nueva dieta, con el objetivo de medir la eficiencia.

Tabla XXIII. **Tiempo de separado larval mediante olote de maíz y arbocel**

Descripción	Tiempos (minutos)
Bandeja 1	3,56
Bandeja 2	5,57
Bandeja 3	4,08
Bandeja 4	7,27
Bandeja 5	7,15
Bandeja 6	6,05
Bajado de harneros	27,2
Tiempo total del separado	60,9

Fuente: elaboración propia.

Con ayuda de los tiempos de la tabla anterior y de la ecuación 3 se obtuvo la eficiencia del proceso de separado larval por medio de olote de maíz y arbocel:

$$E = \frac{62,90 \text{ minutos}}{22,81 \text{ minutos/operario} * 3 \text{ operarios}} * 100 \%$$

$$E = 91,92 \%$$

La eficiencia con la implementación del arbocel para la nueva dieta es de 91,92 % muy por encima de la eficiencia actual que es de 39,45 %, esto es debido a la consistencia del nuevo material, el cual hace que el proceso de separado sea más rápido de realizar, además de necesitar tres operarios y una máquina para la realización del mismo.

CONCLUSIONES

1. Se implementó una programación diaria de tareas para los operarios en las distintas áreas, basado en los diferentes procesos, actividades realizadas y el número de operarios disponibles semanalmente para la distribución equitativa con el objetivo de no ser interrumpidas y que el proceso pueda ser constante.
2. Luego de la realización del programa de actividades diarias, por medio de un diagnóstico se identificaron cuáles eran las debilidades y respecto a estas se realizó una distribución de las tareas elaboradas por las máquinas, logrando minimizar considerablemente los tiempos muertos hasta un 31,62 % respecto a las máquinas de separado larval y un valor de 3,14 % de la máquina de lavado de bandejas de alimentación larval.
3. Realizando un análisis respecto al área de lavado de bandejas de alimentación larval y las actividades ajenas que se realizan en el área, se identificaron las demoras las cuales provocaban retrasos al proceso. La realización de pruebas a las larvas respecto a las diferentes dietas realizadas en el área, además, del lavado de anaqueles y maquinaria son las principales causas.
4. Para prevenir futuras interrupciones y realizar de manera continua los procesos, se sustituyó una tómbola dentro del área de separado larval y se instaló una zaranda adicional, esto ya que las zarandas realizan mejor el proceso de separado, además de realizar diversos ajustes a las tres máquinas para hacerlas más ergonómicas para el personal. Asimismo,

se gestionó y se logró proporcionar equipo de protección personal básico a los operarios de las distintas áreas.

5. Se planteó la realización de un sistema de tornillos sin fin, el cual tendría un recorrido del área de separado larval hacia el área de extrusado, esto generaría una nueva reubicación respecto al proceso de extrusado la cual estaría a las afueras de la planta y automatizando el proceso de extrusado.
6. Al realizar el sistema de tornillos sin fin para transportar la dieta y material biológico del área de separado larval al área de extrusado, generaría la ampliación del área de lavado de bandejas de alimentación larval, ya que actualmente esta es compartida con el área de extrusado, este espacio adicional se podría utilizar para el lavado de anaqueles y maquinaria sin obstruir o demorar el proceso de lavado.
7. Se determinó la eficiencia del proceso de separado larval actual y por medio del método propuesto, la cual dio como resultado 29,55 % y 39,45 % respectivamente, elevando los niveles de eficiencia considerablemente, esto se debe a que se organizó las actividades del área mediante una programación daría de actividades al personal operativo, además de realizar el control del mismo.
8. Al realizar el estudio del proceso de separado larval, por medio del arbolcel, se determinó la eficiencia, la cual dio como resultado 91,92 %, estando muy por encima de la eficiencia actual del proceso por medio del olote de maíz, esto debido a que el arbolcel es un material muchos más fino y fácil de separar en la maquinaria.

9. Mediante la implementación del sistema de tornillo sin fin, se logró eliminar el sistema de elevación del proceso de extrusado, ya que este generaba peligro para el personal operativo dentro del área, haciendo el proceso más seguro y ampliando el perímetro del área de extrusado.

RECOMENDACIONES

1. Analizar cuáles son los beneficios obtenidos al aplicar la programación dentro de las diferentes áreas implementadas y evaluar el desempeño que se ha obtenido, realizando una comparación respecto de cuando no se contaba con esta implementación.
2. Asegurar el seguimiento y control del ciclo de la programación previamente establecida, analizando los avances como también los inconvenientes que puedan llegar a tener los procesos y tomando las medidas necesarias para mitigarlos lo más pronto posible.
3. Efectuar revisiones periódicas de las demoras respecto a las diferentes actividades de las áreas para evitar interrupciones momentáneas y hacer los procesos más limpios y eficientes.
4. Realizar estudios del comportamiento de las larvas respecto a la nueva dieta conformada por olote de maíz y un porcentaje de arbocel, con el objetivo de que esta nueva dieta sea implementada, ya que este cambio haría que el proceso de separado larval fuera más eficiente con respecto al proceso actual y el propuesto.
5. Capacitar al personal operativo y administrativo con respecto al sistema de tornillo sin fin propuesto, ya que este sistema haría el proceso más eficiente y automatizado. Siendo este un sistema de gran escala y peligroso para cualquier persona dentro del perímetro, es necesario

capacitar al personal dentro de la planta, así como de realizar protocolos y simulaciones en caso de emergencias.

6. Planificar y establecer horarios oportunos los cuales se puede llegar a ocupar parte del área de separado larval sin causar obstrucción o demora alguna las cuales puedan llegar a afectar al proceso de lavado de bandejas de alimentación larval.
7. Realizar estudios periódicos de eficiencia en el proceso de separado larval, por medio del método propuesto (realización del sistema de tornillo sin fin), debió a que este es el proceso con mayores problemas y retrasos en la planta industrial y buscar posibles soluciones a los mismos.
8. Implementar la nueva dieta que consiste en la mezcla de olote de maíz y arbolcel, ya que, por medio de la toma de tiempos y el cálculo de la eficiencia, comparándola con la dieta actual, esta generaría reducciones de tiempos de ejecución en el proceso, así como, disminuir la carga de trabajo por al personal operativo.
9. Mejorar los parámetros de calidad, implementando la metodología 5'S, no solo en las áreas de producción, sino también a nivel administrativo, ya que esta metodología optimiza el estado del entorno de trabajo facilitando las labores del personal mediante una serie de pasos estandarizados.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARIAS, José. *Control de tiempos y productividad: La ventaja competitiva*. 1a ed. España: Paraninfo, 2000. 120 p.
2. CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459p.
3. ESCALANTES, Amparo y GONZÁLEZ, José. *Ingeniería industrial: Métodos y tiempos con manufactura ágil*. 1a ed. México: Alfaomega, 2016. 640 p.
4. GAITHER, Norman y FRAZIER, Grey. *Administración de producción y operaciones*. 8a ed. México: Thomson, 2000. 822p.
5. HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Lucio. *Metodología de la investigación*. 6a ed. México: McGraw-Hill, 2014. 600p.
6. IDALBERTO, Chiavenato. *Administración de recursos humanos*. 5a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2000. 699 p.
7. KANAWATY, George. *Introducción al estudio de trabajo*. 4a ed. Suiza: Oficina Internacional del Trabajo (OIT), 1996. 522p.
8. MEYERS, Fred. *Estudio de tiempos y movimientos, manufactura ágil*. 2a ed. México: Prentice Hall, 2000. 334 p.

9. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 8a ed. México: Alfaomega, 2008. 745p.
10. _____. *Ingeniería industrial: Métodos, tiempos y movimientos*. 9a ed. México: Alfaomega, 1996. 880p.
11. Programa Moscamed Guatemala. [en línea]. <<http://moscamed-guatemala.org.gt>> [Consulta: 18 de noviembre de 2017.]

APÉNDICES

Apéndice 1. Resumen costos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
CONCRETO 3 000 PSI EN OBRA	m3	1,00		
Cemento estructural	Saco	10,00	62,50	625,00
Arena de rio	m3	0,50	107,14	53,57
Piedrín de ¾"	m3	1,00	205,36	205,36
			mats	883,93
Mezclado	m3	1,00	80,00	80,00
AYUDANTE	%	26,51	80,00	21,21
PRESTACIONES	%	73,34	101,21	74,23
			total	1 059,36
			C.U.	1 059,36

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
Excavación estructural	m3	6,25		
Herramienta	m3	6,25	2,50	15,63
			mats	15,63
Excavación a mano terreno duro	m3	6,25	30,00	187,50
AYUDANTE	%	26,51	187,50	49,71
PRESTACIONES	%	73,34	237,21	173,97
			m.o.	411,17
Extracción de sobrante	m3	0,00	59,52	0,00
			otros	0,00
			Subtotal	Q426,80
Costo Indirecto	%	25 %		Q106,70
Costo Total				Q533,50
			C.U.	Q85,36

Continuación de apéndice 1.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
Cimiento corrido CC-1-0,50x0,15-4n3+n2@0,20	m	2,50	2,50	1,00
Concreto 3 003 premezclado	m3	6,56	970,43	6 368,44
Concreto pobre para plantilla	m3	0,31	853,55	266,74
Bombeo	m3	6,88	133,93	920,76
Sabieta para protección de excavación	m3	0,07	1 322,76	86,97
Hierro n2	qq	0,20	281,25	55,86
Hierro n3	qq	0,14	281,25	38,14
Tacos de Concreto de 3"	u	10,00	3,00	30,00
Alambre de Amarre y clavo	qq	0,00	379,46	1,29
			mats	7 768,19
Armadura n2		35,75	0,50	17,88
Armadura n3	ml	11,00	0,75	8,25
Centrado de armadura	m	2,50	2,00	5,00
Ensabietado de paredes de excavación	m2	6,58	5,00	32,88
Plantilla de cimentación	m2	6,25	15,00	93,75
Fundición	m3	6,56	30,00	196,88
AYUDANTE	%	26,51	336,75	89,27
PRESTACIONES	%	73,34	426,02	312,44
			m.o.	756,34
			Subtotal	Q8 524,53
Costo Indirecto	%	0 %		Q0,00
Costo Total				Q8,524.53
			C.U.	Q3 409,81
			c/m3	1 363,92

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
Excavación estructural	m3	0,84		
Herramienta	m3	0,84	2,50	2,11
			mats	2,11
Excavación a mano terreno duro	m3	0,84	30,00	25,28
AYUDANTE	%	26,51	25,28	6,70
PRESTACIONES	%	73,34	31,98	23,46
			m.o.	55,44
Extracción de sobrante	m3	0,00	59,52	0,00
			otros	0,00
			Subtotal	Q57,55
Costo Indirecto	%	25 %		Q14,39
Costo Total				Q71,93
			C.U.	Q85,36

Continuación de apéndice 1.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
Cimiento corrido CC-1-0,50x0,15-4n3+n2@0,20	mi	12,00	0,27	0,27
Concreto 3 003 premezclado	m3	0,88	970,43	858,67
Concreto pobre para plantilla	m3	0,16	853,55	135,72
Bombeo	m3	1,04	133,93	139,80
Sabieta para protección de excavación	m3	0,08	1 322,76	100,00
Hierro n2	qq	0,13	281,25	37,64
Hierro n3	qq	0,65	281,25	183,06
Tacos de Concreto de 3"	u	48,00	3,00	144,00
Alambre de Amarre y clavo	qq	0,02	379,46	6,17
			mats	1 605,06
Armadura n2		24,09	0,50	12,05
Armadura n3	ml	52,80	0,75	39,60
Centrado de armadura	m	12,00	2,00	24,00
Ensabetado de paredes de excavación	m2	7,56	5,00	37,80
Plantilla de cimentación	m2	3,18	15,00	47,70
Fundición	m3	0,88	30,00	26,55
AYUDANTE	%	26,51	175,65	46,56
PRESTACIONES	%	73,34	222,21	162,97
			m.o.	397,22
			Subtotal	Q2 002,28
Costo Indirecto	%	25 %		Q500,57
Costo Total				Q2 502,85
			C.U.	Q208,57
			c/m3	2 376,03

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
Excavación estructural	m3	1,75		
Herramienta	m3	1,75	2,50	4,37
			mats	4,37
Excavación a mano terreno duro	m3	1,75	30,00	52,47
AYUDANTE	%	26,51	52,47	13,91
PRESTACIONES	%	73,34	66,38	48,68
			m.o.	115,06
Extracción de sobrante	m3	0,00	59,52	0,00
			otros	0,00
			Subtotal	Q119,44
Costo Indirecto	%	25 %		Q29,86
Costo Total				Q149,29
			C.U.	Q85,36

Continuación de apéndice 1.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL
Cimiento corrido CC-1-0,50x0,15-4n3+n2@0,20	m	12,00	0,27	0,55
Concreto 3 003 premezclado	m3	1,84	970,43	1 782,14
Concreto pobre para plantilla	m3	0,16	853,55	135,72
Bombeo	m3	2,00	133,93	267,25
Sabieta para protección de excavación	m3	0,14	1 322,76	190,48
Hierro n2	qq	0,13	281,25	37,64
Hierro n3	qq	0,65	281,25	183,06
Tacos de Concreto de 3"	u	48,00	3,00	144,00
Alambre de Amarre y clavo	qq	0,02	379,46	6,17
			mats	2 746,46
Armadura n2		24,09	0,50	12,05
Armadura n3	ml	52,80	0,75	39,60
Centrado de armadura	m	12,00	2,00	24,00
Ensabietado de paredes de excavación	m2	14,40	5,00	72,00
Plantilla de cimentación	m2	3,18	15,00	47,70
Fundición	m3	1,84	30,00	55,09
AYUDANTE	%	26,51	238,39	63,20
PRESTACIONES	%	73,34	301,59	221,19
			m.o.	534,82
			Subtotal	Q3 281,28
Costo Indirecto	%	25 %		Q820,32
Costo Total				Q4 101,61
			C.U.	Q341,80
			c/m3	1 876,09

Fuente: elaboración propia.