

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
INGENIERIA INDUSTRIAL

“PROPUESTA PARA EL DISEÑO DEL PROCESO  
OPERATIVO EN EL DEPARTAMENTO DE  
OPERACIONES, DE LA EMPRESA MCI.S.A  
DURANTE EL TERCER CUATRIMESTRE 2023”

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR  
POR EL GRADO DE BACHILLERATO EN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

ADRIÁN GABRIEL LEÓN MONGE

TUTOR: ANA CATALINA MARTINEZ MATARRITA.

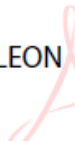
HEREDIA, 2024

# I Declaración Jurada

## DECLARACION JURADA

Yo Adrián Gabriel Leon Monge, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 4-0193-0234 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercebido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal al delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: "Propuesta para el Diseño del proceso operativo en el departamento de operaciones, de la empresa MCI.S.A durante el tercer cuatrimestre 2023", es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Heredia, a los 10 días del mes de abril del año dos mil veinte cuatro (2024).

ADRIAN  
GABRIEL LEON  
MONGE  
(FIRMA)



Firmado digitalmente  
por ADRIAN GABRIEL  
LEON MONGE (FIRMA)  
Fecha: 2024.04.10  
19:54:37 -06'00'

Firma del estudiante

## II Acta de aprobación del tutor

### CARTA DEL TUTOR

Heredia, 10 abril de 2024

**Destinatario**  
**Ingeniería Industrial**  
**Universidad Hispanoamericana**

Estimado señor:

La estudiante **Adrián Gabriel León Monge**, cédula de identidad número **401930234**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"PROPUESTA PARA EL DISEÑO DEL PROCESO OPERATIVO EN EL DEPARTAMENTO DE OPERACIONES, DE LA EMPRESA MCI.S.A DURANTE EL TERCER CUATRIMESTRE 2023"**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	19%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	27%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	17%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	19%
	TOTAL		90%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



**Msc. Ana Catalina Martínez Matarrita**  
**1-1151-0151**

### III Carta del lector

#### CARTA DE LECTOR

**San José,**

**Universidad Hispanoamericana  
Carrera de Ingeniería Industrial**

**Estimado señor**

La estudiante **Adrián Gabriel León Monge** cédula de identidad **4-0193-0234** me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado Propuesta para el Diseño del proceso operativo en el departamento de operaciones, de la empresa MCI.S.A durante el tercer cuatrimestre 2023, el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte.

**DEYNA YURBIETH  
MORA MONTERO  
(FIRMA)**

Firmado digitalmente por  
DEYNA YURBIETH MORA  
MONTERO (FIRMA)  
Fecha: 2024.06.03 20:22:40  
-06'00'

**Deyna Yurbieth Mora Montero  
Cédula 1-1622-0956**

## IV Carta del CENIT

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 28 junio 2024

Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)


Estimados Señores:

El suscrito Adrián Gabriel León Monge con número de identificación 401930234 autor del trabajo de graduación titulado "PROPUESTA PARA EL DISEÑO DEL PROCESO OPERATIVO EN EL DEPARTAMENTO DE OPERACIONES, DE LA EMPRESA MCI.S.A DURANTE EL TERCER CUATRIMESTRE 2023" presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial ; SI autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

**ADRIAN GABRIEL  
LEON MONGE**  
(FIRMA)

 Firmado digitalmente por ADRIAN  
GABRIEL LEON MONGE (FIRMA)  
Fecha: 2024.06.28 22:26:17 -06'00'

Firma y Documento de Identidad

## V DEDICATORIA

Desde niño uno sueña con ser profesional, con poder ser el orgullo de la familia y ser una persona de bien.

Por eso en esta etapa de mi vida quiero dedicar este paso profesional a mis tres personas de apoyo e inspiración.

A mi padre German, quien con trabajo duro me enseñó que las metas se alcanzan únicamente con mucho esfuerzo, que el trabajo cualquiera que sea debe ser digno y ser el reflejo de un corazón agradecido, además, me enseñó como ser un hombre de bien.

A mi madre Marlan, que desde su nido de amor me mostró como ser profesional sin salir de casa, me enseñó cómo se educa desde el amor puro, que la inspiración es el verdadero pase de abordar de los sueños y que basta con ser buena persona para tener el mundo a sus pies.

Gracias a Dios por mostrarme su amor a través de mis padres y darme la bendición haberlos tenido en mi vida... ¡Un beso donde estén!

Y a mi preciosa Pamela, que vio en mí un diamante en bruto, quien confió en mis capacidades más que yo mismo, que vivió en carne propia días y noches de estudio, mi soporte e inspiración para los momentos más oscuros, que desde la nobleza y ternura logra sacar lo mejor de mí, gracias por ser mi soporte y mi puerto seguro.

Agradezco al cielo por mi compañera hermosa, que sean muchos años de aventuras juntos en este viaje de la vida

## VI. ACRÓNIMOS Y SIGLAS

DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar

FSSC: Norma de la gestión de la seguridad alimentaria

ISO: Organización Internacional de Normalización

OEE: Eficacia general del equipo

OHSAS: Norma internacional para la gestión de seguridad y salud ocupacional

SIPOC: Supplier Inputs Process Outputs Customers

ISA: International "Federation of National Standardizing

UNSCC: United Nations Standards Coordinating Committee

USP: US Pharmacopeia

## VII TABLA DE CONTENIDO

I Declaración Jurada .....	2
II Acta de aprobación del tutor .....	3
III Carta del lector .....	4
IV Carta del CENIT .....	5
V DEDICATORIA .....	6
VI. ACRÓNIMOS Y SIGLAS.....	7
VII TABLA DE CONTENIDO .....	8
VIII INDICE DE FIGURAS.....	11
IX RESUMEN EJECUTIVO.....	13
CAPITULO I. Planteamiento del proyecto.....	15
1.1. Descripción general del proyecto .....	16
1.2. Identificación de la organización.....	16
1.2.1. Descripción general de la organización.....	16
1.2.2. Antecedentes del contexto de la empresa .....	19
1.3. Planteamiento del problema.....	22
Definición y medición del problema.....	22
1.3.1. ....	22
1.3.2. Justificación del proyecto.....	23
<b>1.4. Objetivos del proyecto.....</b>	<b>23</b>
1.4.1 Objetivo general .....	23
1.4.2 Objetivos específicos.....	23
<b>1.5. Alcance y limitaciones.....</b>	<b>24</b>
1.5.1 Alcance.....	24
1.5.2 Limitaciones .....	24
CAPITULO II. Marco Teórico .....	25
<b>2.1. Marco conceptual general relativo a la carrera.....</b>	<b>26</b>
2.1.1 Ingeniería Industrial. ....	26
2.1.2 Normas.....	26
2.1.3 Industria .....	27
2.1.4 Calidad .....	28



2.1.5. ISO .....	28
2.1.6. Procesos Operativos o Productivos.....	29
2.1.7 Logística y cadena de suministro .....	29
2.1.8 Gestión de inventarios.....	30
<b>2.2. Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto .....</b>	<b>30</b>
Metodología DMAIC: .....	30
<b>2.3. Marco conceptual referente al impacto del proyecto .....</b>	<b>40</b>
2.3.1 Impacto a corto plazo: .....	40
2.3.2 Impacto a mediano plazo .....	40
2.3.3 Satisfacción del cliente .....	40
2.3.4 Análisis costo – beneficio .....	41
2.3.5 Optimización de procesos.....	41
CAPITULO III. Metodología de trabajo. ....	44
3.1 Metodología para la definición del problema.....	45
3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto.....	45
3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica .....	46
3.4 Metodología para la implementación del proyecto de un nuevo proceso, producto o servicio .....	46
3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados .....	46
CAPITULO IV. Análisis de causa Raíz. ....	48
4.1 Descripción general del proceso. ....	49
4.1.1 Diagrama de Flujo del proceso de recepción de solicitudes de medio de cultivo de 90 mm de clientes externos e internos.....	49
4.1.2 Diagrama de Flujo del proceso de elaboración de medio de cultivo de 90 mm.....	51
4.1.3 Análisis FODA .....	53
4.1.4 Voz del Cliente.....	54
4.2 Descripción de la situación actual.....	55
4.2.1 Análisis de Capacidad actual.....	55
4.2.2 KPI de Control .....	56
4.3 Determinación de las causas que provocan.....	57
4.3.1 Diagrama de Ishikawa .....	57
4.3.2 Matriz de priorización. ....	60
CAPITULO V. Diseño e implementación de la solución. ....	62
5.1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES .....	63

5.2. CAUSAS Y PROPUESTAS PLANTEADAS.....	63
Causa 5.2.1 Método desordenado de toma de pedidos.....	63
Propuesta 5.2.1 .....	63
Causa 5.2.2. Entrega tarde o incumplimiento de entrega de medio de cultivo 90 mm .....	65
Propuesta 5.2.2 .....	65
5.3. Diagrama de Gantt de implementación de mejoras .....	70
Análisis costo beneficio .....	72
5.4 Control y seguimiento.....	73
5.4.1 Indicadores.....	73
5.4.2 Auditoría interna.....	73
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	74
6.1 Conclusiones .....	75
6.2 Recomendaciones .....	76
CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFIA .....	77
7.1 Referencias bibliográficas.....	78
CAPÍTULO VIII: ANEXOS.....	79

## VIII INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Instalaciones centrales de Microbiología y Calidad Industrial.....	20
Figura 2. Proceso de elaboración de medio de cultivo de 90 mm.....	21
Figura 3. Organigrama del proceso de elaboración de medio de cultivo.....	22
Figura 4. Fases de DMAIC.....	31
Figura 5. Resumen objetivos etapas DMAIC.....	32
Figura 6 Diagrama de flujo.....	34
Figura 7 Diagrama Causa – Efecto.....	37
Figura 8 Diagrama de Flujo de proceso de solicitudes.....	49
Figura 9 Diagrama de Flujo de proceso de elaboración de medio de cultivo 90 mm.....	51
Figura 10 Análisis FODA de la empresa.....	53
Figura 11 Cuadro de Voz del cliente.....	55
Figura 12 Cuadro de Capacidad actual de la empresa.....	56
Figura 13 KPI de control de Solicitudes ventas y perdidas.....	57
Figura 14 Diagrama de Ishikawa.....	58
Figura 15 Matriz de priorización.....	61
Figura 16 Registro de Solicitudes Mensuales.....	65
Figura 17 Brochure comparativo de equipos.....	66
Figura 18 Capacidad actual mensual de producción de medio de 90mm.....	67

Figura 19 Capacidad de producción mensual de medio de 90 mm con turno C.....	68
Figura 20 Capacidad de producción mensual de medio de 90 mm con equipo nuevo y turnos actuales.....	69
Figura 21 Capacidad de producción mensual de medio de 90 mm con equipo nuevo y turno C.....	69
Figura 22 Diagrama de Gantt.....	71
Figura 23. Cuadro de costo- Beneficio.....	73
Figura 24. Manual digital de equipo MASTERCLAVE®60.....	81
Figura 25. Catálogo del proveedor nacional aprobado por casa matriz.....	82
Figura 26 Precio de mercado del equipo MASTERCLAVE®60.....	82

## IX RESUMEN EJECUTIVO

León, Adrián (2024) PROPUESTA para el Diseño del proceso operativo en el departamento de operaciones, de la empresa MCI.S.A durante el tercer cuatrimestre 2023” Proyecto de graduación para optar por el Bachillerato en Ingeniería Industrial, Universidad Hispanoamericana. Tutora Ana Catalina Martínez Matarrita.

Esta tesina fue desarrollada en función en el departamento de operaciones de la empresa Microbiología y calidad industrial en el área de producción de medio de cultivo de 90mm bajo la metodología DMAIC para así poder alcanzar la meta de cumplir con las solicitudes de medio de cultivo de 90 mm por parte de los clientes externos e internos.

En el proceso de análisis de las herramientas ingenieriles aplicadas se logró determinar por medio de una matriz de priorización y un Ishikawa que las principales causas de afectación durante el proceso de producción es el la capacidad instalada del equipo de producción de medio de cultivo de 90 mm, además el método de toma de pedidos dentro de la compañías y como causas secundarias, la experiencia de los colaboradores, generan errores humanos que desencadenan en re trabajo contribuyendo al problema encontrado, también se logró determinar que un factor menor es las validaciones de los documentos y de los métodos de trabajo son lentas y engorrosas.

Por lo cual, como parte de las propuestas se sugiere que se compre un equipo de mayor capacidad y se propone un aumento en los turnos de producción a tres, para así poder entregar 230% más de producción de medio; también de sugiere una centralización de la toma de pedidos para lo cual se asigna un correo electrónico exclusivo para este fin y se propone una herramienta única de solicitudes con acceso no modificable a los involucrados con la producción y así la información sea real, ordenada y oportuna para todos; para mantener los cambios se proponen algunos indicadores para poder ser evaluados mensualmente por las supervisiones y una

auditoría interna trimestral por parte del gerente del área con el fin de asegurarse que los cambios se sostienen en el tiempo y llenar el proceso de retroalimentaciones que colaboren con la mejor continua y la calidad total.

En resumen, la implementación de las mejoras propuestas a través del plan de acción tiene como objetivo que se logre en un plazo de tiempo razonable y aceptable para la empresa, considerando que los cambios puedan surgir desde la comunicación inicial hasta su proceso de implementación. Esto incluye la adaptación de los colaboradores al equipo nuevo y al proceso mismo para cumplir con los indicadores establecidos, que a su vez significa el aumento de la productividad del proceso y promovería una cultura óptima en la empresa cumpliendo los números en producción de medio esperado.

## CAPITULO I. Planteamiento del proyecto.

En este capítulo uno se tocarán temas como la descripción general de lo que será el proyecto, identificación de la empresa en la cual se desarrollará la investigación, el problema que se logró detectar en dicha compañía, así como también el objetivo general y objetivos específicos que se plantean para llevar a cabo el éxito del proyecto, de igual forma se visualizarán los alcances y limitaciones que se dan a lo largo del desarrollo del documento.

## 1.1. Descripción general del proyecto

Este proyecto se desarrollará en busca la visibilidad de la capacidad del laboratorio industrial de la empresa Microbiología y Calidad Industrial S.A ubicado en la zona franca Z en Montecillos de Alajuela, así como los procesos que influyen en el desarrollo de las operaciones como por ejemplo: monitoreo ambiental de los clientes en particulado viable de las áreas productivas, producción de medio de cultivo para venta y uso interno del laboratorio, se buscará encontrar los puntos críticos y además se planteará la forma adecuada de crecimiento tomando en cuenta la mayor cantidad de variables posibles, se recomendará procesos de inversión adecuada y seguimiento del plan de control para el personal reciente.

## 1.2. Identificación de la organización

### 1.2.1. Descripción general de la organización

Microbiología y Calidad Industrial MCI S.A. es una compañía dedicada a ofrecer servicios de análisis de laboratorio y consultoría para la industria. La meta es satisfacer requerimientos y necesidades de la industria de manufactura de dispositivos médicos y productos farmacéuticos,



cuyos procesos son comúnmente sometidos a constante revisión e inspección bajo estándares de calidad internacionales.

Para alcanzar esta meta, MCI ejecuta todas las tareas de laboratorio, desde el servicio al cliente a través de muestreo/análisis, hasta el reporte final, en cumplimiento con un sistema de calidad completamente implementado, basado en requisitos de INTE-ISO/IEC 17025:2017.

Los análisis están enfocados en la calidad microbiológica de productos y los ambientes en los que son fabricados.

Los análisis están enfocados en la calidad microbiológica de productos y los ambientes en los que son fabricados. Para la ejecución de todos los análisis, MCI basa sus métodos en estándares internacionales:

- US Pharmacopeia (USP)
- ISO14644-1, Cleanroom and associated controlled environments
- ANSI/AAMI/ISO 11737, Sterilization of health care products-Microbiological methods
- ISO14698-1, Cleanrooms and associated controlled environments-Biocontamination control-Part 1: General principles and methods
- ISO14698-2, Cleanrooms and associated controlled environments-Biocontamination control-Part 2: Evaluation and interpretation of biocontamination data
- ISO8573, Compressed air
- ANSI/AAMI ST72, Bacterial Endotoxins-Test methodologies, routine monitoring, and alternatives to batch testing.
- Standard Methods for the examination of water and wastewater. APHA, AWWA, and WEF.

Misión:

“Proveer a los clientes de análisis de calidad para productos y ambientes, de manera expedita, con resultados de alta calidad y en cumplimiento con estándares internacionales, incrementando la competitividad para MCI y sus clientes en el Mercado nacional y regional”.

Visión:

“Convertirse en la compañía líder en servicios de calidad y consultoría para la industria nacional y regional de dispositivos médicos y productos farmacéuticos”

Valores:

- Confianza
- Flexibilidad
- Comunicación
- Innovación
- Integridad

MCI es una empresa dedicada a ofrecer servicios analíticos y de consultoría para las industrias de manufactura de dispositivos médicos y productos farmacéuticos.

Servicios:

- Análisis de partículas viables
- Monitoreo de partículas no viables
- Análisis de aire comprimido
- Análisis de carga microbiana
- Análisis de endotoxinas
- Análisis de aguas
- Aislamientos microbiológicos

- Pruebas de esterilidad
- Medios de cultivo
- Incubación de muestras
- Análisis de alcohol
- Esterilización y despirogenización
- Consultoría y capacitación
- Análisis de óxido de etileno

### 1.2.2. Antecedentes del contexto de la empresa

Fundada en el año 2010, MCI ha evolucionado para convertirse en un referente líder en el mercado nacional. Desde su inicio en San Rafael de Alajuela, Costa Rica, MCI ha desempeñado un papel crucial en el aseguramiento de la calidad de procesos productivos para la industria de manufactura de dispositivos médicos, la industria biomédica, farmacéutica y alimenticia.

En nuestros primeros años, nos propusimos crear una empresa que no solo cumpliera con los requisitos regulatorios y estándares internacionales, sino que también se destacara por su enfoque proactivo hacia la calidad y la satisfacción del cliente. Este compromiso nos llevó a obtener la acreditación del Ente Costarricense de Acreditación (ECA) en la norma INTE/ISO-IEC 17025:2017, estableciendo así un sólido Sistema de Gestión de Calidad que respalda cada aspecto de nuestras operaciones.

En 2023 MCI se integró en el Grupo AGQ Labs, multinacional del sector TIC (*testing, inspection & certification*) con laboratorios en Estados Unidos, España, México, Italia, Marruecos, Chile, Perú, Colombia, República Dominicana y Costa Rica.

Actualmente, se encuentran ubicados en Zona Franca Zeta, Nave #33 Montecillos de Alajuela (Ver figura 1).

Figura 1. Instalaciones centrales de Microbiología y Calidad Industrial.



Fuente: Microbiología y Calidad Industrial.

El proyecto se centrará en el departamento de producción de medio de cultivo (Ver figura 2) para una variedad de aplicaciones, como monitoreo ambiental, análisis de agua, carga microbiana, esterilidad de indicadores biológicos (BIs) y más. Los medios incluyen Agar y caldo tripticosa soya (TSA y TSB), Agar y caldo Saboraud dextrosa (SDA y SDB), soluciones buffer y otros, cada uno formulado con precisión para cumplir con los estándares más exigentes de calidad.

Figura 2. Proceso de elaboración de medio de cultivo de 90 mm

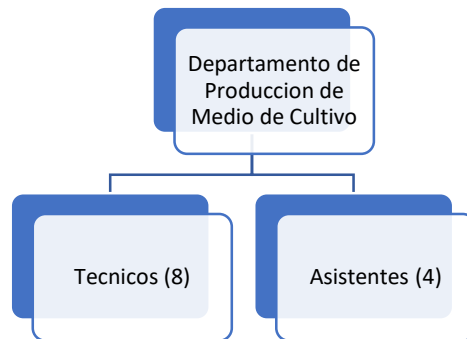


Fuente: Microbiología y Calidad Industrial.

Nuestros medios de cultivo son provistos con un certificado de calidad que abarca aspectos clave como la promoción de crecimiento, pH y prueba de esterilidad. La esterilización terminal de los medios se realiza mediante radiación (E-Beam), un método validado que garantiza la eliminación efectiva de microorganismos no deseados, especialmente en entornos controlados como cuartos limpios.

El departamento cuenta en total con 8 técnicos y 4 asistentes (ver figura 3), requiriendo de estos, 1 técnico y 1 asistente enfocados en la producción de medio de cultivo de 90 mm, el personal dividido de tal forma que se puede producir de lunes a viernes de 6:00am a 10:00pm en dos turnos diarios y sábado y domingo de 07:00am a 3:30pm en un solo turno.

Figura 3. Organigrama del proceso de elaboración de medio de cultivo.



Fuente: Elaboración propia y datos de Microbiología y Calidad Industrial.

Hoy en día el Laboratorio MCI ha evolucionado y crecido de manera exponencial apuntando a ser cada vez más grande en el sector.

El crecimiento exponencial genera problemas de visibilidad y de control de procesos que no crecen con misma velocidad, lo que conlleva a crisis de producción y de momentos de desabastecimiento.

No se tiene ningún registro o proyecto anterior que de visibilidad de los puntos críticos ni un plan de crecimiento.

## 1.3. Planteamiento del problema

### 1.3.1. Definición y medición del problema

El problema se encuentra en la poca visibilidad que se tiene de la capacidad actual del laboratorio para producir el medio de cultivo de 90 mm, que impide tomar decisiones administrativas y operativas certeras para la expansión y mejora de este. Esto afecta directamente a la organización misma ya que actualmente se encuentra en una zona de poco crecimiento; se deja de percibir en promedio mensual de \$87,880.00 de ganancias y de las ordenes de producción entregadas, únicamente el 31.17% mensuales en promedio, se logran a tiempo, implicando descontento en los clientes externos e internos.

### 1.3.2. Justificación del proyecto

La situación detectada es que la gerencia no tiene certeza de la capacidad operativa del laboratorio, por lo que resulta incierto la expansión de este, desde el punto de vista de la pérdida de solicitudes de producción de medio perdidas y entregas tardías se es necesario tomar este proyecto como prioritario y ver las oportunidades de mejora que puedan tener los procesos que significaría más ingresos a la organización; además de que cada decisión administrativa conlleva un riesgo adicional por desconocerse donde es que se encuentran los “cuellos de botella” de la organización. Se cuenta con capital de inversión con las que se puede trabajar teniendo como objetivo: poder convertir al laboratorio cada vez más rentable, pero dada las interrogantes resulta complicado poder decidir en donde se debe atender primero; importante acotar que por tratarse de procesos interdepartamentales se debe trabajar en todos los niveles y con una visión integral para tomar las mejores decisiones.

## 1.4. Objetivos del proyecto

### 1.4.1 Objetivo general

Proponer un diseño para el proceso operativo del departamento de operaciones de MCI.SA, mediante la metodología DMAIC aumentando así la rentabilidad de la empresa.

### 1.4.2 Objetivos específicos

1. Definir claramente los procesos operativos existentes en el departamento de operaciones de MCI, identificando sus flujos, roles y responsabilidades.
2. Medir y evaluar la eficiencia y eficacia de los procesos actuales, identificando posibles cuellos de botella, ineficiencias y áreas de mejora en el departamento de operaciones de MCI.
3. Identificar las causas raíz de los problemas o desafíos en los procesos operativos del departamento de operaciones de MCI.

4. Proponer y diseñar mejoras concretas en los procesos operativos en el departamento de operaciones de MCI.
5. Implementar un plan de control que garantice la sostenibilidad de las mejoras propuestas y establezca indicadores clave de rendimiento para el seguimiento continuo.
6. Desarrollar mejoras en el proceso productivo para aumentar la eficiencia de la empresa evaluando los beneficios económicos a través de un análisis Costo-beneficio detallado.

## **1.5. Alcance y limitaciones**

### **1.5.1 Alcance**

El proyecto se centrará en el diseño y mejora de los procesos operativos en el departamento de producción de medio de cultivo de la empresa MCI durante el primer trimestre del año 2024, el cual abarca en mayor medida el área operativa y permitirá que se colabore con los problemas a mejorar para obtener un resultado satisfactorio.

### **1.5.2 Limitaciones**

El proyecto estará limitado por el presupuesto asignado, lo que podría influir en la capacidad para llevar a cabo ciertas mejoras costosas.

El proyecto debe completarse dentro de un período de tiempo específico, lo que podría limitar la profundidad de análisis, el alcance de las mejoras y tabulación de los resultados

La disponibilidad y accesibilidad de datos históricos o actuales podrían afectar la precisión del análisis, además los datos del costo final del equipo nuevo se restringen por lo que se toma el precio de mercado del equipo.

Las limitaciones podrían surgir debido a la resistencia al cambio por parte de algunos miembros del departamento de operaciones por la compra del Laboratorio por parte de AGQ labs.

Limitaciones tecnológicas podrían influir en la capacidad para implementar ciertas mejoras, como la adquisición de software específico.



## CAPITULO II. Marco Teórico

En este segundo capítulo se abarcan cuatro secciones las cuales son: el marco conceptual general relativo a la carrera que son conceptos vinculados a la carrera al proyecto, marco conceptual referente a la gestión del proyecto conceptos de herramientas que se utilizarán para llevar a cabo el DMAIC, marco conceptual referente al impacto del proyecto habla acerca de los conceptos que darán un impacto al realizar este estudio y por último antecedentes de proyectos o experiencias semejantes. A lo largo del desarrollo del capítulo se abordará cada uno de estos apartados respaldos con los conceptos correspondientes que harán más amplio el conocimiento sobre el proyecto.

## **2.1. Marco conceptual general relativo a la carrera**

### **2.1.1 Ingeniería Industrial.**

La ingeniería industrial es el instrumento para la buena marcha de la fabricación, construcción, transporte, o incluso los sectores comerciales de cualquier empresa. Se dedica a mejorar el trabajo humano para realizar cualquier tipo de producción.

Se ha basado en la ingeniería mecánica, sobre la economía, la sociología, la psicología, la filosofía, la contabilidad, para transferir estas ciencias mayores a un grupo distinto de la ciencia propia. Es la inclusión de los elementos económicos y humanos diferenciándola así de la establecida en campos más antiguos de la profesión” (Going, 1911) Going, Charles Buxton, *Principles of Industrial Engineering*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1911, Pages 1,2,3

### **2.1.2 Normas**

Según Cora Dankers (2004), en su libro de texto *Las normas sociales y ambientales, la certificación y el etiquetado de culturas comerciales*, define el término Normas como:

*“Acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas y otros criterios precisos para su uso consecuente como reglas, directrices o definiciones, con el objetivo de asegurarse que los materiales, productos, procesos y servicios sean apropiados a su fin (ISO, 1996).*

(Pág. 7,2004) el término anterior sirve para establecer límites de actividades y evitar el fraude laboral y todos estén protegidos.

Según Juan Carlos Rubio Romero (2005), su libro de texto, Manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales, define el concepto normas como:

*Es la especificación técnica de aplicación repetitiva o continuada cuya observación no es obligatoria, establecida como participación de todas las partes interesadas, que aprueba un Organismo reconocido, a nivel nacional o internacional por su actividad normativa. Una especificación técnica que responde a todas las condiciones de la definición puede designarse a veces, con otros términos, como, por ejemplo: recomendación o guía.*

(Pag 95,2005) el término mencionado nos permite emplear más fácil mente las actividades diarias del trabajo entre otras acciones al tener una guía que muestre la misión y visión que buscamos.

### 2.1.3 Industria

Según Pau Rausell Koster en el libro de texto Políticas y Sectores culturales en la Comunidad Valencia, el término industria como:

Los bienes y servicios se producen, reproducen, conservan y difunde según criterios industriales, es decir, en serie y aplicando una estrategia de tipo económico en vez de perseguir una finalidad de desarrollo cultural. Tiene la virtud de encontrar elementos comunes en una serie de actividades claramente industrial (es decir, ya se excluye cualquier actividad artesanal) pero que

dada la ambigüedad del término bienes servicios, no establece los límites suficientes para delimitar.

#### 2.1.4 Calidad

Deming en 1988 determinó al concepto calidad como ese grado predecible de uniformidad y fiabilidad a un bajo coste. Este grado debe ajustarse a las necesidades del mercado. Según Deming la calidad no es otra cosa más que “una serie de cuestionamiento hacia una mejora continua”

Y según Kaoru Ishikawa la calidad es el hecho de desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad. Este producto debe ser el más económico, el más útil y resultar siempre satisfactorio para el consumidor final.

#### 2.1.5. ISO

Las normas ISO son un conjunto de estándares con reconocimiento internacional que fueron creados con el objetivo de ayudar a las empresas a establecer unos niveles de homogeneidad en relación con la gestión, prestación de servicios y desarrollo de productos en la industria.

Las iniciales ISO son el acrónimo de “*International Organization for Standardization*”, y sus orígenes se remontan 1946, como unión de otros organismos que existían previamente y cuyo objetivo era la regulación y establecimiento de estándares para la fabricación (*International Federation of National Standardizing*) (ISA) y la “*United Nations Standards Coordinating Committee*” (UNSCC)) a la reunión inicial, que tuvo lugar en el Instituto de Ingenieros Civiles de Londres, asistieron 64 delegados en representación de 25 países.

Desde entonces y hasta la fecha se han creado más de 23.000 estándares que cubren multitud de áreas de gestión, tecnologías y procesos de producción. Se trata de una organización no gubernamental, en la que se encuentran presentes en 164 países, con 781 comités y subcomités

técnicos implicados en el desarrollo de estándares, y que tienen su Secretaria Central en Ginebra, Suiza.

### 2.1.6. Procesos Operativos o Productivos.

Un proceso productivo contempla el conjunto de operaciones que una empresa debe realizar con el fin de ofrecer un bien, un servicio o un producto. Abarca la totalidad de los procedimientos que permiten transformar un recurso, una idea o una materia prima en el resultado final que una empresa ofrece al mercado.

Teniendo 5 características principales que son importante acotar:

- Responde a las necesidades específicas.
- Propone metodologías claras.
- Tiene un principio y un fin.
- Cuenta con el apoyo de la organización para su ejecución.
- Contempla necesidades Tecnológicas.

### 2.1.7 Logística y cadena de suministro

La logística y la cadena de suministro son aspectos esenciales de la Ingeniería Industrial. La logística se ocupa de la planificación, implementación y control del flujo eficiente de bienes y servicios, mientras que la cadena de suministro se refiere a la gestión integral de todas las etapas involucradas en el abastecimiento y distribución de productos.( Kevin Keller: Keller, K.L. (2013). Strategic Brand Management: Building, Measuring, and Managing Brand Equity (4th Edition). Pearson Education)

### 2.1.8 Gestión de inventarios

La gestión de inventarios se enfoca en el control y optimización de los niveles de stock de productos en una organización. Implica la planificación y seguimiento de la demanda, la determinación de los niveles óptimos de inventario, la gestión de proveedores y el control de los flujos de entrada y salida de productos. En este proyecto, se busca implementar un sistema de gestión de inventarios para mejorar la eficiencia y efectividad de este proceso en el laboratorio. (Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2008). Gestión de inventarios: técnicas y modelos cuantitativos. Ediciones Díaz de Santos.)

## 2.2. Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto

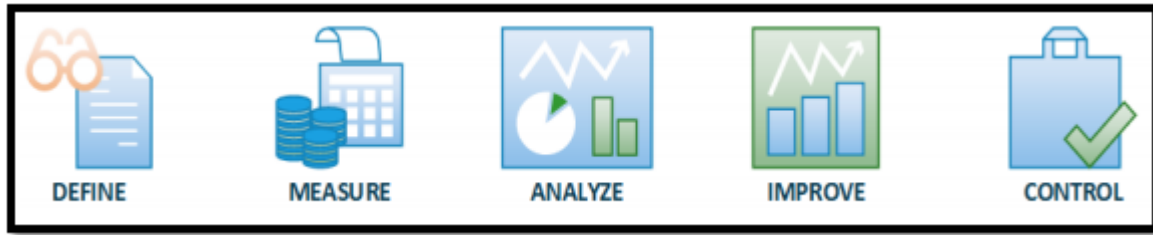
### Metodología DMAIC:

SEIS SIGMA es un método de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las necesidades de sus clientes. El método SEIS SIGMA, conocido como DMAMC, se basa en el ciclo de calidad PDCA, propuesto por Deming en donde las etapas se operacionalizan. (Roberto Herrera y Tomás Fontalvo, 2011 p.4).

La metodología DMAIC hoy en día muchas empresas la utilizan para la mejora de los procesos, ya que da un horizonte para la solución de cualquier tipo de problemas que pueden que se presenten en la compañía.

Las siglas de DMAIC significan Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar que básicamente son las etapas que sigue de esta metodología. La Figura 4 representa las 5 etapas del modelo DMAIC que se llevarán a cabo en el proyecto

Figura 4. Fases de DMAIC



Fuente: Evelyn Saglimbeni, 2015

### 2.2.1.1 Fases DMAIC

El Seis Sigma es una herramienta de mejoramiento que permite obtener organizaciones eficaces y eficientes, continuamente alineadas con las necesidades de los clientes. (Roberto Herrera y Tomás Fontalvo, 2011 p.2).

Las etapas del DMAIC brevemente conceptualizadas según (Evelyn Saglimbeni, 2015) son las siguientes:

**Definir:** En esta etapa se deben definir cuáles son los puntos críticos en el proceso. Adicionalmente, se debe establecer el alcance del proyecto que se va a emprender, es decir se delimita el inicio y el final del proceso que se busca mejorar.

**Medir:** La finalidad de esta fase es medir el desempeño actual del proceso que se ha seleccionado para ser mejorado realizando la recolección de datos.

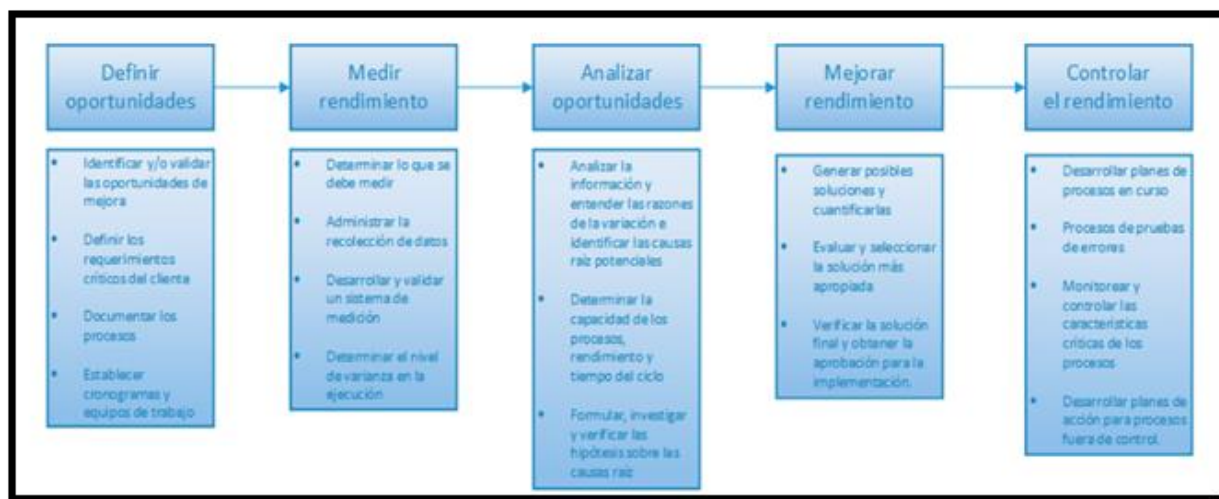
**Analizar:** En este paso de la metodología, se debe realizar los análisis de la información recopilada, con la finalidad de encontrar las causas-raíz de las no conformidades y las oportunidades de mejora.

**Mejorar:** Esta es la fase de atacar las causas raíz, mediante el bosquejo de las soluciones que conduzcan a resultados que logren cumplir con las expectativas.

Controlar: Una vez que se cuenta con soluciones validadas, se debe proceder a la institucionalización de la mejora a través de la implementación de controles al proceso, para asegurar que el cambio no sea temporal, o que se desvíe del camino planteado.

En la ilustración 3 se da un resumen de los objetivos principales de cada fase de la metodología DMAIC.

Figura 5. Resumen objetivos etapas DMAIC



Fuente: Evelyn Saglimbeni, 2015

(Jared R. Ocampo, 2012) dijo que “Para mejorar la calidad de manufactura o de servicio es necesario utilizar un enfoque formal al análisis de desempeño del sistema y la búsqueda de formas de mejorar dicho desempeño”.

Para poder realizar mejoras que lleven a soluciones representativas y significativas de manera continua y consistente dentro de cualquier organización, para cualquier circunstancia es importante tener un modelo estandarizado de mejora a seguir. Por eso este proceso de mejora que utiliza la metodología Seis Sigma y es un modelo que sigue un formato estructurado y disciplinado que continuación se detallara un poco de que trata este proceso.



## Definir

Es la fase inicial de este proceso, aquí se identificarán y se expondrán todas las mejoras posibles dentro de la compañía y específicamente en la manera en que se desarrollan los procesos, y luego se escogen los más llamativos y que se acoplen bien a la ejecución del proyecto.

En esta etapa se utilizará las siguientes herramientas:

- Diagrama de flujo:

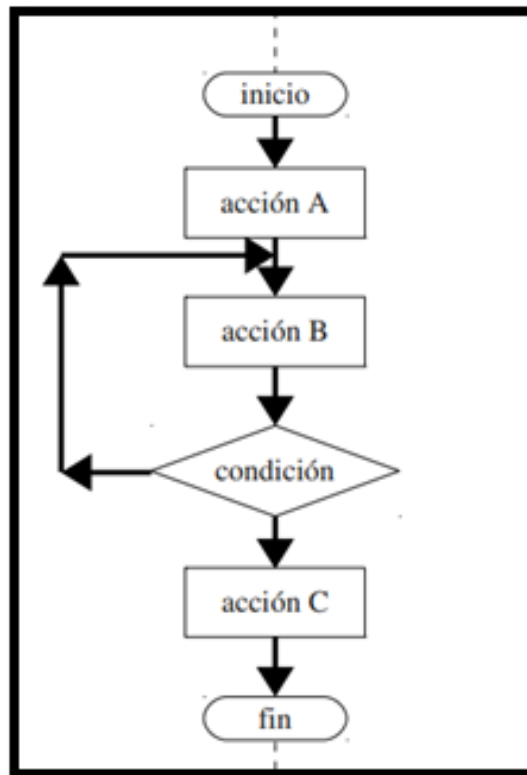
El diagrama de flujo de proceso es el utilizado con mayor frecuencia en trabajos de diseño y en estudios de procesos. Debe estar dibujado de manera que el flujo y las operaciones del proceso destaquen de inmediato. Esto se logra omitiendo todo excepto los detalles esenciales, utilizando flechas para indicar la dirección del flujo, (E. Ludwig, 1997)

Los diagramas de flujo son con toda seguridad el método más extendido y popular para realizar el diseño gráfico de procesos. Su simplicidad y versatilidad han contribuido notablemente a su difusión. (Jaume Ramonet, 2013 p.20).

Esta herramienta se basa en mostrar gráficamente las actividades de todo un proceso, por el cual se pueden detectar retrasos o tareas que no general valor para que el proceso se lleve a cabo de una forma optimizada. Un mapeo de este flujo muestra las entradas que el proceso necesita para llevarse a cabo y las salidas o resultados genera este.

En la figura 6 se muestra un ejemplo de un diagrama de flujo, en el cual se presenta un inicio, una serie de actividades y un fin.

Figura 6 Diagrama de flujo



Fuente: Jaume Ramonet, 2013

- Análisis FODA:

El análisis FODA se usa para identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de un negocio o proyecto determinado. De esa forma, pueden establecerse estrategias y acciones efectivas para el desarrollo del proyecto. (Arocena, J. B., & Cortina, J. M. (2013). Análisis FODA: herramienta estratégica para la formulación de proyectos. Alfaomega)

- Voz del cliente:

La voz del cliente (VoC) es un término que describe el feedback de los clientes sobre sus experiencias y las expectativas que tienen de los productos o servicios de una marca. Se centra en las necesidades del cliente, sus expectativas, sus concepciones y en la mejora del producto. (Qualtrics, 2023)

## **Medir**

Cuando ya se haya definido el problema se debe establecer que características determinan el comportamiento del proceso.

(Brue, 2020) dice: es necesario identificar cuáles son los requisitos y características en el proceso clave (variables de desempeño) y que parámetros (variables de entrada) son los que afectan este desempeño.

A partir de estas variables se define la manera en que será medida la capacidad del proceso, es necesario establecer técnicas para recolectar información sobre el desempeño actual del sistema, es decir que tanto se cumplen con las expectativas del cliente.

Para esta etapa se utilizará las siguientes herramientas:

1. Análisis de Capacidad actual (Cp):

Cp: representa la capacidad del proceso actual con simples cálculos y costos del producto.

2. KPI (*Key Performance Indicator*) son una serie de indicadores estandarizados que permiten obtener y analizar los datos sobre aspectos de la empresa que se desean conocer y mejorar. Concretamente, dentro del área de producción, los KPI se centran en mejorar los procesos midiendo diferentes elementos que conforman dicho proceso.

## **Analizar**

Aquí se tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso y determinar las causas de este estado y las oportunidades de mejora para estos productos.

En esta etapa hay que utilizar herramientas para el análisis de datos tales como diagramas de causa y efecto, estudios de correlación y diagramas de flujo y de una vez se estructura planes de mejoras potenciales lo cual se aplicaran en el siguiente paso.

- El diagrama de Ishikawa.

Según la impresión del 2009 del libro Herramientas para la Mejora de la Calidad de la UNIT p.22. El diagrama de causas-efecto de Ishikawa, así llamado en reconocimiento a Kaouru Ishikawa ingeniero japonés que lo introdujo y popularizó con éxito en el análisis de problemas en 1943 en la Universidad de Tokio durante una de sus sesiones de capacitación a ingenieros de una empresa metalúrgica explicándoles que varios factores pueden agruparse para interrelacionarlos.

Este diagrama es también conocido bajo las denominaciones de cadena de causas-consecuencias, diagrama de espina de pescado o fish-bone. El diagrama de Ishikawa es un método gráfico que se usa para efectuar un diagnóstico de las posibles causas que provocan ciertos efectos, los cuales pueden ser controlables.

Se usa el diagrama de causas-efecto para:

Analizar las relaciones causas-efecto

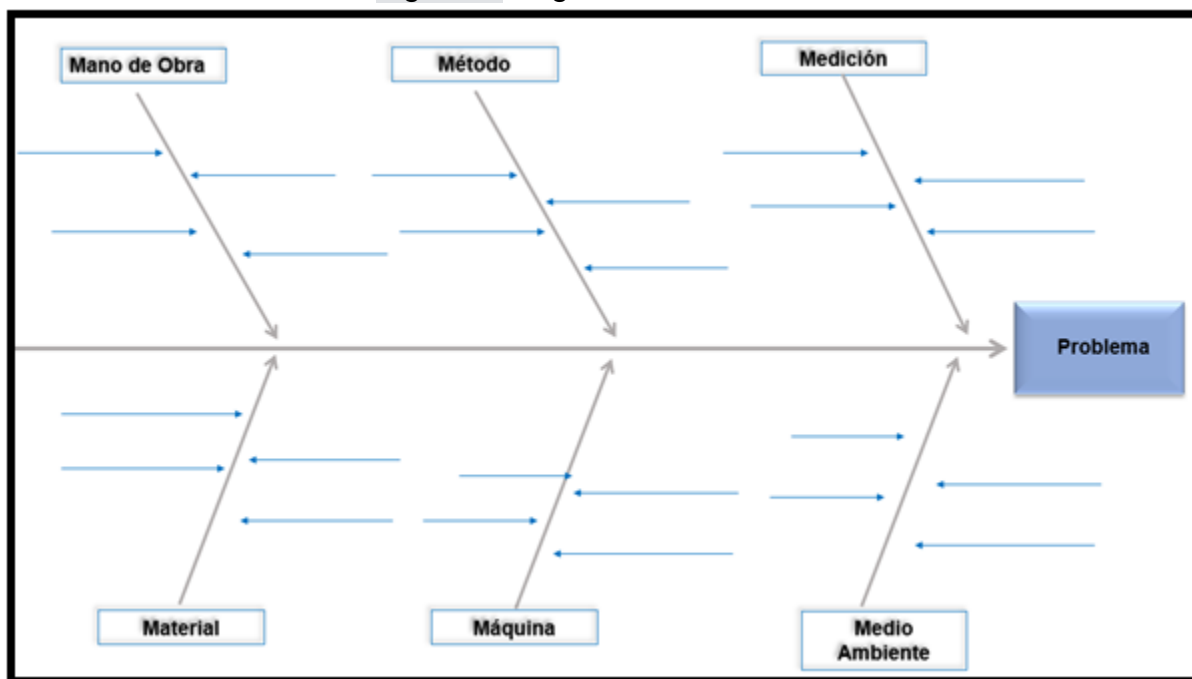
Comunicar las relaciones causas-efecto

Facilitar la resolución de problemas desde el síntoma, pasando por la causa hasta la solución

Con esta herramienta es posible identificar las principales causas que dan raíz al efecto o problema que se presenta en el proceso que se está analizando, por lo tanto, es de suma importancia el uso correcto de esta herramienta ya que comprendiendo la relación que existe entre las causas y el efecto se puede llegar a conclusiones para tomar acciones con el objetivo de eliminar el problema.

En la figura 7. se muestra un ejemplo del Diagrama causa y efecto con las 6 M que son el grupo de causas.

Figura 7 Diagrama Causa – Efecto



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla cada una de las M del diagrama:

- Mano de obra: Se refiere a como se encuentran el capital humano de la empresa profesionalmente hablando.
- Método: Esta M hace referencia a si lleva un proceso de documentación adecuada, o si la forma de llevar las tareas son las adecuadas.

- Medición: Nos señala si hay un adecuado control de los datos o procesos.
- Material: En esta espina se analiza si hay problemas con los materiales que se utilizan para llevar a cabo el proceso.
- Máquina: Se analiza si hay problemas con las herramientas que se utilizan para llevar a cabo el proceso.
- Medio Ambiente: Se basa en el análisis del entorno de trabajo y como es dicho ambiente.

También conocido como de espina de pescado, es una herramienta visual que tiene un formato de gráfico. Además, su principal función es ayudar en los análisis de organización. (Salesforce, Inc., 2023)

-Matriz de priorización.

La matriz de priorización es una herramienta que permite comparar y seleccionar entre ciertos problemas o soluciones las prioridades para tomar una decisión. Lo más importante de esta matriz es que ayuda a seleccionar una opción considerando una lista de alternativas basadas en ciertos criterios definidos por el ejecutor.

### **Mejorar / Implementar**

Ya cuando se ha determinado que el problema es real y no un evento cualquiera se deben identificar posibles soluciones. En esta etapa se desarrollan, implementan y se validan alternativas de mejora para el proceso, es importante realizar una lluvia de ideas para lograr generar propuestas las cuales deben ser probadas también pueden ser herramientas tales como lean y simulación de eventos discretos.

Para ello se implementará las siguientes herramientas:

## -Relación costo / beneficio

Análisis que evalúa la eficiencia económica de una acción o proyecto al comparar los costos asociados con los beneficios obtenidos

### - Diagrama de Gantt

El gráfico de Gantt permite identificar la actividad en que se estará utilizando cada uno de los recursos y la duración de esa utilización, de tal modo que puedan evitarse periodos ociosos innecesarios y se dé también al administrador una visión completa de la utilización de los recursos que se encuentran bajo su supervisión. (María Alejandra Hinojosa, 2003).

Herramienta visual utilizada en la gestión de proyectos que representa las tareas y actividades a lo largo del tiempo. Se organiza en un gráfico de barras, donde cada barra representa una tarea y su longitud indica la duración estimada.

## **Controlar**

Por último, ya una vez que se encuentre la manera de mejorar el desempeño del sistema, se necesita encontrar asegurar que la solución pueda sostenerse sobre un periodo largo de tiempo. Para esto se debe diseñar e implementar una estrategia de control que asegure que los procesos sigan corriendo de forma eficiente, para ello se plantea el uso de plan de acción:

### - Plan de acción:

Un plan de acción es una hoja de ruta que puede ayudarlo a lograr sus metas y objetivos. Así como hay muchas formas de llegar a un destino si va de viaje, un programa puede tomar muchos caminos para alcanzar las metas, cumplir los objetivos y lograr resultados, tabulados y plasmados en KPI's de control para evaluaciones mensuales y trimestrales.

## 2.3. Marco conceptual referente al impacto del proyecto

Con la implementación de este proyecto se pretenden los siguientes impactos:

### 2.3.1 Impacto a corto plazo:

Se pretende favorecer y estrechar la relación de la organización con el cliente para mejorar los tiempos de entrega de los diferentes materiales, realizando una validación completa del tipo de medio de cultivo que tiene más salida, de esta manera se estará evitando muchos impactos potenciales que pueden generar un faltante de material y los indicadores que se verían afectados.

### 2.3.2 Impacto a mediano plazo

Una vez se haya finalizado el proyecto, se pretende realizar un estudio a nivel de *Supply Chain* revisando procesos críticos de cada producto con el fin de determinar posibles causas de atraso relacionada a materias primas, con el objetivo de determinar si existen otros proveedores que se puedan tomar en cuenta ante una emergencia y de esta manera evitar impactos, al mismo tiempo también se podrá ver aspectos positivos como reducción de costos y tiempos de entrega

### 2.3.3 Satisfacción del cliente

En la actualidad, lograr la plena satisfacción del cliente es un requisito indispensable para ganarse un lugar en la mente de los clientes y, por ende, en el mercado meta. Por ello, el objetivo de mantener satisfecho a cada cliente ha traspasado las fronteras del departamento de mercadotecnia para constituirse en uno de los principales objetivos de todas las áreas funcionales (producción, finanzas, recursos humanos, entre otros) de las empresas exitosas. (Ivan Thompson, 2006).

La satisfacción del cliente es el objetivo de toda empresa ya que ganar un cliente recurrente la compañía tiene una garantía en que su producto o servicio se mantenga en el mercado ya que obtiene la lealtad del cliente, al igual que puede ganar nuevos clientes a través del cliente actual



por el feedback positivo del producto o servicio brindado. Todas las estrategias o indicadores que la empresa proponga deben ser enfocada en el cliente y mercado meta ya que gracias a un cliente satisfecho la empresa crecerá en el futuro.

#### 2.3.4 Análisis costo – beneficio

El análisis costo-beneficio es una herramienta financiera que mide la relación que existe entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión, tal como la creación de una nueva empresa o el lanzamiento de un nuevo producto, con el fin de conocer su rentabilidad. (Alberto Komiya, 2019)

Un análisis costo beneficio se realiza con el primordial objetivo de determinar si el proyecto o producto en el que se invertirá tendrá un retorno de esa inversión en el corto o mediano plazo de alguna manera ya que, si solo se implementa dicho proyecto sin conocer la rentabilidad que se tendrá a futuro puede llegar a convertirse en un gasto para la compañía.

#### 2.3.5 Optimización de procesos

Optimización de productos y procesos industriales presenta herramientas para la reducción efectiva de costes, mejorando la calidad de los productos y el rendimiento de los procesos. (Pau Figuera, 2007).

La optimización de un proceso es básicamente encontrar la mejor opción para llevar a cabo los procesos, como eliminar las actividades o pasos que están de más o producen retrabajos que a la vez dan pérdidas de dinero a la empresa y también lo es el sacar el mayor de los provechos a los recursos existentes asignados al proceso.

Concluido el proyecto, se podrá tener una respuesta positiva en cuanto a la satisfacción de cliente externo e interno, además de se mejorará la eficiencia del método productivo con lo que traerá sin duda beneficios contables.

### 2.3.6. Automatización de procesos

La automatización procesos permite que las empresas diseñen, ejecuten, observen, supervisen y mejoren de forma continua los procesos de negocio, lo que hace que sea una de las más poderosas ventajas competitivas de una organización. (ISOTools Excellence, 2018).

Al automatizar procesos se tienen beneficios como la minimización de costos ya que se disminuye la cantidad de personas en el equipo, o la minimización del tiempo con el que se realiza alguna actividad, porque se tiene el costo de la persona que realiza la labor y el tiempo con cuenta para realizarla por lo que si se tiene una duración mayor a la esperada a la hora de entregar informes o de simplemente pasar de una actividad a otra en el proceso esto ya representa un costo para la compañía, por lo que mecanizar las actividades para el desarrollo de las tareas permite trabajar de una forma más eficiente, al igual que también se atribuye a la minimización de errores.

### 2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias semejantes.

Para apoyo del proyecto se realiza la consulta de dos proyectos situados en la biblioteca digital de la Universidad Hispanoamericana; ya que cuenta con similitudes en contexto y métodos con este proyecto, los trabajos mencionados son: IND-1106 y IND-1109

El proyecto IND-1106 es tiene por título: “Mejora en el control de productividad del proceso de producción en el Hotel el silencio Lodge & spa”, donde a través de la metodología de DMAIC y con ayuda de herramientas de ingeniería se logra alcanzar la meta de mejorar la productividad en cuanto al área de compras y proveeduría; además la determinación de si es necesario generar una plaza más de trabajo.

Para el Proyecto IND-1109 que tiene por título: “ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y ELABORACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DE PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN DE PLÁSTICOS MODERNOS SA EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2023”, con ayuda de la metodología de DIMAIC y de herramientas ingenieriles para la determinación de las causas raíz y su respectivo impacto; se brinda una propuesta de mejoramiento en el proceso con el fin de alcanzar metas propuesta.

## CAPITULO III. Metodología de trabajo.

El presente capítulo se basa en cinco secciones de las cuales la primera es la metodología para la definición del problema, la segunda sección es acerca del respaldo para la medición del proyecto, la tercera se concentra en la metodología para la propuesta de mejora, posterior a esta parte se continúa con la metodología de implementación de esa mejora y por último la metodología para la verificación o seguimiento de resultados de la implementación de mejora que se realizó.

### 3.1 Metodología para la definición del problema

Este proyecto fue inicialmente desarrollado bajo el conocimiento teórico para definir cada uno de los puntos de estudio. El área gerencial no cuenta con la visibilidad real y ordenada de los procesos operativos del laboratorio con respecto a la llegada de solicitudes de los clientes y el seguimiento con el que entran a operaciones para su ejecución; es por ello que se realizó un diagrama de flujo para identificar los procesos, además se recolecta información de los clientes externos e internos con relación a la satisfacción de los servicios y productos recibidos de parte del Laboratorio esto utilizando la herramienta “voz del cliente”.

Con la alta gerencia se reúne para realizar un FODA del proceso operativo con el fin de conocer las oportunidades de mejora que se deben corregir y plantear tiempos para ello.

### 3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo de proyecto.

Con los datos obtenidos se ejecutó un análisis de capacidad de entrega de los medios de cultivo que tiene el laboratorio en el plazo esperado por el cliente externo e interno.

Así como la capacidad que tiene el departamento comercial de atender las solicitudes en el plazo establecido en contrato con los clientes.

Además, se plantearon “KPI’s” de control de entrega de producto tarde a los clientes, así como la segregación de las causas de estas demoras.

### 3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica

Una vez concluida la fase de analizar, se tomó esos datos para el desarrollo de las causas raíz, para la cual se ejecutó dos herramientas: primero un diagrama de “Ishikawa” tomando de referencias las “6 M” y una “Matriz de Priorización” para identificar las causas raíz y poder ordenarlas según importancia para encontrar fallas adicionales en el proceso que sumen en la falta en el cumplimiento de los plazos de producción.

### 3.4 Metodología para la implementación del proyecto de un nuevo proceso, producto o servicio

Como paso siguiente y en secuencia con el DMAIC se tomó en cuenta dos herramientas de implementación tales como el diagrama de Gantt, incluyendo las mejoras propuestas a la gerencia general y a los encargados de los departamentos que se involucren en las mejoras con la propuesta de plazo para realizarlo, también se formuló del análisis de relación costo/beneficio para así poder materializar las ventajas de la ejecución del proyecto.

### 3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados

Como último paso para poder asegurar la verificación y el seguimiento de los resultados se planteó un plan de acción para ser evaluado por la gerencia y la supervisión de cada área acompañando a los colaboradores involucrados con el fin de que se tenga clara la visión de los departamentos en cumplimiento de las metas, también se planteó un KPI de entregas tardías a

clientes externos e internos que sea ejecutado mensualmente para monitorear el proceso y poder identificar tendencias a tiempo.

Cuadro1. resumen de etapas.

	<i>objetivo específico</i>	<i>actividades</i>	<i>Herramientas</i>	<i>Descripción</i>	<i>Responsables</i>
<b>Etapa de Definir</b>	Crear herramientas de definición con el fin de tener el panorama actual de la empresa en cuanto la producción de medio de cultivo de 90 mm	Elaboración de consulta a los clientes, reunión del personal, elaboración del diagrama de flujo	Voz del cliente, FODA y Diagrama de flujo	Documentar el estado inicial actual de la empresa.	Gerencia y supervisión del área.
	<i>objetivo específico</i>	<i>actividades</i>	<i>Herramientas</i>	<i>Descripción</i>	<i>Responsables</i>
<b>Etapa de Medir</b>	Definir las herramientas de medir para poder tomar decisiones de la empresa	Elaborar en análisis de la capacidad instalada el laboratorio y tabular los datos del kPI	Análisis de Capacidad Actual, KPI	Medir la capacidad instalada del laboratorio, tener los datos reales de ventas y rechazos de pedidos	Supervisión del área encargado del proyecto.
	<i>objetivo específico</i>	<i>actividades</i>	<i>Herramientas</i>	<i>Descripción</i>	<i>Responsables</i>
<b>Etapa de Analizar</b>	Conocer las causas raíz y colocarles un orden de prioridad	Ejecutar el Ishikawa y realizar la priorización en reunión de staff	Diagrama de Ishikawa, Matriz de Priorización.	Encontrar las causas raíz y fijar el giro del proyecto.	Encargado del proyecto
	<i>objetivo específico</i>	<i>actividades</i>	<i>Herramientas</i>	<i>Descripción</i>	<i>Responsables</i>
<b>Etapa de Mejorar</b>	Entregar propuestas a las causas raíz encontradas.	Elaboración del registro de solicitudes, planificar la compra e implementación de equipo de producción de medio de cultivo	Relación Costo/Beneficio y Diagrama de Gantt	Encontrar y poner en uso el registro de solicitudes mensuales y poner en marcha la compra del equipo.	Encargado del proyecto, gerencia general y gerencia de área
	<i>objetivo específico</i>	<i>actividades</i>	<i>Herramientas</i>	<i>Descripción</i>	<i>Responsables</i>
<b>Etapa de Controlar</b>	Crear una herramienta que pueda asegurar la verificación y el seguimiento de resultados	Elaboración de KPI de control en base a los resultados de los meses del puesta en marcha del proyecto	Plan de Acción y KPI	La ejecución del plan de acción busca tener el proceso controlado de manera que con una herramienta se pueda tomar decisiones.	Gerencia y supervisión de área

Fuente: Elaboración propia con datos de Microbiología y Calidad Industrial.

## CAPITULO IV. Análisis de causa Raíz.



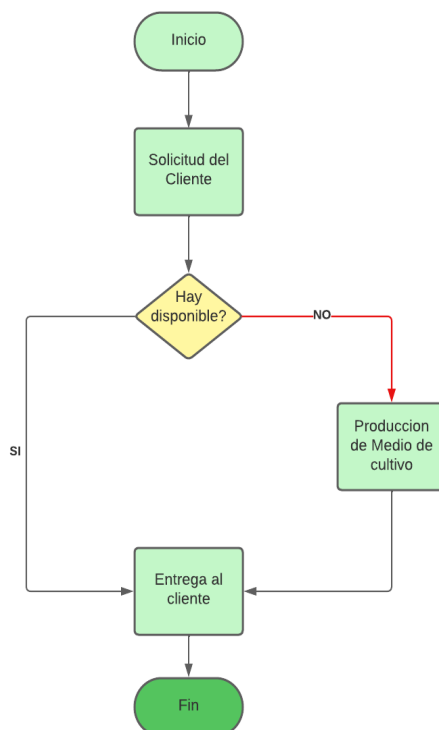
En el presente capítulo se realizarán los análisis y mediciones de datos para respaldar la importancia del proyecto y evidenciar que existe un problema en el proceso estudiado que está derivado por un conjunto de causas las cuales serán descubiertas en esta sección del documento.

#### 4.1 Descripción general del proceso.

Se brindará una descripción actual del proceso de operaciones de la recepción de solicitudes por parte de clientes externos e internos, así como de la percepción actual de los mismos a los servicios brindados, para ello se utilizará el diagrama de Flujo actual, un FODA además de la Voz del cliente.

##### 4.1.1 Diagrama de Flujo del proceso de recepción de solicitudes de medio de cultivo de 90 mm de clientes externos e internos.

Figura 8. Diagrama de Flujo de proceso de solicitudes.



Fuente: Elaboración propia con datos de Microbiología y Calidad Industrial.

En el diagrama de flujo el inicio del proceso de solicitud de medio de cultivo de los clientes externos e internos.

-Primeramente, la solicitud, ésta puede ser de cliente externo o interno; llega la solicitud por medio de un correo electrónico a la supervisión de producción, al encargado comercial o por la vía telefónica a la recepción de la empresa, todas las solicitudes se le trasladan al supervisor de producción para darle trámite.

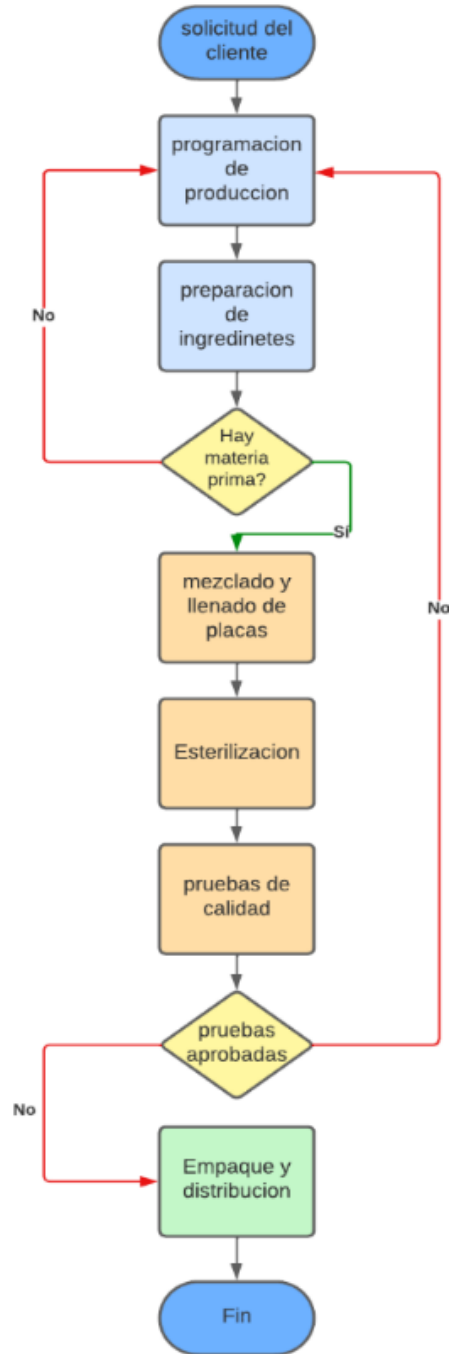
-En el segundo punto el encargado de la producción chequea el disponible liberado para poder facilitar al cliente.

-En el caso de que no exista medio de cultivo disponible se coloca en cola de producción, según el orden de llegada la solicitud al departamento de producción, acá se define plazos de entrega, se confirma las materias primas y se coloca en flujo de producción.

-Una vez se cuente con el medio de cultivo disponible como último punto se gestiona con cadena de abastecimiento la entrega con el cliente y la respectiva facturación.

#### 4.1.2 Diagrama de Flujo del proceso de elaboración de medio de cultivo de 90 mm

Figura 9. Diagrama de Flujo de proceso de elaboración de medio de cultivo 90 mm



Fuente: Elaboración propia con datos de Microbiología y Calidad Industrial.

El diagrama de flujo nos detalla las estaciones involucradas para el proceso de elaboración de medio de cultivo de 90 mm.

-La solicitud del cliente entra a la supervisión de producción y este lo coloca en cola según el orden de ingreso.

-Se programa según los plazos de entrega requeridos por el cliente.

-Se preparan los ingredientes por parte del personal operativo, para ello se utiliza una lista de chequeo, de estar todo disponible se inicia el proceso, de lo contrario se envía la solicitud de materia prima y se regresa a programación.

-El primer paso de producción es donde se realiza el mezclado y el llenado de cada una de las placas de medio de cultivo de 90 mm, para esto se utiliza el equipo "*masterclave 528*". Se mantienen dentro de la cámara de flujo laminar en espera de que se solidifiquen con un tiempo estimado de 20 min por lote.

-Una vez sólidos se envían los lotes a esterilizar a un proveedor externo con un plazo de 2-3 días, el costo de envío es elevado por lo que se intenta en este punto compilar la mayor cantidad de lotes según permita los tiempos de entrega y tomando en cuenta el tiempo que llevará los siguientes procesos.

-El paso siguiente es realizarle pruebas de calidad a muestras de cada lote, para ello se realizan incubaciones durante tres a cinco días, de placas selladas y de placas a las cuales se les adiciona un microorganismo conocido previamente, estas incubaciones a temperatura controlada, como resultado esperado para las placas selladas la ausencia de actividad microbiana y para las placas con microorganismo añadido, el crecimiento del mismo y así comprobar que el medio cuenta con las condiciones para la viabilidad microbiológica.

-Como último paso la distribución al cliente por parte de cadena de abastecimiento y facturación.

### 4.1.3 Análisis FODA

Figura 10. Análisis FODA de la empresa.

FACTORES INTERNOS	
FORTALEZAS (+)	DEBILIDADES (-)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expertos en los métodos.</li> <li>- Críticos.</li> <li>- Capacidad de innovar en áreas claves.</li> <li>- Presencia en el mercado.</li> <li>- Respaldo adquirido.</li> <li>- Formación constante del personal.</li> <li>- Sistema de gestión de calidad robusto y maduro.</li> <li>- Recursos financieros adecuados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poco control por el crecimiento exponencial de la organización.</li> <li>- Personal operacional nuevo en todas las líneas de jerarquía.</li> <li>- Falta de controles de seguimiento de errores.</li> <li>- Personal desmotivado.</li> <li>- Sensación general del personal de que falta equipo.</li> <li>- Alto volumen de trabajo que incrementa el error el factor humano</li> <li>- Falta de orden en la recepción de los pedidos de los clientes.</li> </ul>

FACTORES EXTERNOS	
OPORTUNIDADES (+)	AMENAZAS (-)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fusión con AGQ Labs.</li> <li>• Alto crecimiento del sector de dispositivos médicos en el país</li> <li>• Nuevas tecnologías mundiales en dispositivos médicos.</li> <li>• Auditorías externas que promueven el mejoramiento continuo.</li> <li>• Diversificación interdisciplinaria de los colaboradores.</li> <li>• Recomendaciones de parte de los clientes a posibles clientes nuevos.</li> <li>• Nuevos nichos de mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interés de los clientes por desarrollar por ellos mismos los análisis y servicios que MCI brinda.</li> <li>• Competencia en crecimiento.</li> <li>• Competencia con estructura de costo menor.</li> <li>• Mucho trámite burocrático para operación en el país.</li> <li>• Poco acompañamiento financiero de parte de la banca nacional para potenciar las empresas medianas en el país.</li> <li>• Infraestructura vial comprometida e ineficiente que permite mucha planificación logística de entregas y traslados.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con datos de Microbiología y Calidad Industrial.

En el cuadro anterior se evidencia la situación actual de la empresa MCI, sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que nos ayudaran analizar y proponer un diseño al proceso productivo para la producción de medios de cultivo y como mejorar el funcionamiento operativo para poder cumplir con los requerimientos de los clientes.

#### 4.1.4 Voz del Cliente

Figura 11 Cuadro de voz del Cliente

<b>SIX SIGMA DE VOZ DEL CLIENTE (VOC)</b>				
	<b>IDENTIDAD DEL CLIENTE</b>	<b>VOZ DEL CLIENTE</b>	<b>PROBLEMA(S) CLAVE(S) DEL CLIENTE</b>	<b>REQUISITOS CRÍTICOS DEL CLIENTE</b>
<b>#</b>	<b>¿Quién es el cliente?</b>	<b>¿Qué dijo el cliente?</b>	<b>¿Qué necesita el cliente?</b>	<b>¿Qué acción resultante se requiere?</b>
1	000	No hay disponible medio de cultivo para la venta	Cambiar plan operativo mensual	Atraso en producción y en la prestación de los servicios
2	038	Se entregó tarde el medio de cultivo, desorden en la toma de pedido.	Retrasar el inventario de producto final	Bajar el precio en el próximo lote de producción al cliente
3	009	No hay disponible medio de cultivo para la venta	Incumplimiento de procedimiento interno por falta de monitoreo en el mes.	Búsqueda de otro proveedor de medio de cultivo
4	026	Se entregó tarde el medio de cultivo	Cambiar plan operativo mensual	Bajar el precio en el próximo lote de producción al cliente
5	065	Se entregó tarde el medio de cultivo, desorden en la toma de pedido	Trabajos a destiempo o con prisa	Bajar el precio en el próximo lote de producción al cliente
6	094	No hay disponible medio de cultivo para la venta	Generación de una No conformidad del sistema de gestión de calidad.	Búsqueda de otro proveedor de medio de cultivo
7	098	No hay disponible medio de cultivo para la venta, desorden en la toma del pedido	Atraso en el visto bueno de salida de lotes de producción	Compromiso de ser el primero en entregársele el próximo mes

Fuente: Elaboración propia con datos de Microbiología y Calidad Industrial.

En este cuadro se recopila los problemas o situaciones desencadenadas de los clientes producto de la falta de capacidad del laboratorio de cumplir con el requerimiento de los clientes que deben ser consideradas para mejorando y así aumentar la satisfacción de los clientes.

## 4.2 Descripción de la situación actual

### 4.2.1 Análisis de Capacidad actual

Figura 12. Cuadro de Capacidad actual de la empresa.

Actual	Turnos posibles de trabajo por mes					
	Horario	turnos	Días a la semana	turnos por semanas	Turnos por mes	
	L-V	2	5	10	40	
	Sábado	1	1	1	4	
	Domingo	1	1	1	4	
Total de turnos por mes				48		
Capacidad instalada mensual de producción de medio de cultivo					Placas	Venta
					24000	\$ 72,000.00
Placas producidas por turno de trabajo					costo 60 %	\$ 43,200.00
Turno	Placas	Venta por placa	venta de lote		Utilidad 40%	\$ 28,800.00
1	500	\$ 3.00	\$ 1,500.00			

Fuente: Elaboración propia con datos de Microbiología y Calidad Industrial.

Tomando en cuenta los datos proporcionados se realiza el cálculo de la cantidad de placas de medio de cultivo que se pueden producir en un turno de trabajo, esto tomando en cuenta el proceso completo ya antes descrito en el diagrama de flujo por dos personas por turno dedicadas a este proceso en específico.

Además, se traduce esa cantidad de unidades producidas al dinero producto de las ventas y se calcula costo y la utilidad de todo el lote del turno. Esta es la capacidad instalada actual del equipo de producir placas de medio de cultivo de 90 mm en un turno de trabajo.

#### 4.2.2 KPI de Control

Para la elaboración de los indicadores se utilizan cuatro variables durante un periodo de seis meses (julio a diciembre del 2023):

Entregas a tiempo, Entregas tarde, pedidos Rechazados y pedidos incumplidos.

Figura 13. KPI de control de solicitudes ventas y perdidas.

	JULIO 2023			AGOSTO 2023			SEPTIEMBRE 2023			OCTURE 2023			NOVIEMBRE 2023		
Indicador	solicitudes	# placas	venta	solicitudes	# placas	venta	solicitudes	# placas	venta	solicitudes	# placas	venta	solicitudes	# placas	venta
Entrega a tiempo	8	17000	\$ 51,000.00	7	20000	\$ 60,000.00	8	18500	\$ 55,500.00	8	17000	\$ 51,000.00	9	22000	\$ 66,000.00
Entrega tarde	3	7000	\$ 21,000.00	4	4000	\$ 12,000.00	2	6000	\$ 18,000.00	3	7000	\$ 21,000.00	2	2000	\$ 6,000.00
Se rechaza	12	24500	\$ 73,500.00	11	22000	\$ 66,000.00	13	26500	\$ 79,500.00	10	20000	\$ 60,000.00	13	26500	\$ 79,500.00
no cumplido	3	5500	\$ 16,500.00	2	2500	\$ 7,500.00	4	6500	\$ 19,500.00	3	3500	\$ 10,500.00	2	5500	\$ 16,500.00
total	26	54000		24	48500		27	57500		24	47500		26	56000	

	DICIEMBRE 2023			TOTAL			PROMEDIO				
Indicador	solicitudes	# placas	venta	solicitudes	# placas	venta	solicitudes	%	# placas	venta	
Entrega a tiempo	8	19000	\$ 57,000.00	48	113500	\$ 340,500.00	8.00	31.17	18916.7	\$ 56,750.00	Entregado \$ 72,250.00
Entrega tarde	3	5000	\$ 15,000.00	17	31000	\$ 93,000.00	2.83	11.04	5166.67	\$ 15,500.00	
Se rechaza	12	26500	\$ 79,500.00	71	146000	\$ 438,000.00	11.83	46.10	24333.3	\$ 73,000.00	Perdido \$ 87,550.00
no cumplido	4	5600	\$ 16,800.00	18	29100	\$ 87,300.00	3.00	11.69	4850	\$ 14,550.00	
total	27	56100		154	319600		25.6666667	100.00	53266.7	\$ 159,800.00	

Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos de Microbiología y Calidad Industrial.



Con estos indicadores podemos concluir que más del 50% de las solicitudes realizadas por los clientes externos e internos no se pueden procesar, también se puede concluir que únicamente el 31.17% de solicitudes logran ser entregadas a tiempo.

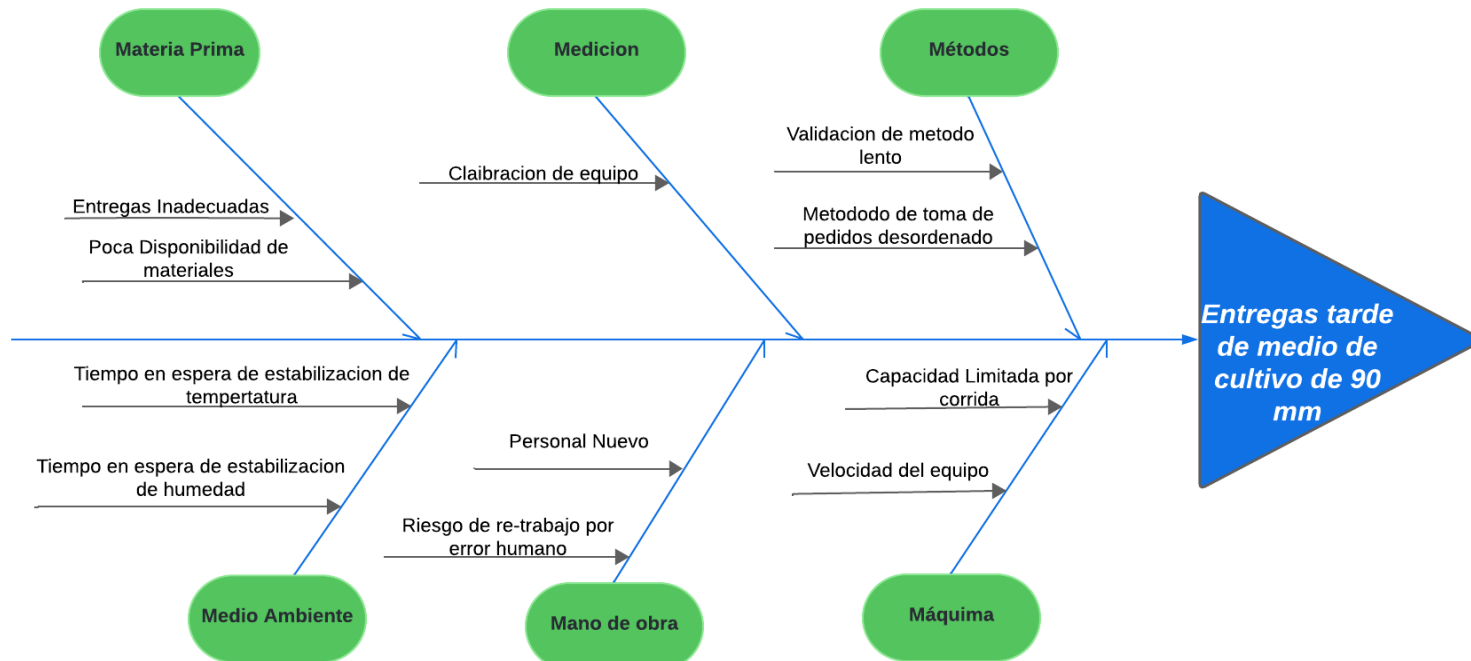
De tener una capacidad mayor de producción, se podría abordar más porcentaje de solicitudes.

Queda en evidencia la cantidad de ventas que no se pueden realizar por la falta de capacidad de producción.

### 4.3 Determinación de las causas que provocan

#### 4.3.1 Diagrama de Ishikawa

Figura 14. diagrama de Ishikawa



Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos de Microbiología y Calidad Industrial.

Tomando en cuenta las 6M se realiza el diagrama de Ishikawa se define la “entrega tarde de medio de cultivo” como proceso a evaluar en donde se logra indicar cuales son las posibles causas que juegan un papel importante en el proceso para esto se detallan las siguientes causas según cada grande grupo:

#### Materia prima.

- Entregas Inadecuadas: esto se considera una causa raíz importante porque a la hora de tener entregas inadecuadas a los clientes se requieren re trabajos y con esto el incumplimiento del requerimiento del cliente.
- Poca disponibilidad de materia prima: se refiere a la falta de inventario de material terminado o materia prima para la preparación de medios de cultivo en stock para poder hacer las entregas a tiempo.

#### Medición.

- Las calibraciones de los equipos no representan una causa raíz, pero si un factor contribuyente, que podría generar retrasos en las entregas de los pedidos a los clientes.

#### Métodos.

- Los métodos de validación pueden resultar lentos ya que el proceso de aprobación y liberación de los cambios de los documentos entran a un flujo de aprobación dependiente de muchas firmas volviéndose un trámite burocrático que puede tomar días o semanas.
- La forma que se toman los pedidos es inadecuada ya que las solicitudes ingresan a la empresa por la recepción, departamento comercial y a la supervisión de operaciones.

#### Medio Ambiente.

- El tiempo de estabilización de la temperatura y de humedad del medio de cultivo después de chorreado es estándar y sin posibilidad de modificaciones, representa un tiempo importante en el proceso de fabricación que no se puede cambiar y que puede llevar a tiempos muertos.

#### Mano de Obra.

- El personal nuevo con falta de experiencia en la preparación de medios de cultivo representa un factor a tomar en cuenta.
- Por ser un proceso que requiere intervención de los colaboradores siempre existe el riesgo de error humano en el proceso, a la hora de la preparación de los medios ya que se debe pesar y preparar según procedimientos.

#### Maquina.

- Se determina que la capacidad del equipo es un factor importante ya que, pese a trabajar al 100% no es capaz de cumplir el requerimiento del cliente.

Para la selección de las causas raíces de mayor importancia se realiza una matriz de priorización.

### 4.3.2 Matriz de priorización.

Figura 15. Matriz de priorización

Matriz de prioridad. ¿Cuál Causa es el factor que afecta más la entrega a tiempo los pedidos de medio de cultivo de 90 mm?	Calibraciones de equipo lentas	Malas entregas de materia prima	Disponibilidad de materia prima	Tiempo de espera de temperatura	Tiempo de espera para Humedad	Personal nuevo	Error Humano	Validación de método lento	Pedidos Desordenados	Capacidad del Equipo	Velocidad del Equipo	Total	Prioridad
	Calibraciones de equipo lentas	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Malas entregas de materia prima	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	9
Disponibilidad de materia prima	3	3	1									7	10
Tiempo de espera para temperatura	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	13	7
Tiempo de espera para Humedad	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	8
Personal nuevo	4	3	2	2	2	1	2	2	1	1	1	20	4
Error Humano	4	3	2	2	1	1	2	1	1	1	1	18	5
Validación de método lento	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	6
Pedidos Desordenados	5	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	39	3
Capacidad del Equipo	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	1
Velocidad del Equipo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	2

Fuente: Fuente: Elaboración propia con datos de Microbiología y Calidad Industrial.

En esta matriz de Prioridad se pondera del 1 al 5, siendo el 1 el valor que menos contribuye al problema y 5 el que más contribuye.

Aplicando la matriz y haciendo la comparación entre los factores se logra realizar la sumatoria y con ello poder determinar las causas raíz más importantes del proceso y poder generar el plan de acción adecuado.

En este caso se determinó que las causas más importantes que generan el incumplimiento son:

- La capacidad instalada del equipo

- El tiempo que dura el equipo en realizar cada corrida.
- La manera desordenada de toma de pedidos.

Importante hay que señalar que esta evaluación se realiza en una “mesa redonda” donde participó el líder del proyecto, Gerencia general del laboratorio, Gerencia de operaciones, Gerencia de producción, colaboradores del área operativa, supervisión del área comercial y supervisión de cadena de abastecimiento.

En este capítulo se logró determinar las causas raíz más importantes que afectan el proceso productivo del laboratorio, particularmente en la producción de medio de cultivo de 90m; con esto se puede trazar la ruta de a seguir y la búsqueda de las soluciones y planes de mejora.

Según la matriz de priorización se trabajará lo más importante en este proyecto, sin embargo, queda evidenciado para que la gerencia del laboratorio pueda trabajar las causas con mejor puntuación según lo considere oportuno y buscar la mejora continua.

## CAPITULO V. Diseño e implementación de la solución.

En el presente capítulo se identificarán e implementarán las mejoras para eliminar o disminuir las causas principales que están provocando el problema presentado en el proceso de preparación de medios de cultivo.

## 5.1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

En MCI se pudo encontrar un desorden de la forma es que se toman los pedidos de los clientes tal y como se evidenció en la herramienta de la voz del cliente y además se encontró la causa raíz del problema de la entrega de medio de cultivo de 90 mm, la cual es: la capacidad limitada de producción del equipo, con el que se cuenta en este momento, cabe indicar que esto se da pese a que el equipo trabaja en su capacidad máxima.

## 5.2. CAUSAS Y PROPUESTAS PLANTEADAS

Causa 5.2.1 Método desordenado de toma de pedidos.

Propuesta 5.2.1

Para la solución del problema se plantea solicitar al equipo de TI generar un correo electrónico para que sea de uso exclusivo del departamento comercial, para que los clientes hagan los pedidos, con la intención que se logre llevar un orden de entrada el orden de producción sea el adecuado; debe de hacer la comunicación a los clientes para hacer uso de este correo de manera inmediata y con la aclaración de que por medio del correo electrónico nuevo será la única manera de generar el pedido.

Además, se propone realizar un *Registro de Solicitudes* en alguna plataforma como “teams” para uso de comercial y operaciones para realizar la tabulación de las solicitudes en tiempo real y que sea una herramienta útil para la planificación de los pedidos.

Es importante hacer la comunicación de la nueva disposición a todas las partes internas involucradas para que sea la propuesta la única forma de actuar por parte de los colaboradores y así generar el proceso estándar e incorporada a la cultura de la compañía.

Este es un cambio que se genera en un periodo muy corto de tiempo y con grandes beneficios.

Figura 16. Registro de solicitudes mensuales.

Registro de solicitudes mensuales										
solicitud	fecha de solicitud	# Cliente	cantidad placas 90mm	cantidad placas 45mm	fecha de entrega	contacto		completado?		comentario
						correo	telefono	sí	no	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										

Fuente: Elaboración propia

En este cuadro anterior (figura 16) se muestra la herramienta propuesta para el registro de las solicitudes mensuales de parte de los clientes, esta es una herramienta que estará disponible únicamente para las personas involucradas en este proceso, importante indicar que la herramienta será actualizada en tiempo real para todos de manera que de una información real con la que se pueda planificar adecuadamente la producción.



## Causa 5.2.2. Entrega tarde o incumplimiento de entrega de medio de cultivo 90 mm Propuesta 5.2.2

Se consideran dos propuestas en concreto en este tema que son:

- Compra de un equipo nuevo con más capacidad de producción
- Apertura de un turno C de producción

Para la adquisición del equipo nuevo se propone que se utilice el proveedor actual ya que como existe una relación comercial entre las organizaciones las formalidades de la compra son mucho más sencillas, también se toma en consideración que es un proveedor acreditado y con evaluaciones de proveedor sobresalientes.

El soporte comercial de pre y post venta también inclina la decisión de que debe ser este mismo proveedor la mejor opción; conociendo la necesidad del laboratorio y el contratiempo por cumplir las necesidades de los clientes hacen que el tiempo sea un factor importante para tomar en cuenta.

A continuación, se indica la tabla de comparación de las capacidades de los equipos ofrecidos por el proveedor, el equipo que actualmente se utiliza es el “*masterclave 528*” y la propuesta de compra es el equipo “*masterclave 60*”

Figura 17. Brochure comparativo de equipos

### Specifications & Ordering Information

#### Masterclave® 09

Up to 40 programs: simple cycle, 2-step cycle, special cycle

Addition of supplements

Media preparation capacity 1 to 9 litres

Sterilisation temperature: 95-125 °C

Sterilisation duration: 1 to 60 min

Dispensing temperature: 25-80 °C

Autoclave or water bath volume: 12 litres

Accurate temperature control

Microprocessor-based regulation, accuracy +/-0.5° C in stabilised phase

#### Masterclave® 528

Up to 30 programs: simple cycle, 2-step cycle, special cycle

Addition of supplements

Media preparation capacity 5 to 28 litres

Sterilisation temperature: 95-125 °C

Sterilisation duration: 1 to 99 min

Distribution temperature: 25-80 °C

Temperature compensation for high volume

supplements addition. Accurate temperature control

Microprocessor-based regulation, accuracy +/- 0.5 °C after temperature stabilisation

#### Masterclave® 60

Up to 30 programs: simple cycle, 2-step cycle, special cycle

Addition of supplements

Media preparation capacity 10 to 60 litres

Sterilisation temperature: 95-125 °C

Distribution temperature: 25-80 °C

Temperature compensation for high volume supplements addition

Accurate temperature control

Microprocessor-based regulation, accuracy +/- 0.5 °C after temperature stabilisation

Fuente: <https://www.biomerieux.com/corp/en/our-offer/industry-products/masterclave-media-preparator> - <https://www.biomerieux.com/corp>

Para poder tener visible las propuestas de incremento de producción con el turno C y el equipo nuevo se demuestra mediante un análisis de capacidad de producción proyectados que se muestran a continuación:

Figura 18. Capacidad actual mensual de producción de medio de 90mm

Actual	Turnos posibles de trabajo por mes				
	Horario	turnos	Días a la semana	turnos por semanas	Turnos por mes
	L-V	2	5	10	40
	Sabado	1	1	1	4
	Domingo	1	1	1	4
Total de turnos por mes				48	
Capacidad instalada mensual de produccion de medio de cultivo					
				Placas	Venta
				24000	\$ 72,000.00
Placas producidas por turno de trabajo				costo 60 %	\$ 43,200.00
Turno	Placas	Venta por placa	venta de lote	Utilidad 40%	\$ 28,800.00
1	500	\$ 3.00	\$ 1,500.00		

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se indica la capacidad actual del proceso por turno, por lo que, el cálculo se realiza tomando en cuenta la cantidad de placas producidas por turno laboral, recalcando el tope de producción a 24000 unidades en promedio por mes equivalente a 48 turnos mensuales, esto con 2 personas por turno dispuesto para operar el equipo actual. La operación se realiza de lunes a viernes de 6:00am a 10:00pm en dos turnos diarios, sábado y domingo de 07:00am a 3:30pm en un solo turno.

Figura 19. Capacidad de producción mensual de medio de 90mm con turno C

Propuesta turno C	Turnos posibles de trabajo por mes					
	Horario	turnos	Días a la semana	turnos por semanas	Turnos por mes	
	L-V	3	5	15	60	
	Sabado	2	1	2	8	
	Domingo	2	1	2	8	
	Total de turnos por mes				76	
	Capacidad instalada mensual de produccion de medio de cultivo					
				Placas	Venta	
				38000	\$ 114,000.00	
	Placas producidas por turno de trabajo			costo 60 %	\$ 68,400.00	
Turno	Placas	Venta por placa	venta de lote	Utilidad 40%	\$ 45,600.00	
1	500	\$ 3.00	\$ 1,500.00	<b>Incremento</b>	<b>58.33%</b>	

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que con la proyección promedio, con la capacidad instalada actual y aumentando a turno C la producción, se puede observar el incremento de más del 58.00 %. Esto se traduce a 38000 unidades de placas en promedio mensual de producción; si bien es cierto existe un incremento sin embargo es aún muy por debajo del requerimiento promedio mensual que es de 53266.7 unidades.

Figura 20. Capacidad de producción mensual de medio de 90mm con equipo nuevo turnos actuales

Propuesta equipo nuevo	Turnos posibles de trabajo por mes					
	Horario	turnos	Días a la semana	turnos por semanas	Turnos por mes	
	L-V	2	5	10	40	
	Sabado	1	1	1	4	
	Domingo	1	1	1	4	
	Total de turnos por mes				48	
	Capacidad instalada mensual de produccion de medio de cultivo				Placas	Venta
					52800	\$ 158,400.00
	Placas producidas por turno de trabajo				costo 60 %	\$ 95,040.00
Turno	Placas	Venta por placa	venta de lote	Utilidad 40%	\$ 63,360.00	
1	1100	\$ 3.00	\$ 3,300.00	<b>Incremento</b>	<b>120.00%</b>	

Fuente: Elaboración propia

En este caso se puede observar proyectado el incremento mensual de 120% tomando en cuenta la producción actual junto con la producción del equipo nuevo; se observa que si bien es cierto se logra acercarse al requerimiento actual de 53266.7 unidades, aún se mantiene por debajo, tomando en cuenta cualquier contratiempo se compromete mucho la demanda.

Figura 21. Capacidad de producción mensual de medio de 90mm con equipo nuevo + turno C

Propuesta turno C + equipo nuevo	Turnos posibles de trabajo por mes					
	Horario	turnos	Días a la semana	turnos por semanas	Turnos por mes	
	L-V	3	5	15	60	
	Sabado	2	1	2	8	
	Domingo	1	1	1	4	
	Total de turnos por mes				72	
	Capacidad instalada mensual de produccion de medio de cultivo				Placas	Venta
					79200	\$ 237,600.00
	Placas producidas por turno de trabajo				costo 60 %	\$ 142,560.00
Turno	Placas	Venta por placa	venta de lote	Utilidad 40%	\$ 95,040.00	
1	1100	\$ 3.00	\$ 3,300.00	<b>Incremento</b>	<b>230.00%</b>	

Fuente: Elaboración propia

El último caso propuesto se observa y un incremento de 230.00% con respecto a la situación actual de producción implementando el turno C con una distribución de lunes a viernes de 10:00pm a 6:00am y sábado de 3:30 a 10:00pm, significando que se podría producir más de 79000 placas de medio de cultivo de 90mm y con ello se cumplir con el requerimiento de demanda actual de producción; para esto se requiere contratar dos personas (un técnico y un asistente), esto significa un costo operativo mensual de \$2.500 por salarios y cargas sociales, contemplados en el rubro de “costo del 60%” en el cuadro anterior

Con esto se puede observar el impacto en cada una de las propuestas y poder concretarlas con las gerencias pertinentes, es notable en incremento de producción y la traducción a términos económicos es significativo.

Los periodos de capacitación será impartidos por representantes de la marca en el país y será simultaneo al envío del equipo al país ya que el laboratorio ya cuenta con un equipo de la misma marca, cabe resaltar que la curva de aprendizaje para los colaboradores ya entrenado será muy plana por la familiarización con el método que se cuenta; los entrenamientos a los colaboradores nuevos se impartirá en el periodo de envío del equipo según se maneja en el sistema de gestión de calidad de la compañía tomando en cuenta los periodos de selección de personal de parte de talento humano.

Se pretende que, del momento de la firma de la adquisición del equipo, se esté operando al 100% en dos meses calendario.

Esto se detallará en el “diagrama de Gantt” siguiente.

### 5.3. Diagrama de Gantt de implementación de mejoras

Figura 22. Diagrama de Gantt.

Actividad	inicio	responsable												
			24 marzo - 30 marzo	01 abril - 06 abril	07 abril - 13 abril	14 abril - 20 abril	21 abril - 27 abril	28 abril - 04 mayo	05 mayo - 11 mayo	12 mayo - 18 mayo	19 mayo - 25 mayo	26 mayo - 31 mayo		
Contratación de nuevo personal e inducción a la empresa	24-mar	RRHH-Supervisor de operaciones	■	■										
Investigación y selección del equipo de producción de placas de cultivo adecuado.	24-mar	Gerencia General	■											
Adquisición de equipo y suministros necesarios.	01-abr	Gerencia General / facilidades		■										
Preparación del espacio en el laboratorio para la instalación del equipo.	01-abr	supervisor de facilidades		■										
Instalación del equipo	14-abr	facilidades y tecnico de la marca			■									
Pruebas de funcionamiento y calibración del equipo	21-abr	tecnico de la marca y sup, operaciones				■								
Desarrollo de protocolos de producción y control de calidad.	07-abr	Ingenieria de proyectos			■									
Capacitación del personal en el uso del equipo y los protocolos de producción.	07-abr	Representante de la marca / Gerencia de operaciones			■	■								
Establecimiento de procedimientos de almacenamiento y manejo de materiales	07-abr	Gerencia de operaciones / supervisor de produccion			■									
Pruebas piloto de producción para ajustar procesos y procedimientos si es necesario.	28 abril	supervisor de produccion					■							
Producción inicial de placas de cultivo para validar el proceso.	05-may	Ingenieria de proyectos						■						
Implementación de sistemas de seguimiento y documentación de producción	28-abr	Gerencia de operaciones / supervisor de produccion						■	■					
Puesta en marcha y corridas iniciales	12-may	Supervisor de produccion								■	■	■		
Evaluación continua y mejora de los procesos de producción.	26-may	Gerencia de operaciones / supervisor de produccion										■	■	■

Fuente: Elaboración propia

En este diagrama de Gantt se elabora por semanas calendario, en él se observa los pasos para la puesta en marcha de la propuesta de la compra del equipo Master clave 60 y la contratación de dos personas para el turno C de producción, en involucran desde las altas gerencias como los colaboradores encargados de los procesos operativo y se tiene como fecha de inicio 24 marzo y fecha de cierre del proyecto el 31 de mayo 2024 con las evaluaciones del proyecto incluida además los procesos documentales en el sistema de gestión de calidad

Para la contratación de las dos personas se requiere la intervención del departamento de recursos humanos además de financiero para contemplar los por menores administrativos de los nuevos puestos, estas contrataciones se debe realizar según los procesos incluidos en el sistema de gestión de calidad de la empresa, que indica pasos específicos tales como: selección y filtro de hojas de vida, verificación de atestados, entrevista con RRHH, entrevista con la gerencia y la supervisión del área, formulación de la propuesta de trabajo y firma de contrato.

En una mesa de diálogo, la gerencia general, gerencia de área, junta directiva y supervisión, requiere que se tome la decisión de la compra del equipo seleccionado, generando el acercamiento con el proveedor para concretar la compra y firma de contratos.

Una vez concretada la compra el encargado de facilidades debe de definir junto con la supervisión, el sitio de instalación del equipo y los insumos o detalles de instalación.

La instalación y la puesta en marcha como prueba de funcionamiento del equipo se ejecutará exclusivamente por parte de los técnicos del proveedor, esto siempre en supervisión del encargado de área y facilidades.

De parte de operaciones y específicamente Ingeniería de procesos iniciara a este punto con la generación del protocolo de producción y de control de calidad, la redacción de los instructivos del equipo para ponerlos en flujo de aprobación según el sistema de gestión de calidad para la liberación oportuna de los mismos a la hora de uso por parte de los operadores finales del equipo.

Paralelo a esto se ejecutará los entrenamientos de los colaboradores de la empresa y se pueden utilizar las pruebas piloto para ello, esto por parte de los técnicos del proveedor, de esta manera se ven detalles en puesta en marcha.

Posterior a esto se realizará las primeras corridas para validar el proceso.

Por último, se incluye toda la documentación en el sistema de gestión de calidad para la liberación del método y la utilización del equipo de manera regular.

Se estima que el equipo estará puesto en marcha y funcionando al 100%, 60 días después una vez puesta la orden de compra de parte de la empresa al proveedor.

### Análisis costo beneficio

Figura 23. Cuadro de costo- Beneficio

Propuesta	Producción Placas	Costo	Beneficio	Incremento
Actual	24000	\$43200	\$28800	
Turno C	38000	\$68400	\$45600	58.33%
Equipo Nuevo	52800	\$95040	\$63360	120%
Turno C-Equipo Nuevo	79200	\$142560	\$95040	230%

Fuente: Elaboración propia

El análisis de costo beneficio es una herramienta utilizada para evaluar la relación entre los costos y los beneficios esperados de diferentes opciones o propuestas; En este caso, compara cuatro escenarios diferentes: el escenario actual y tres propuestas de aumento de producción. Para cada propuesta, primero se calcula el costo total y el beneficio total. Luego, se calcula el incremento porcentual en la producción en comparación con el escenario actual.

Esto permite evaluar el impacto de cada propuesta en términos de producción, costos y beneficios:

**Propuesta 1:** Producción: 38,000 unidades, Costo: \$68,400 Beneficio: \$45,600 Incremento en la producción: 58.33%

**Propuesta 2:** Producción: 52,800 unidades, Costo: \$95,040 Beneficio: \$63,360 Incremento en la producción: 120%

**Propuesta 3:** Producción: 79,200 unidades, Costo: \$142,560 Beneficio: \$95,040 Incremento en la producción: 230%



Al comparar estas propuestas con el escenario actual, se observó cómo cada una afecta la producción, los costos y los beneficios. Por ejemplo, la Propuesta 3 ofrece el mayor aumento en la producción (230%), pero también conlleva el mayor costo total y beneficio total. La selección de esta propuesta responde al cumplimiento de los objetivos y metas de la empresa.

## 5.4 Control y seguimiento.

### 5.4.1 Indicadores.

Para llevar el control y seguimiento de las mejoras realizadas se implementará un indicador que se llevará con una frecuencia de manera mensual, el encargado de realizar este seguimiento mensual es el supervisor del área y revisada una vez cada trimestre por el Gerente de operaciones; este indicador tendrá el objetivo de medir las ordenes entregadas a tiempo o a destiempo el tiempo y por ende seguir evitando los incumplimientos a los clientes.

### 5.4.2 Auditoría interna.

Otro de los controles que se implementó fue una auditoría interna de manera trimestral, el objetivo de esta es llevar el control de que las implementaciones como: uso adecuado de los equipos, uso adecuado de las hojas de registro de lotes, usos correctos del tiempo en cada proceso de llenado, liberación oportuna de los medios de cultivo para control de calidad, uso del documento de estandarización liberada en el sistema de gestión de calidad vigente a la fecha y tareas restantes evitando los re trabajos y demás que se detectaron a lo largo de los análisis en el documento.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo sexto se indicarán las conclusiones una vez realizado este proyecto, además se dará recomendaciones desde el punto de vista crítico y analítico a la organización.

## 6.1 Conclusiones

1-Se concluye con éxito la definición detallada de los procesos operativos, proporcionando claridad en los flujos de trabajo, roles y responsabilidades dentro del departamento de operaciones de MCI. Esto establece una base sólida para la optimización y mejora continua.

2- Se logró una evaluación exhaustiva de los procesos actuales, identificando eficazmente los cuellos de botella, ineficiencias y áreas de mejora en el departamento de operaciones de MCI. Esto proporciona una visión clara de los puntos críticos que requieren atención para optimizar la eficiencia y la eficacia operativa.

3- Se ha llevado a cabo una investigación profunda que nos ha permitido identificar con precisión las causas raíces de los problemas y desafíos en los procesos operativos del departamento de operaciones de MCI. Esta comprensión esencial allana el camino para soluciones efectivas y duraderas.

4-Se desarrollaron propuestas sólidas y concretas para mejorar los procesos operativos en el departamento de operaciones de MCI, abordando de manera efectiva los problemas identificados y aprovechando las oportunidades de mejora. Estas mejoras están diseñadas para impulsar la eficiencia y la calidad del trabajo.

5- Se ha implementado un plan de control integral que asegura la sostenibilidad de las mejoras propuestas en el departamento; Además, se han establecido indicadores clave de rendimiento para monitorear continuamente el progreso y asegurar que se mantengan los estándares de eficiencia y calidad a largo plazo.

## 6.2 Recomendaciones

Este proyecto da como punto de partida para la gerencia de la compañía para mantener el crecimiento de la empresa en cada uno de los procesos analizados, por eso se dan algunas recomendaciones:

-Antes de iniciar cualquier implementación se recomienda una planificación detallada en donde los objetivos de la implementación este acorde con los objetivos de general de la compañía y que no sea un evento aislado o sin interés para la organización.

-Analizar las necesidades de producción y realizar las comparativas pertinentes de los equipos que ofrece el mercado para realizar la selección correcta del activo.

-Es de mucho interés la capacitación constante de los colaboradores; asegurarse que la capacitación es adecuada y que con ello se maximiza la eficiencia y seguridad de los equipos es clave para el departamento.

-El buen manejo del sistema de captación de las solicitudes será fundamental para el éxito del departamento, con ello se logra identificar las necesidades de los clientes para poder brindar la solución que se adapta mejor; el uso de la herramienta brindará información importante además de útil para toma de decisión en el departamento, pero el éxito depende el compromiso de los usuarios, por lo que es importante generar conciencia.

-Comunicar a la organización los cambios que se van a realizar y generar sentimiento de pertenencia en los colaboradores.

-Una vez implementados los procesos nuevos, evalúa regularmente el desempeño, con el fin de realizar mejoras según sea necesario para optimizar la eficiencia y satisfacer las necesidades cambiantes.

## CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFIA

## 7.1 Referencias bibliográficas

1. Ben, A. (2016). Google libros. El método seis sigmas.  
[https://www.google.co.cr/books/edition/El\\_m%C3%A9todo\\_Seis\\_Sigma/x28ODAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=que+es+el+proceso+dmaic&printsec=frontcover](https://www.google.co.cr/books/edition/El_m%C3%A9todo_Seis_Sigma/x28ODAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=que+es+el+proceso+dmaic&printsec=frontcover)
2. Cueva, Y., Trujillo, J. y Duameth, J. (2019). Google académico. Mejora continua basada en la metodología DMAIC en los procesos para incrementar la productividad de un almacén de tiendas por departamento.  
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2793>
3. Rodríguez Nataly, (2023). “Mejora en el control de productividad del proceso de producción en el Hotel el silencio Lodge & spa”. Proyecto de graduación para optar por el bachillerato en ingeniería industrial, Universidad Hispanoamericana. IND-1106
4. Thompson Ivan. La Satisfacción del cliente 6ta Edición. 2006 [15 de junio del 2020].  
Recuperado de  
[https://moodle2.unid.edu.mx/dts\\_cursos\\_md/pos/MD/MM/AM/03/Satisfaccion\\_del\\_Cliente.df](https://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/pos/MD/MM/AM/03/Satisfaccion_del_Cliente.df)
5. Vargas María, (2023) “ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y ELABORACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DE PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN DE PLÁSTICOS MODERNOS SA EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2023”, Proyecto de graduación para optar por el bachillerato en ingeniería industrial, Universidad Hispanoamericana. IND-1109

## CAPÍTULO VIII: ANEXOS

Figura 24. Manual digital de equipo MASTERCLAVE®60



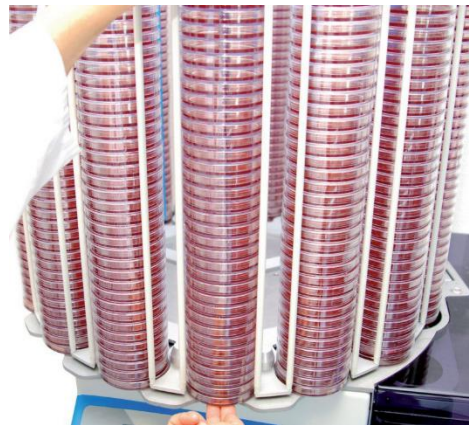
### Features

Sample preparation is a crucial step for your pathogen detection methods. The quality of sample preparation is key for the reliability of your results.

The system is designed to provide an intuitive, efficient and robust approach to the preparation of culture media, agar or broth.

Sterilization and dispensing performed under control reduces contamination risk, and ensures media and temperature homogeneity.

- ✓ 3 models up to 60 L capacity of culture media (broth or agar)
- ✓ An **auto-start option** (for MASTERCLAVE®60): Your media is available anytime you want.
- ✓ Consistent performance with pressurized distribution
- ✓ Pour quality plates during the whole dispensing cycle
- ✓ Easy to clean
- ✓ ISO 11133, ISO7218 and GMP compliant
- ✓ Connect several [DILUMAT® gravimetric sample diluters](#) and keep the same dilution performance.



Fuente: Pantallazo Proporcionado por Microbiología y Calidad industrial



Figura 25. Catálogo del proveedor

**EQUIPO Y ACCESORIOS PARA PREPARACIÓN DE MEDIOS**

**Master Clave** Sistema automatizado para la preparación y esterilización de medios de cultivo.

- ✓ Mayor trazabilidad.
- ✓ Optimización del proceso.
- ✓ Rapidez de dispensado.

**Fabricante:** bioMérieux

**APS ONE llenador automático de placas**

El aliado perfecto de Master Clave, permite realizar el llenado automático de placas de Petri. Su diseño optimizado, disminuye notablemente el riesgo de contaminación y favorece un volumen de dispensado homogéneo.

- ✓ Carrusel para placas de 55mm o 90mm.
- ✓ Programable.

Fuente: <https://tecnodiagnostica.com/wp-content/uploads/2022/04/CRC-Catalogo-Industria-v3.pdf>

Figura 26 precio de mercado del equipo MASTERCLAVE®60

**EQUIPNET**  
Proud member of **CBCULAR** network

Busque equipos o maquinaria por palabra clave, categoría, No. de listado, modelo, fabricante original Avanzada

Nosotros MarketPlace Own It Now Subastas Venda Sus Equipos Soluciones Corporativas Noticias Contacto

Inicio / Autoclaves / Sistemas para Autoclaves / Biomerieux-diagnostics / NO. de listado 977518 Sistema para Autoclaves Biomerieux-diagnostics Masterclave 60

NO. de listado 977518

**Sistema para Autoclaves Biomerieux-diagnostics Masterclave 60**

Divisa aceptada por el vendedor:  
**15.000,00 \$ USD**  
Reducción de precio reciente

**Realizar Oferta**

Ubicación: CA, EE, UU.  
Nivel de Remoción:  
Por qué recomendamos una inspección  
\*Todas las ofertas se deben ingresar en la divisa aceptada del vendedor  
¿No encuentra lo que está buscando? Lo encontramos por usted.  
De clic aquí para ver el contrato de venta

Venda su Sistemas para Autoclaves

Ver lista completa de Sistemas para Autoclaves

OEM

Fuente: <https://www.equipnet.com/es/sistema-para-autoclaves-biomerieux-diagnostic-listid-977518/>