

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE
Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)
Programa para Mejoramiento de la Calidad, Productividad y Logística en la
Industria Regional



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

4F04A: Programa para Mejoramiento de la Calidad, Productividad y Logística
en la Industria Regional
Optimización de Procesos de Producción de Baja Fungi

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Ingeniería Química Nicole Aideé Flores Sánchez – IQ694871

Profesor PAP: María Yolotxochitl Ramírez García, Gabriela Porras Quevedo

Tlaquepaque, Jalisco, noviembre de 2022

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	0-33
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	0
Resumen	0
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....	0-1
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	2-4
1.2 Caracterización de la organización.....	4-7
1.3 Identificación de la(s) problemática(s)	7-9
1.4. Planeación de alternativa(s).....	9-19
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora	112-14
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	15-150
1.7. Bibliografía y otros recursos	¡Error! Marcador no definido. 0
1.8. Anexos generales	211-25
2. Productos	25-250
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	300
3.1 Sensibilización ante las realidades	311
3.2 Aprendizajes logrados	32

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son experiencias socio-profesionales de los alumnos que desde el currículo de su formación universitaria- enfrentan retos, resuelven problemas o innovan una necesidad sociotécnica del entorno, en vinculación (colaboración) (co-participación) con grupos, instituciones, organizaciones o comunidades, en escenarios reales donde comparten saberes.

El PAP, como espacio curricular de formación vinculada, ha logrado integrar el Servicio Social (acorde con las Orientaciones Fundamentales del ITESO), los requisitos de dar cuenta de los saberes y del saber aplicar los mismos al culminar la formación profesional (Opción Terminal), mediante la realización de proyectos profesionales de cara a las necesidades y retos del entorno (Aplicación Profesional).

El PAP es un proceso acotado en el tiempo en que los estudiantes, los beneficiarios externos y los profesores se asocian colaborativamente y en red, en un proyecto, e incursionan en un mundo social, como actores que enfrentan verdaderos problemas y desafíos traducibles en demandas pertinentes y socialmente relevantes. Frente a éstas transfieren experiencia de sus saberes profesionales y demuestran que saben hacer, innovar, co-crear o transformar en distintos campos sociales.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

El Reporte PAP consta de tres componentes:

El primer componente refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de este y la valoración de las incidencias en el entorno.

El segundo componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología.

El tercer componente es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

El presente PAP, Mejoramiento de la Calidad, Productividad y Logística en la Industria Regional, tiene como objetivo general colaborar con la empresa Baja Fungi y analizar su situación como MYPE para evaluar las áreas de oportunidad relacionadas con el mejoramiento de procesos de operación para incrementar la producción. La participación se lleva a cabo en un periodo semestral y de manera individual, aplicando los fundamentos de la Ingeniería Química para resolver la problemática de no cumplir con la demanda solicitada por el mercado. Los objetivos específicos son: entender el contexto y situación de Baja Fungi, así como sus procesos y tiempos de producción, analizar los puntos críticos o “cuellos de botella” del proceso general, proponer estrategias organizacionales, realizar manuales operativos y estrategias operacionales para optimizar e incrementar la producción. La metodología seguida fue visitar la empresa para obtener conocimiento de su situación laboral y operativa, recopilar información sobre procesos y tiempos de operación y escuchar las preocupaciones más relevantes del empresario. Una observación importante fue entender que antes de generar un escalamiento es importante crear una estrategia organizacional y una evaluación de los costos y tiempos de operación para proponer un plan estratégico y analizar la viabilidad. Se documentan manuales de operación y bases de datos de producción para analizar la demanda del mercado y para garantizar una capacitación efectiva de futura contratación de personal. También se mencionan los puntos críticos del proceso mostrados en gráficas, diagramas y cotización de nuevos equipos para optimizar la producción de hongos.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

El PAP es una experiencia de aprendizaje y de contribución social integrada por estudiantes, profesores, actores sociales y responsables de las organizaciones, que de manera colaborativa construyen sus conocimientos para dar respuestas a problemáticas de un contexto específico y en un tiempo delimitado. Por tanto, la experiencia PAP supone un proceso en lógica de proyecto, así como de un estilo de trabajo participativo y recíproco entre los involucrados.

Durante las primeras semanas, la metodología seguida fue poner en práctica herramientas de Pensamiento Divergente o *Creative Thinking* para observar, cuestionar y entender el contexto de la empresa. Se realizaron ciertas actividades para impulsar resoluciones creativas mencionadas en los siguientes apartados.

Después, se iniciaron las visitas a la empresa para obtener un conocimiento más completo de su situación laboral y procesos de operación. En esta etapa se documentaron los parámetros de crecimiento de cada hongo y pasos a seguir de la operación. También se platicó con el empresario para obtener más datos sobre el funcionamiento de la logística y sobre sus principales preocupaciones en el área de producción.

Posteriormente, se realizó un análisis para entender de dónde surge la problemática inicial del empresario, *no cumplir con la demanda de producción solicitada por sus clientes*, y se empezó un cuestionamiento para otorgar las mejores propuestas y resolver dicha problemática. Se siguieron evaluando las etapas de los procesos para entender factores que estuviesen afectando una producción limitada. Durante este análisis se descartó un problema de contaminación biológica y pareciera ser que sólo se necesitaba más recursos humanos. La propuesta inicial, de realizar un escalamiento directo para aumentar la producción no iba a ser posible sin antes resolver otros problemas de raíz, la falta de organización, de personal y una evaluación económica y del mercado.

Subsecuentemente, se comenzó el proceso de definir un modelo de negocios rentable y la creación de una estrategia organizacional. Para esto, se propone una evaluación económica de tiempos de producción y margen de ganancia de cada hongo para analizar la viabilidad y un manual operativo con procesos estandarizados. Con esto se garantiza un menor margen de error en cuanto a los procesos de producción y calidad al momento de contratar más personal. También se garantiza que al iniciar la contratación de personal se vuelva un proceso sencillo y eficiente. En los siguientes apartados se mencionan los entregables específicos para cumplir dicha propuesta.

La colaboración con la empresa Baja Fungi promueve un beneficio económico al impulsar a una microempresa y generar nuevos empleos y la economía de nuestro país. Un beneficio ambiental al impulsar el cultivo de hongos de grado alimenticio en laboratorio de manera que no se esté dañando el subsuelo. Un beneficio social al promover alimentos y suplementos con grandes potenciales medicinales en condiciones crónicas y degenerativas, tales como, prevención de cáncer, diabetes, cardiovascular, prevención y tratamiento de infecciones, estimulación cognitiva y de memoria, aumento en estado de ánimo y energía, promover el sueño, manejo de peso, salud digestiva, entre otros. (1)

Los destinatarios que se benefician de este proyecto PAP, directamente son: empresa Baja Fungi, consumidores, empleados e indirectamente: Medio Ambiente, Sector Salud y Sector Financiero de México.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

La empresa Baja Fungi se dedica al cultivo y venta de hongos comestibles con un enfoque culinario (gourmet) y medicinal. Está situada en la ciudad de Tijuana, Baja California, donde la demanda gastronómica, la cultura binacional y el mercado “wellness” opta por elegir nuevas formas de apetecer cumplir con requerimientos nutricionales completos y atender la salud preventiva con suplementación y estilo de vida.

El equipo de Baja Fungi se fundó en el año 2020, a inicios de la pandemia, con el interés principal de apoyar al sector de alimentos con una distribución local debido a los grandes retos del presente año. Otro interés fue el de promover alimentos que aporten nutrientes de calidad y potentes compuestos medicinales debido a la crisis de salud que se enfrentaba. Baja Fungi se conformó a través de un grupo interdisciplinario de ingenieros recién egresados en Ingeniería Química, Ingeniería en Recursos Renovables e Ingeniería Aeroespacial. Después de casi 2 años de entender el crecimiento biológico, las condiciones de distintos hongos y cada uno de los procesos, la empresa fue expandiendo su variedad de oferta.

Actualmente, cuenta con una producción constante de 85 kg mensuales distribuidos en 4 variedades distintas: Setas, Shiitake, Melena de León y Reishi, donde el 70% de la producción corresponde a Setas. A su vez, sus productos constan de 3 presentaciones distintas: hongos frescos, cápsulas y tinturas de doble extracción. Los distribuidores principales son: restaurantes, tiendas naturistas y de alimentos orgánicos y clientes directos.

El proceso de cultivo de cada hongo varía según sus parámetros de crecimiento. Un importante parámetro que los caracteriza es el sustrato utilizado. Los sustratos utilizados por Baja Fungi son dos: paja y acerrín. El primer sustrato se utiliza para las setas y el segundo para el resto de los hongos con recetas específicas para cada uno.

La empresa tiene un enfoque ambientalista en donde la mayoría de sus desechos son orgánicos y donados a una huerta para su composta. También algunos de los empaques que utiliza para su venta son bolsas y cajas de cartón.

Numerosos estudios indican las evidencias de propiedades nutricionales y medicinales de los hongos. Muchos hongos comestibles cuentan con requerimientos nutricionales muy completos, tales como: variedad de minerales y vitaminas, alto contenido de fibra, ácidos grasos y proteínas digeribles de alta calidad al ser cocinados. (2)

Uno de los componentes beneficiosos de los hongos medicinales son sus beta glucanos encontrados en sus paredes celulares y que impulsan un incremento en nuestra resistencia a infecciones virales, bacterianas y fúngicas patógenas, así como para restauraciones de médula ósea dañada. (3) Otros compuestos importantes y considerados medicinales son los compuestos fenoles, terpenos y diterpenos. Existen dos tipos de diterpenos: hericenonas y erinacinas, que se encuentran en algunas variedades de hongos y que se han demostrado ser los responsables de activar la neurogenesis, mantener una buena salud cognitiva y aliviar trastornos en el estado de ánimo. (4)

Dicho esto, los hongos tienen características muy prometedoras para el futuro de la humanidad. La medicina farmacéutica nos ha brindado mucho en cuestión de urgencias y

silenciar síntomas pero cada vez es más evidente que la mayoría de veces no se solucionan los problemas de raíz.

El enfoque medicinal de la empresa Baja Fungi aún requiere de mucha investigación y de excelentes procesos de extracción para certificar la calidad y beneficio del producto. Para esto se requiere generar más recursos e invertir en equipos especializados, así como estudios y muestras para la identificación de betaglucanos y otros compuestos.

La situación de la empresa Baja Fungi se enfrenta con el reto de establecer un programa estratégico y directivo y el de no cumplir con la demanda requerida de producción y con falta de capital para invertir en equipos especializados en automatizar varios procesos.

1.2 Caracterización de la organización

La empresa Baja Fungi se divide en distintas áreas principales para su funcionamiento:

Departamentos	Roles
Finanzas	Llevar una contabilidad.
Ventas	Revisar pedidos, responder mensajes.
Inventario	Control de inventarios, listado de materia prima.
Área de Laboratorio	Revisar agares, inocular grano, inocular sustrato.
Área de Producción	Preparar granos, preparar sustrato, cosechar, extracciones, deshidratación.
Área de Lavado	Lavado de material de laboratorio, de producción, tambos de contaminación, reciclaje.

Empaquetado	Encapsular, enfrascar, etiquetar.
Área Inspección	Revisar agares, revisar granos, revisar cosecha, documentar base de datos.

Tabla 1. Áreas Funcionales de Baja Fungi

El presente PAP se enfocará únicamente en el área de laboratorio y de producción para proponer un plan de optimización de la producción. Las etapas del proceso general para el cultivo de hongos es el siguiente:

1. Preparación de medio de cultivo: agar
2. Inoculación en medio de cultivo
3. Aislamiento de cepa
4. Preparación de granos
5. Producción de inóculo en granos
6. Preparación de sustrato
7. Inoculación de sustrato (siembra)
8. Incubación de micelio en sustrato inoculado
9. Inducción: Humedad y Temperatura
10. Fructificación de sustrato
11. Cosecha
12. Empaque

Proceso General de Cultivo de Hongos Baja Fungi

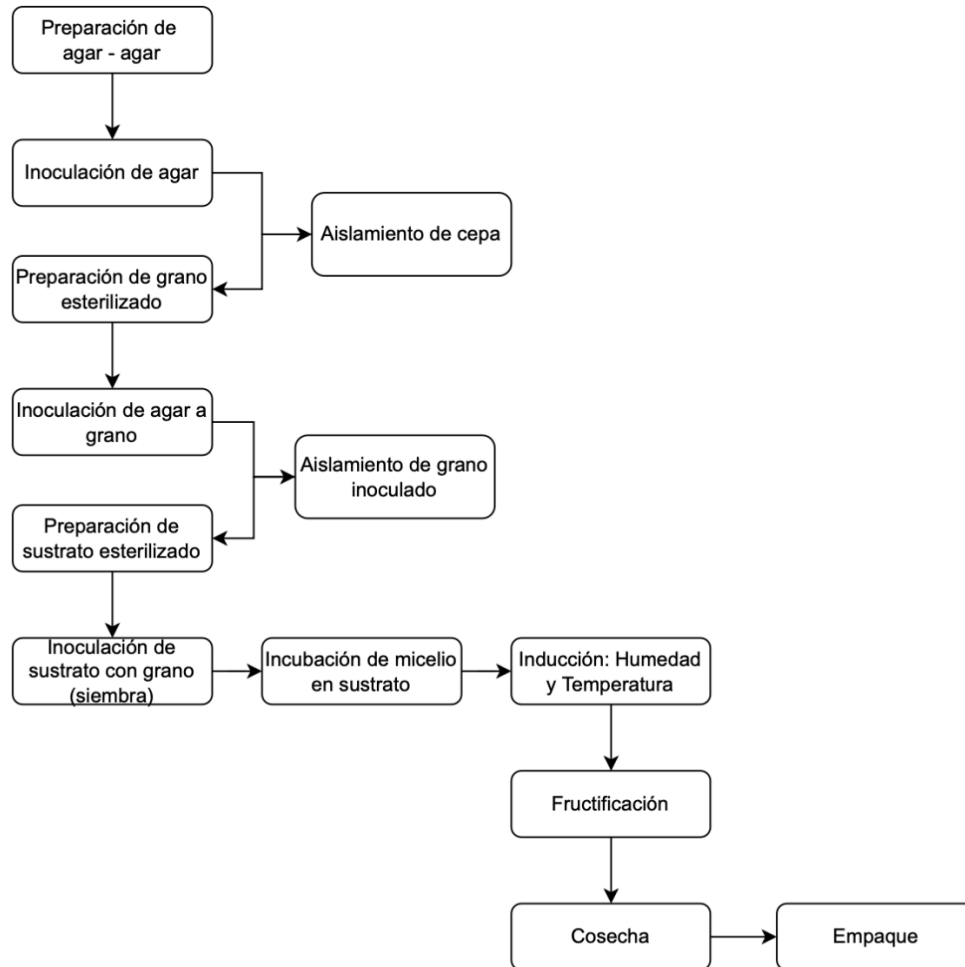


Figura 1. Diagrama General de Procesos Baja Fungi

La producción actual de Baja Fungi es de 84 kg/mensuales. Las variedades de hongos que se cultivan en Baja Fungi y su ritmo de producción constante es la siguiente:

Variedad	Kg/mes	Porcentaje de producción total
Setas	60	71%
Shiitake	10	12%
Melena de León	8	10%

Reishi	6	7%
--------	---	----

Tabla 2. Producción mensual de Baja Fungi

Para fines de análisis de la producción los hongos se caracterizan por el sustrato en el que crecen y por el rendimiento de crecimiento:

	Rendimiento: hongos/sustrato	Sustrato
Setas:	133%	Paja
Shiitake:	40%	Acerrín
Melena de León:	20%	Acerrín
Reishi:	15%	Acerrín

Tabla 3. Caracterización de hongos en Baja Fungi

Baja Fungi ofrece los siguientes productos al mercado:

1. Hongos frescos
2. Tinturas de hongos
3. Cápsulas de hongos deshidratados

Otro dato importante a considerar es que 1 lote de producción depende de la cantidad de frascos utilizados para inocular, y a su vez, la cantidad de frascos depende de la capacidad de la autoclave de esterilización. La relación es la siguiente:

1 lote = 12 frascos de granos = 12 cubetas de 1.5 kg de sustrato

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

Cómo se menciona anteriormente y como sucede con la mayoría de las MYPEs es que el empresario está preocupado por una falta de capital para invertir en las necesidades del negocio. En el caso de Baja Fungi se requiere de capital para invertir en equipos para automatizar procesos, incrementar el tamaño de la planta y/o invertir en muestras de laboratorio para analizar los productos y garantizar sus potentes compuestos medicinales.

Al visitar la empresa y recopilando datos de producción e inventario se identificó uno de los problemas que le conciernen al empresario.

Durante los últimos meses han habido nuevos clientes restauranteros potenciales que piden una producción constante semanal pero la producción actual no se da abasto para satisfacer dichas necesidades.

Problemática: La producción actual no abastece la demanda solicitada por el mercado.

Las ventas actuales no son suficientes para dar un paso adelante en la contratación de nuevo personal y para realmente utilizar una estrategia organizacional y directiva.

Producción actual de setas: 60 kg/mes

Demanda requerida de setas: 260 kg/mes

Con este dato se observa que la empresa tiene una oportunidad de mercado para incrementar su producción en un 433%.

Para abordar este reto, se analizan las siguientes cuestiones:

¿Cuál es la relación entre demanda y disponibilidad de producto?

¿Por qué no se está cumpliendo la producción demandada?

¿Cuáles son los puntos críticos para transformar y optimizar la ganancias de la empresa?

Al indagar en el problema inicial se identifican ciertos puntos que están limitando el desempeño de Baja Fungi son los siguiente:

- *Falta de Evaluación Económica y Análisis de Viabilidad.*
- *Falta de Modelo de Negocios, propuesta de valor.*
- *Falta de Recursos Humanos en la empresa.*
- *Falta de Estrategia Organizacional y Estrategia Directiva.*
- *Falta de espacio y equipos para automatizar y/o aumentar producción.*

El impacto o beneficio de resolver estas problemáticas son las siguientes:

- El dueño de la empresa obtendrá un retorno de ganancia deseable y sostenible para el trabajo y energía invertida.
- El cliente no se verá afectado al no recibir su producto en el tiempo o cantidad deseada.
- Solucionar un aumento en la producción tiene un impacto en el crecimiento de la empresa y de contratación de personal.

1.4. Planeación de alternativa(s)

Plan General de Trabajo de PAP

	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Herramientas de Entender y Observar de Design Thinking				
Conocimiento de la situación y operación de Baja Fungi				
Documentar las condiciones de crecimiento de cada variedad de hongo				
Analizar el Modelo de Negocios				

Construir Diagramas de Proceso				
Proponer y evaluar alternativas				
Identificar los puntos críticos del proceso				
Entregar resultados				

Tabla 4. Plan General de Trabajo Colaborativo PAP para Baja Fungi

- Primero, por medio de visitas se obtiene un conocimiento completo de la situación laboral y procesos de operación.
- Segundo, se analizan las preocupaciones que conciernen al empresario y se delimita un problema relacionado con el área de producción. Se analizan los factores que puedan estar generando dicha problemática.
- Tercero se documenta el proceso general de cultivo de hongos y se dividen las áreas funcionales de la empresa.
- Se evalúan puntos críticos en la producción y una evaluación económica.
- Se propone un plan de optimización para el incremento de producción.

En Ingeniería Química cuando hablamos de un aumento en la producción de una planta lo más común es pensar en un escalamiento de la misma. Sin embargo, para realizar un debido escalamiento de una planta de producción es necesario contar con información y datos definidos o estandarizados y parámetros específicos de operación. Gran parte de este PAP se dedicó a documentar y organizar toda esta información para poder analizar los cuellos de botella en el proceso.

Al ir conociendo el contexto de la empresa, se observa que es indispensable primero crear una estrategia organizacional y directiva para que el propietario de la empresa pueda delegar

el trabajo técnico y atender la dirección de la empresa. Después, realizar una evaluación económica para analizar los tiempos de producción y encontrar puntos críticos en el proceso. Esto es crucial antes de querer aumentar la planta de producción o de querer invertir en nuevos equipos.

Para documentar los procesos de producción y tiempos de producción fue necesario indagar en las actividades de la empresa y llevar a cabo un análisis de puntos críticos en la operación.

Documentación de Organización Operacional de Baja Fungi

SECTORES	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
Área de Laboratorio	Revisar agares		Inocular granos, revisar granos ya inoculados	Inocular sustrato	Inocular sustrato	
Área de Producción	Preparación de granos, cosecha de hongos, iniciar extracción	Preparación de grano, deshidratación, encapsular	Preparar sustrato	Preparar sustrato	Cosecha de hongos	
Inventario						Revisar inventario
Contabilidad	Cuentas			Cuentas		
Ventas	Revisar pedidos	Revisar pedidos		Revisar pedidos	Revisar pedidos	
Empaquetado						Empaquetar
Área de Lavado		Lavar		Lavar		Lavar
Área Inspección	Revisar cosecha de hongos y contaminación				Revisar cosechas y contaminación	

Tabla 5. Organización operacional semanal de Baja Fungi

Para fines de este PAP el análisis de optimización se lleva a cabo únicamente para el área de producción y área de laboratorio.

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

Para la propuesta de mejora fue de gran ayuda utilizar herramientas fomentando el pensamiento divergente o *Creative Thinking*. Estas herramientas o formas de pensar nos permiten relacionar ideas y procesos de forma creativa, para encontrar alternativas a la resolución de problemas. Un aprendizaje importante fue el de “hacer más haciendo menos” usando el método de Pensamiento Inventivo Sistemático (SIT, siglas en inglés). Al responder a la pregunta, ¿qué puedo restar para optimizar los procesos de producción?, en vez de, ¿qué voy a agregar?, resultó de mucha ayuda para comprender que antes de realizar un escalamiento de producción era necesario diseñar una estrategia organizacional.

También se desarrolló un análisis de los 5 Por Qué's (5 Why's) como un método interrogativo para explorar las relaciones de causa y efecto subyacentes a la problemática inicial.

5 WHY's

¿Por qué no se está cumpliendo la cantidad de producción demandada?

Porque los tiempos de producción dependen de la mano de obra de 1 solo integrante?

¿Por qué?

Porque toda la información de procesos de producción se encuentra en la cabeza del fundador.

¿Por qué?

Porque faltan recursos humanos que comprendan todo el sistema de producción.

¿Por qué?

Porque no hay tiempo de buscar, capacitar y/o ganancias para contratación de personal.

¿Por qué?

Porque hay muchas áreas que tienen que ser atendidas para que sobreviva la operación y los procesos de producción de la empresa.

¿Por qué?

Porque no hay manuales de operación bien definidos y análisis de tiempos de producción, evaluación económica y viabilidad definida.

Figura 2. Método Interrogativo Design Thinking “5 Por qué's”

A partir de este método interrogativo se rescata que la estandarización mediante organización de datos y evaluación económica son fundamentales para poder delegar.

La estrategia de operación organizacional propuesta consiste en elaborar un método de comunicación corporativa a través de manuales que expliquen detalladamente el modo de operación y las reglas del juego.

“Cuanto más automático es el sistema, más efectivo resulta reproducirlo.”

Esta propuesta ofrece un desarrollo de negocio a través de manuales estandarizados del proceso, fomentar una comunicación corporativa integrando los distintos departamentos, ofrecer un rastreo cuantificable de las áreas por mejorar e incrementa las ganancias al optimizar tiempos debido a una buena organización. La propuesta final es entregar un **manual de procesos de desarrollo organizacional** de la empresa que consistirá en los siguientes documentos:

1. Cuestionario Visionario para un Modelo de Negocios.

Primero, se le plantea al propietario definir la visión y misión de Baja Fungi para darle estructura a un modelo de negocios y poner en alto su propuesta de valor. Esto es fundamental, tanto para la operación de la empresa, para el personal a contratar y para estudiar el mercado y conservar clientes de forma rentable. **Un modelo de negocios bien definido mejora la motivación y desempeño de los empleados al saber qué objetivos buscar** y al otorgar un sentido de pertenencia en la empresa. Para esto, se crea un cuestionario que servirá de guía a lo largo del crecimiento de la empresa Baja Fungi.

2. Evaluación económica

Para la evaluación económica se relacionan las variables de tiempos de producción y margen de ganancia de cada uno de los productos.

3. Optimización y cotización de equipos.

Al entender todos los procesos se analizan puntos críticos claves para reducir tiempos de operación. Se cotizan **equipos para automatizar y se analiza un orden de prioridad** en cuanto a los resultados de acelerar la producción.

La propuesta final es realizar los documentos para completar la estrategia organizacional mencionada. Los entregables de dicho manual de estrategia organizacional serán los siguientes:

- Cuestionario visionario (Modelo de Negocios)
- Organigrama
- Manual de Operaciones (incluye diagramas)
- Evaluación Económica
- Puntos críticos de Automatización
- Cotización de nuevos equipos

Para realizar el cuestionario visionario se tomó en cuenta una investigación de distintos métodos de desarrollo del modelo de negocios tales como: Ikigai, Business Canvas, cuestionarios de orientación, Business Planning y otros recursos.

El organigrama y el manual de operaciones se pretende ser lo más visual posible y otorgando información concisa y completa sobre los pasos a seguir y las condiciones de operación. Para la cotización de nuevos equipos se propone un diagrama de Ishikawa o Causa Efecto para dar prioridad a los equipos o herramientas de apoyo.

En el manual operativo se proporciona a detalle los pasos a seguir y condiciones de cada una de las distintas etapas de producción. Algunas etapas varían en tiempo debido a que cada variedad cumple con condiciones distintas de crecimiento. Por ejemplo, la preparación de sustrato se lleva a cabo con una receta específica para cada variedad. El sustrato de setas es a base de paja y el resto a base de aserrín.

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

Las herramientas del pensamiento divergente o *Creative Thinking* nos permitieron relacionar ideas y procesos de forma creativa, para encontrar alternativas a la resolución de problemas. Un aprendizaje importante fue el de “hacer más haciendo menos” usando el método de Pensamiento Inventivo Sistemático (SIT, siglas en inglés). Al responder a la pregunta, ¿qué puedo restar para optimizar los procesos de producción?, en vez de, ¿qué voy a agregar?, resultó de mucha ayuda para comprender que antes de realizar un escalamiento de producción era necesario diseñar una estrategia organizacional.

Ajustarse a la demanda implica entregar el producto en la cantidad solicitada, incluso cuando la producción fluctúa. En la siguiente tabla se muestran los tiempos de crecimiento de cada hongo en días según la etapa biológica. Esta tabla fue de utilidad al realizar la evaluación económica y considerar el costo de mantener inventario, ya que eso reduce el margen de ganancia.

Tiempo[días] / Variedad de hongo	Setas	Shiitake	Melena de León	Reishi
Tiempo en colonizar agar	11	14	11	18
Tiempo en colonizar grano	7	14	18	14
Incubar	18	56	18	56
Tiempo en fructificar	10	10	21	28
Tiempo Total de Cultivo	45	94	67	116

Tabla 6. Duración de etapas biológicas de cada variedad de hongo.

Para analizar un aumento en la productividad se identifican dos eficiencias en el proceso general: **eficiencia biológica y eficiencia operacional**. El mayor enfoque de este estudio es con relación a lograr una optimización operacional.

Sin embargo, se sugiere realizar un análisis microbiológico *para garantizar un alto rendimiento de fructificación y optimizar tiempos y capacidad de cada lote*. Principalmente en cuanto a: rendimiento de sustrato y condiciones en la etapa de inducción donde se analizan las variables de humedad y temperatura.

	Rendimiento: hongos/sustrato	Sustrato
Setas:	133%	Paja
Shiitake:	40%	Acerrín
Melena de León:	20%	Acerrín
Reishi:	15%	Acerrín

Tabla 7. Rendimiento biológico de cada variedad de hongo.

1 lote =	12 frascos grano inoculado	
Setas	22.5	kg/lote
Shiitake	8	kg/lote
Melena	4	kg/lote
Reishi	3	kg/lote

Tabla 8. Rendimiento operacional de cada variedad de hongo con respecto a 1 lote.

Para la eficiencia operacional se observa que un punto crítico o cuello de botella es la capacidad de los equipos de esterilización de vapor o autoclave que determinan la capacidad de lote.

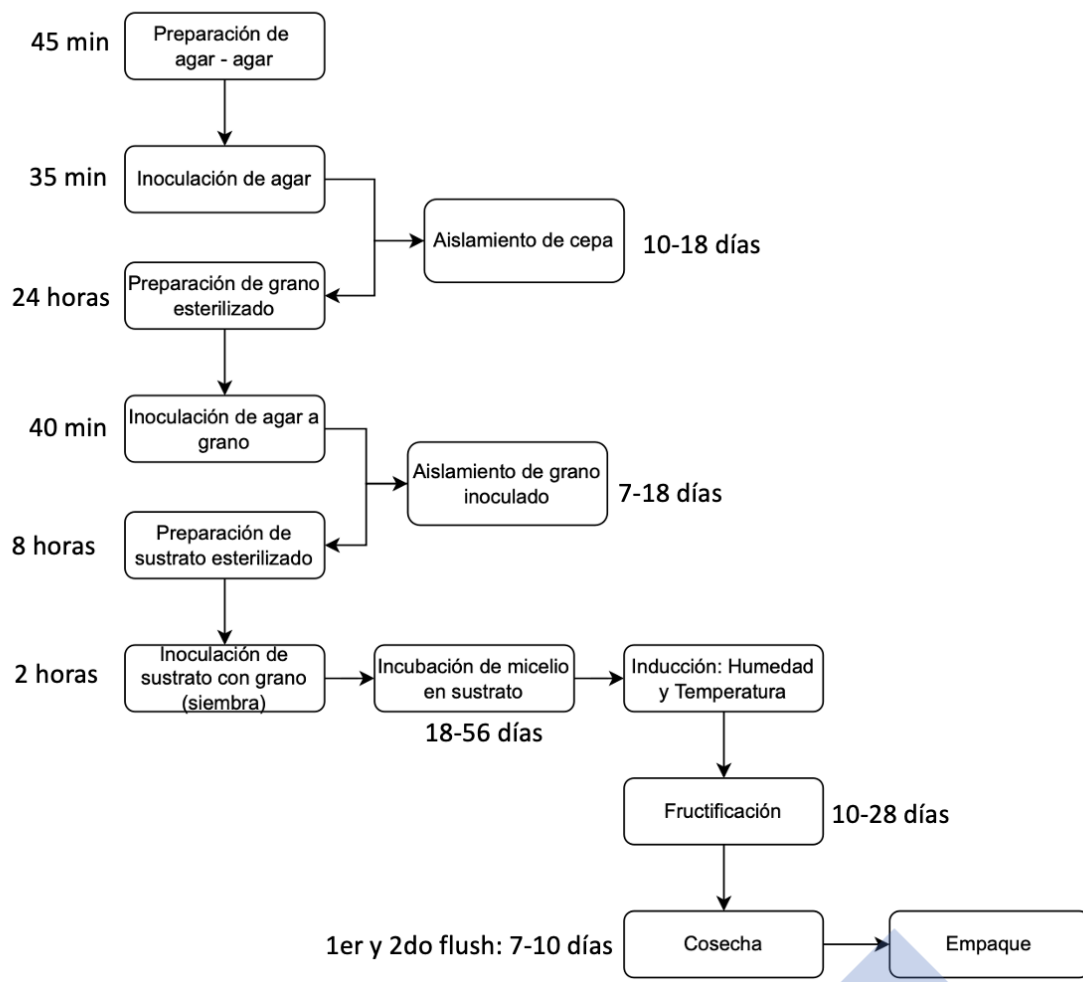
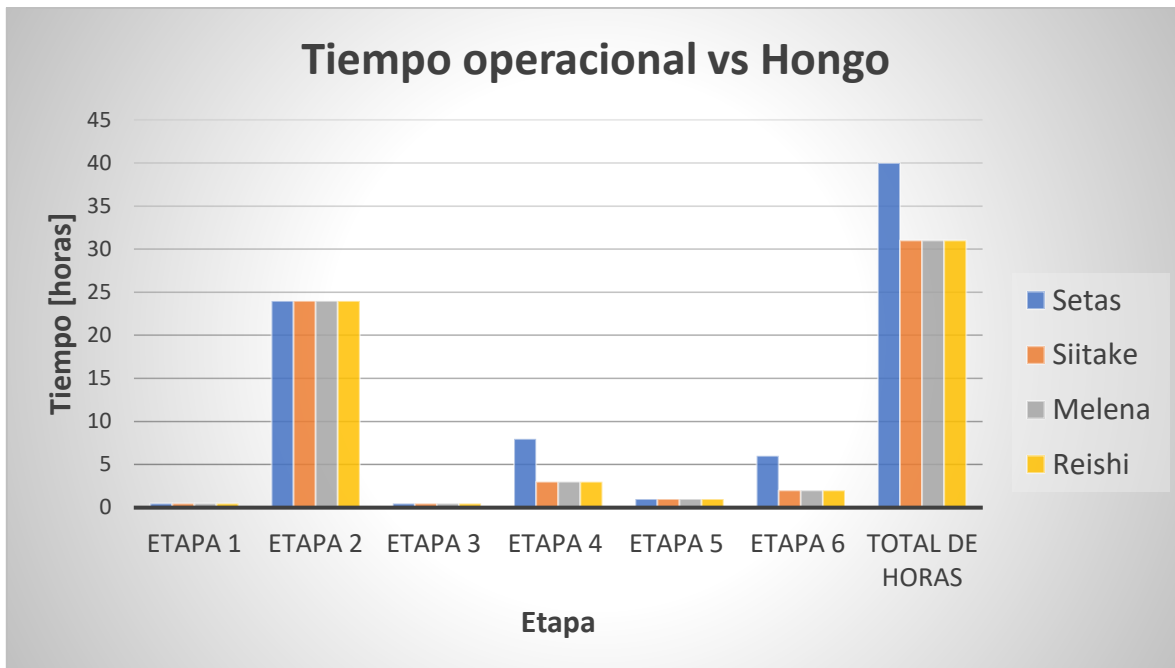


Figura 3. Tiempos de producción en proceso general de Baja Fungi.

Ya que se conocen los tiempos y ritmos de producción es posible encontrar las etapas que limitan una productividad más eficiente.

Con esta información se realiza la siguiente gráfica para estudiar las etapas de producción, eliminando las etapas biológicas del proceso general para analizar únicamente la fuerza de trabajo.



Gráfica 1. Tiempo operacional en horas contra variedad de cada hongo.

En dónde cada etapa corresponde a los siguientes procesos:

- Etapa 1: Agar (medio de cultivo líquido e inoculación)
- Etapa 2: Preparar grano (esterilizado y enfrascar en peso adecuado)
- Etapa 3: Inocular grano con agar
- Etapa 4: Preparar sustrato
- Etapa 5: Inocular sustrato con grano
- Etapa 6: Cosechar – empacar

Resultados:

Se puede observar que la Etapa 2 que involucra la preparación del grano es la que toma mucho tiempo debido a lo comentado anteriormente con respecto a la capacidad de autoclave y tiempo de enfriamiento posterior a la esterilización.

También se puede observar que mientras en la etapa biológica las Setas son las más rápidas, en esta etapa son las que requieren mayor tiempo y fuerza de trabajo.

En la etapa 6 es evidente que tiene que ver con que hay mayor producción de setas, por lo que la cosecha es más tardada.

En la etapa 4 se observar que la preparación de sustrato de setas (paja) toma más del doble de tiempo que el resto que se prepara con aserrín. Esto tiene que ver con el proceso de separar y triturar el paja, proceso que se realiza manualmente.

Finalmente se realiza una evaluación económica para analizar la viabilidad de cada variedad. Al principio se observa que el precio de las setas es el menor en el mercado pero analizando los costos se observa que es el que genera mayor margen de ganancia si se toman en cuenta los siguientes costos.

20 kg aserrín = \$280 pesos

35 kg paja = \$250 pesos

Energía: \$0.86 kW/h

Para los costos de materia prima también se agrega un aproximado de insumos totales y para la fuerza de trabajo un salario fijo.

Hongo	\$/kg	Tiempo de cultivo (días)	Costo de materia prima + fuerza de trabajo	Costo por mantener inventario + energía	Costo total	Margen de ganancia	% Margen de ganancia
Setas	\$ 300.00	45	\$ 52.00	\$ 34.12	\$ 86.12	\$ 213.88	71%
Shiitake	\$ 500.00	94	\$ 132.00	\$ 72.07	\$ 204.07	\$ 295.93	59%
Melena de León	\$ 1,000.00	67	\$ 252.00	\$ 50.98	\$ 302.98	\$ 697.02	70%
Reishi	\$ 1,000.00	116	\$ 342.00	\$ 88.55	\$ 430.55	\$ 569.45	57%

Figura 4. Evaluación Económica

Consideraciones en la propuesta final:

1. Considerar invertir en 2 equipos más de autoclave para incrementar la producción a:

Setas: 282 kg/mensuales

Melena de León: 55 kg/mensuales

2. Considerar invertir en equipo de trituración de paja o contratación de personal para esta etapa.
3. Definir modelo de negocios y hacer uso de los manuales operativos para capacitar personal y del organigrama para definir roles.
4. Considerar nuevos parámetros de humedad y temperatura en etapa de inducción o cambiar receta de sustrato para aumentar el rendimiento de hongos/lote.

Se propone re-plantear todo el modelo de negocio y considerar enfocarse únicamente en restaurantes o en cambiar todos los productos por productos procesados que generen mayor margen de ganancia. Para este último se recomienda realizar primero un estudio de mercado e invertir en divulgación científica para promover dichos productos.

Ejemplos de alimentos procesados para aumentar margen de ganancia:

- Proteínas en polvo a base de hongos y otros ingredientes.
- Alimentos preparados y/o congelados.
- Productos medicinales combinados con otros suplementos.

1.7. Referencias

1. *Edible Mushrooms and Beta-Glucans: Impact on Human Health*. **Chiara Cerletti, Simona Esposito, Licia Iacoviello**. Italy : MDPI Clinical Nutrition, 2021. 13072195.
2. **Hobbs, Christopher**. *Medicinal Mushrooms: The Essential Guide*. s.l. : Storey Publishing, 2020. ISBN 978-1-63586-167-9.
3. **Volman JJ, Helsper JP, Wei S, Baars JJ, van Griensven LJ, Sonnenberg AS, Mensink RP, Plat J**. *Effects of mushroom-derived beta-glucan-rich polysaccharide extracts on nitric oxide production by bone marrow-derived macrophages*. s.l. : Mol Nutr Food Res, 2010. PMID: 19885842.
4. *Mushroom derived bioactive compounds and their potential to enhance adult neurogenesis*. **Krishnapriya, Parameswaran Sasikumar, Maniyamma Aswathy, Prakash Tripathi Prem**. 1, s.l. : Phytomedicine Plus, 2021, Vol. 2. DOI 2021.100191.

1.8. Anexos generales

Anexo 1. Matriz de riesgos Baja Fungi						
IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	ANÁLISIS CUALITATIVO				PLAN DE RESPUESTA A RIESGOS	
Riesgo	Probabilidad	Impacto	Puntuación del Riesgo	Prioridad del Riesgo	Acción Preventiva	Acción Correctiva
Falta de información / información no disponible	3	2	6	3	Planear entregables con tiempo y pedir la información necesaria con anticipación.	Hacer simulaciones y estimaciones con datos históricos respecto a los datos no obtenidos.
Contaminación de producción por parte del futuro personal	4	4	16	1	Reglamento de higiene y desinfección, asegurar la comprensión de los manuales.	Identificar el error de contaminación al pedir notas detalladas y/o supervisión en fases críticas de posible contaminación.
Trabajador contagiado	3	2	6	4	Tomar medidas de seguridad e implementar políticas para evitar el contagio de los trabajadores.	Aislamiento voluntario del contagiado y hacer pruebas a los demás trabajadores.
Falta de aplicaciones para futuras vacantes	2	2	4	4	Hacer un buen anuncio de empleabilidad y publicarlo en sitios adecuados para cumplir con el perfil deseado.	Aplica seguir intentando con diferentes tipos de anuncios.
Los pedidos no se entreguen a tiempo	3	4	12	1	Hacer mantenimiento rutinario de las camionetas, contar con un buen manejo de actualización de pedidos, considerar rutas alternas para evitar tráfico o buena comunicación en caso de percance.	Mensaje de disculpas y algún incentivo para el cliente.

Falta de comunicación o integración por parte del futuro personal o equipo de trabajo	4	3	12	3	Juntas recurrentes para platicar los aspectos relevantes de la operación del negocio, convivios en fechas especiales, fechas de cumpleaños de empleados, etc.	Fomentar una comunicación clara, directa y respetuosa. El director pone el ejemplo.
Accidente laboral: que se rompan materiales de trabajo, agentes explosivos, quemaduras, etc.	4	5	20	1	Medidas de Seguridad, Pegar folletos preventivos en lugares visibles, explicar áreas de mayor peligro.	Tomar mayores medidas de seguridad.

Anexo 2. Imágenes de visitas a Baja Fungi y de productos finales



Imagen 1. En el área de laboratorio para inocular



Imagen 2. Cuerpo fructífero del hongo Reishi



Imagen 3. Crecimiento de setas



Imagen 4. Crecimiento de Melena de León



Imagen 5. Tintura de Melena de León



Imagen 6. Cápsulas de Melena de León

2. Productos

Nombre y código del PAP	Programa para Mejoramiento de la Calidad, Productividad y Logística en la Industria Regional/ 4F04A
Nombre del proyecto	Optimización de Procesos de Producción de Baja Fungi
Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es):	Cuestionario Visionario. Documento a modo de cuestionario donde se pretende orientar al empresario y fortalecer el valor de propuesta del negocio y el enfoque de mercado. Se utilizan recursos de Business Canva, Ikigai, y otros.
Autores:	Nicole Aideé Flores Sánchez

Nombre y código del PAP	Programa para Mejoramiento de la Calidad, Productividad y Logística en la Industria Regional/ 4F04A
Nombre del proyecto	Optimización de Procesos de Producción de Baja Fungi
Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es):	Organigrama. Documento que muestra la estructura departamental y cargo de roles para

	hacer funcionar un sistema de negocio con buena organización. Pretende mostrar al empresario las áreas directivas y técnicas y otorgarle una plantilla para futuras contrataciones de personal. Se recomienda delegar poco a poco hasta encontrarse en la cabeza del organigrama.
Autores:	Nicole Aideé Flores Sánchez

Nombre y código del PAP	Programa para Mejoramiento de la Calidad, Productividad y Logística en la Industria Regional/ 4F04A
Nombre del proyecto	Optimización de Procesos de Producción de Baja Fungi
Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es):	Manual de Operaciones. Documento que muestra cada etapa del proceso de producción con pasos a seguir y condiciones específicas. Se realiza para que el empresario vaya logrando una estandarización de los procesos a manera de línea de producción y pretende usarse para eficientizar la capacitación del personal a contratar. También se recomienda imprimir los diagramas generales para apoyar con recurso visual el entendimiento de los procesos.
Autores:	Nicole Aideé Flores Sánchez

Nombre y código del PAP	Programa para Mejoramiento de la Calidad, Productividad y Logística en la Industria Regional/ 4F04A
Nombre del proyecto	Optimización de Procesos de Producción de Baja Fungi
Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es):	Evaluación Económica. Análisis de margen de ganancia de cada una de las variedades con

	respecto a costos y tiempos de producción para estudiar la viabilidad del negocio.
Autores:	Nicole Aideé Flores Sánchez

Nombre y código del PAP	Programa para Mejoramiento de la Calidad, Productividad y Logística en la Industria Regional/ 4F04A
Nombre del proyecto	Optimización de Procesos de Producción de Baja Fungi
Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es):	Cotización de Equipos. Un listado de proveedores y equipos a invertir en grado de importancia con respecto a un aumento de productividad en el proceso.
Autores:	Nicole Aideé Flores Sánchez

A continuación se muestran los documentos pdfs accedando a los siguientes códigos QR:

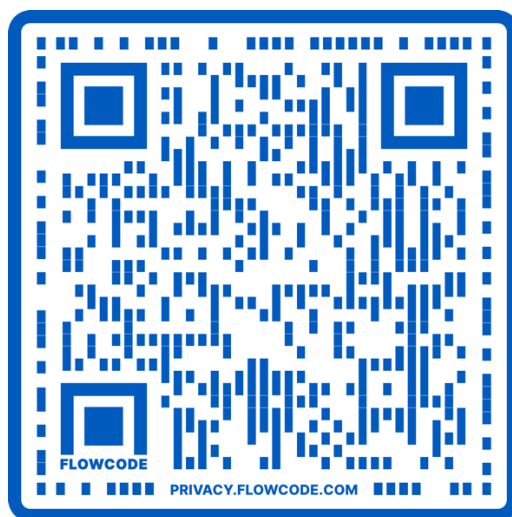


Figura 5. Código QR para Cuestionario Visionario de Baja Fungi.

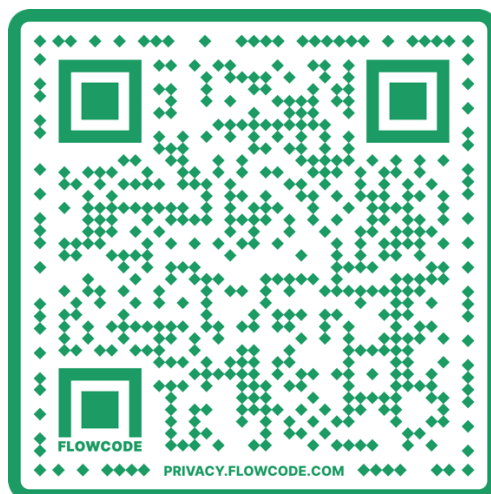


Figura 6. Código QR para Manual Operativo de Baja Fungi.

Organigrama Baja Fungi

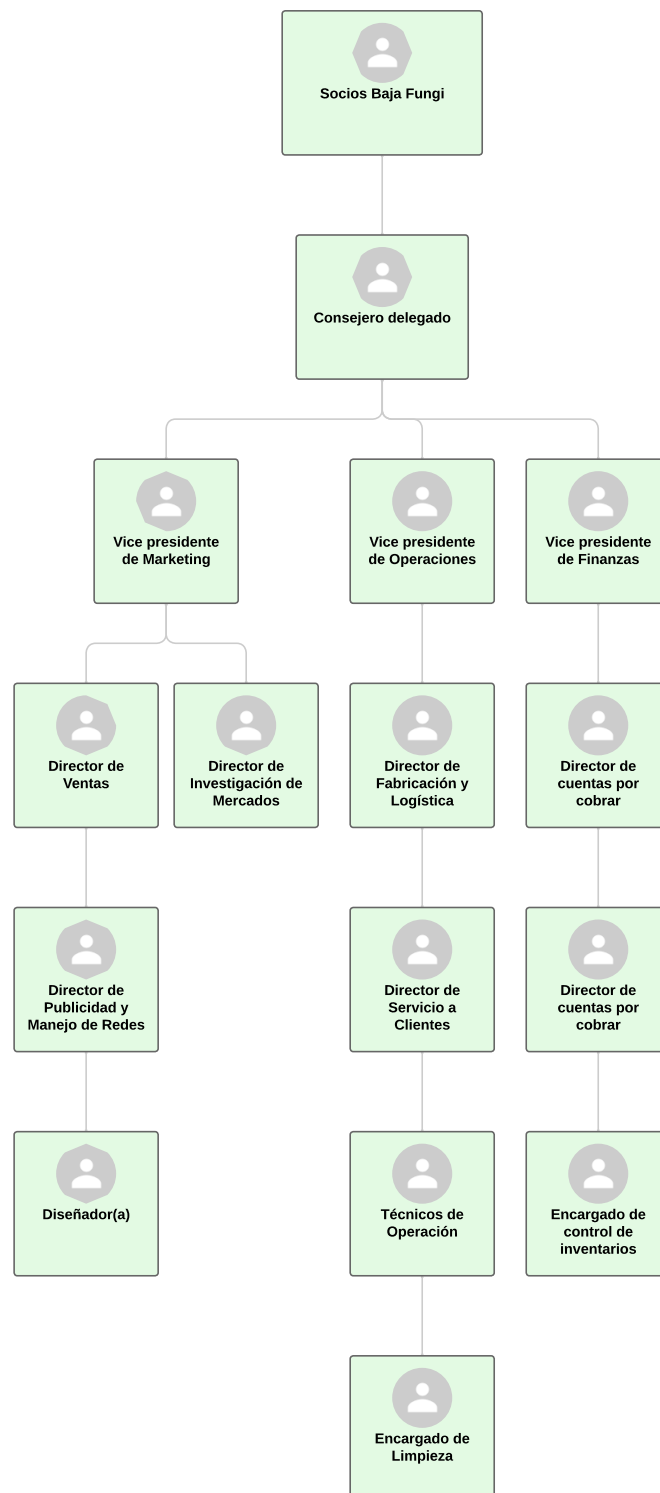


Figura 7. Organigrama de Baja Fungi.

Hongo	\$/kg	Tiempo de cultivo (días)	Costo de materia prima + fuerza de trabajo	Costo por mantener inventario + energía	Costo total	Margen de ganancia	% Margen de ganancia
Setas	\$ 300.00	45	\$ 52.00	\$ 34.12	\$ 86.12	\$ 213.88	71%
Shiitake	\$ 500.00	94	\$ 132.00	\$ 72.07	\$ 204.07	\$ 295.93	59%
Melena de León	\$ 1,000.00	67	\$ 252.00	\$ 50.98	\$ 302.98	\$ 697.02	70%
Reishi	\$ 1,000.00	116	\$ 342.00	\$ 88.55	\$ 430.55	\$ 569.45	57%

Figura 8. Evaluación Económica de Baja Fungi

Nombre de equipo	Capacidad	Especificaciones	Precio	Proveedor	Imágen
Autoclave Esterilizadora de Vapor	25 QT/ 24 Litros	Presiones: 0.14-0.16 MPa. Voltaje 220 V. Medidas int: 28 cm de altura y 39 cm de diámetro.	\$ 25,800.00	www.neuvar.com	
Autoclave Esterilizadora de Vapor	41 QT/ 39 Litros	Medidas internas: 35 cm de altura y 39 cm de diámetro. Voltaje 120 V	\$ 40,207.00	www.lnmeza.com	
Rack "anaquel de alambón"	50 kg por entrepaño (200 kg totales)	Medidas: 90.7 X 45.7 X 180 cm. Marca: Migsa. Material: alambón con pintura epóxica.	\$ 3,217.00	www.lnmeza.com	
Trituradora personalizada/ Molino de cuchillas	-	-	-	www.ingenieriasi.com	
Deshidratador de Alimentos	10 rejillas: medidas internas (45 x 50 x 35 cm)	Material: acero de inoxidable. Corriente: 110-120 V. Rango de temperatura: 45 a 75 C. Circulación de aire forzado.	\$ 7,313.00	www.lnmeza.com	

Figura 9. Cotización de Equipos para Optimización de la Producción de Baja Fungi

3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

El RPAP tiene también como propósito documentar la reflexión sobre los aprendizajes en sus múltiples dimensiones, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto para compartir una comprensión crítica y amplia de las problemáticas en las que se intervino.

3.1 Sensibilización ante las realidades

Comprender el contexto de un negocio emprendedor fue una manera de sensibilizarme a la gran responsabilidad que eso conlleva. La incertidumbre de no tener un sueldo fijo, las inversiones sin retorno de ganancia inmediato, la perseverancia que se involucran en los primeros años, el desgaste de trabajar horas extras y de ocupar múltiples roles para permitir que un sistema funcione, y muchos otros detalles que constantemente nos pueden hacer dudar sobre si vale la pena continuar. El éxito de un negocio puede resultar ser algo complejo siendo el mercado una de las variables más complejas de estudiar.

Sin embargo, mientras más seguros estemos del impacto que nuestro negocio tiene y contar con datos numéricos que apoyen un riesgo bajo y una buena viabilidad, es más sencillo invertir el tiempo y capital necesario para lograr nuestro objetivo.

La responsabilidad que se tiene al crear una empresa o producto tiene un impacto en múltiples áreas y cada vez me queda más claro que no se trata de satisfacer una buena idea o una necesidad de compartir algo, sino de satisfacer una necesidad con nuestro ámbito social, económico y ambiental.

3.2 Aprendizajes logrados

Uno de los retos presentes fue la parte de querer abarcar muchas áreas y al final tener que delimitar lo que este periodo PAP y mi carrera involucran. Hubiera sido interesante contar con apoyo interdisciplinario en el área de marketing, estudio de mercado, ventas, microbiología, y todas las áreas que comúnmente se descuidan al emprender un negocio y producto a baja escala. La parte técnica es todo lo que involucra que ese negocio emprendedor se lleve a cabo, pero al invertir todo el enfoque en el producto, se suele perder de vista la viabilidad con respecto a esas otras variables.

Como Ingeniera Química nunca me he visualizado trabajando en una planta industrial, y el sueño de crear mi propia línea de productos siempre ha estado presente. Este proyecto PAP

me permitió aterrizar muchas de mis ideas a una realidad. Una de ellas fue que “el peor jefe que puedes llegar a tener, a veces puedes ser tú mismo.” Pero no necesariamente. También me aportó una sensación de seguridad y autoconfianza para atreverme a intentarlo y saber que el desarrollo de un negocio conlleva una investigación permanente y un compromiso activo con las variables del mercado.

3.3 Inventario de competencias Inicial (ingreso del PAP) e Inventario de competencias Final (salida al PAP).

Competencia al inicio		Competencias nuevas	Competencias potencializadas
Conocimientos	Química general	Programa de Visio para Diagramas de flujos	
	Ciencias exactas	Evaluación económica, takt time	
	Balances de Materia y Energía	Introducción a la Micología (estudio de hongos)	Balanes de materia y energía
	Economía	Fases del emprendimiento	
	Instrumentación y Control	Organigrama	
	Excel	Business Canva	Excel gráficas de interpretación
Habilidades	Aplicación del método científico	Calcular margen de ganancia.	Análisis de datos
	Analizar datos	Administrar la producción.	Optimizar procesos
	Interpretar y diseñar equipos	Cálculo de equipos	Bases de datos
	Interpretar planos de procesos		

	Aplicar lineamientos de seguridad en un laboratorio		
	Cálculos de optimización de recursos		
	Construir bases de datos en Excel		
Actitudes	Respetuosa	Objetiva	Abierta a correcciones
	Atenta	Concisa	
	Curiosa	Perseverante	
	Servicial		
	Honesta		