

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Centro para la Gestión de la Innovación y la Tecnología

Economía Solidaria y Trabajo Digno

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

PROGRAMA PARA LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y LA TECNOLOGÍA



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

PAP 3H01: Micro y Pequeñas Empresas de Alta Tecnología

Generación de Adherentes Orgánicos en base a Microemulsiones

PRESENTA:

Ingeniería en Biotecnología. Adolfo Arteche Torres.

Profesor PAP:

Mtra. Celia Ortiz García

Mtra. Beatriz Rodríguez Castellanos

Mtro. Alejandro Vigna Pérez

Tlaquepaque, Jalisco, diciembre 2022

ÍNDICE

Contenido

Contenido

Resumen	2
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....	2
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	3
1.2 Caracterización de la organización o comunidad	5
1.3 Identificación de la problemática	6
1.4. Planeación de alternativa	7
1.4.1 Objetivo (s)	7
1.4.2 Alcance del proyecto.....	7
1.4.3 Acta de constitución de proyecto	8
1.4.4 Matriz de comunicación.....	10
1.4.5 EDT y Calendario de actividades.....	10
1.4.6 Matriz de riesgos	11
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora	12
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	14
2. Productos	15
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia	18
3.1 Sensibilización ante las realidades	18
3.2 Aprendizajes logrados.....	19
4. Bibliografía y otros recursos.....	20

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 lossaberes 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.

En caso de requerirse alguna adecuación al nombre de las fases propuestas para este componente, se puede realizar siempre y cuando sea complementario a lo ya establecido.

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

En el presente PAP 3H01 Micro y Pequeñas Empresas de Alta Tecnología se enfocaron los esfuerzos en apoyar a la empresa Microalgas Oleas de México como hacer de proyecto para la generación de un nuevo producto agrícola de alta demanda en el sector, los principales objetivos del proyecto fueron la generación de un adherente orgánico compatible con los insumos de la empresa. Para lograr esto, se tomó la estrategia de la metodología PMR4 para la planeación, gestión y control del proyecto, mientras que para la generación del producto se optó por utilizar una estrategia conocida como microemulsión, a su vez, se generaron 3 prototipos, un producto mínimo viable y una simulación en SuperPro *Desginer* para conocer la viabilidad del insumo, está generando un margen bruto de veta de al menos el 75%.

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 construir 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.

El presente proyecto se llevó a cabo en la empresa Microalgas Oleas de México S.A. de C.V. la cual se encarga de generar soluciones de base biotecnológica para la industria agrícola y alimentaria. Sin embargo, dentro de la empresa se busca incrementar el rendimiento de los productos foliares de la empresa mediante la adición de un adherente orgánico. Para lograr los objetivos del proyecto se utilizan, en primera instancia, herramientas de administración de proyectos con la metodología PM4R utilizando herramientas tales como: Acta constitutiva de proyectos, matrices de interesados, riesgos y planeación. Gracias a estas herramientas se puede llevar a cabo de manera eficiente un control general del proyecto.

Asimismo, el proyecto se llevó a cabo en conjunto con el área de calidad de la empresa, como alumno PAP se apoyó a esta área en la realización de diversas pruebas de calidad de algunos productos de Microalgas, a su vez, que se desarrolló el proyecto con el uso de los recursos, reactivos y equipos presentes en la empresa.

Por otra parte, se utilizaron herramientas como un modelo de negocios CANVAS y simulaciones computacionales con el fin que el nuevo insumo agrícola a generar sea de naturaleza orgánica y altamente compatible con los productos foliares, por lo tanto, la estrategia a utilizar será el uso de aceites y surfactantes para generar emulsiones estables en conjunto con los productos agrícolas.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

México se considera como uno de los mayores productores de hortalizas a nivel mundial, siendo los pequeños y medianos productores los sectores más vulnerables de la agroindustria, asimismo, estos productores se enfrentan día con día con diversas problemáticas como climas extremos, plagas, altos costos de agroquímicos, entre otras, las cuales repercuten directamente en los beneficios económicos de este sector, por lo tanto, la búsqueda de nuevas soluciones para su uso en los cultivos es sustancial para los productores mexicanos (National Institute of Statistics and Geography, 2016).

Microalgas Oleas S.A. de C.V. como empresa que provee de productos orgánicos al sector agrícola para la mejora en los rendimientos generales de los cultivos. No obstante, gran mayoría de estos productos pueden presentar una mayor actividad, sin embargo, factores ambientales como fuertes vientos o lluvias ocasionan que los agricultores tengan que emplear una mayor cantidad de producto, reduciendo el equilibrio entre costo/beneficio. Asimismo, surge la necesidad de generar un agente que aumente la actividad foliar de los actuales productos de la empresa, siendo los compuestos conocidos como tensoactivos, adherentes, (bio)surfactantes y/o coadyuvantes los de mayor interés para su uso en conjunto con los productos agrícolas (Alfaro, 2019).

Los tensoactivos o adherentes se definen como compuestos químicos cuya estructura facilita las interacciones entre sustancias polares, como el agua, con sustancias no polares, como aceites o grasas. Estos compuestos son empleados principalmente en la producción de jabones, champús, pastas dentales, estabilizantes alimenticios, no obstante, anteriormente se señalaba que estos compuestos eran nocivos contra el medio ambiente. Existen diversas maneras para poder clasificar a estos compuestos, ya sea por su función (humectantes, espumantes, detergentes...) o

también pueden ser agrupados por su origen, en orgánicos e inorgánicos/sintéticos.

Para el presente proyecto, se busca generar un producto orgánico y diferencial en el su sector, por lo que para su desarrollo se emplearon aceites vegetales y sus derivados para la obtención de un adherente mediante una estrategia de emulsificación a nivel microscópico, también conocidas como Microemulsiones. Esto permite que los insumos agrícolas de aplicación foliar sean aprovechados de manera mucho más eficiente por las plantas, aumentando de manera exponencial la eficacia de los productos (Sharma, et al. 2020).

Según Castro et al. (2013), las principales ventajas de usar sistemas de Microemulsiones son las siguientes:

- Solubiliza componentes activos insolubles en agua.
- Bio-eficacia mejorada.
- Sistema de entrega de liberación lenta.
- Efectivo tanto en el contacto como en la administración sistémica.
- Fácil de formular.
- Enmascaramiento de olores de ingredientes activos desagradables.
- Fácil de desarrollar.
- Protege los componentes activos de la hidrólisis y oxidación.

Existen dos principales metodologías para la generación de estos sistemas. Los métodos de alta energía y los métodos de baja energía (**Fig. 1**). Los primeros son métodos que se basan en cambiar las propiedades del sistema mediante una intervención física, por ejemplo, mediante el uso de homogenizadores de alta presión o el uso de ultrasonidos de alta frecuencia, en contra parte, los métodos de baja energía se basan en el cambio del sistema por medio de las propiedades de los componentes, esto gracias a variaciones de temperatura del sistema o de las concentraciones de los componentes (Cinar, et al. 2017).

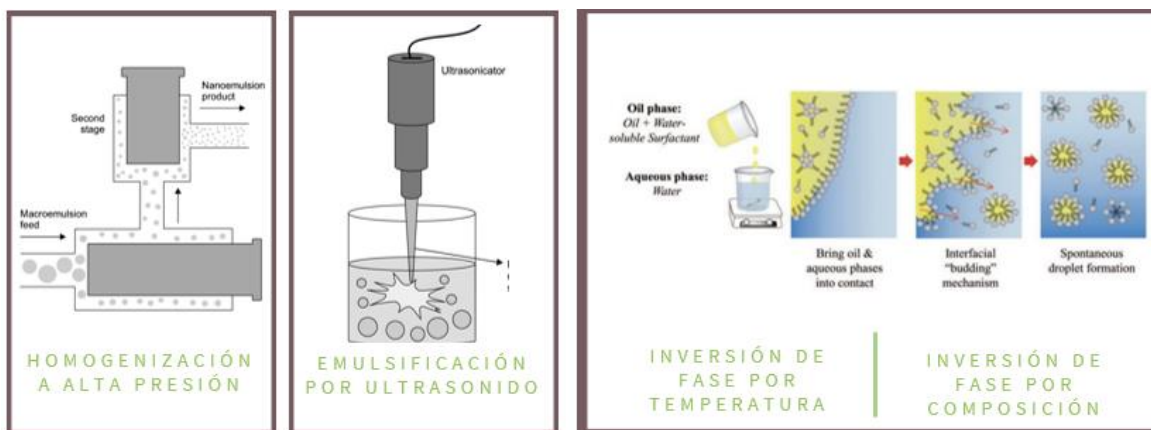


Fig. 1. Métodos de preparación de Microemulsiones

1.2 Caracterización de la organización o comunidad

El presente PAP se llevó a cabo en la empresa Microalgas Oleas, empresa que se basa en la innovación de productos de base biotecnológica con un enfoque especializado en la aplicación de microalgas como agentes primarios de producción. Gracias a la naturaleza de los procesos que utiliza la empresa, se enfocan en la generación de insumos alimentarios y agrícolas orgánicos que no dañen al medio ambiente.

De manera más general, Microalgas Oleas cuenta con dos ubicaciones, una se encuentra dentro del Parque Tecnológico ITESO enfocado en la investigación/desarrollo (I+D) en conjunto con la primera fase de producción industrial, mientras que la segunda ubicación se encuentra ubicado en Tuxcueca, Jalisco, que se enfoca en la recepción de inóculo del laboratorio para su escalamiento y la producción industrial de los diferentes productos de la empresa.

El plantel de interés para el presente PAP es el encargado de I+D, el cual esta administrado por un gerente técnico, que a su vez tiene bajo su responsabilidad a una jefa de laboratorio y un encargado de calidad, por último, para el área de procesos y calidad cuanta con al menos 4 técnicos de laboratorio, 1 tesista y 2 alumnos cursando PAP.

Como se mencionó anteriormente, las áreas que conforman al plantel es I+D y en suministrar la materia prima para la fase industrial, de mismo modo, el área de producción se enfoca en crecer los microorganismos (principalmente microalgas) desde una escala de tubo de ensayo de

aproximadamente 10mL, pasando por matraces distintos volúmenes hasta alcanzar la escala deseada, hasta su crecimiento en garrafones de 20L para su posterior escalamiento a la planta industrial en Tuxcueca. Por otra parte, la planta de producción envía muestras aleatorias de productos a finalizar para realizar los análisis de calidad respectivos.

Actualmente, el área de I+D se conforma por la mayoría del personal, el cual se encuentran en desarrollo 3 proyectos distintos, extracción de aceites, producción de un nuevo herbicida y la generación de un adherente orgánico. Como alumnos PAP se logro poner en practica durante 6 meses buenas practicas de laboratorio para desarrollar un proyecto el cual fue previamente planificado en base a objetivos, de mismo modo, Microalgas nos otorgo la libertad de utilizar reactivos y equipos siguiendo los lineamientos del laboratorio, esto mejorando nuestras habilidades como profesionistas al poder desenvolvemos en un ambiente laboral.

1.3 Identificación de la problemática

En los últimos años Microalgas Oleas ha visto un incremento exponencial en la demanda de insumos agrícolas que sean diferenciales frente a los ya presentes en el mercado, por lo que este contexto ha impulsado a la mejora de los productos convencionales de la mayoría de las empresas. Asimismo, se ha observado que los factores ambientales tales como, fuertes vientos o lluvias torrenciales, afectan de manera significativa la eficacia de los productos de la familia FICOCYAN (productos encargados de mejorar el crecimiento y calidad de los cultivos).

Debido a lo anterior, los agricultores han tenido que emplear una mayor cantidad de productos en sus cultivos reduciendo el equilibrio entre costo/beneficio, de esta manera, surge la necesidad de generar un agente que aumente la actividad biológica de los actuales productos de la empresa resultando en que los agentes o productos con un mayor potencial son conocidos como adherentes biológicos, (bio)surfactantes y/o coadyuvantes para su uso en conjunto con los productos agrícolas.

1.4. Planeación de alternativa

Dentro de Microalgas Oleas se ha visto una clara tendencia en la aplicación de adherentes para los cultivos regionales, sin embargo, gran parte de estos productos son de base sintética y no muy amigables con el medio ambiente, por lo tanto, se buscó desarrollar un adherente de naturaleza orgánica con alta compatibilidad para productos foliares.

1.4.1 Objetivos

El presente proyecto tiene como objetivo el poder incrementar la adherencia de los insumos de la familia FICOCYAN, para esto se buscaron estrategias con el uso de tensoactivos y/o coadyuvantes con propiedades adherentes, además, se busca que estos compuestos sean de naturaleza orgánica con el fin de evitar el daño al medio ambiente y que sean mucho más amigables con los cultivos.

Objetivos específicos:

- Aumentar la eficiencia biológica de la familia de productos FICOCYAN al ser mezclados con el adherente.
- Implementar una metodología estandarizada para la producción de adherentes orgánicos.
- Evaluar la efectividad biológica del adherente en conjunto con otros productos de la empresa.
- Entregar la documentación necesaria de los resultados, documentos, Procesos Estandarizados de Operación (PNO's) entre otros, para la producción y escalamiento del producto generado.

1.4.2 Alcance del proyecto

Se busca que el proyecto genere 3 prototipos/formulaciones para generar al menos un producto mínimo viable (PMV), como un producto modelo ya con aplicación en el campo a través de pruebas de compatibilidad, estabilidad y foliares para comprobar la eficacia del adherente. Por último, se espera generar una propuesta de proceso en base al uso de diversos softwares de simulación con apoyo de diversos análisis de costos, de materia y económicos.

1.4.3 Acta de constitución de proyecto

Tabla 1. Acta de constitución de proyecto: Microalgas Oleas, Generación de un Adherente Orgánico

Racionalidad y Propósito del Proyecto:
<i>La razón de ser del proyecto, es decir, lo que el proyecto pretender cumplir y el problema que debe resolver.</i> Microalgas Oleas como empresa que provee de productos orgánicos al sector agrícola para la mejora en los rendimientos generales de los cultivos, no obstante, gran mayoría de estos productos pueden presentar una mayor actividad, sin embargo, factores ambientales como fuertes vientos o lluvias ocasionan que los agricultores tengan que emplear una mayor cantidad de producto reduciendo el equilibrio entre costo/beneficio, asimismo, surge la necesidad de generar un agente que aumente la actividad biológica de los actuales productos en la empresa, siendo los compuestos conocidos como adherentes biológicos, biosurfactantes y/o coadyuvantes los de mayor interés para su uso en conjunto con los productos agrícolas.
Objetivos del Proyecto:
<i>Una breve descripción de los objetivos del proyecto y del impacto esperado. Se recomienda que el objetivo sea SMART (ver guía PMA).</i> Desarrollar un adherente agrícola de acuerdo con los requisitos de producción orgánica (OMRI) y regulación mexicana. Objetivos específicos: ○ Aumentar la eficiencia biológica de la familia de productos FICOCYAN al ser mezclados con el adherente. ○ Implementar una metodología estandarizada para la producción de adherentes orgánicos. ○ Evaluar la efectividad biológica del adherente en conjunto con otros productos de la empresa. ○ Entregar la documentación necesaria (PNOs) para la producción y escalamiento del producto generado.
Estrategia del Proyecto:
Breve descripción del modelo de intervención. • Alcance (productos más importantes) ◦ Prueba de concepto/PMV para un adherente orgánico. ◦ Caracterización de la actividad en conjunto con los productos agrícolas actuales ◦ Proceso de producción estandarizado del adherente • y límites del alcance (lo que no producirá el proyecto). ◦ Línea de producción del adherente • Cronograma resumido de hitos. ◦ Inicio del semestre (15/08/2022): Proposición del proyecto. ◦ Semana 3 (02/09/2022): Presentación de la propuesta y plan de trabajo. ◦ –Investigación ◦ –Desarrollo ◦ –Pruebas (Generación de prueba de concepto/PMV)

- -Generación de PNO's (Proceso normalizado de Operación)
- -Entrega de resultados
- -Presentación final

• **Riesgos, supuestos y restricciones de alto nivel.**

- Baja compatibilidad del adherente con los productos
- Baja actividad biológica del adherente
- Falta de datos conclusivos para generar un PMV
- Necesidad de un proceso que no represente una inversión alta.

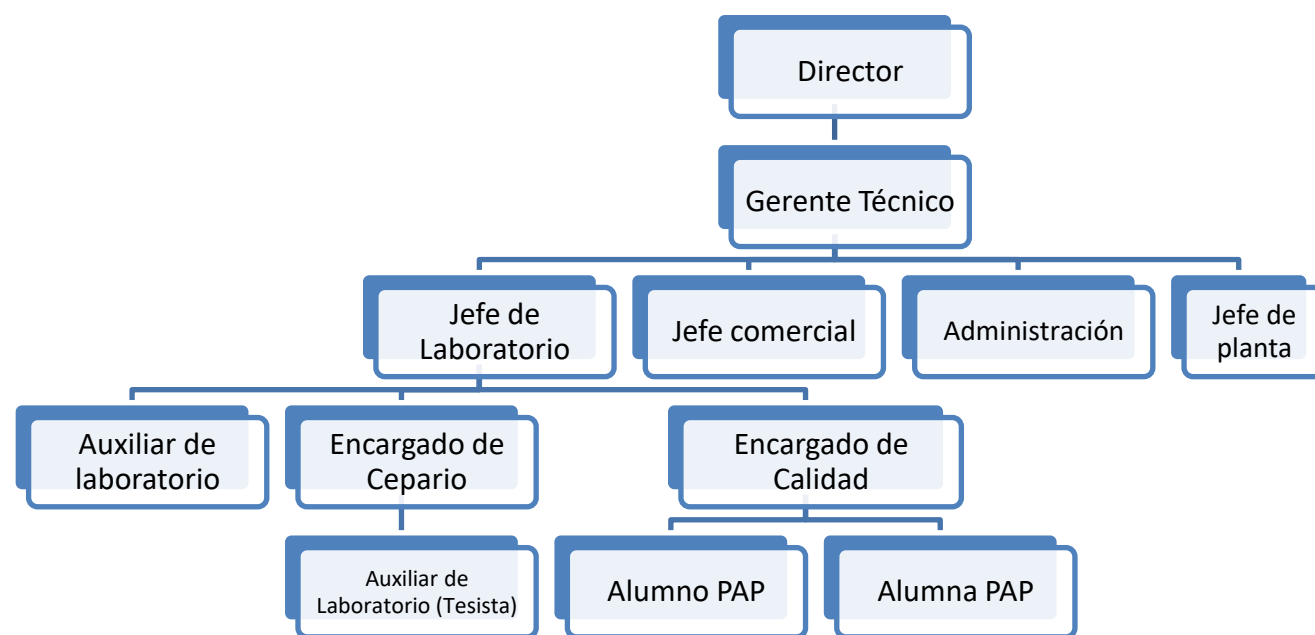
Estructura de gobernabilidad:

Definir la estructura del proceso de toma de decisiones y de supervisión.

El directorio de supervisión y toma de decisiones del proyecto está compuesto por el gerente general de la planta de Microalgas Oleas dentro del parque tecnológico ITESO, seguido de la encargada de laboratorio y encargado de calidad de la planta, los cuales están comisionados de supervisar y incentivar los avances del proyecto

Gerencia del Proyecto:

Organigrama del proyecto que incluya a la Junta Directiva, al Gerente del proyecto y al equipo.



Control de Cambios:

Describir los mecanismos de seguimiento y control de cambios significativos al proyecto.

Se realizan juntas recurrentes para evaluar los procesos, en general se evalúa si existe un cambio en los PNOs y/o en los objetivos de trabajo.

Aprobado por:

Nombres y cargos de las personas que autorizan el proyecto.
Gerente Técnico Ing. Edgar Rodríguez Reyes
Responsable de Calidad Ing. Héctor Manuel López Peña

1.4.4 Matriz de comunicación

A continuación, se muestra la matriz de comunicaciones que se siguió a lo largo del proyecto, se respetaron la mayoría de las semanas las juntas con el gerente técnico, además que siempre existió la apertura para dudas, comentarios o retroalimentación.

Proyecto:	Generación de un Adherente				
ID:	PAP3H01				
Emisor	Receptor	Vía de comunicación	Frecuencia	¿Entregable?	Vía de entrega
Adolfo	Edgar	Reuniones de avance	Semanal	Reportes de avances	Formato en Word/Correo
Adolfo	Manuel	Presencial	Lunes/Miércoles/Jueves	Entregables de proyecto	Correo
Edgar	Adolfo/Manuel	Correo	Eventual	Propuestas de trabajo	Correo
Adolfo	Bety/Celia	Correo/Canvas	Semanla	Entregables PAP + Bitacora	Canvas

1.4.5 EDT y Calendario de actividades

Se siguieron con las actividades del próximo cronograma (**Fig. 2**) desarrollado a partir de una estructura desglosada de trabajo (**Fig. 3**) para lograr los objetivos y metas en tiempo y forma:

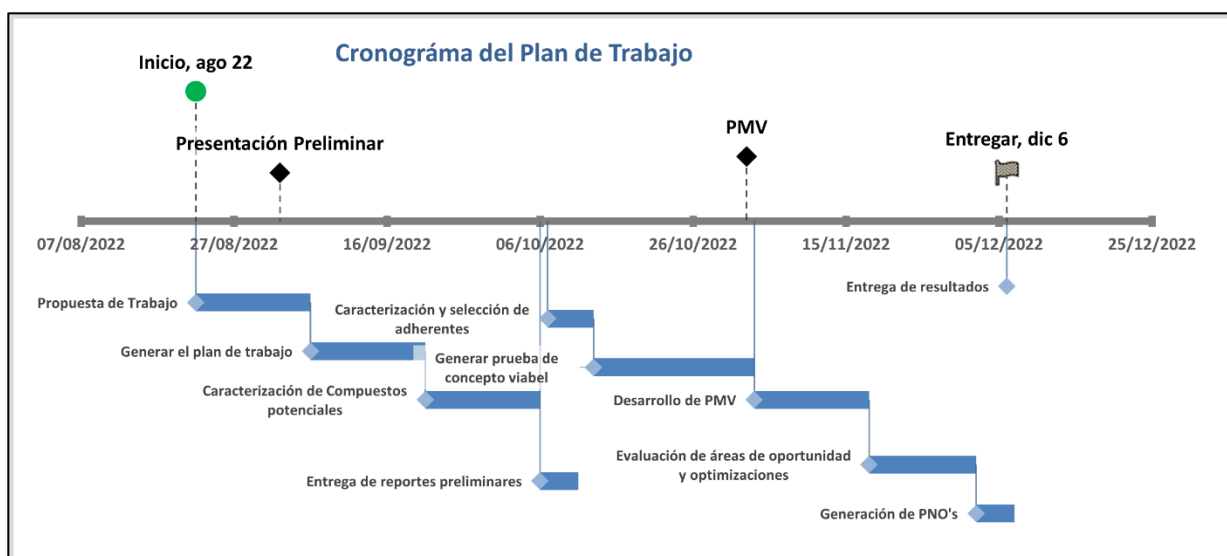


Fig. 2. Cronograma de actividades propuesto al inicio del proyecto para cumplir con los objetivos

Estructura de la EDT		Duración	Predecesora
1	Propuesta de Adherentes		
1.1	Propuesta de trabajo		
1.1.1	Presentación de la propuesta (ppt)		
1.1.1.1	Paquete de trabajo		
1.1.1.1.1	Recabar información sobre adherentes	2 días	-
1.1.1.1.2	Estudiar los productos similares en el mercado	2 días	1.1.1.1.1
1.1.1.1.3	Proponer un plan de trabajo para generar un MVP	6 días	1.1.1.1.2
1.1.1.1.4	Plasmear la información recabada en una presentación	6 días	1.1.1.1.3
1.2	Caracterización de compuestos		
1.2.1	Reporte(s) de compuestos potenciales		
1.2.1.1	Paquete de trabajo		
1.2.1.1.1	Análisis de los compuestos propuestos por la empresa (ácidos grasos organicos como ácido oleico, palmitico, etc.)	6 días	1.1.1
1.2.1.1.2	Análisis de compuestos potenciales (biosurfactantes y/o coadyuvantes)	6 días	1.1.1
1.2.1.1.3	Caracterización de la actividad como adhenes	7 días	1.2.1.1.2
2	Generación de un PMV (Desarrollo y pruebas)		
2.1	Generación de una prueba de concepto (Ej. adherente + FICOCYAN)		
2.1.1	Reporte(s) de las pruebas de concepto a generar		
2.1.1.1	Paquete de trabajo		
2.1.1.1.1	Seleccionar los compuestos con mayor actividad biológica (min. 3)	4 días	1.2.1.1.3
2.1.1.1.2	Evaluar si existen reacciones adversas con los productos a combinar	5 días	2.1.1.1.1
2.1.1.1.3	Caracterizar las mezclas (ej. Adherente + FICOCYAN) y evaluar su compatibilidad y actividad biológica <i>in vivo</i>	14 días	2.1.1.1.2
2.1.1.1.4	En caso de obtener una prueba de concepto viables se generan los reportes necesarios a presentar	4 días	2.1.1.1.3
2.2	Desarrollar un producto minimo viable (PMV)		
2.2.1	Desarrollo de prototipo(s) inicial(es)		
2.2.1.1	Paquete de trabajo		
2.2.1.1.1	Identificar los compuestos más afines para el desarrollo de un nuevo producto	2 días	2.1.1.1.4
2.2.1.1.2	Analizar y caracterizar un PMV para evaluar áreas de oportunidad y buscar optimizaciones en la producción del mismo	14 días	2.2.1.1.1
2.2.1.1.3	Generar los PNO's (proceso normalizado de operación) necesarios para la producción	6 días	2.2.1.1.2
2.2.1.1.4	Presetar los resultados obtenidos	3 días	2.2.1.1.3

Fig. 3. Estructura desglosada de actividades

1.4.6 Matriz de riesgos

Matriz de Riesgos									
No. de Riesgo	Elemento de la EDT	Tipo de riesgo	Síntoma	Impacto (A/M/B)	Probabilidad (A/M/B)	Evaluación		Respuesta	Responsable de la acción de respuesta
						Valor (1 al 9)	Nivel (A/M/B)		
1	Número de elemento en la EDT. Puede ser componente, producto, entregable o paquete de trabajo	Técnico	La información en la literatura no proporciona una conclusión definitiva sobre adherentes potenciales	Bajo	Alta	1	Alto	Investigación en conjunto para recopilar los mejores compuestos disponibles para la empresa	Adolfo
2	Número de elemento en la EDT. Puede ser componente, producto, entregable o paquete de trabajo	Técnico	Baja actividad del adherente	Medio	Media	2	Medio	Buscar razones por las cuales el adherente no provee la actividad deseada, cambiar formulación a una que se adecúe a las necesidades	Adolfo
3	Número de elemento en la EDT. Puede ser componente, producto, entregable o paquete de trabajo	Técnico	Baja compatibilidad del adherente con los insumos agrícolas	Medio	Alta	2	Alto	Buscar estabilizantes que apoyen el uso en conjunto con los productos agrícolas o cambiar formulación	Adolfo/Manuel

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

Para comenzar con la búsqueda de potenciales propuestas de mejora se realizó un análisis del estado del arte de los adherentes agrícolas que existen a la fecha a nivel bibliográfico y de que ya se encuentran en el mercado, se encontró que los compuestos de mayor interés son conocidos como tensoactivos, coadyuvantes y/o surfactantes, los cuales son moléculas con las propiedades físicas de alterar ciertas características en la captación foliar de los productos agrícolas.

Se comenzó con el desarrollo de un modelo de negocios por la metodología LEAN CANVAS (**Fig. x**) con el apoyo de varios integrantes de la empresa en donde se encontró que Microalgas Oleas posee varios socios claves para el proyecto debido a que pertenecen a Grupo Oleomex, grupo de empresas que pueden proveer a Microalgas con la materia prima necesaria para el desarrollo e implementación del proyecto.

Tomando en cuenta lo anterior, se optó por basar la propuesta de mejora en un producto generado a partir de aceites vegetales y sus derivados. Una vez conocidas las características y materia prima a utilizar se procedió a la búsqueda patentes nacionales e internacionales con las herramientas de ESPACENET y LENS.ORG para conocer cuales metodologías ya se han utilizado y cuales han brindado los mejores resultados.

Con un análisis de la bibliografía y patentes encontradas se llegó a la conclusión que la mejor estrategia para sobrellevar este proyecto es el desarrollo de Microemulsiones, siendo una de las metodologías con menor uso con un fin comercial, pero con excelentes resultados y aplicaciones prácticas.

En base a la EDT (1.4.6), fue necesario la búsqueda de compuestos potenciales para el fin del proyecto, en este punto se encontró con el segundo socio clave, 2CVS Químicos S.A. de C.V., empresa encargada de proveer al proyecto con los tensoactivos necesarios como materia prima. Una vez con todos los insumos recabados se generó un diseño de experimentos para la formulación de Microemulsiones con la aplicación de diferentes metodologías, mediante homogenización, ultrasonido, inversión de fase por concentración y temperatura.

No obstante, se encontró que todas las estrategias llevaban a la generación de macroemulsiones, excepto la metodología por inversión de fase por medio de temperatura, obteniendo los mejores resultados con esta última estrategia, de este modo, generando las primeras pruebas de concepto del proyecto. Con estas pruebas se evaluó la adherencia de la microemulsión mediante la dispersión de gota en una hoja con alta cantidad de cera (**Fig. 4**), debido a que los adherentes apoyan a mejorar esta interacción entre el agua y la sección cerosa de la planta.

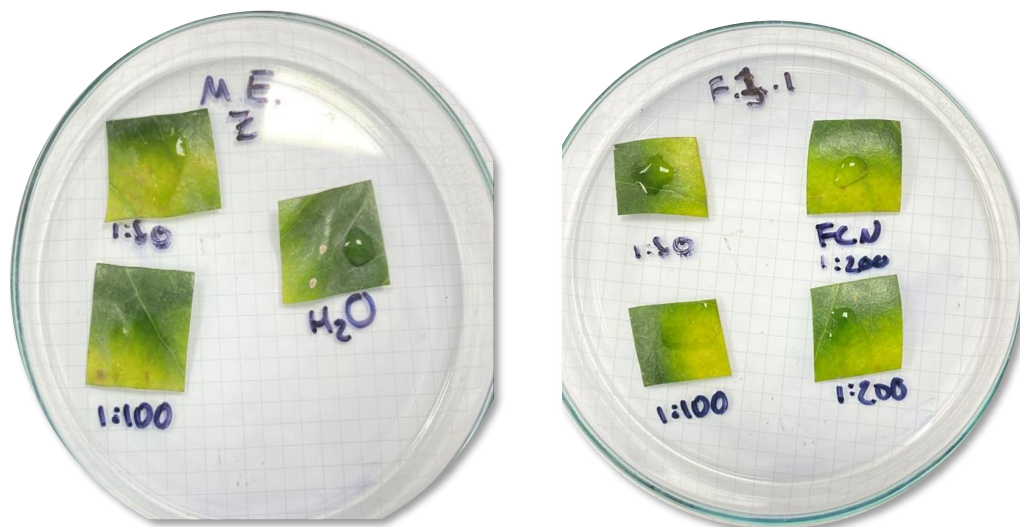


Fig 4. Pruebas de dispersión de 2 de los prototipos generados a diferentes diluciones

Ya con una metodología para la generación de Microemulsiones se desarrollaron 3 prototipos de diferentes aceites y surfactantes con diferentes concentraciones para la generación de al menos un producto mínimo viable, es decir, un producto compatible con los insumos agrícolas de Microalgas Oleas.

Con estos prototipos se logró generar una formulación viable con uno de los productos foliares de Microalgas conocido como FYCOCYAN, sin embargo, para lograr este PMV fueron necesarias varias pruebas analíticas para evaluar la estabilidad, compatibilidad y adherencia del producto (resultados en el Anexo X), las cuales consistieron en:

Pruebas de Estabilidad

- Evaluación de la vida de anaquel del producto.
- Pruebas de estrés por medio de centrifugación a altas revoluciones.

Pruebas de compatibilidad

- Determinación de proteínas por el método de Lowry (...)
- Determinación de aminoácidos por medio del kit MegaEnzyme (...)

Adherencia

- Dispersión de gota en plantas cerosas.

Por último, y para complementar las pruebas analíticas, se evaluó la dispersión de gota de dos contrapartes comerciales (EPA 60 y Inex A) encontrando que la microemulsión desarrollada presenta una mayor actividad de adherencia, de este modo, generando un producto mínimo viable en el tiempo determinado por la EDT (1.4.5).

Una vez conocida la formulación base del PMV, es decir, la materia prima necesaria fue posible generar una propuesta para el proceso a escala industrial, esto mediante el uso de tablas de Excel y el software SuperPro Designer (**Fig. X.**), con esto fue posible realizar análisis económicos preliminares para corroborar la viabilidad del proceso.

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

Como ya se mencionó, Microalgas Oleas provee al sector agrícola con diversos productos como fertilizantes, estimulantes, plaguicidas, entre otros, los cuales requieren de una aplicación foliar, para incrementar los rendimientos de este tipo de insumos, los agricultores optan por recurrir a otras empresas para la obtención de adherentes. Al identificar esta área de oportunidad y proveer con una solución para la empresa, se generó un producto con su respectivo proceso de producción con un alto potencial en un mercado donde actualmente Microalgas ya se encuentra bien posicionado, esta ventaja es importante debido a que la distribución del producto se realizara de manera más eficiente gracias a la relación comercial previamente existente.

Asimismo, la naturaleza del proyecto generado tiene alto potencial de patentabilidad, lo cual le otorga a la empresa de una protección a futuro que puede ser tanto de proceso como de producto, permitiendo una exclusividad para la venta de un producto de alta demanda y promoviendo el desarrollo e innovación dentro de Microalgas.

2. Productos

Debido a la naturaleza del proyecto y empresa en la que se trabajó, gran parte de los productos generados son considerados como confidenciales, no obstante, en el presente documento se adjuntan los resultados de mayor relevancia para los fines del proyecto.

Como primer resultado con un alto impacto en el desarrollo del proyecto encontramos la **Fig. 6.**, la cual describe un modelo de negocios siguiendo la metodología LEAN CANVAS para que los prototipos y productos mínimos viables generados o a generar tengan un sustento en teoría de innovación de porque este proyecto tiene alto potencial de resultar en la generación de un producto disruptivo en su sector.



Fig. 5. Modelo de negocios CANVAS: Adherentes Orgánicos

Una vez con un gran avance del proyecto se llegaron a generar los primeros prototipos (primeras Microemulsiones) del proyecto, a los cuales se realizaron las pruebas de compatibilidad y estabilidad para corroborar su viabilidad como insumo agrícola y dar a conocer si los prototipos son compatibles con los productos de la empresa y poseen una vida de anaquel competitiva. Para estas pruebas (**Fig. 6.**) encontramos el siguiente comportamiento con pruebas de estabilidad y de adherencia, estas pruebas consistieron en evaluar la estabilidad a lo largo del tiempo para corroborar la vida de anaquel del producto, en pruebas de estrés mediante centrifugación a más de 10,000RPM y homogenización a altas velocidades y una prueba de dispersión de gota respectivamente:

Estabilidad (7 días)			Estabilidad (Estrés)		Adherencia
16°	25°	37°	Centrifuga	Homogeneizador	Dispersión
✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	Muy Alta
✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	Alta
✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	Muy Alta

Fig. 6. Resultados de las pruebas de estabilidad, estrés y adherencia

No obstante, para conocer más a fondo sobre los experimentos realizados se generaron más pruebas para conocer la adherencia de los diferentes prototipos, para esto se hicieron pruebas *in vivo* en hojas del árbol *Heptapleurum actinophyllum* debido a que las hojas de este árbol presentan una cantidad de cera sustancial en sus hojas por lo que se tomó como base para los experimentos. Para estandarizar estos experimentos se tomaban secciones de aproximadamente 2cm² de hoja, se colocaban 4 de estas secciones en una caja Petri y se analizó la dispersión de gota de los diferentes prototipos con sus respectivos controles, de mismo modo, para aproximar estos datos de manera cualitativa se estimó un área de dispersión y se realizó un análisis comparativo a partir de este frente a los controles, en este caso, agua destilada, y dos contrapartes comerciales EPA 60 e Inex A. A continuación, se muestran los resultados:

Muestra	Dilución	% de Dispersión
H ₂ O	-	-
EPA 60	1:100	21%
	1:200	14%
Inex A	1:100	50%
	1:200	29%
A	1:100	57%
	1:200	50%
B	1:50	114%
	1:100	129%
C	1:100	111%
	1:200	96%

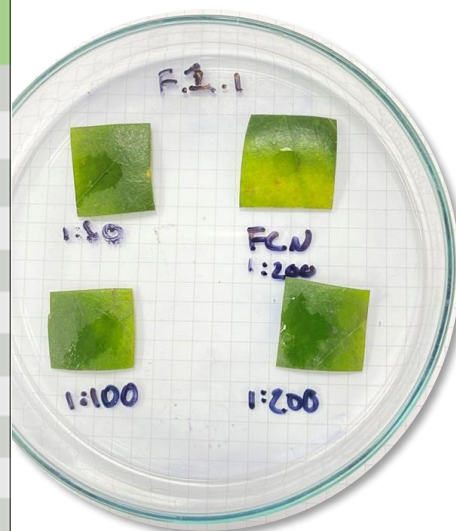


Fig. 7 Análisis porcentual de las pruebas de dispersión de gota de contratipos y prototipos; ejemplo del prototipo con menor dispersión de gota

Ya con varios prototipos viables y conociendo que si se incrementa la dispersión de gota, el siguiente paso fue generar una formulación con los insumos agrícolas de Microalgas para conocer la compatibilidad con sus productos, para esto se realizaron dos pruebas, determinación de proteínas y de amino ácidos, debido a que son los componentes primarios que conforman estos productos, mediante estos análisis se determinó que la variación que existe frente al adherente agrícola es mínima y puede ser descartada debido a los muchos otros beneficios que ofrecen las Microemulsiones: A continuación se muestran los resultados obtenidos:

Muestra	Proteínas g/L	Muestra	Triptófano Eq/L
FYCOCYAN	15.26	FYCOCYAN	28.09
F.2.0	14.35	F.2.0	24.08
F.3.0	15.47	F.3.0	21.71
F.3.1	16.74	F.3.1	27.14

Tabla 2. Análisis cualitativos de proteínas y aminoácidos para evaluar la compatibilidad del adherente

Ya conociendo que al menos se generó un prototipo viable a convertirse en un producto mínimo viable, se utilizaron los parámetros y condiciones de experimentación para desarrollar una simulación en SuperPro Designer en conjunto con el gerente técnico de Microalgas, software enfocado a la simulación y análisis de procesos, y poder realizar los análisis respectivos para la escalabilidad del proceso, para esto se tomaron en cuenta los costos reales de los equipos, reactivos y consumibles del proceso.

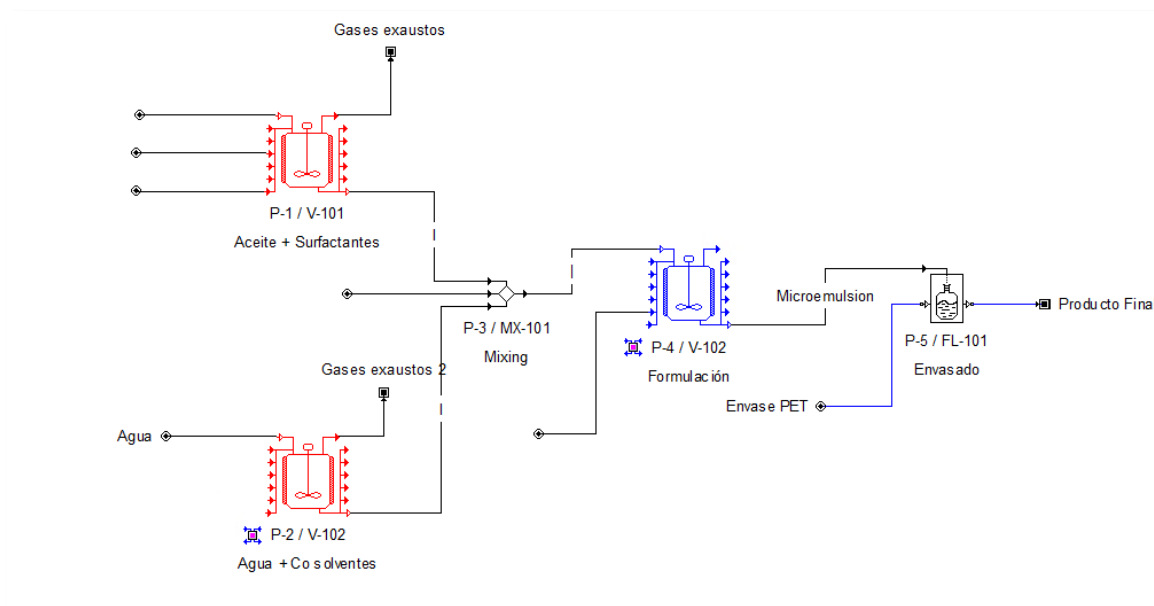


Fig. 8 Simulación y escalamiento en SuperPro Designer para la producción industrial del adherente

Por último, posterior a generar la simulación, se realizó un análisis económico integral para conocer los costos y parámetros de mayor importancia en el proceso. Para este proyecto se va a trabajar alrededor de 1/3 de las horas disponibles en el año para llegar a producir como mínimo 400 lotes de 570 botellas de 1kg cada una de producto final, asimismo, el costo unitario de estas botellas sería \$17 MXN y se espera que su venta sea por debajo de su principal competidor, Inex A que es de \$130 MXN, dejando un costo de venta final a \$120 y generando un margen bruto de 75%. A continuación, podemos observar un resumen del respectivo análisis económico:

The screenshot shows a software window titled "Executive Summary for Project" with a close button (X) in the top right corner. The window contains several tabs: "Summary", "Capital Investment", "Operating Cost", and "Revenues / Credits / Savings". The "Summary" tab is active, displaying the following data:

Project Totals	
Investment	1,942,427 MXN
Investment Charged to this Project	1,942,427 MXN
Annual Operating Cost	6,594,608 MXN/yr
Annual Revenues	27,360,000 MXN/yr
Unit Production Ref Rate	228,000 MP Entities/yr
Unit Production Cost	28,9237 MXN/MP Entity
Unit Production Revenue	120,0000 MXN/MP Entity
Project Indices	
Gross Margin	75.90 %
R O I	748.33 %
Payback Time	0.13 years
IRR (after tax)	N/A
NPV at 7.00 %	103,392,371 MXN

Below the table, a note states: "MP = Flow of Discrete Entity 'Filled Entity' in Stream 'Producto Final'". To the right of the main data table, there is a section titled "Annual Operating Time (AOT)" with the following values:

Annual Operating Time (AOT)	
Available	7920.0 h
Utilized	3055.6 h
Max # Batches / Yr	1036
Actual # Batches / Yr	400

At the bottom of the window, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

Fig. 9. Análisis económico de la propuesta de escalamiento.

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

Debido a que Microalgas Oleas ya conoce a su sector no hubo necesidad por mi parte de realizar un acercamiento con los principales interesados del producto, el sector agrícola, sin embargo, a lo largo de la carrera se ha trabajado en diversos proyectos que ya apoyan a este sector, esto resulta en que las propuestas de solución para los agricultores estan basadas no solo en las

necesidades de Microalgas, sino que también se tome en cuenta su contexto para otorgar la mejor solución posible.

Al tomar en cuenta lo anterior correcto un diseño de experimentos previo fue esencial para la generación de los diferentes prototipos altamente viables a convertirse en PMV, asimismo, el uso de instrumentaría de laboratorio y recursos de la empresa facilitó la generación de las pruebas analíticas necesarias para el proyecto, sin embargo, por naturaleza del proyecto no se ha podido explotar las herramientas más “representativas” de la carrera tales como el crecimiento de microorganismos, uso de biorreactores, optimización de bioseparaciones, entre otros, no obstante, al salir de esta “zona de confort” se pudo llegar a una solución sin uso de las principales herramientas biotecnológicas pero llegando a una solución óptima e ideal para la empresa y sus clientes.

Por otra parte, gracias a la naturaleza del proyecto generado existe un alto potencial de protección intelectual, lo que puede resultar en diversos dilemas tanto personales como para la empresa, por una parte se puede compartir la tecnología para que los agricultores puedan aprovecharse de esta sin un intermediario o inversión económica, por otra parte, tenemos a la empresa que destinó los recursos necesarios para el desarrollo de esta tecnología y está tiene todo su derecho de recibir protección, si y solo si, se otorga el reconocimiento moral al inventor como la ley lo estipula.

3.2 Aprendizajes logrados

En primera instancia, y gracias al módulo de administración de proyectos, se observó que una planeación previa en base a objetivos es esencial para un correcto desarrollo y control de proyectos, principalmente debido a que con las estrategias y herramientas utilizadas se llegaron a cumplir los objetivos en tiempo y forma, asimismo, dando a conocer cuáles eran los principales riesgos o “cuellos de botella” dentro del proyecto y ayudar a la planificación de cómo sobre llevar estas situaciones a lo largo del semestre.

Uno de los principales retos dentro del proyecto fue encontrar una metodología específica para la generación de la solución, principalmente debido a que Microalgas buscaba un producto orgánico, amigable con el medio ambiente y de bajo costo, por lo tanto, fue indispensable un

análisis a fondo del estado del arte y un sondeo de las patentes nacionales e internacionales para conocer que se ha hecho y que se puede hacer.

Se conoció las diferencias que existe entre el desarrollo de proyectos a nivel académico y a nivel empresarial, por ejemplo, dentro de la empresa el trabajo no solo era enfocado al proyecto, sino que también se apoyaba en los procedimientos dentro del área de calidad, de este modo, obteniendo vasta experiencia curricular en esta área. Asimismo, se logró obtener una solución integrando los conocimientos otorgados en los módulos del PAP en conjunto con los conocimientos obtenidos a lo largo de toda la carrera universitaria.

Por último, se lograron afinar las estrategias de comunicación a nivel personal debido a que, por la naturaleza del proyecto, era necesario una comunicación efectiva entre la mayoría de los interesados, por ejemplo, se optó por agendar juntas con los supervisores para la evaluación de resultados, o el uso de los canales de comunicación de la empresa para la obtención de materia prima a bajo costo.

4. Bibliografía y otros recursos

- Alfaro R. (2019) *Tensoactivos y Coadyuvantes en el Control Químico de malezas*. Programa Agronomía DICEA. LAICA.
- Castro, M. J. L., Ojeda, C., & Cirelli, A. F. (2013). Advances in surfactants for agrochemicals. *Environmental Chemistry Letters*, 12(1), 85–95. doi:10.1007/s10311-013-0432-4
- Cerna E., Landeros J., Ochoa M.Y., Guevara L., Badii M., Portugal V., *Evaluación de aceites y extractos vegetales para el control de Sitophilus zeamais y su efecto en la calidad de semilla de maíz*. FCA Uncuyo
- Çınar K. (2017). A review on nanoemulsion: Preparation Methods and Stability. *Trakya University Journal of Engineering Sciences*, 18(1): 73-83, ISSN 2147–0308
- Kumar, M., Bishnoi, R. S., Shukla, A. K., & Jain, C. P. (2019). Techniques for Formulation of Nanoemulsion Drug Delivery System: A Review. *Preventive nutrition and food science*, 24(3), 225–234. <https://doi.org/10.3746/pnf.2019.24.3.225>
- Sharma, A., Dubey, S., & Iqbal, N. (2020). Microemulsion Formulation of Botanical Oils as an Efficient Tool to Provide Sustainable Agricultural Pest Management. In (Ed.), *Nano- and Microencapsulation - Techniques and Applications*. IntechOpen.

<https://doi.org/10.5772/intechopen.91788>

Souto E., Cano A., Martins-Gomes C., Coutinho T., *Microemulsions and Nanoemulsions in Skin Drug Delivery*. Department of Pharmaceutical Technology, Faculty of Pharmacy, University of Porto doi: 10.3390/bioengineering9040158