

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE**

**Centro Universitario de Incidencia Social**

**Sustentabilidad y tecnología**

**PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)**

**San Pedro Valencia: renovación urbana, saneamiento ambiental y  
emprendimientos turísticos**



**ITESO, Universidad  
Jesuita de Guadalajara**

**PAP 1P02 PRIMAVERA 2026**

**Biofábrica Ahiscalco Primavera 2026**

**PRESENTAN**

Programas educativos y Estudiantes

Lic. En Arquitectura Rubén Híjar Rodríguez

Lic. En Arquitectura Carolina Banda González

Ing. Químico José Pablo Robles del Rincón

Ing. Alimentos Aldo Cervantes Sánchez

Profesor PAP: Héctor Morales Gil de la Torre

Asesor PAP: Fernando Aguilar Morales

Tlaquepaque, Jalisco, febrero de 2026

# ÍNDICE

## Contenido

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| REPORTE PAP .....                                                           | 2  |
| Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional ..... | 2  |
| Resumen .....                                                               | 0  |
| 1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....          | 0  |
| 1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto .....                           | 0  |
| 1.2 Caracterización de la organización .....                                | 2  |
| 1.3 Identificación de la(s) problemática(s) .....                           | 4  |
| 1.4. Planeación de alternativa(s) .....                                     | 5  |
| 1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora .....                             | 8  |
| 1.6. Valoración de productos, resultados e impactos .....                   | 17 |
| 1.7. Bibliografía y otros recursos.....                                     | 18 |
| 1.8. Anexos generales .....                                                 | 18 |
| 2. Productos .....                                                          | 18 |
| 3. Reflexión crítica y ética de la experiencia .....                        | 20 |
| 3.1 Sensibilización ante las realidades .....                               | 20 |
| 3.2 Aprendizajes logrados .....                                             | 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 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 Proyecto de Aplicación Profesional “Biofábrica Ahuisculco Primavera 2026” tuvo como propósito fortalecer a la Biofábrica de Ahuisculco, una organización comunitaria ubicada en Tala, Jalisco, dedicada a la elaboración de bioinsumos agrícolas orientados a una producción más sustentable. El proyecto se desarrolló como continuación de procesos previos de vinculación entre la comunidad y el ITESO, buscando integrar herramientas técnicas y estrategias de comunicación que apoyaran el crecimiento de la organización.

Durante el periodo escolar, el trabajo se enfocó en dos áreas principales: el análisis técnico de suelos y el fortalecimiento de la identidad y difusión de la Biofábrica. En el área técnica se realizaron análisis fisicoquímicos mediante metodologías como Walkley-Black, titulaciones con EDTA, fotometría de flama y mediciones de pH, conductividad y ORP, con el objetivo de evaluar características del suelo y generar bases para un diagnóstico más integral. Paralelamente, se desarrollaron propuestas de marketing, identidad visual, catálogo de productos y estrategias de comunicación para fortalecer el posicionamiento de la organización.

La metodología seguida se basó en una lógica de proyectos participativos, iniciando con visitas de campo, reconocimiento del contexto y diálogo con los socios de la Biofábrica para identificar problemáticas y necesidades reales. Posteriormente, se estructuraron propuestas técnicas y de comunicación buscando vincular el conocimiento académico con las necesidades de la comunidad, manteniendo un enfoque colaborativo y de acompañamiento.

### 1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

El PAP constituye una experiencia de aprendizaje y contribución social en la que participan estudiantes, profesores, actores sociales y responsables de las organizaciones. A través de este trabajo colaborativo se construye conocimiento con el fin de dar respuesta a problemáticas específicas dentro de un contexto real y en un tiempo delimitado. Por ello, la experiencia PAP se desarrolla bajo una lógica de proyecto, promoviendo un estilo de trabajo participativo, recíproco y vinculado con la comunidad.

Como parte del acercamiento inicial, nuestro equipo realizó una visita de campo a la Biofábrica ubicada en Ahuisculco, Jalisco, con el objetivo de conocer el espacio y comprender el contexto en el que se desarrolla el proyecto. Durante el traslado, el profesor Fernando nos compartió la historia de la comunidad y su proceso de organización social, explicando cómo los habitantes se han articulado en distintos momentos para defender su territorio y sus recursos naturales, lo que permitió entender el trasfondo de resiliencia comunitaria que da sentido a iniciativas como la Biofábrica.

Al llegar al sitio, convivimos directamente con los socios de la Biofábrica, entre ellos Don Chon y Don Ramón, quienes nos explicaron de manera general cómo surgió el proyecto, cuál es su propósito y cómo se organizan actualmente. La visita tuvo un carácter únicamente introductorio y de reconocimiento; no se observó la elaboración de productos ni se participó

en actividades técnicas, ya que esta primera etapa estuvo enfocada en conocer a las personas involucradas, el entorno y la situación actual del espacio.

### 1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

Ahuiscalco se encuentra en el municipio de Tala, en la región Valles del estado de Jalisco, a una altitud aproximada de 1,340 metros sobre el nivel del mar y con una población de 2,381 habitantes, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020). El nombre del lugar proviene del náhuatl y está relacionado con el movimiento del agua, lo cual resulta relevante si se considera que el manejo del agua a través de escurrimientos y zonas de infiltración ha sido clave para el desarrollo de la agricultura local y para la permanencia de la comunidad en el territorio. Desde sus orígenes, el asentamiento ha estado vinculado a estas condiciones naturales, lo que ha influido en la forma en que la población se organiza y aprovecha los recursos disponibles.

Desde una perspectiva histórica, la región donde se ubica Ahuiscalco formó parte de asentamientos prehispánicos asociados a distintos grupos del occidente de México, caracterizados por un uso del territorio basado en sistemas agrícolas adaptados a las condiciones locales. La cercanía con el sitio arqueológico de Guachimontones permite reconocer una ocupación antigua del territorio y una relación continua con el aprovechamiento agrícola del suelo (Weigand, 1993).

Con el paso del tiempo, especialmente a partir del periodo colonial y posteriormente con la modernización agrícola, el uso del suelo cambió hacia esquemas más intensivos orientados al mercado. En la actualidad, este proceso se refleja en la predominancia de cultivos comerciales como la caña de azúcar, lo que ha implicado una mayor presión sobre los recursos naturales.

Diversos estudios señalan que la degradación del suelo en México está asociada principalmente a prácticas agrícolas intensivas, como el monocultivo, el uso excesivo de agroquímicos y la pérdida de materia orgánica (Food and Agriculture Organization, 2015; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2016). En regiones cañeras, estas prácticas han contribuido a procesos como la compactación, la erosión y la disminución de la fertilidad del suelo.

En este sentido, aunque no existen estudios específicos para Ahuiscalco, es posible entender que las condiciones actuales del suelo son resultado de un proceso histórico de intensificación agrícola y transformación del uso del territorio.

Como respuesta a estas presiones ambientales, se constituyó el Comité de Defensa de Recursos Naturales de Ahuiscalco, el cual articuló estrategias de participación social basadas en el ejercicio de la soberanía comunitaria. Entre estas acciones destacaron la realización de asambleas abiertas, la presencia permanente en el sitio de intervención

(plantón) y una amplia difusión del conflicto con el acompañamiento de organizaciones civiles.

Este proceso de resistencia logró frenar el avance del proyecto industrial, posicionándose como un referente de defensa territorial en el estado de Jalisco (Centro de Justicia para la Paz y el Desarrollo [CEPAD], 2015). De acuerdo con el informe especial A como dé lugar: las resistencias frente al despojo en Jalisco, la iniciativa pretendía la construcción de depósitos de melaza por parte de una empresa vinculada al Grupo PiSA, lo que generó una alta percepción de riesgo debido a la magnitud del proyecto y el posible impacto irreversible en los acuíferos locales (CEPAD, 2015; El Ciudadano, 2016).

En 2014 agricultores y ejidatarios impulsaron la creación de la Biofábrica como una alternativa productiva basada en la elaboración local de insumos agrícolas. La iniciativa respondió a la necesidad de reducir la dependencia de productos externos, mejorar las condiciones del suelo y explorar prácticas compatibles con una agricultura más sustentable sin desvincularse del sistema productivo de la caña.

Actualmente, la Biofábrica opera como un esfuerzo asociativo integrado por nueve productores que comparten infraestructura, conocimiento y trabajo. Su planteamiento no busca sustituir completamente los esquemas convencionales, sino incorporar bioinsumos dentro de un modelo de manejo integrado que permita equilibrar productividad, costos y cuidado ambiental.

Como señala Héctor Morales (2021), la vinculación en estos proyectos se basa en la 'reciprocidad y la afectación mutua', lo cual fue fundamental para que nuestra labor en la Biofábrica no fuera una intervención externa, sino un proceso de acompañamiento donde las necesidades se identificaron mediante el diálogo directo con los socios.

Las ideas que dan fuerza al proyecto se relacionan con la sustentabilidad aplicada al territorio, el fortalecimiento de la economía local, el manejo integrado de la producción agrícola y la co-construcción de conocimiento entre comunidad y universidad. El análisis del contexto no solo permite entender la problemática en su conjunto, sino que orienta la toma de decisiones metodológicas, asegurando que las acciones futuras respondan a la realidad histórica, productiva y organizativa de Ahuisculco.

En este sentido, la metodología empleada no busca imponer soluciones, sino acompañar procesos existentes, generando un trabajo articulado con los actores locales y permitiendo que el PAP se desarrolle como un puente entre el conocimiento académico y las necesidades concretas del territorio.

## 1.2 Caracterización de la organización

La Biofábrica de Ahuisculco, desde 2014, ha tenido la iniciativa de generar en el municipio de Tala alternativas para el manejo del suelo y la nutrición de los cultivos. Su desarrollo responde a la búsqueda de prácticas más sustentables dentro de la comunidad, consolidándose como una estrategia colectiva vinculada a las condiciones del entorno.

El proyecto fue fundado por nueve socios, principalmente productores de caña de azúcar, quienes integraron su experiencia agrícola, recursos materiales y trabajo colaborativo para establecer un espacio destinado a la elaboración de bioinsumos. Desde sus inicios, la Biofábrica ha tenido un doble propósito: mejorar las condiciones productivas de sus propias parcelas y, al mismo tiempo, constituirse como una alternativa económica complementaria mediante la producción y posible comercialización de estos insumos.

Con el paso del tiempo, la organización ha evolucionado de manera gradual, fortaleciendo su infraestructura y ajustando sus procesos conforme a la experiencia adquirida. Actualmente, la Biofábrica opera con una participación de 10 socios que colaboran en distintas etapas según las necesidades de producción. Este esquema mantiene un carácter flexible y solidario, donde el trabajo se organiza mediante acuerdos y aportaciones equitativas de materiales, insumos y mano de obra por parte de los integrantes.

*“Producir fertilizantes biológico-orgánicos para servicio de los propios ejidatarios y para los productores externos que se acerquen a solicitar el apoyo de este tipo de productos a través del fomento del conocimiento en la escuela de campo promoviendo el manejo responsable de los recursos que se emplean para combatir las plagas y enfermedades de los cultivos, maximizar el rendimiento de las cosechas y elevar la productividad agrícola, mejorando la calidad de los suelos a través de la sustitución de agroquímicos por el uso de productos y estrategias alternativas que procuren la sostenibilidad de los recursos naturales y mantenga la buena salud tanto de las plantas, animales y de mismas personas.” (Biofábrica de Ahuisculco, 2026)*

Durante el acercamiento con los socios, se destacó que los productos elaborados en la Biofábrica pueden llegar a ser hasta cinco veces más económicos que los insumos agroquímicos adquiridos en ventanilla agrícola. Esta diferencia de costo representa un beneficio significativo para los productores, ya que reduce los gastos de producción sin

comprometer los resultados en campo, lo que refuerza la viabilidad del modelo local tanto en términos económicos como productivos (Gómez-López et al., 2025)

Actualmente, la producción se destina principalmente al autoconsumo de los socios y a una red cercana de productores que han conocido los resultados de los productos. Aunque la capacidad productiva es aún limitada, la aceptación ha ido en aumento debido a los beneficios observados en el enriquecimiento del suelo y en el desempeño de los cultivos. La organización ha participado en espacios locales, como el Mercado Agroecológico de Tala, lo que ha permitido dar a conocer sus productos; sin embargo, aún enfrenta retos en términos de difusión, posicionamiento y formalización comercial.

Entre los productos elaborados se encuentran biofertilizantes líquidos, lixiviados, preparados minerales, soluciones con microorganismos y otros insumos orientados al fortalecimiento del suelo agrícola. Sus precios se mantienen accesibles, priorizando el apoyo a productores locales antes que una lógica de mercado a gran escala.

En términos de infraestructura, la Biofábrica se encuentra en una etapa de reorganización y crecimiento. Se han incorporado nuevas cisternas, contenedores de almacenamiento y un acomodo más estratégico del espacio de trabajo, lo que refleja un proceso de consolidación orientado a incrementar la producción y mejorar la logística interna.

De esta manera, la Biofábrica puede caracterizarse como una organización comunitaria en desarrollo, con bases sociales sólidas, experiencia práctica acumulada y un potencial significativo de fortalecimiento técnico y comercial, cuyo crecimiento está estrechamente ligado al contexto territorial y a las dinámicas colectivas descritas en el apartado anterior.

### 1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

A partir del análisis del contexto territorial y la caracterización de la Biofábrica, se identificó que el proyecto se encuentra en una etapa de consolidación productiva, pero enfrenta varias limitaciones que dificultan su crecimiento y posicionamiento más allá de la comunidad local. A pesar de que la organización ha logrado desarrollar bioproductos funcionales con resultados observables en la mejora del suelo y el desempeño de los cultivos, su alcance continúa siendo principalmente local, basado en redes de confianza entre los propios socios y productores cercanos.

Uno de los principales retos detectados es la falta de una estructura de respaldo técnico y comercial que permita comunicar de manera clara el valor de los productos de la Biofábrica. Aunque los socios señalan que los bioinsumos pueden ser hasta cinco veces más económicos que los productos convencionales adquiridos en ventanilla agrícola, esta ventaja competitiva no ha sido documentada ni difundida mediante herramientas que faciliten su comprensión por nuevos usuarios o posibles mercados. Esto limita la expansión del proyecto y su posicionamiento en un mercado más amplio.

Desde una perspectiva de ingeniería, el reto radica en consolidar un sustento analítico que valide la eficiencia de los productos frente a los esquemas de fertilización tradicional. En esta etapa del proyecto, se avanzó en la caracterización de parámetros fundamentales del suelo, como el pH, la materia orgánica (por el método Walkley-Black), y el potasio intercambiable. Estas primeras mediciones proporcionan una base importante para entender el comportamiento de los suelos tratados con los bioinsumos de la Biofábrica. Sin embargo, como parte de la construcción continua de este proyecto a largo plazo, se identificó la importancia de integrar en ciclos posteriores del PAP los análisis de nitrógeno inorgánico mediante el método Micro-Kjeldahl y fósforo disponible por el método Bray I. Estas determinaciones permitirán robustecer el diagnóstico de fertilidad edáfica y completar la evidencia científica necesaria para que la Biofábrica proyecte la viabilidad de sus bioinsumos con un respaldo técnico integral.

Asimismo, la producción actual responde más a la demanda inmediata que a una planeación estructurada, lo que limita la posibilidad de escalar el proyecto. Aunque la organización ya ha firmado su acta constitutiva, estableciendo formalmente su estructura legal, se ha avanzado en la asignación de roles específicos dentro de la Biofábrica. Esto ha permitido mejorar la organización interna, sin embargo, aún enfrenta desafíos en la definición de procesos estandarizados, estrategias de comercialización y mecanismos de difusión. Estos roles específicos han mejorado la funcionalidad organizativa, pero es necesario avanzar aún más en la optimización de la gestión comercial y el establecimiento de procesos más claros. Otro elemento relevante es que, aunque la Biofábrica ha participado en espacios locales como mercados agroecológicos y actividades municipales, aún no cuenta con una estrategia formal de posicionamiento, identidad de producto ni un análisis de mercado que le permita ampliar su presencia más allá del ámbito comunitario. Esta falta de estrategia de comercialización y

posicionamiento ha llevado a que, a pesar de la calidad y pertinencia de los insumos desarrollados, la iniciativa no alcance el reconocimiento ni el impacto económico que podría lograr en un mercado más amplio.

En este sentido, la problemática principal no radica en la inexistencia de un producto o en la falta de conocimiento práctico, sino en la necesidad de fortalecer los procesos de organización, análisis y proyección externa. La Biofábrica necesita transitar de una experiencia productiva local hacia un modelo más estructurado y sostenible en el tiempo.

Por lo tanto, el proyecto PAP identifica como área de oportunidad el acompañamiento en la generación de herramientas analíticas y de respaldo que permitan comprender mejor las características del producto, su potencial de mercado y las condiciones necesarias para su crecimiento, respetando siempre la lógica comunitaria que dio origen a la Biofábrica. En particular, se ha identificado la importancia de evaluar el potencial o eficiencia de aplicación de agroquímicos en comparación con los bioinsumos desarrollados, lo cual permitirá resaltar los beneficios tanto económicos como ambientales de la opción agroecológica, contribuyendo a una mayor aceptación de los productos en mercados más amplios.

#### 1.4. Planeación de alternativa(s)

| <b>Tabla 2</b>                   |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                   |                                        |
|----------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|
| <b>PROBLEMÁTICA GENERAL</b>      |               | La Biofábrica de Ahuiculco enfrenta, por una parte, una limitada red de marketing y publicidad que dificulta su posicionamiento y difusión. Por otra parte, existe una carencia de evidencia científica sistematizada sobre la efectividad de sus biofertilizantes; esto debido a que los estudios actuales de Mejora de Suelos se enfocan exclusivamente en las propiedades del terreno (sustrato) y no en el análisis técnico específico del rendimiento y eficiencia del fertilizante como producto. |                                   |                                        |
| <b>FIN U OBJETIVO ESPECÍFICO</b> |               | Lograr el posicionamiento comercial de la Biofábrica mediante una identidad sólida y sustento científico que garantice la efectividad del producto ante los clientes y el mercado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                   |                                        |
|                                  | <b>OUTPUT</b> | RESULTADO 1: Marketing & Marca                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | RESULTADO 2: Evidencia Científica | RESULTADO 3: Integración de resultados |

|  |                                   |                                                                                                                                         |                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                   | Página Web, Plan de Marketing Integral, Identidad Visual (Misión, Visión) y material publicitario homologado.                           | Informe técnico de parámetros de comportamiento en suelos (Fósforo, Carbono, etc.) y fichas técnicas de efectividad.       | técnicos en marketing, traduciendo datos de mejora de suelos en argumentos y materiales que fortalezcan la confianza y el posicionamiento de la Biofábrica. |
|  | <b>OUTCOME</b>                    | Los clientes potenciales identifican la marca como formal y confiable; el equipo utiliza materiales coherentes para cerrar ventas.      | Los productores toman decisiones de compra basados en datos reales; se modifican procesos de producción según el análisis. | Mayor confianza del cliente y mejor posicionamiento en el mercado, al comunicar de forma clara y sustentada los beneficios de los bioinsumos.               |
|  | <b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>        | Proponer y emprender una red de publicidad para aumentar la visibilidad y las ventas de los bioinsumos.                                 | Evaluar y probar la efectividad del producto mediante análisis instrumental y comparativas bibliográficas.                 | Integrar evidencia técnica en la comunicación comercial de la Biofábrica.                                                                                   |
|  |                                   | <b>RESULTADO 1</b>                                                                                                                      | <b>RESULTADO 2</b>                                                                                                         | <b>RESULTADO N</b>                                                                                                                                          |
|  | <b>LUGAR EN EL QUE SE REALIZA</b> | Ahuisulco, municipio de Tala, Jalisco.                                                                                                  |                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |
|  | <b>DESTINATARIOS FINALES</b>      | Productores locales y agricultores potencialmente beneficiados por el uso de bioinsumos.                                                |                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |
|  | <b>DESTINATARIOS DIRECTOS</b>     | Socios y colaboradores de la Biofábrica de Ahuisulco.                                                                                   |                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |
|  | <b>ORGANIZACIONES ALIADAS</b>     | <i>ITESO, equipo docente del PAP, actores técnicos vinculados al ámbito agrícola y espacios locales de comercialización o difusión.</i> |                                                                                                                            |                                                                                                                                                             |

La planeación de alternativas para este Proyecto de Aplicación Profesional se estructuró a partir de la metodología de cadena de impactos, ya que permitió organizar de forma clara cómo las acciones del equipo se traducen en resultados y beneficios para la Biofábrica de Ahuisculco. A partir del análisis del contexto y la identificación de problemáticas, el proyecto se enfocó en dos líneas principales: el fortalecimiento de su identidad y posicionamiento comercial, y la generación de evidencia técnica sobre el comportamiento de los suelos.

La problemática central radica, por un lado, en la falta de estrategias de marketing y difusión que limiten su visibilidad, y por otro, en la escasa sistematización de información técnica que respalde la efectividad de sus bioinsumos. Esto afecta su crecimiento, su alcance y la confianza de posibles usuarios.

En respuesta, el proyecto tuvo como objetivo contribuir al fortalecimiento de la Biofábrica mediante herramientas de comunicación e insumos técnicos que permitan mejorar su posicionamiento y sustentar su propuesta productiva, respetando siempre su lógica comunitaria.

En cuanto a los resultados, se logró avanzar principalmente en el ámbito de marketing, mediante el desarrollo de una estrategia de comunicación, un modelo de negocio tipo canvas, la creación de una identidad visual inicial, así como la apertura de una página de Facebook con sus primeros contenidos y lineamientos. También se desarrolló un prototipo de catálogo de productos y una propuesta de imagen para los mismos.

Por otro lado, el componente técnico quedó planteado a nivel de estructura y enfoque, definiendo los parámetros de análisis en suelos (como fósforo y carbono); sin embargo, su desarrollo completo depende de la generación y sistematización de datos, por lo que se considera una línea a fortalecer en etapas posteriores.

El uso esperado de estos resultados también fue considerado desde la planeación. En el caso del componente de comunicación, los productos generados podrán servir para diseñar materiales de difusión, dar a conocer la Biofábrica a nuevos públicos, fortalecer su formalidad organizativa y apoyar futuras estrategias de venta o vinculación. En el caso del componente técnico, los resultados podrán ser utilizados para tomar decisiones respecto a los procesos de producción, reforzar la argumentación sobre la efectividad de los bioinsumos y aportar elementos útiles para su mejora, validación o proyección futura. De este modo, ambos resultados son autónomos pero complementarios: uno fortalece la visibilidad y el posicionamiento, mientras que el otro aporta sustento técnico y analítico.

Los beneficios esperados se relacionan directamente con esta articulación. Se prevé que la Biofábrica pueda darse más a notar, proyectar una imagen más formal y confiable, e incrementar sus posibilidades de venta y reconocimiento local. Asimismo, se espera que el respaldo analítico contribuya a innovar, mejorar la calidad percibida de los productos, avanzar hacia una mayor estandarización de procesos y facilitar que los socios puedan comunicar la efectividad de sus biofertilizantes con argumentos mejor fundamentados.

A nivel operativo, la planeación se organizó a partir de actividades concretas asociadas a cada resultado. Para el componente de marketing y posicionamiento, se consideró necesario recolectar información sobre la identidad actual de la Biofábrica, resumir sus atributos principales, proponer elementos de comunicación visual y estratégica, e integrar estos insumos en productos de difusión útiles y comprensibles. Para el componente analítico, el proceso previsto incluye comparar muestras con y sin uso del biofertilizante, revisar bibliografía relacionada con otros productos o enfoques químicos, distinguir los beneficios potenciales del biofertilizante, probar su comportamiento mediante análisis instrumental y, finalmente, interpretar los resultados para verificar su efectividad.

El plan de trabajo se estructuró de manera progresiva. Inicia con la recuperación de información y el entendimiento de la organización y sus productos; continúa con una fase de análisis para definir la propuesta de comunicación y los criterios técnicos; después, se desarrolla la elaboración de materiales; y finalmente, se integra y presenta el resultado. Esta secuencia permite pasar de la comprensión inicial a la aplicación concreta, manteniendo coherencia con los objetivos.

Bajo este enfoque, y considerando el tiempo y los recursos disponibles, el plan resulta viable. Su valor está en integrar lo técnico con lo social y comunicativo, entendiendo que estos aspectos se complementan. Así, la aportación del PAP se plantea como un vínculo entre análisis, difusión y soporte técnico, con la intención de generar herramientas útiles tanto en el presente como a futuro.

### 1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

La propuesta de mejora en marketing se centra en estructurar y dar continuidad a la comunicación de la Biofábrica, pasando de acciones aisladas a una lógica estratégica. Más que generar nuevos elementos, se busca articular los recursos desarrollados para que funcionen como un sistema que pueda mantenerse en el tiempo.



Figura 1. Modelo de negocio tipo Canvas aplicado a la Biofábrica de Ahuisculco.



Figura 1.2. Plan de Marketing aplicado a la Biofábrica de Ahuisculco.

En este sentido, la estrategia plantea ordenar la forma en que se comunica el valor de los bioinsumos, definiendo mensajes claros, una narrativa coherente y criterios para su difusión. Esto permite que la información no solo sea visible, sino comprensible y relevante para los usuarios.



<https://canva.link/qibr2h51n07fkp2>

Figura 2. Propuesta de presentación comercial del bioinsumo Biomax Super Magro (diseño conceptual para catálogo) Elaboración propia.



<https://canva.link/4o8odg0hsfh9wjg>

*Figura 3. Manual corporativo de identidad visual para redes sociales y comunicación de marca (diseño conceptual para presentación y lineamientos gráficos). Elaboración propia.*

En este sentido, la estrategia busca estructurar y fortalecer la comunicación de los bioinsumos mediante la creación de una identidad visual y discursiva coherente. A través del manual corporativo se establecen lineamientos gráficos, criterios de diseño y formas de comunicación que permiten transmitir la información de manera clara, profesional y accesible. Esto facilita que los usuarios reconozcan la marca, comprendan el valor de los productos y generen una mayor conexión con el contenido difundido en medios digitales y redes sociales.

Otro aspecto clave es la incorporación de herramientas prácticas que faciliten su uso por parte de la propia Biofábrica, como lineamientos de contenido, estructura de publicaciones y bases para la actualización de materiales. Esto responde a la necesidad de que el proyecto no dependa de agentes externos, sino que pueda ser gestionado de manera autónoma.

Finalmente, la propuesta enfatiza la importancia de vincular la comunicación con los resultados técnicos, de modo que el marketing no se limite a la promoción, sino que funcione como un medio para transmitir confianza y sustento en los productos.

En conjunto, la mejora no radica solo en la creación de materiales, sino en la capacidad de la Biofábrica para sostener, adaptar y dar continuidad a su comunicación en el tiempo.

El análisis de suelos es una herramienta fundamental para evaluar la salud y la calidad de los terrenos agrícolas, especialmente cuando se busca optimizar la productividad y sostenibilidad de los cultivos. En este estudio, se evaluaron suelos sometidos a distintos tratamientos de fertilización: agroecológicos (con productos de la biofábrica de Ahuíscolco) y químicos (fertilización convencional para suelos de caña), con el fin de determinar sus características fisicoquímicas y su capacidad de retener y liberar nutrientes. Además, se incluyó la evaluación de suelos impactados supuestamente por vinazas, un subproducto de la industria del alcohol, que ha sido asociado a alteraciones en la calidad del suelo debido a su alto contenido de sales solubles y compuestos orgánicos.

Los parámetros clave evaluados incluyen el pH, la conductividad eléctrica (CE), el potencial óxido-reducción (ORP), y el contenido de carbono orgánico y materia orgánica. Estos indicadores son esenciales para comprender el comportamiento del suelo ante distintos tratamientos y su impacto en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. El pH del suelo influye en la solubilidad de los nutrientes, el cual debe estar equilibrado para facilitar su absorción por las raíces. La conductividad sirve como indicador indirecto de la salinidad, que, en exceso, puede generar estrés osmótico en las plantas y dificultar su desarrollo. Por otro lado, el ORP refleja la actividad redox en el suelo, lo que es crucial para la biodisponibilidad de nutrientes, ya que en condiciones reductoras los nutrientes como el hierro y el manganeso pueden volverse más accesibles para las plantas.

### **Cationes en el suelo**

Para la determinación de la composición iónica de las muestras de suelo, se emplearon técnicas analíticas estándar, específicamente la titulación complejométrica con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) para la cuantificación de dureza total, calcio y magnesio, y la fotometría de flama para la determinación de sodio y potasio.

Inicialmente, las muestras de suelo fueron sometidas a un proceso de extracción acuosa con el fin de solubilizar los iones presentes en la matriz. El extracto obtenido fue utilizado posteriormente para los análisis químicos correspondientes.

La dureza total, así como las concentraciones de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), se determinaron mediante titulación complejométrica con EDTA, el cual actúa como agente quelante formando complejos estables con cationes divalentes presentes en la muestra. Para la determinación de la dureza total, se empleó un indicador metalocrómico como el negro de

eriocromo T, que permite identificar el punto final de la titulación mediante un cambio de color. Posteriormente, la determinación específica de calcio se realizó mediante ajuste de pH y uso de un indicador selectivo, mientras que la concentración de magnesio se obtuvo por diferencia entre la dureza total y el calcio (APHA, 2017; Harris, 2020).

Por otro lado, las concentraciones de sodio ( $\text{Na}^+$ ) y potasio ( $\text{K}^+$ ) se determinaron mediante fotometría de flama, técnica que se basa en la emisión de radiación característica de los elementos cuando son excitados térmicamente en una flama. La intensidad de la radiación emitida es proporcional a la concentración del elemento en la muestra, lo que permite su cuantificación mediante el uso de curvas de calibración elaboradas a partir de soluciones patrón (Skoog et al., 2014).

Estas metodologías son ampliamente utilizadas en el análisis de suelos debido a su precisión, reproducibilidad y capacidad para cuantificar cationes esenciales, permitiendo evaluar el impacto de distintos tratamientos de fertilización y la influencia de contaminantes como las vinazas en la calidad del suelo.

Se analizaron seis muestras de suelo sometidas a dos tipos de manejo: fertilización agroecológica (muestras 1, 3 y 5) y fertilización química convencional (muestras 2, 4 y 6). Adicionalmente, se evaluaron tres suelos provenientes de predios afectados por vinazas (húmedo, seco y testigo).

En términos de dureza total, los suelos con manejo agroecológico presentaron valores de 1501.35 mg/L (M1), 1000.90 mg/L (M3) y 1301.17 mg/L (M5), con un promedio de 1267.14 mg/L. Por su parte, los suelos con fertilización química registraron valores de 1501.35 mg/L (M2), 900.81 mg/L (M4) y 1100.99 mg/L (M6), con un promedio de 1167.72 mg/L. Si bien los valores son comparables, el manejo agroecológico mostró menor variabilidad, lo que sugiere una mayor estabilidad en la composición iónica del suelo.

**Tabla 1. Dureza total en suelos con diferentes tratamientos**

| <i>Tratamiento</i>                   | <i>Muestra</i> | <i>Dureza total (mg/L)</i> |
|--------------------------------------|----------------|----------------------------|
| <i>Agroecológico</i>                 | M1             | 1501.35                    |
| <i>Agroecológico</i>                 | M3             | 1000.90                    |
| <i>Agroecológico</i>                 | M5             | 1301.17                    |
| <b><i>Promedio Agroecológico</i></b> | —              | <b>1267.14</b>             |
| <i>Convencional</i>                  | M2             | 1501.35                    |

|                                     |    |                |
|-------------------------------------|----|----------------|
| <i>Convencional</i>                 | M4 | 900.81         |
| <i>Convencional</i>                 | M6 | 1100.99        |
| <b><i>Promedio Convencional</i></b> | —  | <b>1167.72</b> |

En relación con la concentración de calcio (Ca), los suelos agroecológicos presentaron valores de 400.80, 240.48 y 360.72 mg/L, mientras que los suelos químicos mostraron 360.72, 240.48 y 300.60 mg/L. Esta ligera diferencia indica una mayor disponibilidad de calcio en los suelos agro, lo cual es favorable para la estructura del suelo y la estabilidad de agregados.

**Tabla 2. Concentración de calcio (Ca) en suelos**

| <i>Tratamiento</i>   | <i>Muestra</i> | <i>Ca (mg/L)</i> |
|----------------------|----------------|------------------|
| <i>Agroecológico</i> | M1             | 400.80           |
| <i>Agroecológico</i> | M3             | 240.48           |
| <i>Agroecológico</i> | M5             | 360.72           |
| <i>Convencional</i>  | M2             | 360.72           |
| <i>Convencional</i>  | M4             | 240.48           |
| <i>Convencional</i>  | M6             | 300.60           |

Para el magnesio (Mg), los suelos agro presentaron valores de 121.55, 97.24 y 97.24 mg/L, mientras que los suelos químicos registraron 145.86, 72.93 y 85.08 mg/L, mostrando mayor dispersión en estos últimos, lo que indica un menor control del equilibrio catiónico.

**Tabla 3. Concentración de magnesio (Mg) en suelos**

| <i>Tratamiento</i>   | <i>Muestra</i> | <i>Mg (mg/L)</i> |
|----------------------|----------------|------------------|
| <i>Agroecológico</i> | M1             | 121.55           |
| <i>Agroecológico</i> | M3             | 97.24            |
| <i>Agroecológico</i> | M5             | 97.24            |
| <i>Convencional</i>  | M2             | 145.86           |
| <i>Convencional</i>  | M4             | 72.93            |
| <i>Convencional</i>  | M6             | 85.08            |

El sodio (Na) mostró diferencias relevantes entre tratamientos. En los suelos agro se obtuvieron valores de 208.54, 193.43 y 163.19 mg/L, mientras que en los suelos químicos se registraron 129.18, 189.65 y 257.67 mg/L, destacando el valor elevado en la muestra M6, lo cual puede representar riesgo de sodificación.

**Tabla 4. Concentración de sodio (Na) en suelos**

| <i>Tratamiento</i>   | <i>Muestra</i> | <i>Na (mg/L)</i> |
|----------------------|----------------|------------------|
| <i>Agroecológico</i> | M1             | 208.54           |
| <i>Agroecológico</i> | M3             | 193.43           |
| <i>Agroecológico</i> | M5             | 163.19           |
| <i>Convencional</i>  | M2             | 129.18           |
| <i>Convencional</i>  | M4             | 189.65           |
| <i>Convencional</i>  | M6             | 257.67           |

Respecto al potasio (K), los suelos agro presentaron valores de 125.03, 124.05 y 153.39 mg/L, mientras que los suelos químicos mostraron 123.07, 110.36 y 270.73 mg/L, evidenciando un exceso significativo en la muestra M6.

**Tabla 5. Concentración de potasio (K) en suelos**

| <i>Tratamiento</i>   | <i>Muestra</i> | <i>K (mg/L)</i> |
|----------------------|----------------|-----------------|
| <i>Agroecológico</i> | M1             | 125.03          |
| <i>Agroecológico</i> | M3             | 124.05          |
| <i>Agroecológico</i> | M5             | 153.39          |
| <i>Convencional</i>  | M2             | 123.07          |
| <i>Convencional</i>  | M4             | 110.36          |
| <i>Convencional</i>  | M6             | 270.73          |

Finalmente, los suelos impactados por el agente extraño mostraron alteraciones severas. El predio húmedo presentó una dureza total de 5605.04 mg/L, mientras que el predio seco mostró 3202.88 mg/L. En contraste, el suelo testigo registró 1201.08 mg/L, valores similares a los suelos sin contaminación.

**Tabla 6. Caracterización de suelos contaminados**

| <i>Muestra</i>                                    | <i>Ca</i><br>(mg/L) | <i>Mg</i><br>(mg/L) | <i>Na</i><br>(mg/L) | <i>K</i><br>(mg/L) | <i>Dureza</i><br>(mg/L) | <i>total</i> |
|---------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------------|--------------|
| <i>Predio húmedo</i>                              | 1482.96             | 461.89              | 730.09              | 1578.19            | 5605.04                 |              |
| <i>Predio seco</i>                                | 801.60              | 291.72              | 401.29              | 955.26             | 3202.88                 |              |
| <i>Testigo</i> <i>sin</i><br><i>contaminación</i> | 280.56              | 121.55              | 178.31              | 88.85              | 1201.08                 |              |

**Walkley black (Carbono total y porcentaje de carbono)**

La determinación del contenido de carbono orgánico (%C) en las muestras de suelo se realizó mediante el método de Walkley-Black, el cual se basa en la oxidación del carbono orgánico presente en la muestra utilizando dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) en medio ácido.

En este procedimiento, una cantidad conocida de suelo seco y tamizado fue tratada con una solución estándar de dicromato de potasio y ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ). Bajo estas condiciones, el carbono orgánico presente en la muestra es oxidado a dióxido de carbono ( $CO_2$ ), mientras que el dicromato es reducido de Cr(VI) a Cr(III). La reacción es parcial, por lo que se asume que aproximadamente el 77% del carbono orgánico total es oxidado, lo cual se corrige mediante un factor de ajuste (Walkley & Black, 1934; Nelson & Sommers, 1996). El exceso de dicromato no reducido se cuantificó mediante titulación con una solución estándar de sulfato ferroso ( $FeSO_4$ ), utilizando un indicador adecuado para identificar el punto final de la reacción. A partir de la cantidad de dicromato consumido, se calculó el porcentaje de carbono orgánico presente en la muestra.

Posteriormente, el contenido de materia orgánica (%MO) se estimó a partir del carbono orgánico utilizando un factor de conversión de 1.724, el cual asume que la materia orgánica del suelo contiene aproximadamente un 58% de carbono (Nelson & Sommers, 1996).

El contenido de carbono orgánico y materia orgánica en las muestras de suelo fue determinado mediante el método de Walkley-Black, el cual permite estimar la fracción de carbono orgánico oxidable presente en el suelo. Los resultados obtenidos evidencian diferencias importantes entre los tratamientos agroecológicos, químicos y los suelos impactados por vinazas.

En los suelos con manejo agroecológico (muestras 1, 3 y 5), los valores de carbono orgánico fueron de 0.28%, 0.32% y 0.60%, respectivamente, mientras que el contenido de materia orgánica correspondió a 0.49%, 0.56% y 1.04%. Estos valores indican un incremento progresivo, destacando la muestra 5 con el mayor contenido, lo que sugiere una mejor acumulación de materia orgánica bajo este tipo de manejo.

Por su parte, los suelos con fertilización química (muestras 2, 4 y 6) presentaron valores de carbono orgánico de 0.36%, 0.04% y 0.72%, y materia orgánica de 0.63%, 0.14% y 1.25%, respectivamente. Se observa una alta variabilidad, particularmente en la muestra 4, donde el contenido de carbono orgánico (0.04%) y materia orgánica (0.14%) es considerablemente bajo, lo que puede indicar degradación del suelo o pérdida de materia orgánica asociada al manejo químico intensivo.

**Tabla 7. Contenido de carbono orgánico y materia orgánica en suelos con diferentes tratamientos**

| <i>Tratamiento</i>   | <i>Muestra</i> | <i>% Carbono</i> | <i>% Materia Orgánica</i> |
|----------------------|----------------|------------------|---------------------------|
| <i>Agroecológico</i> | M1             | 0.28             | 0.49                      |
| <i>Agroecológico</i> | M3             | 0.32             | 0.56                      |
| <i>Agroecológico</i> | M5             | 0.60             | 1.04                      |
| <i>Convencional</i>  | M2             | 0.36             | 0.63                      |
| <i>Convencional</i>  | M4             | 0.04             | 0.14                      |
| <i>Convencional</i>  | M6             | 0.72             | 1.25                      |

En cuanto a los suelos impactados por el agente extraño, se observan valores significativamente superiores en comparación con los suelos agrícolas. El predio húmedo presentó un contenido de carbono orgánico de 4.23% y materia orgánica de 7.51%, mientras que el predio seco mostró valores aún mayores, con 4.63% de carbono orgánico y 8.06% de materia orgánica. En contraste, el suelo testigo presentó valores de 1.32% de carbono orgánico y 2.29% de materia orgánica, considerablemente menores que los predios contaminados, pero superiores a los suelos agrícolas.

**Tabla 8. Contenido de carbono orgánico y materia orgánica en suelos contaminados**

| <i>Muestra</i>                   | <i>% Carbono</i> | <i>% Materia Orgánica</i> |
|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| <i>Predio húmedo</i>             | 4.23             | 7.51                      |
| <i>Predio seco</i>               | 4.63             | 8.06                      |
| <i>Testigo sin contaminación</i> | 1.32             | 2.29                      |

## **pH, ORP y Conductividad**

El pH de las muestras de suelo se determinó mediante un potenciómetro calibrado, utilizando una suspensión suelo-agua en proporción adecuada. Este parámetro permite evaluar la acidez o alcalinidad del suelo, lo cual influye directamente en la disponibilidad de nutrientes y en la actividad microbiana (Sparks, 1996).

La conductividad eléctrica (CE) se midió con un conductímetro, a partir del extracto acuoso de las muestras. Este parámetro es un indicador indirecto de la concentración total de sales solubles presentes en el suelo, por lo que valores elevados pueden asociarse a condiciones de salinidad que afectan el desarrollo vegetal (Rhoades, 1996).

El potencial óxido-reducción (ORP) se determinó mediante un electrodo específico, el cual mide la tendencia del sistema a ganar o perder electrones. Valores positivos de ORP indican condiciones oxidantes, mientras que valores bajos o negativos reflejan ambientes reductores, lo cual es relevante en procesos biogeoquímicos del suelo, como la disponibilidad de nutrientes y la actividad microbiana (Patrick & DeLaune, 1977).

Los valores de pH obtenidos en las muestras de suelo variaron entre 4.0 y 6.1, indicando que todos los suelos presentan condiciones ácidas. En los suelos con manejo agroecológico se registraron valores de 4.3 (M1), 6.1 (M3) y 5.1 (M5), mientras que los suelos con manejo químico presentaron valores de 5.6 (M2), 4.0 (M4) y 5.4 (M6). La muestra M4 destacó por presentar el valor más bajo ( $\text{pH} = 4.0$ ), lo que sugiere una acidez elevada que puede afectar la disponibilidad de nutrientes esenciales como fósforo, calcio y magnesio.

En cuanto a la conductividad eléctrica, los suelos agro presentaron valores de 0.13, 0.07 y 0.13 dS/m, mientras que los suelos químicos registraron valores de 0.05, 0.22 y 0.29 dS/m. Se observa que las muestras con fertilización química presentan una mayor variabilidad y valores más altos, particularmente en las muestras M4 y M6, lo que indica una mayor acumulación de sales solubles en estos suelos.

Respecto al potencial óxido-reducción (ORP), los valores oscilaron entre 148 y 198 mV. Los suelos agro presentaron valores de 198, 148 y 166 mV, mientras que los suelos químicos registraron 149, 160 y 149 mV. Todos los valores positivos indican condiciones predominantemente oxidantes, aunque la muestra M1 presenta el valor más alto (198 mV), lo que sugiere un ambiente más oxidante, posiblemente asociado a mejor aireación del suelo.

**Tabla 9. pH, conductividad eléctrica y ORP en suelos**

| <i>Tratamiento</i>   | <i>Muestra</i> | <i>pH</i> | <i>Conductividad (dS/m)</i> | <i>ORP (mV)</i> |
|----------------------|----------------|-----------|-----------------------------|-----------------|
| <i>Agroecológico</i> | M1             | 4.3       | 0.13                        | 198             |
| <i>Agroecológico</i> | M3             | 6.1       | 0.07                        | 148             |
| <i>Agroecológico</i> | M5             | 5.1       | 0.13                        | 166             |
| <i>Convencional</i>  | M2             | 5.6       | 0.05                        | 149             |
| <i>Convencional</i>  | M4             | 4.0       | 0.22                        | 160             |
| <i>Convencional</i>  | M6             | 5.4       | 0.29                        | 149             |

### **Análisis Global de los Resultados**

Los resultados obtenidos de los análisis de los suelos con distintos tratamientos de fertilización (agroecológicos vs químicos) y la presencia de vinazas proporcionan una visión integral de la calidad del suelo y su comportamiento frente a diferentes tipos de manejo. A continuación, se presenta un análisis global de todos los parámetros evaluados.

#### **1. Dureza Total, Carbono Orgánico y Materia Orgánica**

Los suelos agroecológicos presentaron un promedio de dureza total de 1267 mg/L, ligeramente superior al promedio de los suelos con fertilización química (1167 mg/L). Este comportamiento sugiere que los suelos con manejo agroecológico tienen una mayor retención de calcio y magnesio, lo que beneficia la estructura del suelo y facilita la retención de agua. Por otro lado, la acumulación de carbono orgánico y materia orgánica en los suelos agroecológicos fue moderada, con un valor máximo de 0.60% de carbono y 1.04% de materia orgánica en la muestra M5. Estos valores, aunque relativamente bajos, reflejan un sistema que favorece la estabilización de la materia orgánica sin promover excesos que podrían derivar en problemas de salinización.

En contraste, los suelos impactados por un agente extaño mostraron una acumulación significativa de carbono orgánico y materia orgánica, alcanzando valores de 4.63% de carbono y 8.06% de materia orgánica en el predio seco con vinazas. Estos elevados contenidos, aunque indican una mayor concentración de materia orgánica, también podrían sugerir una sobrecarga de compuestos orgánicos fácilmente degradables, lo que podría afectar la estabilidad del suelo a largo plazo debido a la presencia de residuos de vinazas.

#### **2. pH, Conductividad y ORP**

El pH de los suelos analizados mostró que los suelos agroecológicos tienen un pH más bajo, con valores que oscilan entre 4.0 y 6.1, lo que refleja su tendencia a ser ácidos. En comparación, los suelos con fertilización química presentaron un pH más alto, entre 4.0 y 5.6. Aunque ambos tipos de suelos muestran valores ácidos, el pH de los suelos químicos es relativamente más alcalino, lo que podría influir en la disponibilidad de nutrientes, especialmente en suelos más ácidos que dificultan la absorción de calcio y magnesio.

Respecto a la conductividad eléctrica (CE), los suelos con fertilización química presentaron valores más elevados, especialmente en las muestras M4 y M6, con 0.22 dS/m y 0.29 dS/m, lo que sugiere una mayor concentración de sales solubles. Esto indica un riesgo potencial de salinización en los suelos con fertilización química, lo que podría comprometer la absorción de agua y nutrientes por las plantas. En cambio, los suelos agroecológicos, aunque también mostraron valores moderados de conductividad (0.07 a 0.13 dS/m), indicaron un manejo más controlado de las sales, lo que es favorable para el desarrollo de las plantas.

Los valores de potencial óxido-reducción (ORP) reflejaron que los suelos agroecológicos se encuentran en condiciones ligeramente más oxidantes, con valores de 198 mV en la muestra M1, mientras que los suelos químicos presentaron valores más bajos, lo que sugiere condiciones menos aeróbicas. Un mayor ORP en los suelos agroecológicos podría ser indicativo de una mayor actividad biológica y una mejor oxigenación del suelo, lo que favorece procesos aeróbicos esenciales para la descomposición de materia orgánica y la mineralización de nutrientes.

### 3. Suelos contaminados

Los suelos contaminados presentaron alteraciones notables en varios parámetros. El contenido de materia orgánica y carbono orgánico en estos suelos fue mucho más alto que en los suelos agrícolas (hasta 4.63% de carbono y 8.06% de materia orgánica en el predio seco). Esta sobrecarga de materia orgánica podría generar condiciones desfavorables a largo plazo, ya que las vinazas pueden aumentar la salinidad del suelo y alterar la actividad microbiana.

### 4. Comparación Global de los Resultados

| <i>Parámetro</i>                   | <i>Suelos Agro</i> | <i>Suelos Químicos</i> | <i>Suelos contaminados</i> |
|------------------------------------|--------------------|------------------------|----------------------------|
| <b><i>Dureza Total (mg/L)</i></b>  | 1267               | 1167                   | 3202–5605                  |
| <b><i>% Carbono</i></b>            | 0.28–0.60          | 0.04–0.72              | 1.32–4.63                  |
| <b><i>% Materia Orgánica</i></b>   | 0.49–1.04          | 0.14–1.25              | 2.29–8.06                  |
| <b><i>pH</i></b>                   | 4.0–6.1            | 4.0–5.6                | N/A                        |
| <b><i>Conductividad (dS/m)</i></b> | 0.07–0.13          | 0.05–0.29              | N/A                        |
| <b><i>ORP (mV)</i></b>             | 148–198            | 149–160                | N/A                        |

## **Conclusiones**

Los suelos agroecológicos demostraron un manejo más equilibrado, con menores concentraciones de sales y una mayor estabilidad en cuanto a la disponibilidad de nutrientes. El manejo químico mostró mayor variabilidad, especialmente en relación con el pH, conductividad y contenido de sales, lo que sugiere que puede generar alteraciones en la calidad del suelo a largo plazo.

Por otro lado, los suelos contaminados mostraron un aumento significativo en el contenido de carbono y materia orgánica, lo que podría ser beneficioso en términos de acumulación de nutrientes a corto plazo. Sin embargo, la elevada salinidad indica que las vinazas pueden estar comprometido la calidad del suelo, afectando la disponibilidad de nutrientes y la actividad microbiana.

### **1.6. Valoración de productos, resultados e impactos**

#### **Marketing**

A partir de la problemática identificada, los resultados alcanzados en el área de marketing contribuyen directamente al objetivo de posicionar a la Biofábrica de Ahuisculco, al sentar las bases de una identidad clara y una estrategia de comunicación estructurada.

Entre los principales avances se encuentra el desarrollo de una estrategia de marketing, la elaboración de un modelo de negocio tipo canvas, la generación de un catálogo de productos (en etapa prototipo), así como la creación de presencia digital mediante una página de Facebook con sus primeras publicaciones y lineamientos de contenido. De igual forma, se propuso una nueva imagen para los productos, fortaleciendo su coherencia visual y su proyección comercial.

Como aprendizaje clave, se reconoce la importancia de traducir el valor técnico del producto en mensajes accesibles para el cliente, así como la necesidad de mantener una comunicación constante y coherente. Estos elementos permiten que la Biofábrica pueda continuar gestionando su difusión de manera autónoma, utilizando las herramientas desarrolladas como base.

Para asegurar la continuidad del proyecto, será necesario dar seguimiento a la implementación de la estrategia, consolidar el catálogo de productos y mantener activa la presencia digital. Asimismo, se recomienda fortalecer la vinculación entre la evidencia técnica y la comunicación comercial, con el fin de mejorar la confianza del mercado y facilitar la adopción de los bioinsumos.

### **Análisis de suelo**

El presente proyecto tuvo como principal resultado la elaboración de un manual de metodología para el diagnóstico de suelos, construido a partir del trabajo experimental realizado con muestras de la región de Ahuisculco, en el Valle de Tala, Jalisco. Este manual integra tanto los procedimientos analíticos como la interpretación de los resultados obtenidos. Durante el desarrollo del proyecto se llevaron a cabo diferentes análisis químicos del suelo, incluyendo la determinación de carbono orgánico mediante el método de Walkley-Black, la cuantificación de cationes intercambiables (Ca y Mg) mediante titulación con EDTA, así como la determinación de sodio y potasio mediante fotometría de flama. Además, se midieron parámetros fisicoquímicos como pH, potencial óxido-reducción (ORP) y conductividad eléctrica, permitiendo una caracterización integral del suelo. Se reconoce que quedaron pendientes análisis complementarios como fósforo disponible (Olsen o Bray) y nitrógeno total (Kjeldahl) para completar el diagnóstico.

El manual elaborado no solo documenta los procedimientos, sino que integra los aprendizajes derivados del proceso experimental, entre los que destacan:

- la estandarización del EDTA y ajuste de su concentración real,
- la preparación de estándares de calcio y corrección de concentraciones,
- la importancia del control de pH en las titulaciones,
- el uso de NaOH fresco para asegurar condiciones adecuadas,
- la correcta identificación de los cambios de color en los indicadores,
- y la selección adecuada del volumen de alícuota para obtener resultados confiables.

Asimismo, se realizó la interpretación de los resultados, relacionando los valores obtenidos (carbono, Ca, Mg, Na, K, pH, conductividad, entre otros) con el tipo de suelo de la región, lo que permitió evaluar su estado de fertilidad y coherencia con el contexto edáfico.

En términos de continuidad, el manual constituye una herramienta que permite la replicabilidad y autogestión del diagnóstico de suelos, ya que proporciona procedimientos claros, criterios para validar resultados y bases para su interpretación. Esto facilita que el proceso pueda ser aplicado en otros contextos similares.

Finalmente, se identifica como área de mejora la incorporación de los análisis faltantes (Olsen/Bray y Kjeldahl), así como el fortalecimiento del control de calidad en laboratorio, con el fin de consolidar un diagnóstico más completo en futuras aplicaciones.

### 1.7. Bibliografía y otros recursos

- APHA. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association.
- Harris, D. C. (2020). *Quantitative chemical analysis* (10th ed.). W. H. Freeman and Company.
- Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2014). *Principios de análisis instrumental* (6ta ed.). Cengage Learning.
- Nelson, D. W., & Sommers, L. E. (1996). Total carbon, organic carbon, and organic matter. En D. L. Sparks (Ed.), *Methods of soil analysis: Part 3—Chemical methods* (pp. 961–1010). Soil Science Society of America.
- Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1), 29–38. <https://doi.org/10.1097/00010694-193401000-00003>
- Patrick, W. H., & DeLaune, R. D. (1977). Chemical and biological redox systems affecting nutrient availability in the coastal wetlands. *Geoscience and Man*, 18, 131–137.
- Rhoades, J. D. (1996). Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. En D. L. Sparks (Ed.), *Methods of soil analysis: Part 3—Chemical methods* (pp. 417–435). Soil Science Society of America.
- Sparks, D. L. (1996). *Methods of soil analysis: Part 3—Chemical methods*. Soil Science Society of America.
- Morales Gil de la Torre, H. (Coord.). (2021). *Experiencias de vinculación universitaria desde la formación, la intervención social y la investigación*. ITESO.
- 

### 1.8. Anexos generales



*Figura 4. Fotografía de residuos en el Ingenio, El Refugio, Jalisco, 2026.*



*Figura 5. Recolección de muestras para distintos estudios de suelos con resultados de productos de la Biofábrica en Ahuisculco, Jalisco, 2026.*



*Figura 6. Afectación a los mantos acuíferos y degradación de tierras agrícolas por la quema de caña.*



*Figura 7. Análisis y entendimiento de la cadena productiva, desde la materia prima hasta su aplicación.*

## 2. Productos

| Tipología  | Nombre del Producto                                 | Descripción                                                                                                                                                                             |
|------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Manual     | Manual de Metodología para el Diagnóstico de Suelos | Documento donde explicamos paso a paso cómo hacer los análisis de carbono, calcio, magnesio y potasio, además de cómo interpretar los resultados para saber qué tan sano está el suelo. |
| Estrategia | Plan de Marketing y Redes Sociales                  | Incluye la creación de la página de Facebook, identidad de marca y una guía de cómo publicar contenidos para que la Biofábrica se dé a conocer más allá de la comunidad local.          |
| Modelo     | Modelo de Negocio Canvas                            | Un análisis visual de cómo funciona la organización, sus socios clave, sus costos y su propuesta de valor para ayudarles a ser más autosuficientes.                                     |
| Catálogo   | Identidad Visual y Catálogo de Bioinsumos           | Diseño de la imagen de productos como el Biomax Super Magro, con fichas técnicas que explican los beneficios de usar biofertilizantes en lugar de químicos.                             |

### 3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

Además de documentar la experiencia y dar cuenta de los productos y resultados a los que se llegó en el PAP, el RPAP también tiene 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

Carolina Banda González:

Desde mi formación en arquitectura, la visita a la biofábrica en Ahuisculco me permitió acercarme a una realidad muy diferente a la que normalmente veo en proyectos académicos. Al conocer los procesos de producción y convivir con las personas involucradas, entendí que el proyecto no solo busca generar bioinsumos, sino también cuidar el territorio y recuperar la relación con la tierra.

A lo largo del proyecto me fui sensibilizando ante problemáticas como el desgaste del suelo, la falta de recursos y el esfuerzo constante que implica sostener este tipo de iniciativas. Escuchar sus experiencias despertó en mí empatía y una reflexión sobre el impacto ambiental y social que puede tener nuestra profesión.

Considero que mi involucramiento surgió tanto de mis creencias personales sobre la importancia del medio ambiente como de mi razonamiento profesional. Esta experiencia me hizo entender que la arquitectura no solo trata de diseñar espacios, sino también de contribuir a procesos sociales y ambientales más conscientes, trabajando desde una visión más humana y sostenible.

Rubén Hjar Rodríguez:

El primer acercamiento al proyecto fue la visita a la biofábrica en Ahuisculco, donde me enfrenté a una realidad completamente distinta a mi formación como arquitecto. Al conocer los procesos agrícolas y el uso de bioinsumos, comprendí no solo su funcionamiento, sino

también las dificultades que enfrentan, como la falta de apoyo gubernamental y la necesidad de sostener su producción en condiciones limitadas.

El contacto directo con las personas generó en mí un cambio de perspectiva, al evidenciar la diferencia entre lo teórico y lo que realmente implica hacer crecer una empresa en este contexto. Este acercamiento despertó empatía e interés, pero también cuestionamientos sobre mi propio rol, ya que tuve que salir de mi zona de confort para entender disciplinas ajenas. Considero que mi forma de involucrarme respondió tanto a la curiosidad personal como a un razonamiento orientado a comprender mejor la situación y aportar desde mi capacidad. Esta experiencia me llevó a reflexionar sobre el papel del arquitecto más allá del diseño, entendiéndolo como un profesional capaz de vincularse con distintas realidades y generar impacto desde una visión más social y consciente.

José Pablo Robles:

Desde mi perspectiva como ingeniero, la visita a la Biofábrica en Ahuiculco fue un choque con una realidad que pocas veces vemos en el laboratorio. Al platicar con Don Chon y Don Ramón, entendí que el proyecto no se trataba solo de formular biofertilizantes, sino de una lucha real por la autonomía de su territorio y la defensa de sus recursos naturales contra la presión de las grandes industrias.

Me marcó mucho ver cómo el manejo intensivo de la caña de azúcar ha ido degradando la fertilidad del suelo a través de los años. Esto me hizo cuestionar el impacto social de nuestra profesión; me di cuenta de que mi papel no era simplemente llegar con soluciones técnicas externas, sino acompañar un proceso comunitario que ya tiene una historia de resistencia muy fuerte. Ver el compromiso de los socios por recuperar la fertilidad de su tierra me dio un sentido de responsabilidad mucho más profundo sobre la importancia de generar datos técnicos que realmente les sirvan para validar su trabajo y proteger su entorno.

Aldo Cervantes Sánchez:

Una de las reflexiones más importantes que me dejó el proyecto en la biofábrica de Ahuiculco fue darme cuenta de que nunca me había imaginado cómo eran realmente los sembradíos de caña ni todo el trabajo que existe detrás de ellos. Antes pensaba que era un cultivo relativamente sencillo, pero al conocer más sobre el proceso entendí que se necesitan

análisis muy rigurosos del suelo, agua y nutrientes para que la caña pueda crecer correctamente.

Esta experiencia me hizo valorar mucho más el trabajo de las personas del campo y entender que detrás de algo tan cotidiano existe muchísimo conocimiento, esfuerzo y observación. También me ayudó a reflexionar sobre cómo muchas veces desde la ciudad o desde la universidad se subestima el trabajo agrícola, cuando en realidad requiere tanto criterio técnico como muchos procesos industriales.

Como estudiante de ingeniería en alimentos, el PAP me ayudó a comprender que nuestra profesión no solo trata de trabajar dentro de una planta o desarrollar productos, sino también de entender el origen de las materias primas y las realidades de las comunidades que las producen. Además de los conocimientos técnicos, esta experiencia me dejó una visión más humana y consciente sobre el impacto social y ético que puede tener nuestra profesión.

### 3.2 Aprendizajes logrados

Carolina Banda González:

Durante este proyecto desarrollé competencias principalmente en el trabajo interdisciplinario, la comunicación y el análisis de problemáticas sociales y ambientales. Uno de los mayores retos fue adaptarme a un contexto muy distinto al de la arquitectura tradicional, ya que tuve que comprender procesos y conceptos relacionados con la producción de bioinsumos, el cuidado del suelo y el trabajo comunitario.

Conforme avanzó el proyecto, logré responder a estos retos participando activamente en el análisis y comunicación de la información, buscando siempre relacionarla con una visión más espacial, ambiental y social. Esto me permitió darme cuenta de que puedo desenvolverme en equipos multidisciplinarios y aportar desde mi formación a proyectos con impacto comunitario.

En el ámbito profesional, aprendí que la arquitectura puede involucrarse en procesos sostenibles y sociales más allá del diseño de espacios. En lo social, fortalecí mi capacidad de escuchar, comprender otras realidades y trabajar colaborativamente. A nivel personal, confirmé mi capacidad de adaptación y entendí la importancia de salir de mi zona de confort para aprender de otras disciplinas y experiencias.

Rubén Híjar Rodríguez:

Durante esta experiencia desarrollé competencias principalmente en el ámbito interdisciplinario y de comunicación. Uno de los mayores retos fue comprender la información técnica proveniente de ingenieros químicos y en alimentos, lo cual inicialmente resultó complejo por el lenguaje y los conceptos especializados. Sin embargo, logré adaptarme y responder a este desafío al traducir esta información en contenidos más claros y accesibles para personas externas al tema.

En el ámbito profesional, aprendí a desenvolverse en contextos que no están directamente relacionados con la arquitectura, ampliando mi capacidad de análisis y entendiendo que mi perfil puede aportar valor en la interpretación y comunicación de información compleja. En lo social, fortalecí mi empatía y mi habilidad para escuchar y comprender otras realidades. A nivel personal, reconocí mi capacidad para adaptarme a nuevos entornos y enfrentar retos fuera de mi zona de confort, confirmando que puedo desenvolverse eficazmente en escenarios desconocidos.

José Pablo Robles:

En este periodo, mi aprendizaje se centró en aplicar la teoría de la ingeniería química a problemas de campo muy específicos. Los puntos más importantes fueron:

- Competencia Técnica y de Laboratorio: Logré dominar la metodología de Walkley-Black para determinar el carbono orgánico y la titulación con EDTA para cuantificar calcio y magnesio en muestras reales. Fue un reto pasar de los ejercicios de clase a estandarizar reactivos y ajustar concentraciones para obtener resultados confiables en suelos que venían con condiciones muy variables, como los afectados por vinazas.
- Aporte Interdisciplinario: Entendí que mi trabajo técnico es la base para que otras áreas avancen. Mi labor principal fue proveer el sustento científico y los parámetros analíticos (como la conductividad eléctrica y el pH) para que el equipo de marketing pudiera construir argumentos de venta sólidos y confiables. Traducir los datos del laboratorio en beneficios tangibles para el catálogo de productos fue una experiencia clave para entender cómo se vincula la ingeniería con el mercado.
- Gestión y Autogestión: Al elaborar el manual de metodología para el diagnóstico de suelos, aprendí a documentar procesos de forma que fueran replicables. Esto no solo

me ayudó a organizar mejor mi propio trabajo, sino que dejó una herramienta útil para que la organización pueda seguir evaluando su progreso de manera autónoma en el futuro.

Aldo Cervantes Sánchez:

Desde el ámbito de la ingeniería, una de las cosas que más me impactó durante el PAP en la biofábrica de Ahuisculco fue aprender técnicas nuevas que nunca había utilizado antes, como la fotometría de flama, la titulación con EDTA, el método Walkley-Black y las mediciones de conductividad. Estas técnicas me permitieron entender cómo, a través de análisis químicos y datos experimentales, es posible evaluar las condiciones del suelo y comprender mejor las necesidades de un cultivo.

La experiencia me ayudó a ver que la ingeniería va mucho más allá de solo producir o diseñar procesos, ya que también implica interpretar información técnica para tomar decisiones más precisas. Además, entendí que no basta únicamente con obtener resultados correctos; también es muy importante saber comunicar la información de manera clara para que las personas realmente comprendan el valor de los análisis realizados. Ahí fue donde reflexioné sobre cómo la comunicación y el marketing pueden hacer una gran diferencia incluso en proyectos con una base completamente técnica y científica.