

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Centro Interdisciplinario para la Formación y Vinculación Social

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Sustentabilidad socioambiental para el desarrollo inclusivo



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

1P02 San Pedro Valencia: Renovación Urbana, Saneamiento Ambiental y

Emprendimientos Turísticos

Biofábrica de Ahuisculco

PRESENTAN

Ing. Ambiental, Karla Araceli Martínez Sáenz

Ing. Ambiental, Tania Colmenares García

Ing. en Biotecnología, Bruno Urrutia de la Peña

Ing. en Biotecnología, José Arturo Rodríguez Araujo

Ing. en Biotecnología, Juan Manuel Alejandro Flores Martínez

Ing. en Nanotecnología, Alejandro Mirones González

Ing. en Nanotecnología, Mario Alberto Chávez Delgado

Profesores PAP

Jesica Nalleli de la Torre Herrera

Andrea Carolina Levario Anchondo

Héctor Morales Gil de la Torre

Andrés Zuloaga Cano

Tlaquepaque, Jalisco, julio 2023

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	1
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	1
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	5
1.3 Identificación de la(s) problemática(s)	5
1.4. Planeación de alternativa(s).....	6
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora	10
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	13
1.7. Bibliografía y otros recursos.....	14
2. Productos	15
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	22
3.1 Sensibilización ante las realidades	23
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 presente trabajo, desarrollado durante el periodo de *verano 2023* en el *PAP IP02 San Pedro Valencia: Renovación Urbana, Saneamiento Ambiental y Emprendimientos Turísticos*, tiene como finalidad continuar con el crecimiento tecnológico de la biofábrica ubicada en Ahuisculco dedicada a la producción tanto de fertilizante orgánico (biol) como de lixiviado mineral que se usan para la mejora de los cultivos de caña. De esta manera, se busca identificar áreas de oportunidad que toman lugar durante la elaboración del biol, y proponer soluciones a cada una de ellas con la finalidad de cumplir con los intereses de los 15 productores de caña que colaboran en la biofábrica.

Se reconocieron cinco áreas de mejora y, respectivamente, se propusieron cinco soluciones: 1) reducción de los tiempos de fermentación; 2) eliminación de los sólidos sedimentados en los biorreactores; 3) optimización del diseño de los biorreactores para el cultivo de cepas; 4) aprovechamiento del biogás; 5) cuantificación del biogás. Todas las anteriores tienen viabilidad económica y son factibles de llevar a cabo. Se espera que se continúen desarrollando, de forma práctica, las propuestas establecidas con base en la literatura.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

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

Se continuará con el desarrollo de la biofábrica donde se han producido fermentos, los cuales, procuran el desarrollo económico del proyecto, además de que se busca promover el crecimiento de los microorganismos para el suelo de manera que aporten nitrógeno y, a la par, sirva como un actuador de control biológico de patógenos.

Actualmente se han levantado 5 tanques de fermentación los cuales producen tanto biol como biogás, sin embargo, se desconoce el estado de viabilidad celular dentro de los fermentadores y es por ello que se busca instalar pequeños biorreactores para la producción de microorganismos funcionales en su propio tanque.

El biogás producido durante el tiempo de fermentación del biol actualmente no posee un uso, siendo liberado directamente a la atmósfera. Se busca crear concientización acerca de los posibles usos y aplicaciones que este puede traer a la biofábrica y a los contribuyentes de la asociación; esto con el objetivo de que se convierta en un insumo aprovechable en cada lote de producción.

Puntualmente, se busca profundizar en la caracterización de los bioles para su mejoramiento de nutrimentos y reconocer la viabilidad de éstos después de la fermentación. También se pretende promover el uso del biogás mediante su filtración y compresión en tanques pequeños de fácil manejo y transporte; para esto, es indispensable realizar una caracterización del gas efluente del reactor.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

Por medio del análisis de laboratorio se han encontrado las diferentes variables de los compuestos minerales que se encuentran en cantidades deficientes. La creación de mejoras para la optimización de los bio insumos es de gran importancia dado el éxito y el potencial de demanda para generar un bien comercializable. Se han identificado productos primarios de los cuales se generarán propuestas de mejora con los presupuestos y entendimientos de las capacidades de los productores locales de Ahuisculco, centrándose principalmente en la producción del biol en conjunto con sus derivados como el biogás.

A partir de los análisis de laboratorios externos a la institución, los cuales fueron patrocinados por ITESO, se observó que los campos de cultivo requieren de cierto mantenimiento, por lo que se decidió trabajar en propuestas que promuevan la mejor calidad de tierra. Existe otra gran deficiencia que es la materia orgánica, esta es un poco más compleja dada las prácticas de los cultivos de caña, como sería la quema, la cual elimina cualquier sobrante de hojas en

las parcelas. Además, el principal comprador de dichos cultivos es el ingenio de Tala, el cual no cuenta con la maquinaria necesaria para el procesamiento de la caña en verde sin quemar.

Dicho lo anterior, la SADER creó organismos junto con el INIFAP para la creación de escuelas campesinas con el propósito de elaborar los propios insumos para el autoconsumo, esta llamada *biofábrica* ha tenido éxito a lo largo de los meses, abriendo paso hacia la comercialización. A través de visitas, se han observado varios puntos de mejora con poco tecnicismo, simplificando procesos y como perspectiva a futuro una implementación tecnológica.

Las propuestas son muy sencillas: pretratamiento de materiales, búsqueda constante de mismos ingredientes para la elaboración de los bioles, eliminación de la cantidad de sólidos suspendidos dentro de fermentadores, evitando la conglomeración en el desagüe para mejor limpieza y vaciado del producto. Asimismo, se propondrá una pequeña construcción tipo cisterna multiusos para el almacenamiento del producto fermentado para su maceración y espera hasta ser comercializado, dejando los fermentadores disponibles o fermentando para evitar cuellos de botella. Dicha cisterna también cumpliría el propósito de establecer un área de trabajo sólida, ya que actualmente se trabaja sobre una cama de grava compactada por el tránsito de los operadores.

Es conveniente, además, hacer énfasis en el beneficio y aplicabilidad que tendría el aprovechamiento del gas que es liberado durante la fermentación del biol. Dado que el foco de atención de la biofábrica es la producción de biol, poco interés se ha puesto en la recuperación de este subproducto. Por una parte, este puede ser una alternativa al gas natural con usos en estufas, calderas y otros sistemas de combustión de gas, así como en vehículos rodados adaptados, o bien, para generar energía eléctrica (Arriols, E., 2018). Por otro lado, al aprovechar el biogás como una fuente alterna al gas natural se tienen menores emisiones de gases de efecto invernadero (contribuyentes al calentamiento global), por lo que se busca tener impactos positivos tanto en el medio ambiente como en la calidad de vida de los productores de caña que participan en la biofábrica.

1.2 Caracterización de la organización

Dentro de los principales actores del proyecto se encuentra el técnico Pedro M., que participa en el programa de escuelas campesinas donde se proveen asesorías y cursos para la transición agroecológica de las distintas áreas del campo. Él es el asesor de un grupo de 15 productores que se encuentran en Ahuisculco. Su principal actividad es la producción de caña de azúcar, pero también están comenzando con la producción de agave. Este grupo de agricultores tienen su propia organización en donde establecen sus distintas responsabilidades.

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

Tras haber realizado una visita a la biofábrica de Ahuisculco y participar en los procesos de preparación de fertilizante “supermagro”, o biol, así como dialogar con los productores y técnicos encargados de la misma, se lograron identificar tres problemáticas que tienen un mayor sentido de urgencia por ser atendidas, y dos adicionales que se proponen como objetivos secundarios:

1. El tiempo actual en que se está dejando llevar a cabo la fermentación de los biorreactores utilizados para la producción de biol ronda entre los 4 a 6 meses. Dado que únicamente se cuenta con cinco biorreactores de 1000 L, la producción de biol se ve detenida una vez que los cinco contenedores se encuentran en uso y toma alrededor de 1 mes para que alguno de ellos pueda ser liberado para preparar más fertilizante. De modo que se identificó que la producción de biol para su uso y posible venta se encuentra limitado por los tiempos de fermentación actualmente empleados.
2. Una vez que alguno de los biorreactores se encuentra listo para ser vaciado y limpiado para su posterior uso en la preparación de una nueva mezcla de biol, resulta necesario eliminar los desechos sólidos restantes de la mezcla anterior. Debido a que estos sólidos se encuentran en el fondo del contenedor y su manejo se encuentra limitado por los estrechos conductos de entrada y salida de este, el proceso de limpieza puede tomar desde 30 minutos hasta una hora por biorreactor, lo que retrasa la etapa del llenado del biorreactor con una nueva mezcla, además de que implica un gran esfuerzo físico para los productores.

3. Se necesita corroborar que el diseño de los biorreactores que se emplearán para el cultivo de las cepas previamente otorgadas a los productores es el adecuado. Es necesario garantizar el crecimiento de los microorganismos dentro de estos y, en caso de presentar algún área de mejorar, proponer mejoras al diseño para su optimización.

Se hace énfasis en las tres problemáticas anteriores debido al sentido de urgencia que se denotó por parte de los productores y del técnico Pedro M; sin embargo, se identificaron otras áreas de oportunidad y de mejora que podrían atenderse en futuros proyectos de este PAP, mismas que se mencionarán de forma breve a continuación:

- Durante el proceso de fermentación se libera biogás, el cuál es despedido a la atmósfera sin previo tratamiento o aprovechamiento. De esta forma, se identificaron posibles usos y aplicaciones que la recuperación del biogás pudiera tener en caso de ser comprimido en un cilindro.
 - Con la suposición de la instalación de un proceso de aprovechamiento de biogás, es necesario hacer seguro el mismo procedimiento y manipulación del producto. Por lo que, se proporcionará la información de prevención de riesgos de manera comprensible para cualquier lector. Así procurando la seguridad de todos los involucrados en la biofábrica.
- Detección cuantitativa del biogás. Se propone implementar un sensor ya sea bio o nanoestructurado para el monitoreo en tiempo real sobre el biogás. Según Vázquez, L., *et al.*, (2015), en la composición del biogás se pueden encontrar diversos gases, como lo son el metano (CH_4) 50-70%, el dióxido de carbono (CO_2) 30-50%, nitrógeno (N_2) 0.5 – 3%, ácido sulfhídrico (H_2S) 0.1 – 2% e hidrógeno (H_2) 1 – 2%, sin embargo, se desconoce los gases específicos que libera el biol y su cantidad en porcentaje. Esto abre las puertas para añadir un sistema de detección y monitoreo de gases (sensor) en un sistema de almacenamiento de biogás.

1.4. Planeación de alternativa(s)

Habiendo identificado las principales problemáticas, comenzó el proceso de planeación de propuestas que pudieran atender dichas necesidades. El análisis planteado para el desarrollo de dichas propuestas para cada una de las problemáticas se puede encontrar desglosado en

las tablas 1 a 5. Por otro lado, la tabla 6 se utiliza para describir los espacios y colaboradores que ser verían beneficiados con dichas propuestas.

<i>Tabla 1</i>	
PROBLEMÁTICA GENERAL	Tiempos largos de fermentación
FIN U OBJETIVO ESPECÍFICO	Demostrar que los procesos de fermentación son completados en un aproximado de 15 días.
OUTPUT	Si se demuestra que los tiempos de fermentación son menores a los que actualmente se emplean, sería posible aumentar la producción de biol a un valor cercano al doble de lo que hoy día se produce.
OUTCOME	La reducción de tiempos de fermentación permitiría a los productores aprovechar los 5 biorreactores en una mayor frecuencia, de modo que les sea posible producir mayores cantidades de biol para uso e, inclusive, para su posible venta.
OBJETIVO ESPECÍFICO	Realizar un análisis cuantitativo de los azúcares presentes en los biorreactores con respecto al tiempo. Se busca comparar el estado de azúcares presentes en las mezclas de biol recién preparadas con el de un biorreactor que lleva 6 meses en proceso de fermentación. Se esperaría que, tras un aproximado de 15 días de fermentación, la diferencia en la concentración de azúcares presentes entre la nueva mezcla y aquella que lleva 6 meses sería mínima.

<i>Tabla 2</i>	
PROBLEMÁTICA GENERAL	Retención de sólidos en el fondo de los biorreactores
FIN U OBJETIVO ESPECÍFICO	Disminuir la presencia de sólidos en los biorreactores para agilizar los procesos de limpieza y rellenado de los mismos
OUTPUT	La eliminación, o reducción, de los sólidos presentes ayudaría a que los tiempos de limpieza y rellenado disminuyeran de manera considerable, permitiendo una mayor producción de biol y representando un menor esfuerzo físico para los productores.
OUTCOME	Los productores podrían utilizar alguna de las dos alternativas que se describen en el siguiente apartado. Dependiendo de la

		elección, será necesario obtener los recursos necesarios para poder llevar a cabo la propuesta.
	OBJETIVO ESPECÍFICO	<p>Realizar el diseño de alguna de las siguientes dos alternativas para la reducción de sólidos: preparar una infusión de la materia sólida, para así no perder el aprovechamiento de sustrato que esta provee, y posteriormente añadirla al biorreactor, o bien, producir contenedores para los sólidos que sean permeables y no contaminantes y que puedan ser ingresados al reactor durante los tiempos de fermentación.</p> <p>Será necesario evaluar cuál de las dos propuestas es viable para el proyecto, considerando los recursos con los que se cuentan y demostrando cuál de las dos alternativas es la que retiene las cantidades de sustrato más cercanas a las que actualmente se encuentran en los reactores con los sólidos presentes.</p>

Tabla 3

PROBLEMÁTICA GENERAL			Optimización del diseño de los biorreactores para el cultivo de cepas
FIN U OBJETIVO ESPECÍFICO			Proponer un diseño de biorreactor que permita el crecimiento adecuado de los microorganismos y que evite su contaminación en la medida de lo posible
	OUTPUT		Contar con un diseño de biorreactor que sea eficiente, fácilmente replicable, de fácil mantenimiento y cuyos recursos sean accesibles para los productores
	OUTCOME		Una vez que se confirme de forma experimental que el diseño cumple con las características deseadas, los productores podrán llevar a cabo el crecimiento de microorganismos (utilizando en el medio de cultivo y condiciones de operación adecuadas)
	OBJETIVO ESPECÍFICO		Optimizar los diseños de biorreactores con los que ya se cuentan para el crecimiento de los microorganismos con los que se trabajarán. Será necesario considerar condiciones de operación adecuadas (temperatura, oxigenación, pH, agitación) y, además, asegurarse de que el diseño sea capaz de disminuir considerablemente las posibilidades de contaminación.

Tabla 4

PROBLEMÁTICA GENERAL	Liberación del biogás a la atmósfera y desaprovechamiento del mismo.
FIN U OBJETIVO ESPECÍFICO	Proponer un sistema de compresión del biogás generado a partir de la producción de biol para que pueda ser aprovechado en distintas áreas. Además, se busca informar a los participantes de la biofábrica sobre los beneficios que posee su uso, así como de las recomendaciones y precauciones del manejo del biogás.
OUTPUT	Informar a los colaboradores de la biofábrica acerca del uso del biogás para diferentes finalidades, de manera que su producción sea similar en composición a la del gas natural.
OUTCOME	Los contribuyentes de la biofábrica podrán hacer uso del biogás en actividades domésticas, como en quemadores de cocina o bien, en motores de gas.
OBJETIVO ESPECÍFICO	Biogás purificado a alta presión, almacenado en un tanque cilíndrico de fácil traslado, y producido dentro de las instalaciones de la biofábrica.

Tabla 5

PROBLEMÁTICA GENERAL	Desconocimiento cuantitativo del biogás
FIN U OBJETIVO ESPECÍFICO	Implementar un sensor en un sistema de compresión para el biogás para conocer las mediciones del mismo.
OUTPUT	Que los trabajadores de la biofábrica tengan medición y control de la cantidad de biogás que produce cada contenedor
OUTCOME	<ul style="list-style-type: none"> • Detección de compuestos que libera el biogás. • Eficacia del biogás en los sistemas de compresión. • Documentación en literatura
OBJETIVO ESPECÍFICO	Análisis cuantitativo del biogás.

Tabla 6

LUGAR EN EL QUE SE REALIZA	Se estará trabajando con los productores de Caña de Ahuisculco.
DESTINATARIOS FINALES	Este proyecto busca el dar beneficio económico a los productores, ya sea por la comercialización del producto y el ahorro en agroquímicos convencionales.

DESTINATARIOS DIRECTOS	Los mismos productores serán quienes se vean beneficiados, sin embargo, como se ha mencionado, se espera que el producto pueda ser vendido en futuro a los demás productores de la zona.
ORGANIZACIONES ALIADAS	El INIFAP es quien ha puesto la escuela rural con ayuda del SADER.

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

Se han observado los procesos que se tienen actualmente dentro de la biofábrica, y en base a las limitaciones de recursos y presupuestos, se han generado distintas alternativas que se pueden tomar en cuenta para la mejora de los procesos de maceración y fermentativos. Uno de los puntos más importantes para el proyecto es el interés en la región por adquirir insumos ecológicos dado a sus beneficios, además de que permite una disminución de costos en comparación de la urea, fertilizante industrial que aumentó el precio de su unidad tras la pandemia. No obstante, este interés surge a raíz que gracias al uso de los agroquímicos convencionales existe un gran desgaste de los suelos por uso de estos.

El proceso que se lleva a cabo dentro de los reactores puede ser dividido en distintas unidades de operación, lo que permite un rendimiento mayor de producción para el supermagro. Para ello; es necesario contar con procesos de optimización de los procesos, los cuales deben centrarse en brindar una mejora en los tiempos de mantenimiento, obtención de materias primas, costos y demanda para la venta y/o uso de producto mensual por productor. Los siguientes puntos de mejora son específicos para la parte de producción para la determinación de la rapidez de mantenimiento y fermentación:

1. *Tratamiento previo a insumos para la extracción de sustratos a partir de una fuente sólida.* Este punto tiene como finalidad disminuir los tiempos de mantenimiento y carga de los fermentadores. El rumen es aprovechado como una fuente de microorganismos y sustrato para el fermentador; sin embargo, al tratarse de un producto derivado de los procesos digestivos del ganado, este cuenta con altos contenidos de fibra, lo que impide su correcta desintegración y aprovechamiento dentro del reactor; además, este aumenta

el tiempo de mantenimiento de los diferentes reactores, así como un gasto innecesario de recursos como el agua. Se propone realizar un tratamiento previo a este insumo.

2. *Diseño e instalación de reactores biológicos para la producción de agentes de interés.* Este punto cuenta con el fin de identificar tiempos, proporciones y cepas adecuadas para su instalación. Previo al inicio del proyecto, y de forma externa, se contempló contar en la biofábrica con reactores destinados a la producción de microorganismos de interés agrícola; para ello, la escuela agrícola fue proporcionada con 10 cepas diferentes que permiten la obtención de diferentes metabolitos, o que tienen una función específica y deseada. A continuación, se presenta una tabla con los agentes que serán utilizados y el porqué de su interés:

Tabla 7. Recopilación de información sobre 10 cepas de microorganismos candidatas para involucrarse en el proceso de fermentación en la biofábrica de Ahuisculco.

Microorganismo	Descripción	¿Metabolismo anaerobio?	Medio de cultivo
<i>Bacillus subtilis</i>	Es un microorganismo beneficioso que ayuda a promover el crecimiento de las raíces y protege contra enfermedades fúngicas en la planta.	Bacillus subtilis es una bacteria Gram positiva, catalasa-positiva, aerobio comúnmente encontrado en el suelo.	Medio LB.
<i>Trichoderma harzianum</i>	Es un hongo beneficioso que ayuda a controlar enfermedades del suelo y promueve el crecimiento de la raíz y la absorción de nutrientes en la planta.	Microorganismo anaerobio facultativo que requiere para su crecimiento, bajas concentraciones de oxígeno en el sistema de fermentación.	Agar Sabouraud Dextrosa
<i>Micorrizas</i>	Son hongos beneficiosos que forman simbiosis con las raíces de las plantas y ayudan a mejorar la absorción de nutrientes y agua en la planta.		Medios White modificado (mínimo, M) y Strullu y Romand modificado (SRM)
<i>Bacillus turingensis</i>	Es un microorganismo beneficioso que ayuda a controlar	Es una bacteria aerobia gram positiva.	Suelen tener una fuente de carbono (glucosa, almidón y dextrosa), una fuente de nitrógeno (peptona, extracto de caseína) y sales

	plagas en la caña de azúcar.		minerales (calcio, manganeso, zinc y magnesio), que a veces requieren la adición de un antiespumante.
<i>Bauveria bassiana</i>	Es un hongo beneficioso que puede utilizarse como control biológico contra plagas en la caña de azúcar.	Es un hongo filamentoso, aerobio, enemigo natural de insectos plaga de sistemas agrícolas y artrópodos vectores de enfermedades.	Medio PDA
<i>Metharizium anisopliae</i>	Es un hongo beneficioso que puede utilizarse como control biológico contra plagas en la caña de azúcar.	Es un hongo filamentoso, aerobio, caracterizado y utilizado para el control de plagas, además el uso de sus enzimas es empleado como catalizador biológico.	Medio PDA + extracto de levadura y una gota de ácido láctico.
<i>Pseudomona putida</i>	Es un microorganismo beneficioso que ayuda a controlar enfermedades fúngicas y bacterianas en la planta.	Su naturaleza estrictamente aerobia limita su aplicación.	Medio M. Común: extracto de carne (1 g/L), extracto de levadura (2g/L), peptona (5g/L), NaCl (5g/L), H 20 destilada (1 L) o Medio lactosuero 1: lactosuero 100% + 7,5 g/L de extracto de levadura.
<i>Rizhobium</i>	Es un género de bacterias beneficiosas que pueden formar simbiosis con las raíces de las plantas y fijar nitrógeno en el suelo.	Son bacterias aerobias, pero necesitan condiciones anaerobias para fijar el nitrógeno atmosférico en amoníaco.	Medio Yeast Extract Mannitol Agar con rojo congo que permite diferenciar las colonias ya que éste no absorbe el colorante lo que permite diferenciarlos por el color de las respectivas colonias.
<i>Azospirillum</i>	Es otro género de bacterias beneficiosas que puede ayudar a fijar nitrógeno en el suelo y promover el crecimiento de la raíz en la planta.	Son bacterias aerobias y necesitan una alta concentración de oxígeno para funcionar. Son aerobias, pero también son microaerófilas y pueden sobrevivir en condiciones de poco oxígeno.	NFb semigelificado "libre" de nitrógeno y con malato como fuente de carbono.
<i>Actinomycetos</i>	Son bacterias beneficiosas que pueden descomponer materia orgánica en el suelo y liberar nutrientes para la planta.	Son aerobios y se ubican en la superficie del suelo, aunque también viven en los horizontes inferiores, en especial en suelos alcalinos.	PDA o ACD.

La adición de microorganismos deseados en el supermagro permitirá su propagación en las tierras agrícolas, generando una nueva población de agentes estimulantes de crecimiento vegetal, o actuadores de control biológico. Cuando se tenga con las producciones activas,

estás serán destinadas para inocular el supermagro o complementarlo posterior a sus procesos fermentativos ya que ciertas especies son aerobias. Para inocular, se deberá considerar una proporción v/v del 1% entre el inóculo y el volumen total dentro de los fermentadores de supermagro.

3. *Análisis de azúcares reductores.* Este punto cuenta con el fin de determinar la velocidad de fermentación y ver sus capacidades de fermentación de forma simultánea. Como se mencionó, el período fermentativo que se considera actualmente para cada uno de los distintos tanques excede en la realidad al tiempo de producción de los metabolitos deseados, el cual debería rondar a los 30 días considerando el tamaño total del reactor. Se considera una optimización de reacción fermentativa considerando el consumo del sustrato principal, es decir, todas las azúcares añadidas dentro los insumos. Un control previo a la inoculación del medio, después, durante y tras el período propuesto puede dar un indicio de la actividad biológica que se encuentra ocurriendo dentro el medio. Una vez el dato del consumo se establezca, quiere decir que los procesos fermentativos han finalizado.
4. *Recuperación y almacenamiento del supermagro.* Este punto se enfoca en la optimización del tiempo de los reactores para permitir una mayor producción. Una vez transcurrido el tiempo óptimo de fermentación determinado en un punto previo, se considera que el volumen contenido deberá ser trasladado a un nuevo contenedor, lo que permitirá liberar el espacio de los reactores y así, generar nuevos lotes sin contar con tiempos de recuperación significativos.
5. *Recuperación y aprovechamiento del biogás generado a partir del biol.* La composición del gas producido durante la fermentación del biol depende fuertemente de la materia prima utilizada. Para que el biogás sea inflamable necesita tener una concentración de metano superior al 45%; sin embargo, dado que el dióxido de carbono es uno de los gases de efecto invernadero más importantes y que el ácido sulfhídrico tiene características corrosivas, es necesario llevar a cabo una filtración del biogás de manera que se logren disminuir y/o eliminar dichos compuestos. El biogás filtrado y comprimido a alta presión

en tanques pequeños y fáciles de manipular tiene mayor concentración de gas metano que aquél no filtrado y, por ende, una calidad similar a la del gas natural, con porcentajes de metano mayores o iguales al 90%.

Se propone construir un sistema de compresión y purificación de biogás similar al que Vázquez, L., *et al.*, desarrollaron en el Centro de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico en Energías Renovables perteneciente a la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. El sistema se divide en cuatro fases fundamentales, donde el biogás (generado a partir de estiércol de ganado vacuno) atraviesa por una serie de filtros que lo purifican. El primer filtro (fase 1) utiliza limaduras de óxido férrico para la disminución del contenido de H₂S; en el segundo filtro (fase 2), se hace fluir el biogás por burbujeo en agua con el objetivo de que el dióxido de carbono se disuelva entre las moléculas de agua. Existe un tercer filtro (fase 3) que es el encargado de eliminar cualquier humedad remanente en el biogás ya filtrado previamente; por último, en la fase 4 se comprime el biogás.

Para caracterizar al biogás con el que se trabajará y lograr construir un sistema apropiado de compresión y purificación del gas, se necesita tener un equipo especializado en la cuantificación de las concentraciones de los gases presentes en el biogás.

6. *Implementación de un sensor en un sistema de compresión para el biogás.* Se busca implementar un sensor para conocer el porcentaje real del gas que se produce en cada lote de biol. Se necesita un sistema de compresión (idea ya desarrollada en el punto 5) ya que medirlo desde la “válvula de alivio” que se encuentra conectada al contenedor es complicado, lo cual dificulta tener una lectura certera de lo que se está midiendo (puede leer gases no provenientes del biol). Teniendo el sistema, se propone implementar “Nano arduinos” (Bitwise Ar, 2017), que se pueden utilizar para la detección de gases dependiendo del modelo requerido. A continuación, se presenta la tabla 8 sobre los diferentes modelos y aplicaciones más comunes:

Tabla 8. Modelos de nano arduinos y aplicaciones comunes

MQ-2	Gases combustibles y humos
MQ-3	Vapor de alcohol

MQ-4	Gas natural, metano
MQ-5	Gas natural
MQ-6	Propano
MQ-7	Monóxido de carbono
MQ-8	Hidrógeno
MQ-9	Monóxido de carbono, gases combustibles.
MQ-135	Amoníaco Benceno Vapor de alcohol Humo

Se propone utilizar el modelo “MQ-4” ya que, en el contexto del biogás, se conoce que está compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono; este modelo permite la detección de ambos. La propuesta consiste en adquirir este producto para los 5 contenedores de supermagro en la biofábrica. Los costos por pieza rondan entre los \$28 y \$128 MXN.

Como segundo paso, el estudiante en turno se encargará de la programación de estos dispositivos con cualquier tipo de lenguaje de programación, aunque el recomendado es Python. En sí, el sensor ya viene programado para leer los gases específicos que brinda el modelo, sin embargo, también tienen lectura (en menor proporción) de otros gases, por lo que se tiene que hacer una calibración de estos sensores para obtener una lectura optimizada de lo que se quiere obtener. Por último, la instalación de estos sensores en el sistema de compresión del biogás dependerá del diseño de los filtros en el *punto 5*.

Ante las posibles áreas de oportunidad dentro de la recuperación y aprovechamiento del biogás, se invita a que otras áreas de ingeniería se sumen al proyecto, como financieros, sistemas computacionales, civiles, electrónica, etc.

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

En su conjunto, la serie de propuestas establecidas permiten acercarse más al cumplimiento de los intereses de los productores de caña que llevan a cabo el proyecto de la biofábrica. Para encaminar la producción del biol a un bien comercial, es necesario disminuir los tiempos de limpieza y retención del producto en los tanques fermentadores; es así como las propuestas

principales van direccionadas a satisfacer la disminución de dichos tiempos. Por otro lado, se identificó un valor adicional en la producción de biol como lo es el biogás, el cual también puede tener un valor comercial, sin embargo, se espera que este sea aprovechado principalmente en las labores personales de los participantes de la biofábrica. El atractivo de dichas propuestas es que son relativamente fáciles de implementar y con costos reducidos.

1.7. Bibliografía y otros recursos

10pcs mQ-4 methane Natural gas Sensor module Shield Liquefied Electronic Detector module. (n.d.). Elecbee Factory.

Arriols, E. (2018). Qué es el biogás y sus usos. Ecología Verde. Recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-biogas-y-sus-usos-1568.html>

Bitwise Ar. (10 de octubre, 2017). Arduino desde cero en español - Capítulo 28 - Sensor de gas natural MQ-5 (y combustibles) [Video]. YouTube.

Fachverband Biogas e. V. (Noviembre, 2016). Directrices para el uso seguro de la tecnología del biogás. <https://www.giz.de/en/downloads/Guia%20%20Seguridad%20Biogas%20GIZ.PDF>

Sensor De Gas Natural Mq4 Metano, Arduino - \$ 128.99. Artículo.mercadolibre.com.mx. Consultado el julio 11 de 2023.

OKY sensor para detección de gas MQ-4 Metano, 5V, 300 - cyberpuerta.mx.

Mettler-Toledo International Inc. all rights reserved. (2023, May 16). *Analizadores de gas de proceso industriales.* Mettler-Toledo International Inc. All Rights Reserved.

Montañez, L. J. B. (2020). Cuantificación de azúcares reductores del sustrato en residuos de piña con el método del ácido 3, 5-dinitrosalicílico. *Revista de Investigación*, 13(1), 57-66.

Vázquez, L., Moreira, J., Iglesias, R., Rojas, L. (2015). Diseño, construcción y evaluación de un sistema de purificación y compresión para biogás. Recuperado de: <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/1912>

2. Productos

Con base en las propuestas generadas a lo largo del periodo PAP verano 2023, se elaboraron distintos productos que, en conjunto con la investigación hecha, complementaron de manera estratégica a las propuestas hechas. A continuación, se explican dichos productos y en qué consisten:

Para la propuesta de tiempos largos de fermentación, retención de sólidos en el fondo de los biorreactores y optimización del diseño de los biorreactores para el cultivo de cepas se tiene:

- La necesidad de disminuir los tiempos de mantenimiento y producción, nos llevaron a la creación de un tríptico que resume de forma clara, el sustento teórico por el cual se propone reducir de manera considerable los tiempos de fermentación. Además, en el tríptico se encuentra información sobre la reducción de la presencia de sólidos en los reactores con el fin de facilitar el mantenimiento de los reactores. Se busca que con este tríptico, los productores sean capaces de saber cómo lograr dichos cambios, así como contar con el fundamento teórico de dichas propuestas.

Ficha técnica 1	
Plan	Establecer propuestas de mejora relacionadas al proceso de producción del biofertilizante.
Producto	Tríptico físico, tríptico en forma digital "PAP II folleto.pdf"
Modelo o prototipo	No se realizó un prototipo previo a la entrega final.
Metodología	Investigación e integración de conocimientos de asignaturas previas.
Estrategia	Proporcionar información sustentada con el fin de disminuir los tiempos de fermentación utilizados por los productores y facilitar los procesos de mantenimiento para aumentar la producción de biol para su uso y posible venta.
Reporte	No se requirió un reporte para este entregable.
Diagnóstico	Propuesta bien recibida.
Manual	No existe manual para este entregable.
Técnica o herramienta	Uso de plataforma de diseño en línea Pages.
Producto y aplicación digital	Tríptico en formato pdf.

Otros	Ninguna observación
-------	---------------------

Para la propuesta de *recuperación y aprovechamiento del biogás generado a partir del biol*, se tiene:

- Un folleto educativo con la finalidad de dar a conocer, a grandes rasgos, los beneficios e implicaciones que involucra la posible producción de biogás en las instalaciones de la biofábrica. Para este, el trasfondo principal fue concientizar a los colaboradores de Ahuiculco acerca del potencial de aprovechamiento del insumo, debido a que se está produciendo constantemente y no se le está obteniendo un provecho monetario. No se pretendía imponer un proyecto sin tomar en cuenta sus intereses y, a través de ese entregable se logró generar un interés que da pie a continuar con la instalación de producción de biogás.

Ficha técnica 2	
Plan	Dar a conocer beneficios e implicaciones de la producción del biogás.
Producto	Folleto físico, folleto en forma digital “Folleto educación del biogás.pdf”
Modelo o prototipo	No se realizó un prototipo previo a la entrega final.
Metodología	Investigación e integración de conocimientos de asignaturas previas.
Estrategia	Concientizar a los colaboradores de Ahuiculco acerca del potencial de aprovechamiento del insumo, debido a que se está produciendo constantemente y no se le está obteniendo un provecho monetario
Reporte	No se requirió un reporte para este entregable.
Diagnóstico	Propuesta bien recibida.
Manual	No existe manual para este entregable.
Técnica o herramienta	Uso de plataforma de diseño en línea Canva.
Producto y aplicación digital	Folleto en formato pdf.
Otros	Ninguna observación

- Un manual de seguridad para el manejo del biogás, escrito e ilustrado de una manera muy simplificada. Este fue creado con la finalidad de dar a conocer de forma muy sencilla los cuidados y riesgos que se tienen al trabajar con productos de carácter inflamables y explosivos.

Ficha técnica 3	
Plan	Dar a conocer de forma sencilla las medidas de seguridad al tener un proceso de producción de biogás
Producto	Manual físico, manual en forma digital “Manual Simplificado de Seguridad Biogás.pdf”
Modelo o prototipo	No se realizó un prototipo previo a la entrega final
Metodología	Investigación e integración de conocimientos de asignaturas previas.
Estrategia	Concientizar a los colaboradores de Ahuisculco acerca de los riesgos que involucra la producción. Con este factor en consideración, se planeó dejar claro las implicaciones.
Reporte	No se requirió un reporte para este entregable.
Diagnóstico	Propuesta bien recibida.
Manual	Basado en el documento “Directrices para el uso seguro de la tecnología del biogás”
Técnica o herramienta	Uso de plataforma de diseño en línea Canva.
Producto y aplicación digital	Manual en formato pdf.
Otros	Ninguna observación

- Un manual **detallado** de seguridad para el manejo del biogás con el objetivo de proporcionar todas las buenas prácticas y medidas de precaución necesarias para la producción del biogás.

Ficha técnica 4	
Plan	Dar a conocer de forma detallada las medidas de seguridad al tener un proceso de producción de biogás
Producto	Manual físico, manual en forma digital “Directrices para el uso seguro de la tecnología del biogás.pdf”
Modelo o prototipo	No se realizó un prototipo previo a la entrega final
Metodología	Investigación.

Estrategia	Otorgar una herramienta de seguridad, esta es necesaria para prevención de accidentes.
Reporte	No se requirió un reporte para este entregable.
Diagnóstico	Propuesta bien recibida.
Manual	El manual entregado no ha sido modificado de su formato y contenido original.
Técnica o herramienta	Uso de buscador de internet.
Producto y aplicación digital	Manual en formato pdf.
Otros	Ninguna observación

- El artículo en el cual se basa la propuesta de recuperación y compresión de biogás. Este fue escogido por su similitud de contextos y la simplicidad del proceso. En su contenido se detallan los insumos y explicación de las etapas del procedimiento de aprovechamiento del mismo.

Ficha técnica 5	
Plan	Tener un sustento teórico de cómo se instala y produce el biogás, además de cuáles son los insumos necesarios.
Producto	Manual físico, manual en forma digital “Diseño, construcción y evaluación de un sistema de purificación y compresión para biogás.pdf”
Modelo o prototipo	No se realizó un prototipo previo a la entrega final
Metodología	Investigación.
Estrategia	Otorgar la fuente de información de donde se originó la propuesta, para que en los siguientes periodos PAP, se lleve a cabo la instalación del proceso.
Reporte	No se requirió un reporte para este entregable.
Diagnóstico	Propuesta bien recibida.
Manual	El documento entregado no ha sido modificado de su formato y contenido original.
Técnica o herramienta	Uso de buscador de internet.
Producto y aplicación digital	Investigación en formato pdf.

Otros	Ninguna observación
-------	---------------------

Para la propuesta de *Implementación de un sensor en un sistema de compresión para el biogás*.

Ficha técnica 6	
Plan	Instalación de un sensor de gas dentro de un sistema de compresión para el almacenamiento de biogás
Producto	Folleto de información acerca de instalación de un Sensor de gas Nano Arduino para un sistema de compresión en la biofabrica
Modelo o prototipo	No se realizó un prototipo previo.
Metodología	Investigación (generación de literatura).
Estrategia	Informar a los trabajadores de la biofabrica los beneficios de una instalación de sensores para medir el biogás, así como sus costos
Reporte	No se requirió un reporte para este entregable.
Diagnóstico	Propuesta bien recibida.
Manual	No existe manual para este entregable
Técnica o herramienta	Uso de plataforma de diseño en línea Canva.
Producto y aplicación digital	Folleto en formato pdf.
Otros	Ninguna observación

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

El contexto que involucra a la biofábrica se trata de productores agrícolas que, a partir de los incrementos de precios de productos fertilizantes, se organizaron para crear sus propios productos. A partir de la visita a la biofábrica de Ahuisculco se dimensionó la forma en la que se trabaja, así como las necesidades de los colaboradores y nuestro lugar dentro de esta propuesta de mejora.

Se observaron también las condiciones de trabajo, en donde las personas laboran sin equipo de protección personal, por ejemplo, para no inhalar material particulado del estiércol o de la tierra. Por otro lado, se puede percibir un gran espíritu de colaboración y de comunidad entre ellos, especialmente en la repartición de las tareas u objetivos del día, procuran que las personas más joviales sean las más involucradas en la mano de obra pesada. En los horarios de descanso, llevan comida para compartir.

A partir de esta experiencia se despertó en nosotros un sentido de admiración por su colaboración y ánimo de comunidad al ser todos y todas responsables de aquello que suscita en la biofábrica. Además, la experiencia nos ayudó a abrir nuestro panorama de trabajo como futuros profesionistas. Usualmente nuestras carreras centran una gran parte de su trabajo en laboratorios o haciendo análisis en computadoras, disminuyendo el contacto directo con quienes se verán beneficiados por el mismo. Este proyecto nos ayuda a recordar que el trabajo de investigación y laboratorio no tiene que excluir las interacciones sociales como parte de la experiencia, ya que son estas últimas las que nos motivan a observar hacia dónde están encausados nuestros esfuerzos y reafirman el espíritu de servicio con el buscamos actuar al ser próximos egresados y egresadas del ITESO.

3.2 Aprendizajes logrados

El trabajo multidisciplinario abre la posibilidad a explorar alternativas de solución que satisfagan distintos ámbitos. En el presente proyecto, colaboraron estudiantes de Ingeniería Ambiental, Ingeniería en Nanotecnología e Ingeniería en Biotecnología, quienes lograron

llevarse una experiencia enriquecedora mediante el trabajo en equipo realizado en la biofábrica de Ahuisculco.

El proyecto requería encontrar nuevas alternativas para el mejoramiento de la producción de biol y lixiviado mineral; sin embargo, gracias a los amplios conocimientos que cada uno aportó desde su área, se lograron analizar a profundidad las áreas de oportunidad detectadas durante el proceso de elaboración de los productos y de esta manera, proponer soluciones viables y benéficas para los 15 productores de caña.

Así fue como los estudiantes involucrados en el proyecto enfrentaron una serie de retos durante el desarrollo del trabajo, teniendo que modificar con el paso del tiempo las propuestas iniciales, las cuales requerían de una perspectiva tanto social como económica. A continuación, se presentan los aprendizajes logrados de forma individual.

Karla Araceli Martínez Sáenz

Con la experiencia de este Proyecto de Aplicación Profesional confirmo que la forma en la que se debe de acercar la profesionalidad a la “vida real” debe ser a partir de la empatía con las diferentes realidades existentes fuera de la institución. Sentí un reto al tratar de expresar de forma sencilla información que podría llegar a ser muy técnica y, aunque esta es definitivamente importante, las personas a las que estaba destinadas las entregas de productos como el folleto o el manual simplificado, no necesitaban de palabras rimbombantes, sino de términos claros y simples que dieran pie a un diálogo compartido y a preguntas más que a una exposición en donde nadie se interesara por el tema. Respondí a este reto al leer los materiales que utilizamos en la última visita a la biofábrica, a amigos y amigas que no son parte de la carrera, de manera que ellxs me daban retroalimentación de lo complicado o entendible que era el material de lectura.

Por otro lado, me llevo los aprendizajes de formulación de biol y lixiviado para cuidado de suelo agrícola. Creo que estos productos tienen un gran potencial de crear mercados de economía circular dado que ciertos insumos son obtenidos de residuos de otros procesos, por ejemplo, el rumen o la ceniza. Particularmente, me interesó de sobremanera el tema del biogás y su producción. Yo creía que era muy complicado de producir y, al haber investigado, me di cuenta que es un proceso muy asequible incluso en pequeña escala.

Tania Colmenares García

El reto comenzó desde que uno se involucra en un proyecto que busca resolver alguna necesidad real. Es muy diferente desarrollar un proyecto de clase que no trasciende más allá de las cuatro paredes de un salón. En cambio, los PAP permiten adentrarse un poco a las problemáticas que están sucediendo día a día y con nuestros conocimientos intentar solucionarlas o acercarnos un poco más al objetivo propuesto. En este caso, me conmovió mucho que las personas que trabajan en la biofábrica son una comunidad unida, que buscan lo mejor para sus productos y que están dispuestos a escucharnos y a colaborar en las propuestas diseñadas para ellos.

En especial, me quedo con el deseo de llevar la propuesta del biogás a un nivel práctico, sobre todo porque es un tema que me interesa bastante, y me hubiera gustado otorgarles a los productores de la biofábrica un resultado tangible, más allá de una investigación. Sin embargo, debido al corto tiempo que dura el periodo de verano, comprendo que hicimos lo que estuvo dentro de nuestras posibilidades. Aún así, considero que con la investigación realizada este verano vamos acercando a los procesos de la biofábrica poco a poco a nuevas tecnologías.

José Arturo Rodríguez Araujo

Este PAP me permitió aplicar mis conocimientos de biotecnología de una manera libre y retadora. Dado que no contamos con un asesor PAP afín a nuestra carrera, fue necesario realizar investigaciones y consultas de manera personal para así garantizar que la información que presentábamos era verídica y útil. Además, tuve la oportunidad de convivir directamente con los productores a quienes buscábamos apoyar, algo que me motivó a seguir adelante con el trabajo. Fue enriquecedor saber que mi carrera también puede tener este tipo de interacciones y no limitarse únicamente a trabajos aislados de laboratorio.

Por otro lado, aprendí sobre los procesos que los productores siguen para favorecer a sus cultivos de caña. Hasta antes de la primera visita, no me quedaba claro cuál era el proceso que se seguía, pero ahora entiendo la utilidad y composición de los lixiviados y el biol ya que, además, tuve la oportunidad de participar en su preparación. Finalmente, me resulta

importante mencionar que aprendí que, a pesar de no contar con un gran presupuesto, es posible realizar diseños de fermentación que sean útiles y de gran aprovechamiento.

Juan Manuel Alejandro Flores Martínez

Uno de los principales desafíos que los estudiantes profesionales enfrentan es la adaptación al mundo laboral: cuando se encuentra en la casa de estudios, se crea un ambiente amigable para el estudiante; sin embargo, una vez que este se gradúa enfrenta retos y situaciones que desafían sus habilidades y conocimientos. Es por ello que considero a los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP), tan valiosos en la experiencia estudiantil, ya que ofrece herramientas para facilitar y visualizar ambientes laborales del día a día. A pesar de que mi primera experiencia PAP me permitió desarrollar mis ideas y conocimientos hacia la formulación de producto y proceso, esta no me ofreció la oportunidad de aplicar mis conocimientos en contextos reales y tangibles, como ocurrió en esta segunda experiencia.

Como se mencionó, esta experiencia me permitió aterrizar mis ideas y conceptos hacia un contexto más real del tipo de situaciones y proyectos, así como de los alcances, que mis saberes profesionales pueden lograr. El aprovechamiento de productos de origen biológico en ámbitos de la agricultura nos permite crear procesos ecológicos, amigables con el medio ambiente y proporcionando resultados no dañinos para el mismo producto, por lo que resulta de gran interés económico y tecnológico.

Bruno Urrutia de la Peña

El trabajar en este proyecto me ha aportado observar realidades y perspectivas muy interesantes. Desde nuevas problemáticas a escala local con los productores y a nivel de producción en escalas mayores. A partir de las experiencias locales y la conversación con los productores entendí diferentes puntos de vista, estrategias para poder generar productos con valor con poco dinero, en un pequeño resumen aterrizar en la realidad sin perderse en grandes proyectos ambiciosos. Fuera de los aprendizajes personales, fue muy nutritivo el conocer un poco sobre la caña, los conocimientos de las personas involucradas y las ganas de aprender que teníamos en los equipos que logramos hacer. No fue fácil abrir la brecha pero eso también me da mucha experiencia para realizarme como persona, problemas de ingeniería de bajo recurso para resolver problemas grandes.

El trabajo multidisciplinario y con mucha gente fue un reto pero al final teníamos un panorama bastante claro en lo que el único limitante fue el tiempo, los recursos creativos existían y se llevaron a cabo buenas aportaciones con todas las limitaciones. Finalmente una gran experiencia que aplicamos muchas cosas importantes con un fin bueno.

Alejandro Mirones González

Como segundo semestre trabajando en este PAP, teniendo en cuenta que me he sido involucrado al mismo tópico del semestre pasado como es la biofabrica puedo afirmar que he aprendido a darle un enfoque más claro en de cómo poder aportar desde mi carrera. El semestre pasado nos enfocamos más en un ambiente más investigativo, en donde solo nos tocaba analizar muestras de la biofabrica y evaluarlas, en este semestre tenemos una visión más clara, en donde no solo somos pioneros en lo que vamos a trabajar sino en que ya tenemos un módulo de propuesta para la optimización de la biofabrica.

Un producto (sensores) que nos enriquece en varios ámbitos de aprendizaje:

- Recopilación de información sobre otras áreas de ingeniería como lo es la electrónica, biotecnología, ambiental, etc... (obtención de conocimiento).
- Generar consciencia en la comunidad de los trabajadores de la biofabrica en Ahuiculco.
- Identificación y desarrollo de soluciones.
- Métodos de costeo para elección de materiales (costo y beneficios).
- Adaptación de lenguaje técnico para campesinos.
- Desarrollo de motivación y enfoque a una idea nueva.

Mario Alberto Chávez Delgado

Tuve un reto muy grande durante todo el proyecto y fue que no me podía imaginar el resultado de lo que estaba realizando. Estaba hecha la propuesta y se tenía la información a la mano, pero no lograba verlo físicamente. Fue hasta que expusimos la propuesta final con

los productores y los vimos que estaban de acuerdo con la idea, incluso al final se acercaron a compartir datos que aportaban muchísimo no solo al proyecto si no a mí. Otro reto fue que el uso de los instrumentos de medición que se requería no estuvo disponible, y a la vez ayudó a que les dedicará más tiempo a las demás propuestas que las requerían.

Este trabajo me ayudó a ser paciente con los resultados, yo quería ya tener datos cuando apenas se estaba construyendo el proyecto, y al ser pioneros de esta propuesta hay que ser pacientes para ver lo que se logra. También, trabajar en un proyecto que realmente se va a realizar, con personas con conocimientos en otras áreas fue beneficioso en cuanto a aprendizajes. Lo investigado en cuanto a programación, dispositivos electrónicos y síntesis de nanomateriales me dio las bases para seguir trabajando con el mismo proyecto el siguiente semestre.