

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

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)
Programa Para mejoramiento de la calidad, productividad y logística en la
industria regional.



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

4F04

Biodigestor en PAP Ashoka

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Ing. en biotecnología Jesús Israel Campos Hueso

Profesoras PAP: Dra. María Yolotxochitl Ramirez García;

Dra. Mariana Del Rocío Ruiz Briseño

Tlaquepaque, Jalisco, Abril, 2022.

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	3
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	3
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)	2
1.4. Planeación de alternativa(s).....	3
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora	3
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	6
1.7. Bibliografía y otros recursos	6
2. Productos	7
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	15
3.1 Sensibilización ante las realidades	15
3.2 Aprendizajes logrados	16
Figura 1. Biodigestor prototipo de 20L	5
Figura 2. Experimentos de biodigestores de 20 L	5
Figura 3. Prototipo de biodigestor de 50 L	5
Figura 4. Biodigestores experimentales prototipos.	9
Figura 5. Mapeo térmico de GIRA.....	14
Figura 6. Biodigestor HomeBioGas drenandose y reubicado	14
Tabla 1. Ficha descriptiva de los productos elaborados	7
Tabla 2. Dimensiones y costos de biodigestor experimental prototipo.....	8
Tabla 3. Estimación de gasto y ahorro de gas utilizando biodigestor HomeBioGas.....	12
Tabla 4. Diseño de experimentos propuesto.....	13
Tabla 5. Mapeo de temperaturas en GIRA	13

Tabla 6. Inventario de competencias iniciales/finales	17
Gráfico 1. Medios para calentar.	9
Gráfico 2. Usos de residuos orgánicos	10
Gráfico 3. Frecuencia de separación de residuos.	10
Gráficos 4. Cantidad de desechos orgánicos que se tiran a la basura, y se usan	10
Gráfico 5. Interés en biodigestores.	11
Gráfico 6. Estimación de pago por biodigestor HomeBioGas.	11
Gráfico 7. Disposición de pagar \$20,000 por biodigestor	12

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

Se propuso un mejoramiento de las condiciones de operación, un modelo de negocios de la venta de biodigestores y diseño de experimentos para la selección de un inóculo de excreta de animales para la producción de metano en 9 biodigestor prototipo. El diseño de experimento se analiza por ANOVA con 3 tratamientos y 3 repeticiones variando el inóculo proveniente de estiércol de vaca, caballo y una mezcla de ambos (1:1). Para la mejora de las condiciones de operación se consideró: la locación de un biodigestor de la marca HomeBioGas®, radiación solar incidente, conservación de temperatura, medición y ajuste de pH según los microorganismos presentes y mezclado de sustrato e inóculo sujeto a un proceso en lote alimentado.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

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

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

La quema de leña como combustible para la elaboración de alimentos sigue siendo una problemática vigente en las comunidades rurales y urbanas de México. Se estima que 21.1 millones de personas en áreas rurales y 4.5 millones de personas en áreas urbanas siguen consumiendo leña para la cocción de alimentos, calentamiento de agua y calefacción de hogares, inclusive microempresas como la fabricación de ladrillos, alfarería, panaderías, etc. Siguen consumiendo leña a partir de la deforestación de áreas naturales tales como bosque tropical húmedo (3 kg/día), tropical seco (2.5 kg/día), humedales (5 kg/día), bosque templado (2 kg/día) y finalmente en zonas áridas (1.5 kg/día). (Sánchez, 2018)

Además de la deforestación de especies vegetales para la quema de leña otra problemática es el daño a la salud que presenta la quema de leña en fogón abierto (eficiencia del -17%), genera sustancias nocivas tales como partículas de pequeño tamaño compuestas de aldehídos que llegan a irritar y obstruir las vías respiratorias, monóxido de carbono, compuestos irritantes como acroleína causando inflamación y problemas respiratorios, hidrocarburos aromáticos policíclicos asociados con el desarrollo de cáncer, compuestos orgánicos volátiles, dioxinas, entre otros. Estos causan enfermedades tales como cáncer, tuberculosis, neumonía, alteraciones agudas y crónicas pulmonares, sensibilización alérgica. La organización mundial de la salud (WHO en inglés) estima que cerca de 2.5 millones de personas en el mundo mueren debido a la quema de estos combustibles dentro de los hogares (Zelikoff, 2002).

Por otro lado la generación de gas metano es un gas de efecto invernadero con una capacidad calorífica 4 veces más grande que el dióxido de carbono, este gas genera el 25% del calentamiento global (80 veces más que el dióxido de carbono). Este gas es generado en un 40% por fuentes naturales (humedales, termitas, permafrost, volcanes) y un 60% por actividades humanas (ganadería, arrozales, minas, vertederos), dentro de las actividades humanas se genera domésticamente a través de la descomposición natural de los residuos orgánicos en vertederos, basureros, inclusive dentro del hogar. (Centro Mexicano de Derecho Ambiental, 2022) Es importante la quema de este gas en un ambiente controlado para reducir el impacto ambiental de la liberación de metano al medio ambiente.

1.2 Caracterización de la organización

La organización ASHOKA® tiene como propósito incrementar el liderazgo en emprendimiento, es una organización internacional con una red de emprendedores sociales dedicada a impulsar empresas que tienen el enfoque de solucionar problemáticas sociales arraigadas; Victor Berrueta fue candidato y seleccionado como emprendedor social de esta empresa en el 2010, y se otorgó un financiamiento durante 3 años para iniciar la solución de los quemadores de leña. GIRA (Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable) es una organización civil sin fines de lucro donde Victor Berrueta es socio y colabora con académicos de la UNAM para solucionar el problema de la quema de leña en las comunidades rurales y urbanas del municipio de Patzcuaro. GIRA tiene los proyectos de Patsari con el objetivo de mejorar el nivel de vida de las familias rurales, mediante estufas más eficientes; Manejo de los bosques comunes con el objetivo de analizar la situación que vive la silvicultura comunitaria en el país, haciendo reuniones con líderes de ejidos, empresas sociales forestales y mejorando el diseño de instituciones gubernamentales (CONAFOR, SEMARNAT y PROFEPA).

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

El principal problema que se desea combatir es la quema de leña para el cuidado y conciencia forestal, cuidado de salubridad en el hogar y eficientar estufas con combustibles lignocelulósicos. Un proyecto pendiente es la venta de biodigestores de la marca HomeBioGas®. Este proyecto tiene un déficit en el carácter científico para la identificación del mejoramiento apropiado de los residuos regionales y el modelo de negocios para la determinar la viabilidad como producto principal.

El biodigestor se inocula con una mezcla de estiércol fermentado y residuos orgánicos, sin ningún tipo de control biológica o química; una vez comenzando la producción de metano, se alimentaba de manera de lote alimentado con residuos exclusivamente domésticos, sin bitácora o algún tipo de residuo en específico donde se pueda medir un rendimiento sustrato/producción de biogas.

Controles pH, temperatura, sustratos, inóculos son fundamentales para la operación adecuada de biodigestores. Debido a la falta de control de temperatura, estos biodigestores dependen totalmente de la temperatura ambiental de patzcuaro que oscila entre los 0-18°C (promedio anual). La temperatura adecuada para el mejor aprovechamiento del gas es de 37°C,

temperaturas abajo y arriba del óptimo disminuyen la efectividad de la producción de gas, alargando la generación de metano de 1 mes (en verano) y 3 meses (en invierno).

1.4. Planeación de alternativa(s)

Una alternativa para evitar el consumo de leña y la utilización de los residuos orgánicos domésticos es la propuesta de un modelo de negocios y el diseño de experimentos de biodigestores (HomeBioGas®) para intentar satisfacer la necesidad de la quema de leña o al menos disminuir su uso. Y plantear otras alternativas para la cocción de alimentos, calentamiento de agua y calefacción de hogares.

El biodigestor para la producción de biogas a partir de residuos domésticos orgánicos y agroalimenticios en comunidades donde todavía se utiliza leña para calentar agua y preparar los alimentos. Actualmente se tiene un solo biodigestor a nivel doméstico de un volumen de 1 m³ (1000 L) de la marca homebiogas®, se instaló entre los meses de octubre y noviembre del año 2021.

La experimentación de un biodigestor tan grande y costoso no permite una experimentación sencilla para la conclusión del diseño de experimentos, se propone la fabricación de biodigestores de menor tamaño con materiales simples y sencillos de conseguir para la experimentación en menor tiempo, con resultados obtenidos en 5 semanas de operación.

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

La propuesta de mejora del proyecto en general se puede establecer en 3 objetivos:

- Análisis y mejoramiento de la operación del biodigestor (HomeBioGas®) de 1000 L.
 - Observación de fugas
 - Lugar de operación
 - pH
 - Temperatura de operación
- Diseño de 2 prototipos experimentales de biodigestores de bajo costo y volumen con su diseño de experimentos de 3 tratamientos con 3 repeticiones (analizado con ANOVA) variando el inóculo (estiércol de vaca, caballo y la mezcla 1:1).
- Generación del modelo de negocios de la venta de biodigestores HomeBioGas®
 - Costo de Biodigestor (ROI)

- Comparación con leña
- Comparación con gas LP
- Evaluación de calidad y ganancia de fertilizante (lixiviado)

El análisis del mercado y de la operación de los biodigestores será iniciado a partir de la visita a Patzcuaro el día jueves 28 de Abril al Domingo 1 de Mayo. Donde se pretende muestrear el mercado objetivo, analizar el estatuto socioeconómico y determinar la viabilidad de la venta de biodigestores HomeBioGas. Durante esa misma semana se reacomodará el biodigestor para colocarlo en un lugar con mayor incidencia solar, y sobre un material con una buena conductividad térmica, con una cubierta aislante térmica para conservar mejor la temperatura. En el modelo de negocios se piensa comparar la cantidad de gas producido bajo el rendimiento del diseño experimental (m^3 de gas/ Kg de sustrato alimentado y tipo de inóculo), el uso de las estufas, el consumo de leña/gas LP, y la cantidad de abono (y calidad con determinación de Nitrógeno/Carbono) para la alimentación de huertos.

Los biodigestores prototipos de experimentación (figura 1) fueron realizados con cubetas de pintura de 20 L como recipiente, a la cual se le añadieron una salida de gases controlada con una válvula de gas de bronce de $\frac{1}{2}$ ", una válvula de esfera para desagüe (toma de muestra) de $\frac{1}{2}$ ", 20 cm de tubo de PVC de $\frac{1}{2}$ " para la nivelación del volumen de operación (70%) y salida de lixiviado, un tubo de PVC sanitario de 2" con adaptador macho y hembra para la alimentación y tubo PVC sanitario de 2" con tapa dentro del biodigestor con adaptador hembra con agua (sin salida, ni entrada) para la toma de temperatura sin la necesidad de abrir el biodigestor. Se realizaron 9 biodigestores prototipo para la ejecución del diseño de experimentos en simultáneo (figura 2). Además se realizó un biodigestor de 50 L con las mismas características con una única inoculación de excremento vacuno para la comparación con el escalamiento.

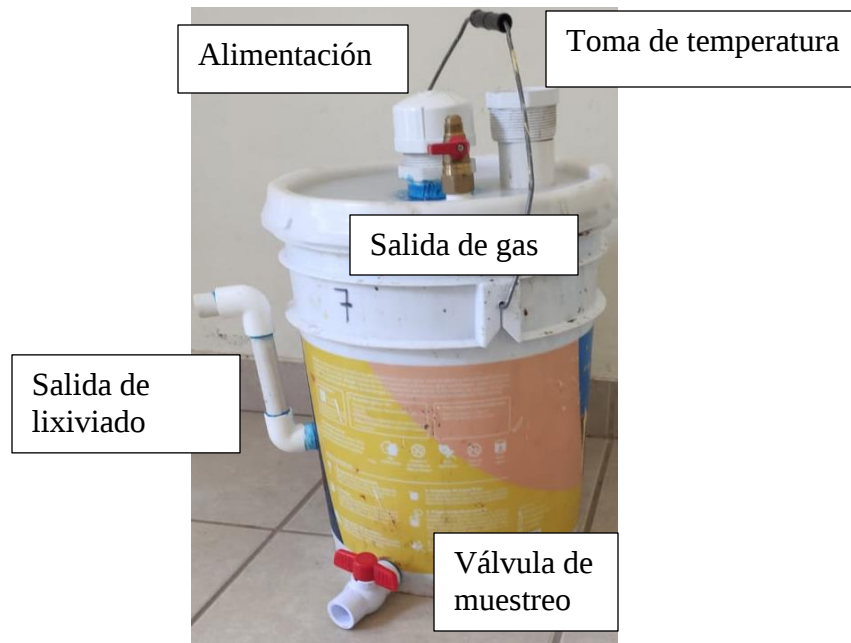


Figura 1. Biodigestor prototipo de 20L



Figura 2. Experimentos de biodigestores de 20 L (8 en la foto)



Figura 3. Prototipo de biodigestor de 50 L

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

Durante estas semanas se ha logrado a getionar tiempo, recursos, y esfuerzos de muchas instancias (ITESO, GIRA, UNAM). La generación de biodigestores prototipos de bajo costo y menor volumen ayudan considerablemente a la entrega de resultados en poco tiempo para la toma de decisiones una una manera más crítica para la implementación de protocolos estandarizados y simples para la operación más sencilla y accesible. La problemática de la experimentación se reduce drásticamente con la implementación de prototipos.

Los productos que se ofrece a la organización civil GIRA son la fabricación de prototipos, futuramente el reacondicionado de la operación del biodigestor de HomeBioGas, y la generación del modelo de negocios que contempla rivalidades de la satisfacción de las necesidades que el fuego ofrece (alimentos, calentamiento y calefacción), costos de compra-venta, y el análisis de mercado para el retorno de inversión (ROI).

Una vez teniendo los prototipos funcionales en Patzcuaro el impacto de la generación de más experimentos es mayor. Después de la conclusión de este proyecto en primavera 2022 ellos pueden generar más experimentaciones a partir de pH, temperatura, retención de calor, variación de más inóculos a diferentes concentraciones, estandarización de los residuos alimentados, etcétera.

1.7. Bibliografía y otros recursos

- Centro Mexicano de Derecho Ambiental, C. (16 de 04 de 2022). *CEMDA*. Obtenido de <https://www.cemda.org.mx/gas-metano/#:~:text=%E2%80%A2%20La%20quema%20de%20gas%20metano%20produce%20carbono,veces%20m%C3%A1s%20peque%C3%B1as%20que%20un%20grano%20de%20arena.?msclkid=cb1d31e8c26b11ec82876860569d00a2>
- Sánchez, M. E. (2018). Consumo de leña en México: hábitos de usos, problematica asociada y alternativas sostenibles de solución. *AGROFORESTERIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES Y PRODUCTIVIDA*, Capítulo 4.
- Zelikoff, T. J. (2002). The toxicology of inhaled woodsmoke. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, Parte B. No. 5, pp 269-282.

2. Productos

Tabla 1. Ficha descriptiva de los productos elaborados

Nombre y código del PAP	Programa Para mejoramiento de la calidad, productividad y logística en la industria regional.4FO4B
Nombre del proyecto	ASHOKA
Descripción	De los productos elaborados se realizó para la organización GIRA: - Diseño de biodigestores prototipos a partir de tambos de 200 L que posee GIRA - Análisis exploratorio de mercado de la venta de biodigestores general y de la marca HomeBioGas. - Diseño de experimentos con 3 tratamientos y 3 repeticiones analizados por ANOVA del fermento de vaca, caballo y la mezcla de ambos (1:1) - Cambio de las condiciones de operación de biodigestor de la marca HomeBioGas
Autores:	Jesús Israel Campos Hueso

Durante la elaboración de este proyecto lo más importante fue la elaboración del proyecto de biodigestores como parte de ecotecnia para aumentar la sustentabilidad y disminuir el impacto ambiental en Morelia y Patzcuaro. El plan que se llevó a cabo para la elaboración de este proyecto consistió en la visita a Patzcuaro y Morelia para conocer las condiciones de operación del biodigestor, realizar encuestas en la población urbana y vinculación con académicos de la UNAM campus morelia de la licenciatura ambiental.

Debido a la dificultad de carga y descarga del biodigestor, se diseñaron biodigestores prototipos de menor volumen (200 L), estos biodigestores permitirán la elaboración de experimentos en menor volumen, con resultados preliminares más rápidos. En la tabla 2 se presentan las medidas, materiales y precios requeridos para la correcta elaboración de los biodigestores con su ubicación de sus partes en el biodigestor (figura .

Tabla 2. Dimensiones y costos de biodigestor experimental prototipo

Prototipo GIRA				
Recipiente (a)				
Dimensión	Valor	Unidad		
Diámetro	32.2	cm		
Altura total	63	cm		
Altura Operación	44.1	cm		
Volumen Total	200	L		
Volumen Operación	150	L		
Volumen Real	149.7	L		
Tubo alimentación (b)				
Elemento	Valor	Unidad	Grado	Precio
Tubo PVC 2"	44	cm	Sanitario	\$21.56
Cople 2"	1	Pieza	Sanitario	\$3.19
Adaptador Hembra 2"	1	Pieza	Hidraulico	\$19.56
Adaptador Macho 2"	1	Pieza	Hidraulico	\$22.29
Tapa 2"	1	Pieza	Hidraulico	\$5.67
Volumen	0.275	L		
Tubo temperatura (c)				
Tubo PVC 2"	55	cm	Sanitario	\$21.56
Cople 2"	1	Pieza	Sanitario	\$3.19
Adaptador Hembra 2"	1	Pieza	Hidraulico	\$19.56
Adaptador Macho 2"	1	Pieza	Hidraulico	\$22.29
Tapa 2"	1	Pieza	Hidraulico	\$5.67
Volumen	0.34375	L		
Tubo de nivel (d)				
Codos 90° 1/2"	2	Piezas	Hidraulico	\$4
Tubo PVC 1/2"	21.6	cm	Hidraulico	\$4.75
Volumen	0.000391	L		
Toma de muestra (e)				
Tubo PVC 1/2"	3	cm	Hidraulico	\$0.66
Valvula globo PVC 1/2"	1	Pieza	Hidraulico	\$27
Otros (f)				
Pegamento PVC	250	mL	Secado rápido	\$123.51
Válvula Gas 1/2"	1	Pieza	Bronce	\$60.52
Total				
Precio				\$364.98



Figura 4. Biodigestores experimentales prototipos.

Para revisar la vaibilidad de la venta de biodigestores se realizó una encuesta a 35 personas de patzcuaro donde:

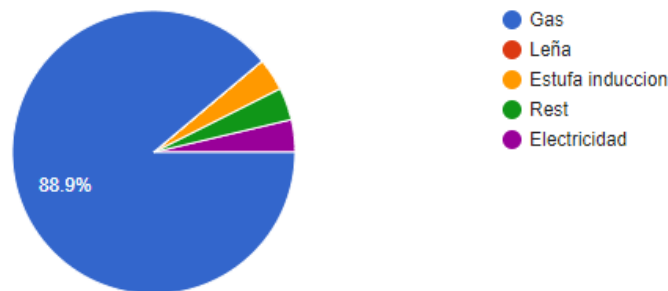


Gráfico 1. Medios para calentar.

En el gráfico 1 se muestra lo que las personas utilizan más en calentar. El 88.9% de las personas encuestadas utilizan gas como combustible, este primer inidcador permite saber que la mayoría de las personas utilizan gas por su practicidad. Debido a esto un biodigestor que genera gas es bien aceptado en la sociedad urbana.

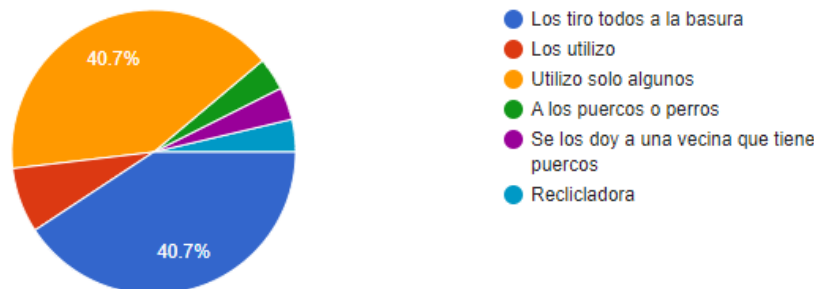


Gráfico 2. Usos de residuos orgánicos

El uso que se le da a los residuos orgánicos domésticos (gráfico 2) indica que cerca del 80% de las personas no aprovechan totalmente sus residuos orgánicos. Un 40.7% utiliza sólo algunos residuos debido a no tener una disposición para su aprovechamiento. Otro 40.7% los tira totalmente a la basura.

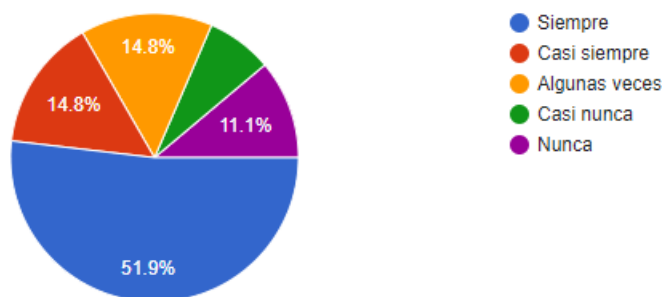


Gráfico 3. Frecuencia de separación de residuos.

El gráfico 3 que muestra la frecuencia de separación de residuos, indica que más de la mitad de los encuestados (51.9%) siempre separan sus residuos orgánicos, un 14.8% casi siempre. Durante las entrevistas se aclaró que la mayoría de las personas que no separan sus residuos se debe a la falta de disposición por parte de los servicios de saneamiento, ya que no dan continuidad al proceso de separación de basura. A pesar de eso, no se ve ningún inconveniente en separarlos para la operación del biodigestor.



Gráficos 4. Cantidad de desechos orgánicos que se tiran a la basura (derecha), y se usan (izquierda)

El gráfico 4 de la derecha representa la cantidad de bolsas de basura orgánica que se tira a la basura, mientras que el de la derecha representa las bolsas de basura que se utiliza. Este parámetro nos permite saber la cantidad de residuos que se alimentará en un biodigestor de 1000 L, para la generación de este biodigestor se requiere al menos 1 bolsa a la semana, con 3 bolsas aumentaría la cantidad de gas que puede generar. Siendo que el 70.3% de las personas genera entre 1-3 bolsas. El 51.8% de los encuestados utilizan de 1-3 bolsas de basura con residuos orgánica, este valor puede explorarse más para calcular la alimentación promedio básica de estos biodigestores.

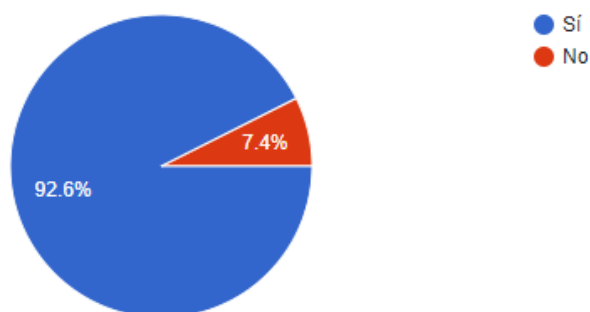


Gráfico 5. Interés en biodigestores (en general).

Según el gráfico 5 un 92.6% de los encuestados están muy interesados en adquirir un equipo que genere gás a partir de sus desechos orgánicos de una manera sustentable y amigable con el medio ambiente.

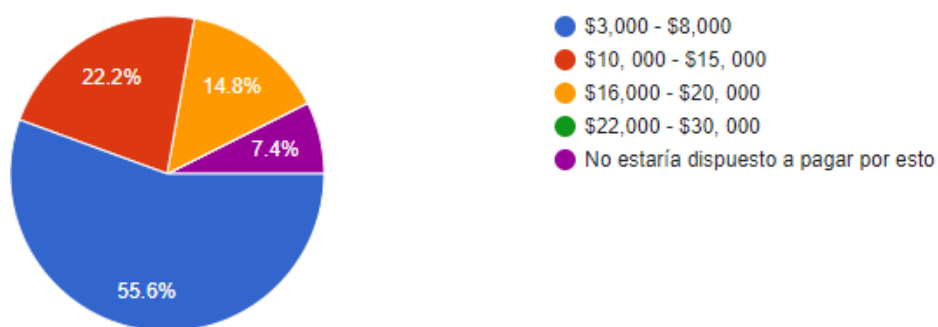


Gráfico 6. Estimación de pago por biodigestor HomeBioGas.

Sin embargo, en el gráfico 6 se muestra como más de la mitad de los encuestados (55.6%) pagaría lo mínimo por un equipo de estos, un 14.8% pagaría correctamente su precio (sin antes saber de su precio), y un 7.4% no pagaría por un equipo de estos.

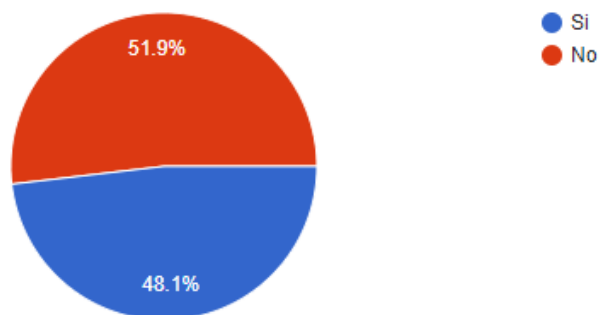


Gráfico 7. Disposición de pagar \$20,000 por biodigestor

En el gráfico 7 se puede observar que un 51.9% no pagaría 20,000 por un biodigestor de este tipo, mientras que un 48.1% si lo haría. De estos datos se categorizaron entre lo que pagarían el mínimo teniendo que un 85.7% de las personas no pagarían todo el precio y un 14.2% si lo realizarían.

De todos los encuestados se categorizaron en dos grandes grupos por el consumo de gas al día (para identificar la demanda y ahorro). Se calculó el promedio de uso de gas, debido a que el biodigestor genera 4 horas de gas al día se sugirieron la compra de biodigestores de acuerdo a su gasto. Finalmente en la tabla 3 se comparó con el gasto económico del gas LP (el más usado) y se calculó el retorno de inversión y ahorro a 15 años (tiempo de vida medio del biodigestor)

Tabla 3. Estimación de gasto y ahorro de gas utilizando biodigestor HomeBioGas

Categoría	Efectivo/ mes	Gasto de gas			
		Uso	BD	Retorno inversión	Ahorro 15 años
Empleados	\$304.36	4.5 horas	1	65.71 meses	\$34,784.80
Artesanos/ Restaurantes	\$2,175	10 horas	3	27.56 meses	\$331,500.00

A pesar, de costo inicial de inversión, para un uso de gas menor (4.5 horas) el retorno de inversión de los 20,000 pesos es de 5.4 años ahorrando un total de \$34,784 pesos mexicanos, mientras que para uso prolongados (10 horas) se sugiere la adquisición de 3 biodigestores y su retorno de inversión es de 2.3 años ahorrando un total de \$331,500 pesos mexicanos en 15 años. A pesar de estos datos favorecedores, la producción inicial del gas tarda cerca de 40 días, por lo que se requiere de un uso alternativo de gas para satisfacer la necesidad de su uso, además, cuando el biodigestor se empieza a quedar sin gas es necesario drenarlo y

volverlo a llenar para aumentar sus rendimientos, volviendo a tener un tiempo muerto de 40 años.

Se concluye una fabricación de otro tipo de biodigestor más barato, más accesible y pequeño, con dos cámaras de generación de gas evitando los tiempos muertos.

El diseño propuesto para la identificación de producción de gas con sustratos se presenta a continuación:

Tabla 4. Diseño de experimentos propuesto

Diseño de experimentos	
Tratamientos	3
Repeticiones	3
Análisis	ANOVA
Fermento	
Vacuno	100%
Equino	100%
Vacallo	50-50%

Sólo se solicitó el diseño de experimentos, sin embargo, como se mencionó en el apartado anterior, se realizó la experimentación con biodigestores prototipos de 20 L, sin embargo, la producción de gas le faltó 10 días para su análisis correcto.

Durante la visita al sitio (GIRA), se diagnosticó el estado del biodigestor (material, dureza, fugas), siendo positiva la exploración. Se vació el biodigestor que se encontraba en la parte poniente de la choza de pruebas térmicas con una bomba de agua de 750 HP (figura 6 derecha), y se reubicó. Se realizó un mapeo térmico (tabla 5 y figura 5) de acuerdo a ubicaciones y materiales que tienen.

Los lugares muestreados se presentan en la tabla 5:

Tabla 5. Mapeo de temperaturas en GIRA

Muestra	Temperatura	Descripción
1	32.2°	Tierra, pasto seco, Sol directo
2	41.5°C	Tierra, pasto húmedo y seco, Sol directo
3	39.0°C	Tierra, pasto húmedo y seco, sol directo
4	33.2 °C	Concreto Sol y sombra
5	40 °C	Tierra, pasto seco, sol directo
6	28.5°C	Tierra, sombra, espacio cerrado
7	29°C	Ladrillo, concreto, sol y sombra

8	42.5°C	Concreto, sol directo.
9	39.5°C	Plástico, cerrado, sol directo
10	42.5°C	Barro, sol directo



Figura 5. Mapeo térmico de GIRA

El material con mayor absorción térmica es el barro, sin embargo, no se tiene un lugar de barro, sino que sólo se utilizaba para construcción, un recubrimiento de barro o concreto pudiera almacenar bien el calor y su liberación prolongada durante la fase inicial oscura del día (del atardecer a media noche). Las ubicaciones correspondientes nos muestra una mayor temperatura en una plataforma de concreto que le da el sol directo ubicado cerca del comedor, sin embargo, el comedor está lejos de la choza de pruebas térmicas y se colocó en el segundo lugar, del lado oriente, donde el sol le da directamente desde el amanecer a las 4 p.m., se colocó una mezcla de arena con barro en la parte inferior, se niveló y se colocó una cama de concreto y encima se puso el biodigestor (Figura 6 izquierda).



Figura 6. Biodigestor HomeBioGas drenandose (derecha) y reubicado (izquierda)

3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

El RPAP tiene también como proósito 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

Al principio de este proyecto estuve muy emocionado por la participación en una comunidad rural con la necesidad de tecnología sustentable. Me permitiría aplicar mis conocimientos ingenieriles enfocados adecuadamente. Tenía muchas ganas de transformar, hacer y deshacer. Conforme me fui incorporando y fui conociendo la visión de Victor Berrueta, la emoción sólo aumentó más, sin embargo, ya la propuesta de proyectos no se debía completamente a mi autoría, sino que trabajaría en un proyecto designado, aunque las propuestas yo las iba a implementar y “mejorar”, tenía la idea más de demostrar de lo que soy capaz que en satisfacer la problemática de la empresa. Siempre con las ganas de trascender, ser mejor.

Me dí cuenta de los problemas que voy arrastrando en la vida al toparme con pared, al sentirme sólo, sin equipo, sin instrucción, sin apoyo. En este punto Victor sólo me daba largas, y largas. La emoción comenzó a disminuir y el proyecto dejó de ser estimulante, no me sentí en ningún punto requerido o útil. Entonces abandoné las esperanzas en el proyecto.

Conforme pasó el tiempo, empecé a sentirme más apoyado, más escuchado, a pesar de que las cosas seguían estancadas, tanto Yolo como Andrés me escucharon y a pesar de no escuchar lo que quería, tuve lo que necesitaba. Trabajar mi persona para poder ayudar a las demás personas fue uno de los aprendizajes más significativos que tuve en este PAP.

Al momento de involucrarme más en la empresa, con Victor, con las personas que colabora GIRA con la UNAM me dí cuenta del verdadero panorama del proyecto, solicitaban mi ayuda por mis saberes en biotecnología en un proyecto que estaba estancado y querían arrancar. Entendí que ayudo más participando en pequeñas colaboraciones, participaciones no amplias,

sino, más bien adecuadas y acertadas, añadir una gota puede generar un buen flujo. Entonces supe que era lo que tenía que hacer.

Uno de los aspectos a mejorar de mi persona debe ser la comunicación a distancia y la identificación de problemáticas aunque no esté en el sitio. Considerar más variables, más preguntas, más consideraciones.

Durante mi estancia en Patzcuaro y Morelia se fortalecieron los vínculos entre el post-doctor Emilio que imparte la clase de bioenergía y sus alumnas. El poder del dialogo, y la colaboración es muy grande, empatar con sus necesidades, retos, objetivos, anhelos, fue definitivamente lo que mejor hice en este proyecto.

3.2 Aprendizajes logrados

Durante mi estancia y elaboración del proyecto, se obtuvieron muchos aprendizajes, los cuales fueron:

Persona: Empecé a realizarme en el mundo real, empezar a dejar de subestimarme y sufrir por ello. Realmente no estoy solo, hay más personas con las que pudo empatizar, ser y existir de una muy buena manera. Aprendí que la trascendencia no implica necesariamente un proyecto extraordinario, sino una manera en la que los proyectos y las ideas puedan seguir generando impacto a lo largo del tiempo.

Profesional: Hablando de la profesión y la carrera (como trayectoria), me dí cuenta también de la realidad del mundo. No puedes ser un profesionista que trabaja sólo, la carrera requiere necesariamente de apoyo mutuo y colaboración. Trabajar con Emilio y Yenni, me permitió incorporar a mis saberes profesionales una gran cantidad de información que desoconocía completamente, y de no haber buscado esa información, tendría un saber más pequeño. Aprendí la importancia del esfuerzo, del tiempo, la colaboración y la responsabilidad. El potencial de colaboración a corto y mediano plazo es muy grande, los avances que ya se han generado antes con las estufas patzari y los talleres ambientales, tienen impactos muy positivos en la comunidad.

El desarrollo de este tipo de tecnologías permitirá cumplir con la visión de GIRA, fomentando el dialogo, comunidad y la vinculación entre diferentes instituciones y saberes.

Social: las relaciones entre las personas son fundamentales para una comunidad sana, prospera y que el progreso se pueda dar positivamente a favor de la ecología (entiéndase como la relación de todos los habitantes de una comunidad). El intercambio de servicios, productos, y escuchar a los pobladores (a través de las encuestas), permiten una mejor organización, al saber cuales son las necesidades se permite replantear el proyecto para que todos obtengan un beneficio de él, tomando más variables, más consideraciones como puede ser el espacio, el terrible manejo de residuos, la inflación, las condiciones económicas de las personas y cómo podemos ayudarlas ahorrar e invertir en mejores equipos.. El dialogo permite una sana convivencia. El estar plenamente involucrado en el mecanismo con el que opera una sociedad es fundamental para su mismo desarrollo, no estar tan o nada involucrado, si trae consigo severas consecuencias.

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

El PAP, es el proyecto de finalización y la prueba tangente del trabajo realizado como futuro ingeniero. Durante la elaboración de un proyecto puedes observar como es el mundo realmente, o al menos una parte de él. En la elaboración y ejecución del proyecto se pueden destacar varias perspectivas y competencias iniciales, y se pueden comparar con las competencias al finalizar un proyecto de esta magnitud (tabla 6).

Tabla 6. Inventario de competencias iniciales/finales

	Competencia	Evidencia	Relevancia/Fortaleza
Conoci	Microbiología	Crecimiento de microorganismos	Condiciones de operación de biodigestores

	Biorreactores	Clase de biorreactores	Tamaño de reactor, volúmenes de operación
	Ingeniería en bioproyectos	Proyecto de la carrera	Optimizar, mejorar, diseñar, prototipar
	Cálculos	Varias asignaturas de la carrera	Leer gráficas, predecir comportamientos, modelar matemáticamente
	Gestión de proyectos	Participación en colectivos	Cronogramas, vinculación, planeación, ejecución de proyectos
	Simulación de bioprocesos	Proyecto de asignatura	Diagrama de flujo, cuellos de botella.
	Modelo de negocios	Proyecto de innovación y emprendimiento	Estimar viabilidad de un producto en el mercado
	Modelo de negocios	Investigación explotatoria de mercado	Sondear realmente el alcance de un proyecto
	Precios reales de productos	Compra de partes para el biodigestor	Da un mejor estimado de costos.
	Conocimientos teóricos de biodigestores	Excel con predicciones de generación de gas	Poder predecir y estimar flujos
Habilidades	Investigación	Elaboración de múltiples proyectos	Revisión en literatura de hallazgos previamente reportados.
	Trabajo en equipo	Laboratorios, proyectos, trabajos.	Permite un trabajo más robusto
	Vinculación	Trabajos en colectivos, empleos.	Establece un canal sólido de información y motivación

	Oratoria y escritura	Clases, presentaciones, exhibiciones	Dar a entender el mensaje adecuado al público apropiado.
	Manejo de herramientas	Perforaciones con taladro, mediciones, lijas, unir, sellar, etc.	Poder llevar a la práctica los conocimientos teóricos con ingenio
	Constancia	Elaboración final del proyecto	Terminar un proyecto con buenos resultados.
	Adaptación	Aceptar las condiciones de trabajar en el proyecto	Realizar un proyecto con buena imagen .
Actitudes	Optimismo	Estar atento al proyecto	Juzgar las cosas por su aspecto más favorable
	Pro-activo	Tomar iniciativa de iniciar el proyecto	Dar a conocer una buena imagen y motivación de seguir
	Capacidad de resolución de problemas	Resolver problemas en proyectos, tareas, y vida personal	Solucionar creativamente
	Responsabilidad	Afrontación de mis consecuencias	Establecer buenas relaciones
	Escuchar	Al interior y al exterior	Saber cual es el contexto y como puedo actuar de la mejor manera
	Paciencia	Esperar el mejor momento para actuar	No actuar sin saber lo suficientes pueden traer luz

Competencias potenciadas: fue definitivamente mi capacidad de vinculación y de trabajar en equipo. Este proyecto no pudo haber sido realizado de esta manera sin la colaboración de muchas personas que estuvieron interesadas, y atentas tanto en mi persona como en el proyecto. Colaborar de manera social, empática, teórica trae consigo resultados positivos, aunque no imaginados. Dentro de las competencias potencializadas fueron administración de

tiempo, capacidad de vinculación, trabajar con herramientas, calcular con datos experimentales reales (fuera de laboratorio), capacidad de análisis de datos.

Fortalezas: Trabajo constante, prolongado y enfocado cuando se trabaja en equipo. Destreza al operar herramientas de trabajo duro. Mejorar precios.

Debilidades: Pérdida de concentración, enfoque y motivo con la autogestión. Me hace falta más organización. Falta de visión al realizar estudios de mercado. Organización con la entrega de documentos a tiempo.

Talentos: Creatividad, vinculación, imaginación. La resolución de problemas es un talento que he estado adquiriendo a lo largo de mi carrera universitaria, poder presentar soluciones y no problemas.

3.4 Dimensión persona

Durante el desarrollo de este proyecto me sentí en contacto con la realidad que me rodea y sobre todo la que existe afuera del aula, afuera de la institución y también la realidad que hay dentro de mí.

A lo largo del semestre, hemos trabajado con Andrés de manera colaborativa, estuvimos escuchándonos, mirándonos a los ojos, preguntándonos quienes somos, a donde queremos ir, que nos hace falta para conseguir aquello que anhelamos. La escucha de la demás personas nos dio aliento, consuelo, incluso una entrada a la nueva realidad que estamos por experimentar en la vida laboral. Reflexionar sobre nosotros mismos y los que nos rodean nos puede traer mucha claridad.

El trabajo que realicé con Andrés fue de los más importantes para la realización de este proyecto y la realización como persona. Darse cuenta de las cosas que vamos arrastrando, de los matices con los que percivimos la vida, de la importancia de observarnos, de ver quienes fuimos, quienes somos, que queremos llegar a ser, sin obsesionarse con eso. De las cosas más importantes fue a apreciar la vida, permitirme vivir, permitirme ser, dejar de categorizarme y ser quien yo quiero ser y no quien los demás quieren que yo sea. La culpa y sufrimiento hacia mi persona es otro obstáculo más que no me permitía ser y vincularme adecuadamente con las otras personas y trabajos.

De las cosas más significativas con Andrés fue, el recorrido de la vida. Entramos al campus y me llevó y dirigió desde el primer recuerdo, hasta la vida actual, cuestionar como llegué tan lejos, permite saber donde estoy parado, desde cuando estoy parado (o no lo estoy), que tengo enfrente de mí, que puedo hacer con mi presente, que puede (o no) deparar el futuro y cual es su relevancia con mi persona actual.