

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Centro Interdisciplinario para la Formación y Vinculación Social

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Programa de Desarrollo Local y Fortalecimiento del Tejido Social



2E05 San Pedro de Valencia: renovación urbana, saneamiento ambiental y emprendimientos turísticos

Gestión de residuos orgánicos en San Isidro Mazatepec, Tala.

PRESENTAN

Lic. en Ingeniería Industrial. Marco Antonio Guzmán Munguía

Lic. En Ingeniería Química. Cristóbal Rodríguez Villava

Profesores PAP: Andrés Zuloaga Cano, Héctor Morales Gil de la Torre, Andrea Carolina Levario Achondo, Jesica Nalleli de la Torre

Tlaquepaque, Jalisco, Julio de 2018.

Tabla de contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	2
Resumen	2
Abstract.....	2
1. Introducción	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Identificación del problema	4
1.3 Objetivo.....	5
1.4 Justificación	5
2. Desarrollo	6
2.1 Marco teórico	6
2.2 Descripción del proyecto.....	7
2.3 Plan de trabajo.....	9
2.4 Desarrollo del proyecto	9
2.5 Productos, resultados e impactos	12
3. Conclusiones	13
3.1 Aprendizajes individuales.....	13
3.2 Conclusiones	16
Referencias	17
Anexos.....	19

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional son una modalidad educativa del ITESO en la que los estudiantes aplican sus saberes y competencias socio-profesionales a través del desarrollo de un proyecto en un escenario real para plantear soluciones o resolver problemas del entorno. Se orientan a formar para la vida, a los estudiantes, en el ejercicio de una profesión socialmente pertinente.

A través del PAP los alumnos acreditan el servicio social, y la opción terminal, en tanto sus actividades contribuyan de manera significativa al escenario en el que se desarrolla el proyecto, y sus aprendizajes, reflexiones y aportes sean documentados en un reporte como el presente.

Resumen

En respuesta a las problemáticas de gestión de residuos sólidos urbanos en San Isidro Mazatepec, se diseñó y construyó un sistema de dos biodigestores aeróbicos por lotes, para producir composta a partir de residuos orgánicos. Cada uno de los reactores tiene capacidad para 50 kg de residuos por lote, aproximadamente, resultando en una capacidad combinada de 3.6 toneladas anuales. Esto produciría aproximadamente 2.88 toneladas de composta.

Abstract

Responding to the problems regarding solid waste management in San Isidro Mazatepec, a system consisting of two aerobic biodigesters was designed and built, with the goal of producing compost from organic waste. Each of the digesters has an approximate capacity of 50 kg per batch, resulting in a combined capacity of about 3.6 metric tons per year. This would yield about 2.88 metric tons of compost yearly.

1. Introducción

1.1 Antecedentes

El Proyecto de Aplicación Profesional titulado *San Pedro de Valencia: renovación urbana, saneamiento ambiental y emprendimientos turísticos*, nació a partir de una vinculación entre el ITESO y la comunidad de San Pedro de Valencia para lidiar con un problema ambiental que se tuvo en la presa de Valencia. A partir de este proyecto, se ha trabajado con el Colectivo Cultural Mazatepec para buscar mejorar la calidad de vida de la población en el área mediante atención a problemáticas específicas, lo que ha dado inicio a otros proyectos. Si bien el nombre del PAP habla de San Pedro, hoy en día se tienen líneas de trabajo en diferentes localidades del Valle de Mazatepec, incluyendo la comunidad de San Isidro Mazatepec.

Una de las problemáticas que se han discutido con el Colectivo Cultural, es la gestión de basura en el valle. El manejo de residuos sólidos es una problemática que se lleva abordando durante algunos periodos en el marco del presente PAP, debido a que se tiene una atención deficiente en este tema por parte del gobierno municipal. San Isidro Mazatepec se encuentra en los límites del municipio de Tala, y el vertedero municipal está a 28.1 km del centro de la localidad, como lo indican Nuztas y cols. (2017) en su trabajo PAP. Debido a esta distancia, entre otros factores, el servicio de recolección de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) es poco frecuente, lo que produce una acumulación de basura en las calles. Esto genera potenciales amenazas a la salud, malos olores, y perjudica la estética de la comunidad. A partir de esta información, en periodo de Primavera del presente año se trabajó en materia de reciclaje a través de la activación de campañas de concientización con diversos grupos de alumnos y maestros de la preparatoria UDG, modulo San Isidro, donde comenzó un fuerte movimiento de valorización de residuos, a través de la gestión y el desarrollo del proyecto de Van Dick (2018) y sus compañeros de equipo.

Los autores del trabajo citado arriba realizaron un diagnóstico de la generación de desechos en la comunidad, donde determinaron un promedio de 0.45kg/hab-día. De estos desechos, una proporción significativa era de residuos reciclables, y un 77% era materia orgánica (Nuztas y cols., 2017). Se tomó la decisión de lanzar una línea de trabajo en materia de reciclaje, para lo cual se hizo una concientización comunitaria y una planeación por Van Dick y cols. en este mismo PAP, en primavera 2018.

A la par del proyecto de reciclaje mencionado, se decidió lanzar una línea de trabajo enfocada en los residuos orgánicos, ya que ellos representan la mayor proporción de los desechos. De esta manera, se puede buscar una solución integral al manejo de RSU tanto orgánicos como inorgánicos, produciendo menor acumulación en las calles del pueblo, y menos materia llevada al vertedero.

El presente documento detalla el seguimiento realizado al proyecto de residuos en una nueva línea de trabajo: Aprovechamiento de residuos orgánicos, durante el periodo de verano 2018. Se propone el compostaje como una alternativa viable para manejarlos de manera sustentable, y generar un producto de valor.

1.2 Identificación del problema

El problema del que partimos es la falta de un manejo adecuado de los RSU, enfocado para nuestro caso en la comunidad de San Isidro Mazatepec. Debido a la baja frecuencia de recolección por parte del municipio, se pueden observar en el pueblo muchos lugares donde hay bolsas de basura acumuladas en esquinas de calles y camellones de avenidas. Primeramente, esto es un riesgo por ser un posible foco de infecciones; pero también es algo que disminuye la calidad de vida de los pobladores en el día a día.

Además, una vez que esta basura es finalmente recolectada, se destina al vertedero municipal de Tala. Este es un vertedero a cielo abierto, que no cuenta con geomembrana para evitar la filtración de lixiviados al subsuelo, ni con sistema de

aprovechamiento de biogás. Este biogás que se emite directamente al ambiente contiene gases de efecto invernadero y sustancias nocivas para la salud.

Entre las bolsas de basura que se encuentran en el pueblo, la basura orgánica es una de las cosas que contribuyen en mayor medida a los malos olores, y pueden atraer roedores u otros animales. Como se mencionó arriba, se identificó que los RSU de la zona se componen en gran medida de residuos orgánicos. Específicamente, se encontró un 67% de residuos alimenticios, y 10% de residuos de jardinería (Nuztas y cols., 2017), ambos con el potencial de convertirse en composta.

Por ello, se decidió hacer un prototipo de un biodigestor aeróbico para producir composta a partir de residuos orgánicos. Con este método, además de dar una solución viable a la acumulación de basura orgánica, se produce un producto de valor, que puede ser usado en cultivos o jardines de la comunidad. A partir de este periodo, se comenzó a acondicionar el centro de acopio de residuos, mismo lugar donde se pretenden instalar los biorreactores para comenzar esta producción.

1.3 Objetivo

Diseñar y construir un biodigestor aeróbico a escala piloto con capacidad para 50kg de residuos por lote, funcional, y que se pueda replicar o escalar en un futuro; y ponerlo en uso en San Isidro Mazatepec.

1.4 Justificación

El biodigestor que se construya podrá demostrar a la comunidad el valor del compostaje, como una alternativa sostenible de manejo de RSU orgánicos. Éste fungirá como prototipo, buscando despertar el interés de la comunidad en este tipo de tecnologías. En un futuro, podrá hacerse un escalamiento de este modelo para tener una mayor capacidad y darle servicio a toda la comunidad.

2. Desarrollo

2.1 Marco teórico

Se optó por proponer como solución a la problemática de RSU orgánicos a través de la implementación de la tecnología *In Vessel Composting* (IVC), en español, compostaje en recipiente cerrado. Esto es porque este tipo de compostaje ofrece las ventajas de menor tiempo de maduración y menor liberación de olores respecto de la alternativa tradicional, el compostaje abierto, además de tener un manejo más fácil y un mejor control de temperatura (Symes, 2011).

El compostaje en recipiente cerrado consiste en una digestión aeróbica de la materia orgánica por microorganismos presentes en la misma, dentro de un recipiente cerrado con control y monitoreo de la temperatura (Zero Waste Scotland, 2018). Éste se realiza en dos etapas, una maduración inicial en el recipiente de 7 a 14 días, seguida de un periodo de inactivación de la actividad bacteriana o estabilización, que se puede realizar fuera del recipiente. Decidimos utilizar una variante de tambor rotatorio, por razones de facilidad de construcción, manejo, y facilidad de operación. Además, este diseño permite implementar la automatización del proceso, minimizando la labor humana requerida en el proceso.

El tambor rotatorio consiste en un cilindro horizontal que rota sobre su eje axial, produciendo un movimiento de las partículas en su interior. Se añaden paletas o agitares internos para asegurarse que la materia se agite en lugar de sólo deslizarse por la pared. De esta manera, se logra que la distribución de oxígeno y la temperatura sean uniformes en todo el reactor, logrando una maduración más rápida de la composta.

En cuestión de temperatura, el reactor alcanza temperaturas de 60 a 65°C, lo que permite una maduración acelerada, y la desactivación de algunos patógenos y semillas de malas hierbas (Grünekle, 1998). Sin embargo, si se alcanzan temperaturas arriba de 70°C, se producen reacciones químicas indeseables; la agitación de las partículas previene la formación de puntos calientes en el sustrato.

Es por esto que es importante el monitoreo constante de la temperatura en el recipiente.

Por otro lado, tenemos otro factor de gran importancia que es la humedad. Para que la maduración se realice de manera correcta, es importante que la humedad no sea menor de 30%. En el caso de exceso de humedad, se pueden producir lixiviados, muy cargados de actividad microbiana, que dificultan el manejo del reactor. Debido a los climas cálidos de nuestro país, se tenderá a perder humedad rápidamente, pero realizar el compostaje en recipiente cerrado ayuda a contrarrestar este efecto. Se busca, entonces, alimentar el sustrato con alrededor de 60% de humedad, para lograr un producto de cerca de 40% de humedad.

Entonces, si se cumplen las condiciones mencionadas, se puede tener una maduración inicial de entre 7 y 14 días (Grünekle, 1998) dentro del recipiente. Una vez transcurrido este tiempo, se puede sacar la composta semi-madurada para dejar que tenga un tiempo de estabilización de otros 10 días, teniendo el producto listo.

Otro factor importante que se tiene que considerar es la relación Carbono-Nitrógeno o C:N. Se considera una proporción adecuada un 30:1 (Cornell Waste Management Institute, 1996), que se puede lograr combinando residuos alimenticios ricos en nitrógeno con residuos ricos en carbono como hojas secas o aserrín. Debido al clima cálido, resulta conveniente agregar materia inerte, por ejemplo, tierra, a la mezcla para controlar el aumento de temperatura y disminuir la humedad.

2.2 Descripción del proyecto

Se planeo y ejecutó la construcción de 2 biorreactores de compostaje cerrado automatizados, para ello fue necesario informarnos e investigar sobre el funcionamiento de la tecnología, identificar y cotizar materiales, solicitar aprobación de fondos y creación e instalación de la maquinaria. Usando recipientes de 220L, se realizaron 2 biorreactores de tambor giratorio para que operen por lotes, montados sobre bases de acero soldadas. Se realizó el diseño y la construcción de estos dos reactores, incluyendo un monitoreo electrónico de la temperatura y

humedad con una tarjeta Arduino y un display digital. Se eligió hacer los dos reactores en lugar de uno, ya que se operan por lotes. El tener dos unidades paralelas permite aumentar la capacidad y la frecuencia de carga y descarga, o de lo contrario llenar uno gradualmente mientras el otro opera.

Inicialmente, después de validar la propuesta de proyecto con los miembros del Colectivo Cultural Mazatepec, se procedió a trabajar en el diseño. Se buscó tener un diseño lo mas simple posible para no dificultar su fabricación, y reducir en la medida de lo posible los costos de materiales.

Una vez teniendo el diseño listo, se procedió a fabricar los módulos, con la ayuda de un herrero, haciendo uso del presupuesto asignado al PAP.

El criterio de éxito para el proyecto era llegar a un biorreactor funcional, y prepararlo para que pueda ser automatizado en un futuro, haciendo girar los tanques con un motor, y donde el control del proceso se haga con la retroalimentación de las mediciones de temperatura.

2.3 Plan de trabajo

Con el fin de lograr los objetivos del trabajo, se propusieron actividades a realizar en el periodo escolar del PAP, siguiendo el cronograma que se muestra a continuación.

Actividades	Mayo		Junio				Julio	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
	21 a 25	28 a 1	4 a 8	11 a 15	18 a 22	25 a 29	2 a 6	9 a 13
Presentación inicial del PAP y propuesta de proyectos								
Propuesta del proyecto de compostaje a Colectivo Mazatepec								
Investigación documental								
Limpieza de la bodega donde se sitúa el centro de acopio de residuos								
Diseño y cotización de biorreactores								
Fabricación y ensamble de biorreactores								
Programación de centro de control y sensores de temperatura y humedad								
Entrega y ensamblaje final								
Instalación de biorreactores en centro de acopio								
Elaboración de RPAP y presentación								

2.4 Desarrollo del proyecto

Propuesta de proyecto: Se trabajó con el Colectivo Cultural Mazatepec, en especial con Joaquín, para definir las especificidades del proyecto y consultar con ellos la viabilidad y el interés en el proyecto. Al tener la reunión inicial, se tuvo una respuesta positiva por parte de ellos, por lo que seguimos adelante con el desarrollo del proyecto.

Limpieza de la bodega: A la par, se trabajó con el equipo encargado de los residuos inorgánicos, ya que ambos trabajamos en el mismo tema en general. La familia de Joaquín prestó una bodega que solía ser una carpintería para poner el centro de

acopio de RSU, sin embargo, fue necesario acondicionar el lugar para las necesidades del proyecto. Por eso, se tuvieron varias sesiones en las cuales nos dedicamos a limpiar la bodega, sacar parte del contenido que ya no servía, reacomodar el resto, entre otras cosas, para lograr tener el espacio libre.

Investigación documental: A la par de esta limpieza, se comenzó a trabajar en la investigación documental acerca del compostaje en recipientes cerrados (IVC) que darían el marco teórico del presente documento, y poder trabajar en el diseño de los reactores. Se hizo una primera propuesta de diseño, la cual fue cotizada con los proveedores de materiales, y se envió la cotización para aprobación por parte del coordinador PAP.

Diseño y cotización: Se decidió tambos de 220L comerciales como cuerpo de los reactores, debido a que es un material fácilmente disponible, y tiene un volumen adecuado para nuestras necesidades. Se usaron tambos de plástico de grado alimenticio para evitar contaminación por sustancias externas, y para evitar la posible corrosión de los tambos metálicos con la humedad y CO₂ del proceso.

A continuación, se muestra este diseño inicial. En líneas punteadas, se muestran los cilindros rotatorios, mientras que en línea continua se representa la base o armazón.

Figura 1. Diseño de reactores, vista de planta.

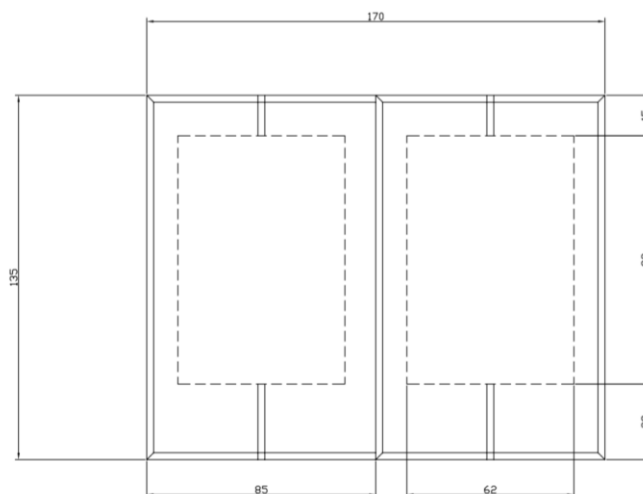
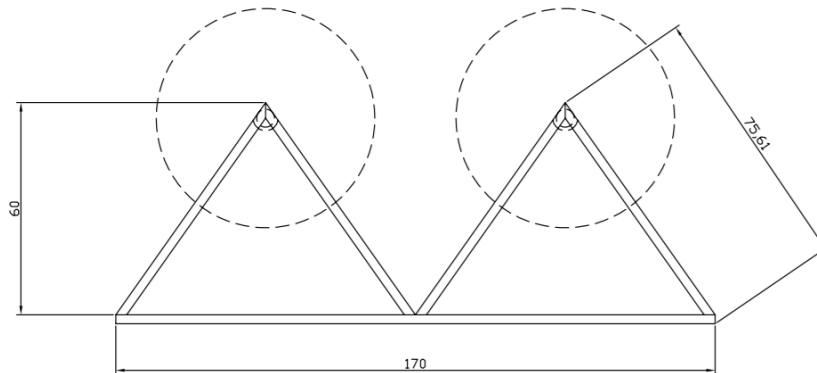


Figura 2. Diseño de reactores, sección frontal.



Estos tanques contarían con perforaciones en la pared del cilindro para permitir el flujo de aire, y una compuerta lateral para carga y descarga.

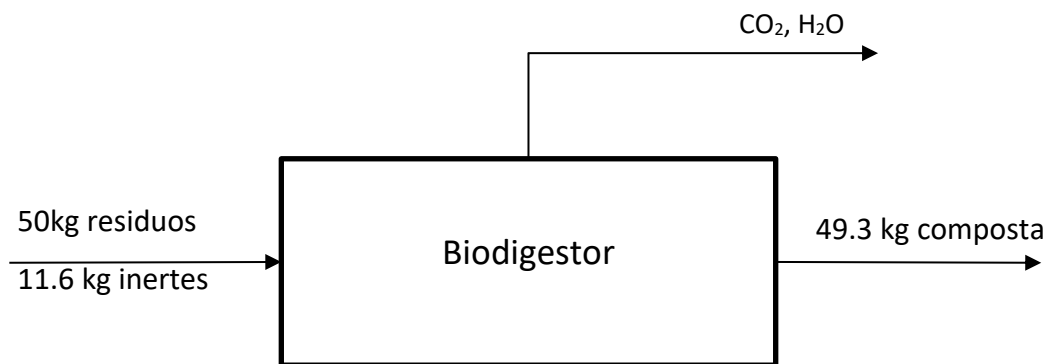
Fabricación y ensamble: Al trabajar en conjunto con los herreros, se hicieron modificaciones en el diseño original en cuanto a la forma de soporte, sin embargo, las dimensiones se mantuvieron. Se llegó al producto final, mostrado a continuación.

Figura 3. Biodigestor armado



Los reactores se operan llenos hasta el 70% de su volumen, con el fin de permitir la ventilación y el movimiento con la agitación. Así, los tanques alojan 154L de sustrato. Suponiendo una densidad de 400kg/m^3 (FAO, 2013), cada tanque procesa 61.6 kg de sustrato por lote. Si consideramos un 20% de inertes añadidos, que puede ser tierra o composta madura, se podrían procesar 50kg de residuos por tanque por ciclo. Suponiendo 10 días por ciclo en promedio, cada reactor podría hacer 36 ciclos en el año, por lo que entre ambos tendrían una capacidad de 3.6 toneladas de residuos al año.

Considerando una pérdida de masa de 20% en la maduración, debido al agua y CO_2 transmitidos al ambiente, se producirían 2.88 toneladas de composta cada año. Estas cantidades suponen que se operan ambos reactores de manera simultánea.



Programación: En cuanto al centro de control, se programó para poder tomar las lecturas en intervalos de 5 segundos, dando una respuesta rápida al usuario de los biodigestores acerca de las condiciones en su interior. Se hizo la programación en una tarjeta Arduino Uno, acoplándole sensores de humedad y temperatura, así como un display digital para poder ver las lecturas.

2.5 Productos, resultados e impactos

Por un lado, el principal producto logrado es el sistema de biodigestores armado, listo para operar. La capacidad de cada uno es de aproximadamente 50kg de residuos con lote, lo que en una operación constante nos daría una capacidad de 3.6 toneladas de residuos al año, entre ambas unidades.

Los biodigestores se operan actualmente de manera manual, con una manivela metálica. Sin embargo, están diseñados para que se pueda adaptar en un futuro un motor que provea el giro de los tanques, cuya operación esté automatizada a través del mismo centro de control donde se toman las lecturas de temperatura y humedad. Esto es a lo que debe llegar el prototipo, ya que automatizando el proceso se puede asegurar el uso correcto de las unidades con un trabajo manual mínimo. Además, operando automáticamente es como se puede lograr una maduración más rápida y correcta, menos emisión de olores, y un producto de calidad consistente. Esto queda entre el trabajo por hacer en el marco del PAP, en conjunto con el Colectivo Cultural Mazatepec.

Un impacto intangible que tiene este proyecto es que podemos demostrar que con soluciones tecnológicas se puede hacer una mejor disposición de los RSU, en conjunto con sistemas de recolección y reciclaje. La comunidad puede darse cuenta de que tiene la capacidad de gestionar de manera autónoma la disposición de gran parte sus desechos de una forma que es redituable en lugar de tener costo, obteniendo fondos que se pueden reinvertir en proyectos comunitarios. Además, con este tipo de iniciativas se puede disminuir el impacto ambiental de los pobladores de la zona, reduciendo la cantidad de desechos que se envían al vertedero, y produciendo una composta que se puede usar en cultivos y áreas verdes.

3. Conclusiones

3.1 *Aprendizajes individuales*

Marco Antonio Guzmán

Aprendizajes profesionales: Para llevar a cabo el prototipo se emplearon diferentes recursos vistos durante la carrera en la que actualmente me encuentro, haciendo énfasis en la automatización y control por segmento. El diseño y dibujo por computadora fue un factor importante debido a que se realizó un diseño del prototipo en SolidWorks y Autocad para tener mayor control del resultado y además fuera replicable a una escala mayor o menor. Muchos de los conocimientos aprendidos

en la carrera fueron empleados para obtener el mejor resultado siempre asesorados por el Coordinador.

Aprendizajes sociales: Creo que la comunidad en la que se trabajó es una comunidad con muchas oportunidades, por así decirlo, de aplicar soluciones o alternativas para resolver los problemas sociales, ecológicos, viales y ambientales de esta zona siempre con la finalidad de un bien común. Me voy con la experiencia de trabajar en conjunto para obtener resultados y hacer mucho énfasis en transmitir el conocimiento que se gana en el aula aplicándolo en una comunidad para encaminar la solución a los problemas que la aquejan, el servir en este PAP me reconforta mucho ya que veo aplicados mis conocimientos en una parte de la sociedad muy vulnerable y poco apoyada por otros proyectos. El hecho de que los resultados generados faciliten la vida a las personas de esa comunidad hace un gran logro en mi etapa profesional.

Aprendizajes éticos: Llevar al campo los saberes profesionales a esta comunidad me enseñó que en equipo se pueden generar grandes cambios, la satisfacción de generar un bien común y poder ayudar a las demás personas fue algo muy reconfortante siempre respetando las ideas y tradiciones de las personas. Generar conciencia en las demás personas y contagiarte de la participación por el bien común me han formado más como un ciudadano incluyente, veo más así otros horizontes visualizando las necesidades de las personas y encontrando mi lugar para poder hacer parte de un cambio positivo.

Aprendizajes personales: Este PAP fue muy reconfortante ya que pude ver aplicados mis conocimientos de diversas ramas aplicados en un proyecto, rescatando actividades profesionales que puse en práctica así como la colaboración con mis compañeros para llevar el paso dentro de las acciones que formaron el proyecto. Me quedo con los saberes profesionales aplicados que más adelante me ayudarán a resolver problemas laborales y el trabajo en equipo que es fundamental en cualquier área de trabajo. Organización y contundencia fueron factores fundamentales para que el acuerdo entre los protagonistas fuera cumplido, muy

satisfecho al encontrar mi lugar en el proyecto y ser parte de un proyecto con una visión común con la satisfacción de estar ayudando a una comunidad vulnerable y aquejada por problemas de diferente índole, el cambio se refleja en el éxito obtenido.

Cristóbal Rodríguez

Aprendizajes profesionales: En el transcurso de este proyecto, tuve oportunidad de poner en práctica algunos de los principios que he aprendido en la carrera sobre cómo se deben de diseñar los procesos de transformación, cálculo de capacidades y condiciones de operación. Antes de llegar al PAP, no tenía conocimientos sobre manejo de residuos ni sobre compostaje, sobre lo cual aprendí mucho en el transcurso de la investigación y el desarrollo. Además, debido a la experiencia de nuestro profesor PAP trabajando con compostaje cerrado, pude tener un mejor entendimiento de esta tecnología y sus aplicaciones.

Por otro lado, me llevo aprendizajes sobre la administración de proyectos, y en la importancia de la planeación. Me pude dar cuenta que al desarrollar proyectos de todo tipo suele ser más complicada la logística y gestión de ciertas actividades externas que la realización misma de los productos. Esto es un aprendizaje que podré sin duda aplicar en futuros proyectos.

Aprendizajes sociales: Me parece que los proyectos que se desarrollan en este PAP tienen el potencial de continuar en el futuro y lograr una incidencia real en la calidad de vida del valle de Mazatepec. A través del trabajo realizado, pude darme cuenta de cómo es muy importante el enfoque de asesoría que se le hace a quienes buscan ser agentes de cambio en su comunidad, en este caso el Colectivo Cultural Mazatepec.

Me llevo como aprendizaje que el primer requisito para cambiar las cosas en una comunidad es que sea alguien de ahí mismo quien quiera promover el cambio, de lo contrario es muy difícil. Es importante tener dar un enfoque de emprendimiento

social, y buscar trabajar en conjunto con los habitantes en las problemáticas que ellos consideran más apremiantes.

Aprendizajes éticos: Me llamó mucho la atención cómo las industrias de la zona pueden tener mucho impacto en la vida de toda la región. El caso particular del derrame de melaza por parte de una empresa que causó el ecocidio en la presa de Valencia es un ejemplo claro de las consecuencias que pueden tener nuestras acciones. Esto es algo que tengo que tener en cuenta, ya que como ingeniero químico es probable que esté eventualmente trabajando en una industria con el potencial de causar grandes impactos. Hay que recordar que la meta original de la ingeniería es resolver problemas y satisfacer necesidades, mejorando la calidad de vida de las personas. Es importante ser congruentes con esto en la vida profesional, aunque las circunstancias nos empujen a lo contrario.

Aprendizajes personales: En lo personal, me gustó la manera en que se pueden vincular personas de contextos y profesiones completamente diferentes en proyectos comunes, esto lo vi mucho en las reuniones de todos los alumnos PAP. Me pude dar cuenta de cómo mediante esta interacción y convivencia, se pueden encontrar muchos puntos en común, aún trabajando en diferentes proyectos. Estos proyectos al final apuntan hacia la misma meta, y se entrelazan de muchas maneras.

3.2 Conclusiones

Desde la perspectiva de estudiantes, podemos notar como en el transcurso de los proyectos se llega a iniciativas y productos que pueden tener un impacto positivo real en las comunidades del valle de Mazatepec. Esto vuelve a la universidad más congruente con los aspectos de Responsabilidad Social Universitaria que promueve, y es una manera de aportar un servicio comunitario desde la formación profesional de cada estudiante, con el asesoramiento de los profesores a cargo.

La clave para el buen funcionamiento, sin duda, es el carácter de asesoría y acompañamiento a los miembros activos de la comunidad, en especial al Colectivo Cultural Mazatepec. El hecho de que se trabajen las problemáticas que ellos

plantean, y que sean ellos quienes gestionen y pongan en práctica los proyectos es lo que le da al PAP el potencial de participar en un cambio real y duradero.

Respecto del manejo de residuos en específico, la iniciativa que tienen en San Isidro Mazatepec de tener una gestión razonada y sostenible de sus desechos es algo ejemplar, y este ejemplo debería de ser seguido por otras poblaciones, incluso en la ZMG. La manera en que estamos llenando nuestros vertederos es inaceptable, y conlleva problemas ambientales a futuro. Además, gran parte de los residuos ahí vertidos pueden ser valorizados y reintegrarse a la economía mediante reciclaje, compostaje, producción de biogás, etc. Cabe preguntarse, entonces, si no es absurdo que sólo estemos acumulando basura en vertederos alrededor de nuestras ciudades. La reflexión queda abierta, y es claro que hay mucho trabajo por hacer, es la sociedad civil quien debe impulsarlo y exigir a los gobiernos soluciones adecuadas.

Referencias

- Cornell Waste Management Institute. (1996). *The Science and Engineering of Composting*. Obtenido de Cornell Composting: <http://compost.css.cornell.edu/science.html>
- FAO. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. Recuperado el junio de 2018, de fao.org: <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Grünekle, E. (1998). *Comparing Open versus In-Vessel Composting*. Recuperado el junio de 2018, de Columbia Engineering: <http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/sofos/nawtec/anacon98/anacon98-04.pdf>
- Nuztas, C., Echávarri, A., Patricia, L., & Santana, E. (2017). Diagnóstico de Residuos Sólidos domiciliarios en San Isidro Mazatepec. Tlaquepaque, Jalisco, México: ITESO.
- Symes, S. (2011). *Advantages and Disadvantages of In-vessel Composting Food Waste*. Recuperado el junio de 2018, de Waste Technologies: <http://waste->

technologies.co.uk/advantages-and-disadvantages-of-in-vessel-composting-food-waste.php

Van Dick, A., Santana, E., & Ocegüera, J. (2018). Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en San Isidro Mazatepec, Tala. Tlaquepaque, Jalisco, México: ITESO.

Zero Waste Scotland. (2018). *What is in-vessel composting?* Recuperado el junio de 2018, de Zero Waste Scotland: <https://www.zerowastescotland.org.uk/organics-composting>

Anexos: Fotografías del proceso

Fabricación de bases en el taller de herrería



Componentes electrónicos para mediciones



Perforación de orificios de ventilación



Centro de control



Biodigestores montados en bases

