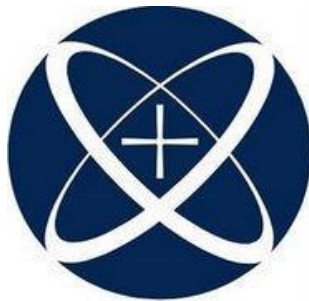


INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE
Centro Interdisciplinario para la Formación y Vinculación Social

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Programa de Desarrollo Local y Fortalecimiento del Tejido Social



ITESO

Universidad Jesuita
de Guadalajara

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

Gestión de residuos orgánicos en San Isidro Mazatepec, Tala.

PRESENTA

Lic. en Ingeniería Industrial.

Marco Antonio Guzmán Munguía

Profesor PAP: Andrés Zuloaga Cano

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. 1.1 Antecedentes	3
2. 1.2 Identificación del problema	4
3. 1.3 Objetivo	5
4. 1.4 Justificación	5
Desarrollo	5
1. 2.1 Marco teórico	5
2. 2.2 Descripción del proyecto.....	7
3. 2.3 Plan de trabajo	8
4. 2.4 Desarrollo del proyecto	8
5. 2.5 Productos, resultados e impactos	11
Conclusiones	12
1. 3.1 Aprendizajes individuales.....	12
2. 3.2 Conclusiones	12
2.	
3.	
Referencias	13
Anexos.....	14

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 lugares 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.

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

3

2018. En el presente periodo (Otoño 2018), se está materializando este proyecto de reciclaje.

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, y el trabajo realizado en torno a él, se enfoca específicamente en el manejo de residuos orgánicos, explorando el compostaje como una alternativa viable para manejarlos de manera sustentable, y generar un producto de valor el cual por medio de sistemas electrónicos permita la facilitación y automatización del proceso dando como resultado un dispositivo capaz de leer y mostrar la temperatura y la humedad dentro de los cilindros rotatorios y moverlo de manera circular de manera automática por medio de un motor con un reductor.

Dicho dispositivo encargado de la automatización tiene como objetivo adentrar a las personas en una cultura de manejo de residuos de manera que puedan crear y reutilizar sus residuos orgánicos.

1.2 Identificación del problema

EL vertedero de la zona cuenta con cantidades toxicas de de contaminación lo cual representa un riesgo en la zona tanto para el ecosistemas como las comunidades aledañas a la zona, se identificaron distintos factores de focos de infección donde se tira el desperdicio orgánico de los diferentes desechos de la ciudad.

Las personas de la zona no cuentan con la información necesaria para tener un buen manejo de sus residuos desconocen los procesos y procedimientos que se pueden llevar a cabo para la transformación de las misma por lo tanto la mayoría es ajeno a dichas prácticas. Lo cual lo hace muy importante

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. Estas bolsas generan malos olores y perjudican el aspecto visual del pueblo. Además, si las comunidades de la zona quieren posicionarse como un atractivo turístico, tienen que considerar la limpieza como una parte importante de su imagen.

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.

4

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.

1.3 Objetivo

Diseñar y construir un biodigestor aeróbico a escala piloto, 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.

2.1 Marco teórico

Se decidió trabajar dentro del concepto del compostaje en recipiente cerrado, o *in-vessel composting* (IVC) para este proyecto. 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).

Por medio de un marco de metal de PTR con medidas de 2" fue que se contruyo un marco con dimenciones anexo (apartado 2) El cual de manera rigida contuviera los dos cilindros soportados por dos planchas sujetadas a cada tambor dichos elementos se encuentran sujetos a unas chumeras de diametro de 2" 1/3 esto para failictar el rodamiento sin generar friccion, dichos elementos requieren un mantenimiento forzoso para su buena lubricacion y extension de vida. Anexo (apartado 3) conformado por tres catarinas de calibre 50" con un diamantado de 15 puntas este sistema de tranmision da el torque el cual mueve ambos cilindros en la cama de acero reforzado, la fuerza se genera por un motor electrico de 1/3 de caballo con un reductor electronico de pazos el cual esta posicionado en la parte inferior del marco.

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 y manejo, y facilidad de operación.

Para desarrallar el dispositivo fue necesaria la implementacion de codigo c++ el cual fue desarrollado por mi autoria hasta el punto donde el dispositivo es capaz de tomar y mostar lecturas dentro de una pantalla.

5

El sistema de compostaje automatizado

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

6

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

El producto por elaborar consiste 2 biorreactores de tambor giratorio para que operen por lotes, montados sobre bases de acero soldadas, usando recipientes de 220L. 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

2.4 Desarrollo del 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.

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

8

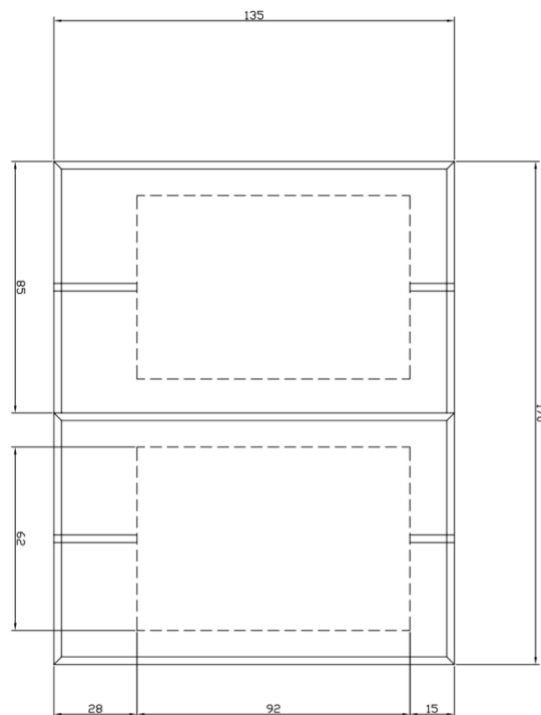
embargo, fue necesario acondicionar el lugar para las necesidades del proyecto. Por eso, se tuvieron varias sesiones en las cuales nos dedicamos a limpiar la bodega, sacar parte del contenido que ya no servía, reacomodar el resto, entre otras cosas, para lograr tener el espacio libre.

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.

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.



9

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.

Al trabajar en conjunto con los herreros, se hicieron modificaciones en el diseño original para llegar al producto final, mostrado a continuación.

Figura 3. Biodigestor automatizado armado



10

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.

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.



Conforme los avances obtenidos durante el proyecto se pudo diseñar e instalar un sistema de rotación automática el cual por medio de catarinas de número 50” con un dentaje de 25 puntas y cadenas del 50 se logró transmitir la fuerza a través del dispositivo, fue necesario hacer algunas modificaciones al marco y soporte debido a que de un principio se había pensado hacerlo individual para cada tambor debido al costo del motor y el sistema de tracción fue necesario hacer una adaptación para hacer rendir las funciones motrices y sacar el máximo provecho.

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

Encuentro una satisfacción muy grande en ver el trabajo en conjunto que puede ser llevado a cabo por todas las partes de esta unidad que en conjunto es iteso-colectivo y ver el alcance y magnitud que se puede conseguir si se tiene un propósito y se plantan bien los diferentes objetivos, me llevo un buen sabor de boca ya que me llevo un enriquecimiento emocional y crecimiento en mi personas contribuir y ser parte de un proyecto que facilitara y ayudara a las personas a manejar sus residuos y contribuir con una cultura a favor de la vida sustentable es una satisfacción muy placentera, los conocimientos obtenidos a través de las diferentes investigaciones para realizar cada escalon que se fue presentando y las diferentes problemas que surgen me dan una experiencia en el area laboral de como resolver los problemas de manera autonoma siempre y cuando consultando a tus tutores hacer si pisas firme y la direccion que puede tener cada decision, muy conforme con el compromiso y atencion que puso la comunidad y con todo el cuerpo formado por el colectivo y la coordinación del pap.

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.

12

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>

Grüneeklee, 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 domiciliaris 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>

13

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

Fabricación de bases en el taller de herrería



14

Componentes electrónicos para mediciones



Perforación de orificios de ventilación

15

Centro de control



Biodigestores montados en bases



Sistema motoreductor y trasmision de fuerza.

