



MEMORIA TÉCNICA DEL PROYECTO TITULADO:

“Flareon”.

Que presentan:

Jessica Valencia Quiroz	201800700
Valeria Lindemann Stoehr	201700017
Brenda Haydeé Ramírez Espinoza	201800692
Antonio Martínez Reyes	201800933
Jorge Luis Cisneros Esquivel	201800185

Estudiantes de 3° semestre de las carreras de ingeniería en mecatrónica, energía y diseño industrial de la Universidad Mondragón México, como parte del proceso de evaluación del Proyecto Fin de Semestre.

EL Marqués, Querétaro, Septiembre de 2019.

Índice del contenido

● Resumen.....	2
● Introducción.....	2
● Propuesta de trabajo.....	3
● Antecedentes del proyecto.....	3
● Diagnóstico y justificación.....	4
● Ideación y desarrollo conceptual.....	5
● Memoria descriptiva.....	6
● Plan de fabricación.....	18
● Lista de piezas, materiales y herramientas utilizadas.....	20
● Planos.....	21
● Programación.....	23
● Cálculos técnicos.....	26
● Presupuesto.....	30
● Pruebas.....	31
● Problemas encontrados y solución adoptada.....	32
● Resultados y conclusiones.....	32
● Valoración del proyecto.....	32
● Anexos.....	33
● Conclusiones.....	34

Resumen

Este proyecto busca utilizar las heces fecales de cerdos, vacas y caballos para generar energía eléctrica, esto con el fin de mantener a los cerdos recién nacidos a una temperatura de 30 grados centígrados y ya que cumplan aproximadamente una o dos semanas, mantenerlos a 24 grados centígrados.

Esto para solucionar el problema de nuestro beneficiario, que es la pérdida prematura de los cerdos por causa de hipotermia.

Vamos a llevar a cabo este proyecto con nuestro biodigestor, al igual que un rediseño de las jaulas de maternidad.

Introducción

El actual problema en que se encuentra nuestro beneficiario es la muerte prematura de los cerdos por causa de hipotermia, ya que donde se encuentra el Rancho Pokar de Ases tiene un clima extremadamente frío y húmedo, sobretodo en temporada de invierno.

Es por lo que nuestro proyecto tiene un enfoque en la parte de temperatura.

Nuestro proyecto se basa en 4 partes principales, de las cuales 3 son parte del cilindro donde se lleva a cabo todo el proceso.

La primera parte del sistema consta de una extensión del canal que ya se tiene en las instalaciones, con la función de extraer por ahí el excremento de los cerdos ya diluido en agua y conducirlo hasta el biodigestor. Este canal consta de dos partes, donde se van a separar el agua y el excremento, en el canal principal es donde va a correr el excremento diluido con el agua hasta llegar a una especie de rejilla donde se irá el agua siguiendo su curso y el excremento se quedará atorado, ya que terminó de pasar el agua, se va a abrir una especie de compuerta para que el excremento caiga hacia el otro canal que llega a la parte donde se llevaría a cabo la fermentación.

La segunda parte del biodigestor consta en la parte inferior del biodigestor donde va a estar el depósito del excremento y se llevará a cabo la fermentación.

La tercera parte del sistema consta de la parte media del biodigestor, donde se llevará a cabo la retención del biogás que vamos a obtener mediante la fermentación del paso anterior.

Y por último, la tercera parte del sistema consta en la parte superior del biodigestor donde se va a almacenar el agua que se separó anteriormente del excremento.

Nuestro biodigestor está diseñado para que el proceso pueda ser por quema o por fermentación, pero nosotros lo aplicaremos por fermentación ya que si se hace por quema, hay que invertir o meterle más energía de la que se podría obtener para calentar a los cerdos.

Propuesta de trabajo

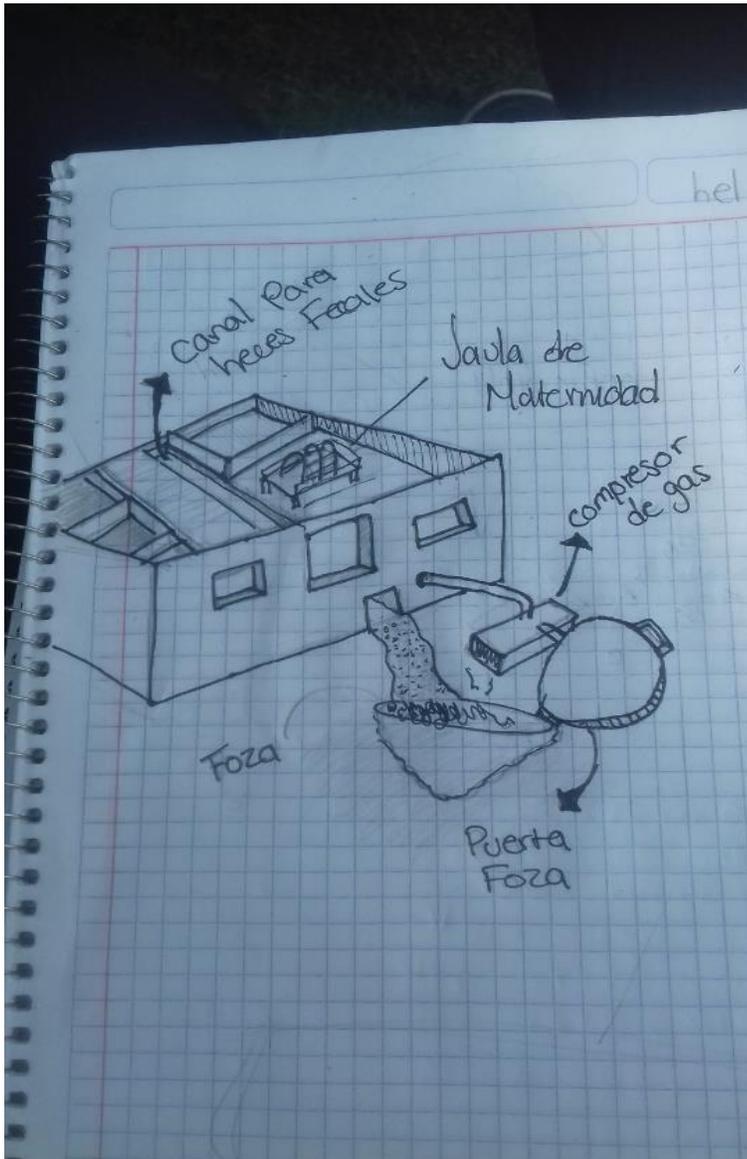
La propuesta que tenemos es el calentar a los cerdos bebés para impedir o reducir la muerte prematura por hipotermia y el proceso que llevaremos a cabo para generar la energía que requiere nuestro sistema es el siguiente:

- 1) Recolectar las heces fecales a través de una tubería la cual va directamente del hábitat de los cerdos a un depósito en la tierra; uno de nuestros objetivos es también utilizar el excremento de caballos y vacas, no solo de cerdos.
- 2) Cerrar este depósito, agregar las bacterias que aceleran el proceso de fermentación, canalizar el gas metano generado a un compresor el cual permitirá que almacenemos el gas metano en un tanque y usarlo cuando nosotros lo necesitemos.
- 3) Dirigir el gas a el boiler para calentar el agua con la quema del gas metano, una vez que tengamos el agua caliente lo dirigiremos al área de los cerdos para que mantenga una temperatura estable de 24°C a 30°C.
- 4) Instalar un sensor de temperatura en el área de los cerdos y programar una señal para que se encienda el boiler y llegué el aire caliente necesario a los puercos.

Antecedentes del proyecto

Los cambios repentinos de temperatura son un problema y más cuando estos llegan a ser extremos. Los cambios repentinos de temperatura pueden afectar en diversas áreas y una de esas es en la salud de los seres vivos, como es el caso de los cerdos de tempranas edades.

Debido a que los cerdos no tienen glándulas sudoríparas y los cerdos jóvenes necesitan de un mínimo de 24 grados centígrados en su entorno para sobrevivir, los hace vulnerables a las temperaturas muy bajas, esto ocasionando un promedio de 3 cerdos muertos de hipotermia, en cada camada, y a su vez una disminución de hasta un 30% de ganancias y producción.



Ideación y desarrollo conceptual

Para poder llevar un correcto desarrollo del proyecto, tuvimos una visita a Daxthi para tomar medidas y tener una mejor visión del lugar en el que se tiene planeado llevar a cabo el proyecto.

Las medidas que se sacaron para llevar el proyecto a cabo fueron de vital importancia ya que era necesario saber el área del lugar y área de las jaulas de maternidad de los cerdos, esto para saber si sería mejor calentar todo el lugar o solo las jaulas y así poder aterrizar de mejor manera el proyecto.

A partir de las medidas que obtuvimos, empezamos a hacer diferentes diseños y bocetos del sistema que se quería utilizar; y nos dimos cuenta de que en nuestro diseño principal, nos íbamos a encontrar con algunos problemas al momento de llevar a cabo el calentamiento de los cerditos. Por lo que a partir de eso, hicimos más bocetos tratando de resolver estos problemas.



Posibles propuestas de solución.

- 1.- Sistema de calefacción por resistencias mediante el movimiento de una turbina.
- 2.- Sistema de Calefacción mediante paneles solares.

Propuesta de solución elegida:

- 3.- Aprovechamiento de excremento animal para obtención de gases y emplear un sistema de calefacción y filtración de agua por vapor.

Memoria descriptiva

Nuestro sistema consta de 3 partes fundamentales dentro del biodigestor.

La primer parte, la superior, es donde se va a almacenar el agua que se separa del excremento.

La segunda parte, la media, es donde se va a llevar a cabo el procedimiento de fermentación del excremento y de donde se va a sacar el gas que después va a ser utilizado para mantener calientes las jaulas de maternidad de los cerdos.

La tercera parte, la inferior, es donde se va a caer el excremento ya deshidratado para poder usarlo como fertilizante.

Este biodigestor se utiliza como sistema de calefacción para lograr mantener a una temperatura de 34 grados a los cerditos recién nacidos, y a una temperatura de 24 grados a los cerdos ya que hayan cumplido por lo menos 2 semanas de nacidos.

La forma de calefacción se va a dar por medio de gas proveniente del excremento de los animales del Rancho Pokar de Ases que son, actualmente, 50 cerdos, 40 vacas y 30 caballos; lo que nos da mayor cantidad de excremento, por lo tanto, mayor cantidad de gas y de energía.

Los materiales de nuestro sistema van a ser prácticamente puros metales, aislantes y cerámicos para mantener la temperatura aislada.

El fin de crear este sistema es calentar a los cerdos bebés, así evitando la muerte prematura de los mismos que se dan por hipotermia; así mismo como evitar un gasto exageradamente caro por parte del beneficiario.

1. PROCESOS DE BIODIGESTIÓN

El correcto manejo de los residuos orgánicos se logra a través de diferentes tratamientos que implican un reciclaje de estas materias orgánicas, transformándolas en productos con valor agregado. El reciclaje de materia orgánica ha recibido un fuerte impulso con el alto costo de los fertilizantes químicos, con la búsqueda de alternativas no tradicionales de energía, así como también, la necesidad de vías de descontaminación y eliminación de residuos. La población microbiana juega un importante papel en las transformaciones de estos residuos orgánicos especialmente si se considera que disponen de un amplio rango de respuestas frente a la molécula de oxígeno, componente universal de las células. Esto permite establecer bioprocesos en función de la presencia o ausencia de oxígeno, con el objeto de tratar adecuadamente diversos residuos orgánicos.

1.1 Digestión aeróbica

La digestión aeróbica consiste en procesos realizados por diversos grupos de microorganismos, principalmente bacterias y protozoos que, en presencia de oxígeno actúan sobre la materia orgánica disuelta, transformándola en productos finales inocuos y materia celular. Al comienzo, el proceso de digestión aeróbica tuvo

escasa aceptación, debido a que se desconocían sus principios fundamentales, además de que encarecían los costos del tratamiento por la cantidad adicional de energía necesaria para el suministro de aire al proceso. En contraste, los procesos de digestión anaeróbica permiten utilizar el metano generado como fuente de energía. La principal ventaja del proceso aeróbico es la simplificación en las operaciones de disposición de los lodos comparada con la relativa complejidad operativa del proceso de digestión anaeróbica. La digestión aeróbica es un proceso mediante el cual los lodos son sometidos a una aireación prolongada en un tanque separado y descubierto. El proceso involucra la oxidación directa de la materia orgánica biodegradable y la autooxidación de la materia celular. En las primeras fases del proceso de digestión aeróbica, cuando una población de microorganismos se pone en contacto con una fuente ilimitada de sustrato, los microorganismos se reproducen con una tasa de crecimiento poblacional logarítmico que sólo está limitada por su propia habilidad de reproducirse. La tasa de consumo de oxígeno aumenta rápidamente debido a la absorción y asimilación de materia orgánica para la síntesis de nueva masa protoplasmática. A medida que progresa la oxidación de la materia orgánica disponible, la tasa de crecimiento bacteriano empieza a disminuir. Las fuentes de carbono orgánico disponibles se hacen limitantes, y por consiguiente, también se presenta una disminución en la tasa de consumo de oxígeno. Cuando la cantidad de materia orgánica disponible es apenas suficiente para garantizar la subsistencia de las distintas especies de microorganismos, éstos comienzan a auto-oxidarse mediante su metabolismo endógeno.

1.2 Digestión anaeróbica

La digestión anaeróbica es un proceso biológico complejo y degradativo en el cual parte de los materiales orgánicos de un sustrato (residuos animales y vegetales) son convertidos en biogás, mezcla de dióxido de carbono y metano con trazas de otros elementos, por un consorcio de bacterias que son sensibles o completamente inhibidas por el oxígeno o sus precursores (e.g. H_2 O_2). Utilizando el proceso de digestión anaeróbica es posible convertir gran cantidad de residuos, residuos vegetales, estiércoles, efluentes de la industria alimentaria y fermentativa, de la industria papelera y de algunas industrias químicas, en subproductos útiles. En la digestión anaerobia más del 90% de la energía disponible por oxidación directa se transforma en metano, consumiéndose sólo un 10% de la energía en crecimiento bacteriano frente al 50% consumido en un sistema aeróbico. En la digestión anaeróbica, los microorganismos metanogénicos desempeñan la función de enzimas respiratorios y, junto con las bacterias no metanogénicas, constituyen una cadena alimentaria que guarda relación con las cadenas enzimáticas de células aeróbicas. De esta forma, los residuos orgánicos se transforman completamente en biogás que abandona el sistema. Sin embargo, el biogás generado suele estar contaminado con diferentes componentes, que pueden complicar el manejo y aprovechamiento del mismo. El proceso anaeróbico se clasifica como fermentación anaeróbica o respiración anaeróbica dependiendo del tipo de aceptores de electrones.

1.2.1 Fermentación anaeróbica

En una fermentación anaeróbica, la materia orgánica es catabolizada en ausencia de un aceptor de electrones externo mediante microorganismos anaeróbicos estrictos o facultativos a través de reacciones de oxidación-reducción bajo condiciones de oscuridad. El producto generado durante el proceso acepta los electrones liberados durante la descomposición de la materia orgánica. Por lo tanto, la materia orgánica actúa como dador y aceptor de electrones. En la fermentación, el sustrato es parcialmente oxidado y por lo tanto, sólo una pequeña cantidad de la energía contenida en el sustrato se conserva. La Figura 1.1 muestra la fermentación anaeróbica de glucosa en etanol. Es importante destacar que la mayor parte (dos tercios) del metano se produce mediante fermentación anaeróbica en el cual el acetato actúa como dador y aceptor de electrones. La producción de metano mediante esta vía se conoce comúnmente como metanogénesis acetotrófica. La fermentación anaeróbica se puede aplicar para la recuperación de biocombustibles (e.g. hidrógeno y butanol) y productos bioquímicos (nisina y ácido láctico).

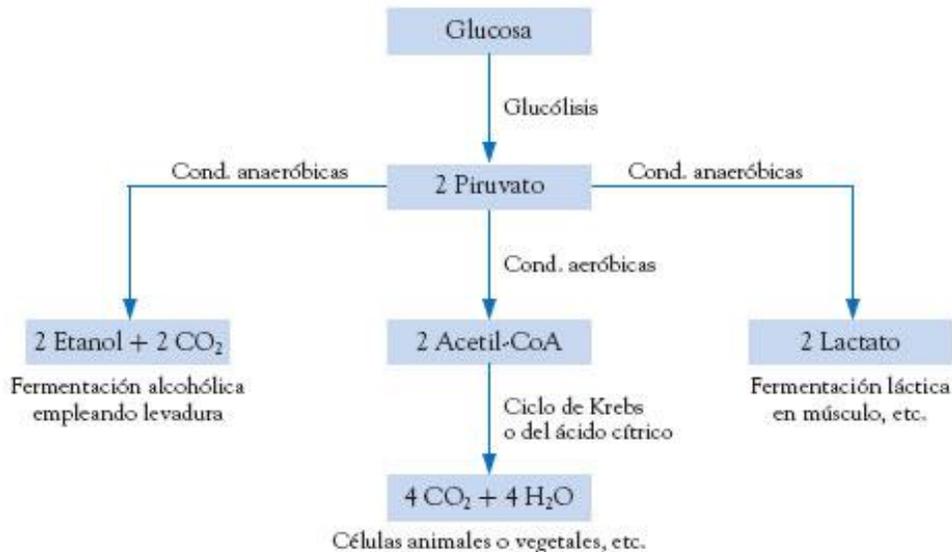


Figura 1.1. Fermentación anaeróbica de glucosa en etanol.

1.2.2 Respiración anaeróbica

La respiración anaeróbica es un proceso biológico de oxido-reducción de monosacáridos y otros compuestos en el que el aceptor terminal de electrones es una molécula inorgánica distinta del oxígeno, y más raramente una molécula orgánica. La realizan exclusivamente algunos grupos de bacterias y para ello utilizan una cadena transportadora de electrones análoga a la de las mitocondria en la respiración aeróbica. No debe confundirse con la fermentación, que es un proceso también anaeróbico, pero en el que no participa nada parecido a una cadena transportadora de electrones y el aceptor final de electrones es siempre una molécula orgánica. La respiración anaeróbica requiere aceptores de

electrones externos para la disposición de los electrones liberados durante la degradación de la materia orgánica (Figura 1.2). Los aceptores de electrones en este caso pueden ser CO_2 , SO_4^{2-} o NO_3^- . La energía liberada es mucho mayor a la que se produce durante la fermentación anaeróbica.

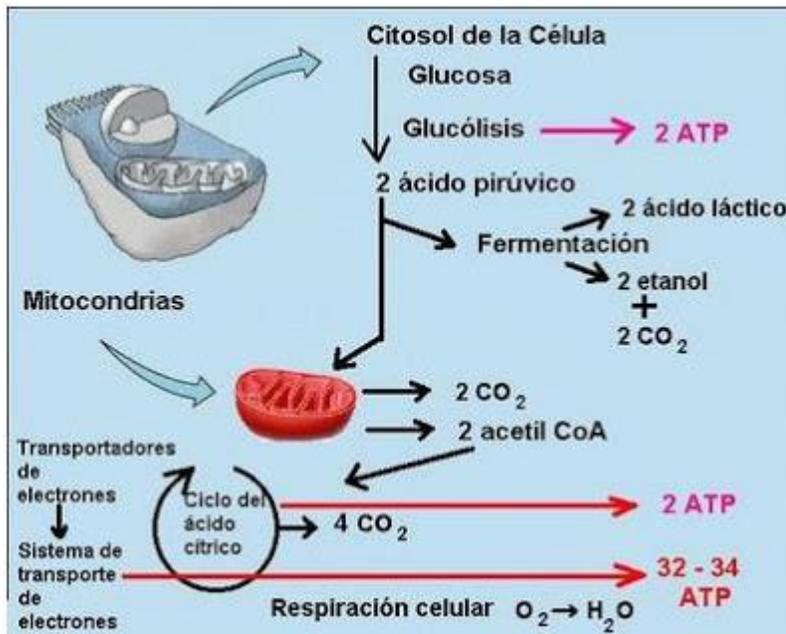


Figura 1.2. Respiración anaeróbica de la glucosa.

Cuando el CO_2 acepta los electrones liberados por la materia orgánica, se reduce a gas metano (CH_4). La producción de CH_4 mediante esta vía se conoce como metanogénesis hidrogenotrófica y es responsable de un tercio de la producción total de metano. Ciertos microorganismos anaeróbicos también utilizan el CO_2 como aceptor de electrones y reducen el hidrógeno a ácido acético. La presencia de sulfato en un ambiente anaeróbico desvía parte de la materia orgánica hacia la reducción de sulfato mediante un grupo especializado de bacterias anaeróbicas conocido como bacterias reductoras de sulfato. La liberación de sulfuro de hidrógeno, gas de olor penetrante, es característico en ambientes anaeróbicos en los cuales el sulfato actúa como aceptor de electrones. Cuando el nitrato (NO_3^-) actúa como aceptor de electrones, se reduce a gas nitrógeno. Este corresponde a un proceso biológico estándar para la remoción de compuestos nitrogenados en las aguas residuales. El grupo de bacterias involucradas en este proceso se conocen como bacterias reductoras de nitrato o desnitrificadoras.

1.2.3 Productos finales de la digestión anaerobia

Los principales productos del proceso de digestión anaerobia, en sistemas de alta carga orgánica y en mezcla completa, son el biogás y un bioabono que consiste en un efluente estabilizado.

1.2.3.1 Biogás

El biogás es una mezcla gaseosa formada principalmente de metano y dióxido de carbono, pero también contiene diversas impurezas. La composición del biogás depende del material digerido y del funcionamiento del proceso. Cuando el biogás tiene un contenido de metano superior al 45% es inflamable. El biogás tiene propiedades específicas que se indican en la Tabla 1.1.

1.2.3.2 Bioabono

Las características del bioabono, dependen en gran medida del tipo de tecnología y de las materias primas utilizadas para la digestión. Durante el proceso anaeróbico, parte de la materia orgánica se transforma en metano, por lo que el contenido en materia orgánica es menor al de las materias primas. Gran parte de la materia orgánica de este producto se ha mineralizado, por lo que normalmente aumenta el contenido de nitrógeno amoniacal y disminuye el nitrógeno orgánico.

Tabla 1.1. Características generales del biogás

Composición	55 – 70% metano (CH ₄) 30 – 45% dióxido de carbono (CO ₂) Trazas de otros gases
Contenido energético	6.0 – 6.5 kW h m ⁻³
Equivalente de combustible	0.60 – 0.65 L petróleo/m ³ biogás
Límite de explosión	6 – 12 % de biogás en el aire
Temperatura de ignición	650 – 750°C (con el contenido de CH ₄ mencionado)
Presión crítica	74 – 88 atm
Temperatura crítica	-82.5°C
Densidad normal	1.2 kg m ⁻³
Olor	Huevo podrido (el olor del biogás desulfurado es imperceptible)
Masa molar	16.043 kg kmol ⁻¹

2.

Fuente: Deublein y Steinhauser (2008)

FUNDAMENTOS DE LA FERMENTACIÓN METANOGENICA

2.1 Etapas de la fermentación metanogénica

La digestión anaeróbica es un proceso muy complejo tanto por el número de reacciones bioquímicas que tienen lugar como por la cantidad de microorganismos involucrados en ellas. De hecho, muchas de estas reacciones ocurren de forma simultánea. Los estudios bioquímicos y microbiológicos realizados hasta ahora, dividen el proceso de descomposición anaeróbica de la materia orgánica en cuatro fases o etapas:

1. Hidrólisis
2. Etapa fermentativa o acidogénica

3. Etapa acetogénica

4 . Etapa metanogénica

La primera fase es la hidrólisis de partículas y moléculas complejas (proteínas, carbohidratos y lípidos) que son hidrolizadas por enzimas extracelulares producidas por los microorganismos acidogénicos o fermentativos. Como resultado se producen compuestos solubles más sencillos (aminoácidos, azúcares y ácidos grasos de cadena larga) que serán metabolizados por las bacterias acidogénicas dando lugar, principalmente, a ácidos grasos de cadena corta, alcoholes, hidrógeno, dióxido de carbono y otros productos intermedios. Los ácidos grasos de cadena corta son transformados en ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono, mediante la acción de los microorganismos acetogénicos. Por último, los microorganismos metanogénicos producen metano a partir de ácido acético, H₂ y CO₂ . En la Figura 2.1 se muestra esquemáticamente las distintas fases del proceso de digestión anaeróbica, los microorganismos que intervienen en cada una de ellas y los productos intermedios generados.

2.1.1 Hidrólisis

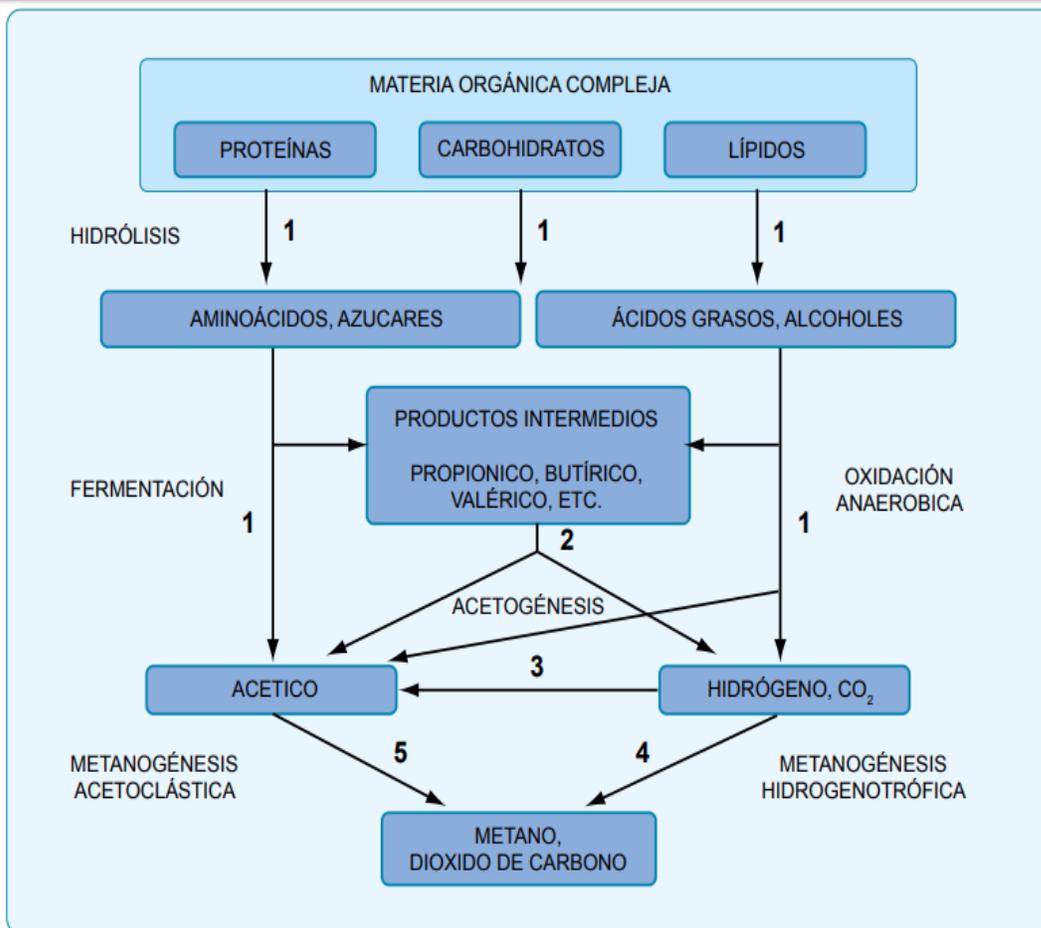
La materia orgánica polimérica no puede ser utilizada directamente por los microorganismos a menos que se hidrolicen en compuestos solubles, que puedan atravesar la pared celular. La hidrólisis es el primer paso necesario para la degradación anaeróbica de sustratos orgánicos complejos. Por tanto, es el proceso de hidrólisis el que proporciona sustratos orgánicos para la digestión anaeróbica. La hidrólisis de estas moléculas complejas es llevada a cabo por la acción de enzimas extracelulares producidas por microorganismos hidrolíticos. La etapa hidrolítica puede ser el proceso limitante de la velocidad global del proceso sobre todo cuando se tratan residuos con alto contenido de sólidos. Además, la hidrólisis depende de la temperatura del proceso, del tiempo de retención hidráulico, de la composición bioquímica del sustrato (porcentaje de lignina, carbohidratos, proteínas y grasas), del tamaño de partículas, del nivel de pH, de la concentración de NH₄⁺ y de la concentración de los productos de la hidrólisis.

Cualquier sustrato se compone de tres tipos básicos de macromoléculas: hidratos de carbono, proteínas y lípidos. Las proteínas constituyen un sustrato muy importante en el proceso de digestión anaeróbica debido a que además de ser fuente de carbono y energía, los aminoácidos derivados de su hidrólisis tienen un elevado valor nutricional.

Las proteínas son hidrolizadas en péptidos y aminoácidos por la acción de enzimas proteolíticas llamadas proteasas. Parte de estos aminoácidos son utilizados directamente en la síntesis de nuevo material celular y el resto son degradados a ácidos volátiles, dióxido de carbono, hidrógeno, amonio y sulfuro en posteriores etapas del proceso. La degradación de los lípidos en ambientes anaeróbicos comienza con la ruptura de las grasas por la acción de enzimas hidrolíticas denominadas lipasas produciendo ácidos grasos de cadena larga y glicerol.

La velocidad de degradación de los materiales lignocelulósicos compuestos principalmente por lignina, celulosa y hemicelulosa, es tan lenta que suele ser la etapa limitante del proceso de hidrólisis. Esto es debido a que la lignina es muy resistente a la degradación por parte

de los microorganismos anaeróbicos afectando también a la biodegradabilidad de la celulosa, de la hemicelulosa y de otros hidratos de carbono. Los principales productos de la hidrólisis de la celulosa son celobiasa y glucosa, mientras que la hemicelulosa produce pentosas, hexosas y ácidos urónicos. La tasa de hidrólisis, en general, aumenta con la temperatura. La tasa de hidrólisis depende, también, del tamaño de las partículas, debido fundamentalmente a la disponibilidad de superficie para la adsorción de las enzimas hidrolíticas. Los pretratamientos físico-químicos, cuyo principal efecto es la reducción del tamaño de las partículas, producen un aumento en la tasa de hidrólisis, y si esta fase es la limitante del proceso anaerobio, supone un beneficio para el proceso general, produciendo menores tiempos de retención y tamaños de reactor menores.



(Pavlostathis y Giraldo-Gómez, 1991).

Los números indican la población bacteriana responsable del proceso: 1: bacterias fermentativas; 2: bacterias acetogénicas que producen hidrógeno; 3: bacterias homoacetogénicas; 4: bacterias metanogénicas hidrogenotróficas; 5: bacterias metanogénicas acetoclásticas.

Figura 2.1. Esquema de reacciones de la digestión anaeróbica de materiales poliméricos.

2.1.2 Etapa fermentativa o acidogénica

Durante esta etapa tiene lugar la fermentación de las moléculas orgánicas solubles en compuestos que puedan ser utilizados directamente por las bacterias metanogénicas (acético, fórmico, H₂) y compuestos orgánicos más reducidos (propiónico, butírico, valérico, láctico y etanol principalmente) que tienen que ser oxidados por bacterias acetogénicas en la siguiente etapa del proceso. La importancia de la presencia de este grupo de bacterias no sólo radica en el hecho que produce el alimento para los grupos de bacterias que actúan posteriormente, si no que, además eliminan cualquier traza del oxígeno disuelto del sistema. Este grupo de microorganismos, se compone de bacterias facultativas y anaeróbicas obligadas, colectivamente denominadas bacterias formadoras de ácidos.

2.1.3 Etapa acetogénica

Mientras que algunos productos de la fermentación pueden ser metabolizados directamente por los organismos metanogénicos (H₂ y acético), otros (etanol, ácidos grasos volátiles y algunos compuestos aromáticos) deben ser transformados en productos más sencillos, como acetato (CH₃ COO⁻) e hidrógeno (H₂), a través de las bacterias acetogénicas. Representantes de los microorganismos acetogénicos son *Syntrophomonas wolfei* y *Syntrophobacter Wolini*.

Un tipo especial de microorganismos acetogénicos, son los llamados homoacetogénicos. Este tipo de bacterias son capaces de crecer heterotróficamente en presencia de azúcares o compuestos monocarbonados (como mezcla H₂ /CO₂) produciendo como único producto acetato. Al contrario que las bacterias acetogénicas, éstas no producen hidrógeno como resultado de su metabolismo, sino que lo consumen como sustrato. Según se ha estudiado, el resultado neto del metabolismo homoacetogénico permite mantener bajas presiones parciales del hidrógeno y, por tanto, permite la actividad de las bacterias acidogénicas y acetogénicas.

Los principales microorganismos homoacetogénicos que han sido aislados son *Acetobacterium woodii* o *Clostridium aceticum*.

A esta altura del proceso, la mayoría de las bacterias anaeróbicas han extraído todo el alimento de la biomasa y, como resultado de su metabolismo, eliminan sus propios productos de desecho de sus células. Estos productos, ácidos volátiles sencillos, son los que van a utilizar como sustrato las bacterias metanogénicas en la etapa siguiente.

2.1.4 Etapa metanogénica

En esta etapa, un amplio grupo de bacterias anaeróbicas estrictas, actúa sobre los productos resultantes de las etapas anteriores. Los microorganismos metanogénicos pueden ser considerados como los más importantes dentro del consorcio de microorganismos anaerobios, ya que son los responsables de la formación de metano y de la eliminación del medio de los productos de los grupos anteriores, siendo, además, los que dan nombre al proceso general de biometanización. Los microorganismos metanogénicos completan el proceso de digestión anaeróbica mediante la formación de metano a partir de

sustratos monocarbonados o con dos átomos de carbono unidos por un enlace covalente: acetato, H_2 / CO_2 , formato, metanol y algunas metilaminas.

Los organismos metanogénicos se clasifican dentro del dominio Archaea y tienen características comunes que los diferencian del resto de procariontes. Se pueden establecer dos grandes grupos de microorganismos, en función del sustrato principal que metabolizan: hidrogenotróficos, que consumen H_2 / CO_2 y fórmico y acetoclásticos, que consumen acetato, metanol y algunas aminas.

Se ha demostrado que un 70% del metano producido en los reactores anaeróbicos se forma a partir de la descarboxilación de ácido acético, a pesar de que, mientras todos los organismos metanogénicos son capaces de utilizar el H_2 como aceptor de electrones, sólo dos géneros pueden utilizar acetato. Los dos géneros que tienen especies acetotróficas son *Methanosarcina* y *Methanotrux*.

El metano restante proviene de los sustratos ácido carbónico, ácido fórmico y metanol. El más importante es el carbónico, el cual es reducido por el hidrógeno, también producido en la etapa anterior.

2.2 *Microorganismos involucrados en cada fase de digestión anaeróbica*

Las especies de microorganismos involucrados en el proceso varían dependiendo de los materiales que serán degradados. Los alcoholes, ácidos grasos, y los enlaces aromáticos pueden ser degradados por la respiración anaeróbica de los microorganismos. *Estos utilizan, entre otros nutrientes, el nitrato (Paracoccus denitrificans, Pseudomonas stutzerii), azufre (Desulfuromonas acetoxidans, Pyrodictium occultum), sulfato (Desulfovibrio desulfuricans, Desulfonema limicola), carbonato (Acetobacterium woodi, Clostridium aceticum, Methanobacterium thermoautotrophicum), fumarato (Escherichia coli, Wolinella succinogenes) o Fe(III) (Alteromonas putrefaciens) como aceptores de electrones, por lo que pueden denominarse reductores de nitrato, reductores de sulfato, etc.*

Sin embargo otros microorganismos también compiten por el nitrato como aceptor de electrones, por lo que el nitrato se reduce rápidamente a amonio y el nitrato como reductor juega un papel secundario en los procesos de fermentación. Los reductores de sulfato participan activamente en la degradación de compuestos con poco oxígeno, tales como lactato y etanol. En la primera y segunda fase de la degradación, participan bacterias de al menos 128 órdenes de 58 especies y 18 géneros.

Las especies que se presentan principalmente son *Clostridium*, *Ruminococcus*, *Eubacterium* y *Bacteroides*. En la tercera y cuarta fase de la degradación, se encuentran principalmente bacterias metanogénicas. En la actualidad, se han identificado 81 especies, de 23 géneros, 10 familias y 4 órdenes. Además, existen diversos microorganismos que pertenecen al sistema ecológico de un biorreactor y que participan indirectamente en la degradación. Por ejemplo, *Staphylococcus*, especie se desarrolla con frecuencia en los digestores, puede provocar riesgos para la salud del personal que opera el digestor si no se toman las medidas sanitarias necesarias. En las cuatro fases de la degradación, las especies *Acetobacter* y *Eubacterium* tienen una participación similar en el proceso (Tabla 2.1).

Taxonomía	Especies	Descripción	Metabolismo
Género: <i>Acetobacterium</i>	<i>A. woodii</i> <i>A. paludosum</i>	El género <i>Acetobacter</i> comprende un grupo de bacilos Gram negativos, móviles que realizan una oxidación incompleta de alcoholes, produciendo una acumulación de ácidos orgánicos como productos finales.	Reducen autotróficamente compuestos poliméricos, oligómeros, monómeros y CO ₂ , utilizando el hidrógeno como fuente de electrones. Estos microorganismos hacen posible la descomposición de los ácidos grasos y compuestos aromáticos.
Género: <i>Eubacterium</i>	<i>E. rectale</i> <i>E. siraeum</i> <i>E. plautii</i> <i>E. cylindroides</i> <i>E. brachy</i> <i>E. desmolans</i> <i>E. callandrei</i> <i>E. limosum</i>	El género <i>Eubacterium</i> consiste en un grupo de bacterias anaeróbicas obligadas Gram – positivas.	La mayoría de las <i>Eubacteria</i> sacarolíticas producen butirato como el principal producto de su metabolismo. Muchas especies son capaces de descomponer sustratos complejos a través de mecanismos especiales. Algunas especies se desarrollan autotróficamente, por lo tanto son capaces de cumplir funciones específicas en la descomposición anaeróbica.

Fuente: Insam, et al, 2009.

Tabla 2.1. Bacterias que participan en el proceso de fermentación durante las cuatro fases.

2.2.1 Bacterias que participan de la hidrólisis

Los microorganismos de muchos géneros son los responsables de la hidrólisis. Entre estos destacan: *Bacteroides*, *Lactobacillus*, *Propionibacterium*, *Sphingomonas*, *Sporobacterium*, *Megasphaera*, *Bifidobacterium*

2.2.2 Bacterias que participan de la acidogénesis

La mayoría de los microorganismos acidogénicos también participan de la hidrólisis. El género *Clostridium*, *Paenibacillus* y *Ruminococcus* están presentes en todas las fases del proceso de fermentación, pero son dominantes en la fase acidogénica. El grupo *Cytophaga-Flavobacterium-Bacteroides* representa el segundo grupo más grande de microorganismos durante las dos primeras fases de la descomposición. Sin embargo, en la fase metanogénica representan menos del 5% del total de microorganismos. Esto indica que estos grupos son los principales responsables de la degradación de compuestos monoméricos.

2.2.3 Bacterias que participan de la acetogénesis

Estas bacterias sólo pueden sobrevivir en simbiosis con el género que consume hidrógeno. Todos los microorganismos acetogénicos tienen un período de regeneración de hasta 84 h. Las bacterias acetogénicas reductoras de sulfato son capaces de degradar lactato y etanol, pero no son capaces de degradar ácidos grasos y compuestos aromáticos.

2.2.4 Bacterias que participan de la metanogénesis

La última fase de la descomposición anaeróbica se encuentra dominada por un grupo especial de microorganismos, las Arqueas metanogénicas. Estas se caracterizan a través del co-factor F420, el cual actúa en presencia de hidrogenasas como transportador de H₂. Este puede detectarse por su autofluorescencia en un microscopio óptico. Las metanogénicas activas aparecen en la segunda fase de la fermentación, la fase de acidogénica. Sin embargo, obviamente el número de Arqueas metanogénicas aumenta en la fase metanogénica. Las principales especies están representadas por *Methanobacterium*, *Methanospirillum hungatii*, y *Methanosarcina*.

2.2.5 Especies metanotróficas

Las especies metanotróficas (especies que consumen metano) se encuentran presentes en todas partes, pero no son deseables en una planta de producción de biogás. La mayoría de estos son aeróbicos. Estos microorganismos utilizan el oxígeno para degradar el metano y obtener su energía. Los productos metabólicos son el agua y el dióxido de carbono. Los metanotróficos aeróbicos degradan aproximadamente el 17% de todo el metano en la atmósfera. Además de estos, existe otro grupo de metanotróficos, que es capaz de consumir metano, sin necesidad de oxígeno. Estos se encuentran en su mayoría en los sedimentos marinos. Los microorganismos metanotróficos sintetizan sus lípidos a partir del metano.

2.3 Beneficios ambientales de la biodigestión anaeróbica

Al igual que el gas natural, el biogás tiene una amplia variedad de usos, pero al ser un derivado de la biomasa, constituye una fuente de energía renovable. Existen diversos beneficios derivados del proceso de conversión de residuos orgánicos en biogás. La presión económica sobre los productos agrícolas convencionales se encuentra en continuo aumento. Muchos agricultores se ven obligados a renunciar a su producción, principalmente debido a que sus tierras no presentan rendimientos rentables. Sin embargo, en muchos países la producción de biogás se encuentra subvencionada o presenta incentivos económicos (por ejemplo, los proyectos MDL), proporcionando a los agricultores un ingreso adicional. Por lo tanto, en el sector agrícola, la implementación de tecnologías de digestión anaeróbica puede permitir obtener importantes beneficios económicos, ambientales y energéticos. Por otra parte, permite una gestión mejorada de nutrientes, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a la captura y uso de biogás

Cuando los residuos orgánicos se someten a una degradación aeróbica, se generan compuestos de bajo poder energético como CO₂ y H₂O. Gran parte de la energía se pierde

y se libera a la atmósfera. Se estima que la pérdida de energía de un proceso aeróbico es aproximadamente veinte veces superior al de un proceso anaeróbico.

En el caso de la degradación anaeróbica, se generan productos del metabolismo con alto poder energético (por ejemplo, alcoholes, ácidos orgánicos y metano), los cuales sirven como nutrientes de otros organismos (alcoholes, ácidos orgánicos), o bien son utilizados con fines energéticos por la sociedad (biogás).

Otro beneficio ambiental importante de las plantas de biogás es la significativa reducción de la presión sobre los rellenos sanitarios. De esta forma se reducen significativamente los costos de la disposición de residuos orgánicos, e incluso se obtienen sub-productos con valor agregado (e.g. bioabono). Además, el tratamiento anaeróbico de los residuos orgánicos contribuye a la protección de las aguas subterráneas, reduciendo el riesgo de lixiviación de nitratos. Por otra parte, la digestión anaeróbica elimina el problema de emisión de olores molestos, como por ejemplo, el olor a amoníaco, producto de la acumulación de excretas y orina sin tratar. La promoción e implantación de sistemas de producción de biogás colectivos -varias granjas-, y de co-digestión -tratamiento conjunto de residuos orgánicos de diferentes orígenes en una zona geográfica, usualmente agropecuarios e industriales- permite, además, la implantación de sistemas de gestión integral de residuos orgánicos por zonas geográficas, con beneficios sociales, económicos y ambientales.

La digestión anaerobia se puede llevar a cabo con uno o más residuos con las únicas premisas de que sean líquidos, contengan material fermentable, y tengan una composición y concentración relativamente estable. La co-digestión es una variante tecnológica que puede solucionar problemas o carencias de un residuo, si son compensadas por las características de otro.

El metano es un gas que en la atmósfera terrestre contribuye al efecto invernadero. El contenido de metano en la atmósfera se ha duplicado desde la última era de hielo a 1,7 ml m⁻³ en la actualidad. Este valor se ha mantenido constante en los últimos años.

El metano contribuye un 20% al efecto invernadero antropogénico. Entre las fuentes de metano de origen humano, más del 50% corresponde a la ganadería y hasta el 30% provienen a partir del cultivo de arroz. Con el fin de poder comparar el efecto de los diferentes gases de efecto invernadero, a cada uno se le asigna un factor que representa una medida de su efecto invernadero o potencial de calentamiento global, en comparación con el CO₂ que se utiliza como "gas de referencia" (Tabla 2.2). El CO₂ equivalente de gases de efecto invernadero se puede calcular multiplicando el potencial de efecto invernadero en relación con la masa del gas respectivo. Indica la cantidad de CO₂ que produciría el mismo efecto invernadero en 100 años, es decir, el CH₄ es un gas de efecto invernadero más potente que el CO₂ en un factor de 21.

Gas	Potencial de calentamiento
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
SF ₄	23900
PFC	9200
HFC	11700

Fuente: CNE, 2006

Tabla 2.2. Potencial de calentamiento de los gases de efecto invernadero.

Plan de fabricación

Este proyecto consta de 3 procesos de fabricación, los cuales serán empleados en 3 cilindros de acero inoxidable que serán fijados mediante una unión mecánica de pernos y tuercas, y apilados uno encima uno tras otro como se explica a continuación.

Cilindro Para lodos: ubicado en la parte inferior del ensamblaje.

Este cilindro será fabricado con la intención de servir como contenedor para lodos (lo que en este caso será nuestra fuente de obtención de gas).

Una lámina de 7.2m en el largo y 1 m en lo ancho, será sometida a un proceso de doblado hasta llevar a cabo la figura deseada, formando esta un cilindro hueco. Ambos extremos de la lámina serán unidos mediante soldadura, y de base se le será colocado otra lámina de acero inoxidable en forma circular con diámetro de 7.2m.

Como resultado de esto obtenemos un cilindro hueco y abierto por la parte superior.

A este mismo, por la parte lateral se le será agujereado un círculo de .7m y soldado un tubo de acero inoxidable, previamente forjado a la medida, y con una altura de 1m.

Para el segundo cilindro, será fabricado con una lámina de acero inoxidable ALSL 304, el cual es un acero con alta capacidad calorífica, lo que nos permite trabajar con altas

temperaturas, ya que una vez insertados los lodos en el cilindro inferior, estos producen gases los cuales serán entubados hasta este cilindro que se está mencionando, para llevarnos a un sistema de calefactor de agua. Con uso de piloto y el gas encapsulado, este cilindro nos servirá como un sistema "tipo boiler". Ya una vez insertado este cilindro, se encuentra el cilindro superior que pasa por el mismo proceso de fabricación que el cilindro inferior. En este caso, las paredes de láminas del cilindro serán sometidas a un proceso de anodizado para una mejor resistencia a la corrosión. Ya que este cilindro contiene agua residual la cual; mediante el gas encapsulado en el cilindro inferior, y el sistema de calefactor en el segundo cilindro; será calentada y convertida en vapor.

Tabla 3.2. Materiales para recipientes de acuerdo al servicio

LISTA DE MATERIALES DE ACUERDO AL SERVICIO						
Sustancia	Acero al Carbono	Niquel	Inconel	Monel	A.I. Tipo 304	A.I. Tipo 316
Acetona	A	A	A	A	A	A
Acetileno	A	A	A	A	A	A
Cerveza	P	A	A	A	A	A
Benceno Benzal	A	A	A	A	A	A
Bencina Nafta	A	A	A	A	A	A
Acido Borico	X	---	---	P	A	A
Cloruro en Gral.	X	R	R	R	X	X
Butano	A	---	---	A	A	A
Acido Citrico	X	R	A	A	A	A
Mercurio	A	A	---	A	A	A
Gas Natural	A	A	A	A	A	A
Aceite Petroleo 500°F Crudos	A	P	A	P	P	R
Acidos Fosforico	P	P	P	P	P	R
Azufre	A	A	A	A	P	P
Acido Sulfurico	X	P	P	R	P	A
Acido Sulfuroso	X	P	P	P	A	A
Whiskey y Vinos	X	A	A	P	A	A
Subtancias con Hidrogenos	A	A	A	A	A	A

Como referencia a la tabla, considérese lo siguiente:

A = Bueno

R = Recomendable,

P = Precaución (depende de las condiciones)

X = No recomendable.

El código ASME (American Society of Mechanical Engineers), es el que rige actualmente en los Estados Unidos de América.

En base a la tabla anterior (tabla 3.2) la cual está hecha por la ASME es que estamos eligiendo el material que utilizaremos para nuestro biodigestor (acero al carbón).

Lista de piezas, herramientas y materiales

Rediseño de las jaulas:

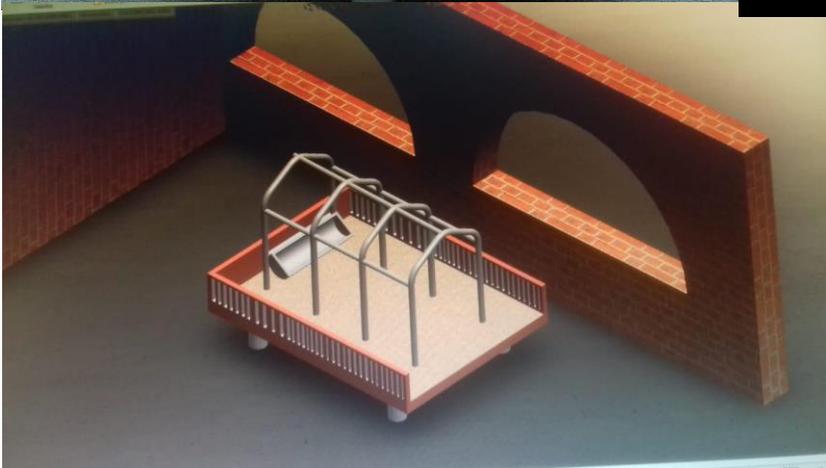
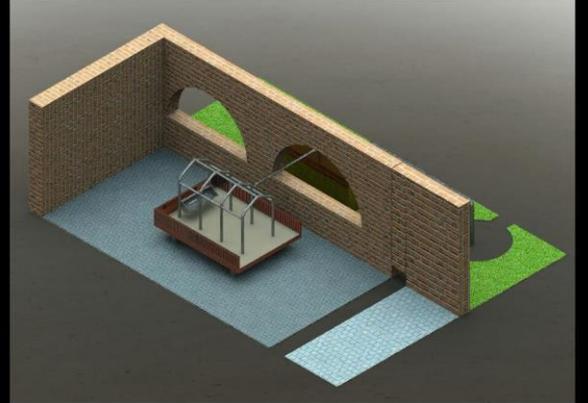
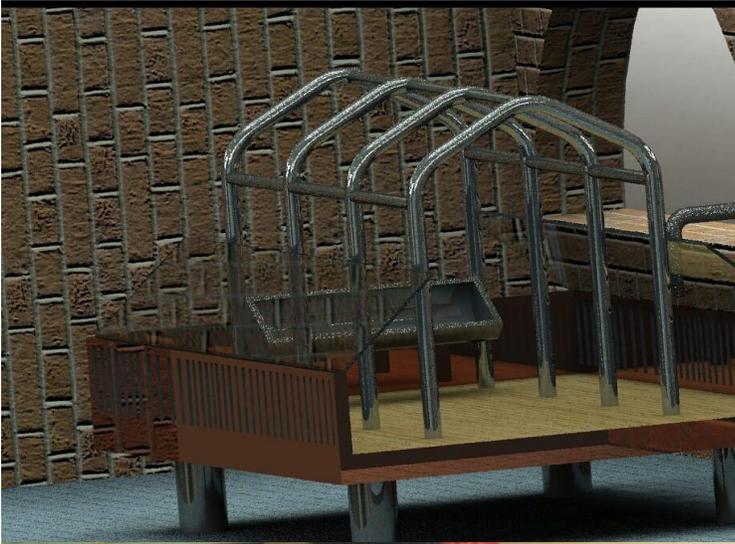
- 1) 2 Sensores de temperatura DTH11
- 2) Arduino
- 3) Tabla fenólica
- 4) Modulo Wifi ESP-01
- 5) Fuente de alimentación MB102
- 6) Resistencias de 10KΩ 2KΩ 1KΩ
- 7) 2 Push boton
- 8) Taladro
- 9) Brocas de metal de .5cm
- 10) 8m² de plástico transparente
- 11) 4 bisagras
- 12) Tubería de PVC
- 13) Pegamento de PVC
- 14) Cinta de aislar

Biodigestor:

- 1) 22 tornillos de 1 pulgada
- 2) 22 tuercas
- 3) Depósito de agua
- 4) Depósito de biogás
- 5) Quemador
- 6) Tubería de cobre de 5 pulgadas de diámetro .5m
- 7) Codo de cobre de 5 pulgadas
- 8) Quemador
- 9) Llaves españolas

Planos





Programación

```
∞ dth11_sensor_humedad_y_temperatura Arduino 1.9.0-beta
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
[Icons: Check, Refresh, File, Upload, Download]
dth11_sensor_humedad_y_temperatura

// Incluimos librería
#include <DHT.h>

// Definimos el pin digital donde se conecta el sensor
#define DHTPIN 2
// Dependiendo del tipo de sensor
#define DHTTYPE DHT11

// Inicializamos el sensor DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
  // Inicializamos comunicación serie
  Serial.begin(9600);

  // Comenzamos el sensor DHT
  dht.begin();
}

void loop() {
  // Esperamos 5 segundos entre medidas
  delay(5000);

  // Leemos la humedad relativa
  float h = dht.readHumidity();
  // Leemos la temperatura en grados centígrados (por defecto)
  float t = dht.readTemperature();
  // Leemos la temperatura en grados Fahrenheit
  float f = dht.readTemperature(true);

  // Comprobamos si ha habido algún error en la lectura
  if (isnan(h) || isnan(t) || isnan(f)) {
    Serial.println("Error obteniendo los datos del sensor DHT11");
    return;
  }
}
```

wifi

```
#include "ESP8266.h"
#include <SoftwareSerial.h>

const char* SSID = "myssid";
const char* PASSWORD = "mypassword";

SoftwareSerial softSerial(2, 3); // RX, TX
ESP8266 wifi(softSerial);

void setup(void)
{
    pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);

    Serial.begin(9600);
    Serial.print("setup begin\r\n");

    wifi.restart();
    delay(500);
    if (wifi.setOprToStationSoftAP()) {
        Serial.print("to station + softap ok\r\n");
    }
    else {
        Serial.print("to station + softap err\r\n");
    }

    if (wifi.joinAP(SSID, PASSWORD)) {
        Serial.print("Join AP success\r\n");
        Serial.print("IP: ");
        Serial.println(wifi.getLocalIP().c_str());
    }
    else {
        Serial.print("Join AP failure\r\n");
    }
}
```

Placa microcontroladora ESP-01

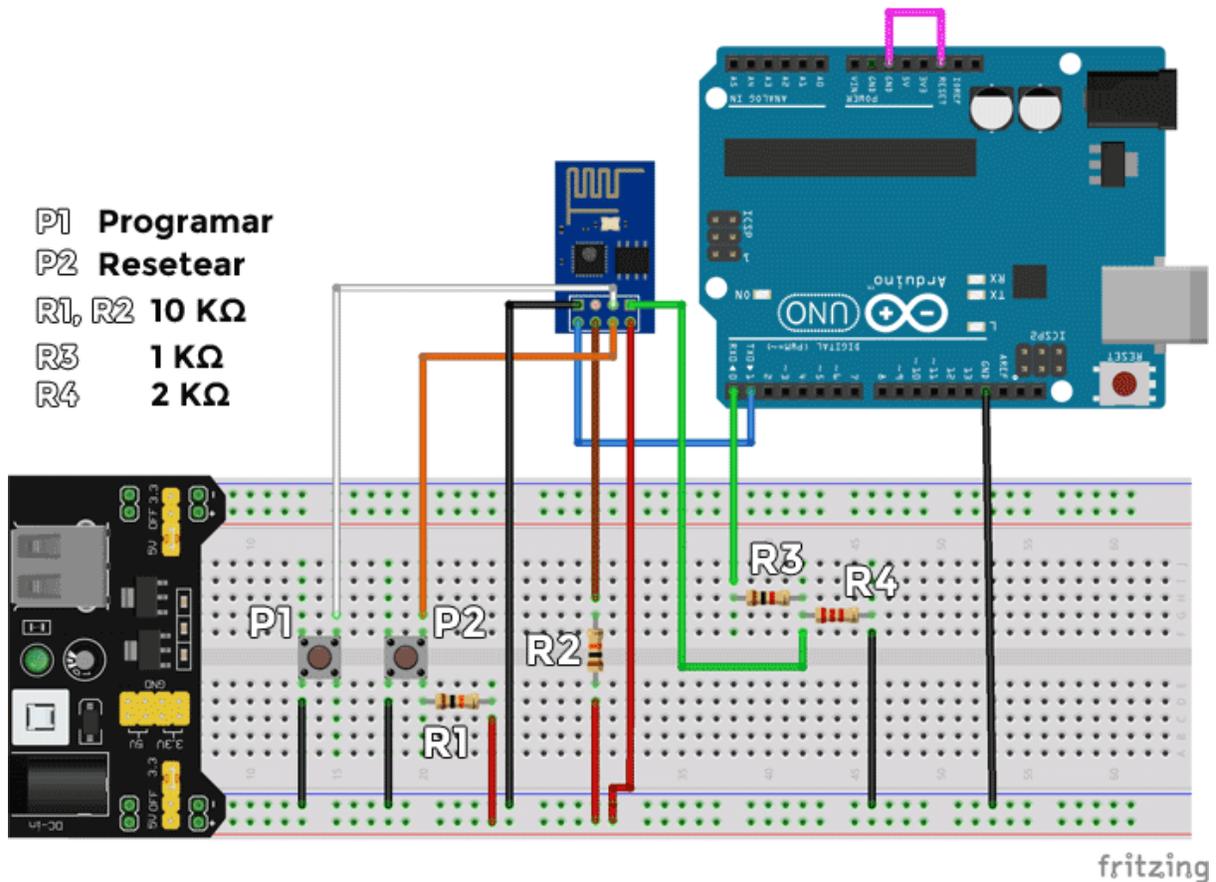
Modulo Wifi ESP8266

Pines de la placa ESP-01

1. GND es la toma de tierra.
2. GPIO2 es una entrada salida de propósito general. Es el pin digital número 2.
3. GPIO0 es una entrada salida de propósito general. Es el pin digital número 0.
4. RXD es el pin por donde se van a recibir los datos del puerto serie. Trabaja a 3,3 V. También se puede utilizar como pin digital GPIO: sería el número 3.
5. TXD es el pin por donde se van a transmitir los datos del puerto serie. Trabaja a 3,3 V. También se puede utilizar como pin digital GPIO: sería el número 1.
6. CH_PD pin para apagar y encender el ESP-01: si lo ponemos a 0 V (LOW) se apaga, y a 3,3 V (HIGH) se enciende.
7. RESET pin para resetear el ESP-01: si lo ponemos a 0 V (LOW) se resetea.
8. Vcc es por donde alimentamos el ESP-01. Funciona a 3,3 V y admite un máximo de 3,6 V. La corriente suministrada debe ser mayor que 200 mA.

Fuente de alimentación MB102





Cálculos técnicos

Cálculos para el diseño del biodigestor:

100 cerdos

$Q = 20 \text{ L/cerdo de agua residual}$

---> $ST = 1.5\%$

---> $SV = 80\%$

$Q = (100 \text{ cerdos})(20\text{L/c})$

$Q = 2000 \text{ L} = 2\text{m}^3/\text{d}$

$CO = (100 \text{ cerdos})(1.5\%ST)(80\%Sv)$

$CO = 24 \text{ kgSv/d}$

Velocidad de carga orgánica del biodigestor:

Temperatura	5-10°C	10-15°C	15-20°C	20-25°C	>25°C
Velocidad	0-0.2	0.2-0.4	0.4-0.6	0.6-0.8	0.8-1

$V_{co} = 0.4-0.6 \text{ kg Sv/m}^3 \text{ d}$

Usaremos el valor intermedio, en este caso 0.5

Volumen líquido:

$$V_L = CO/V_{co}$$

$$V_L = (24 \text{ kgSvd})/(0.5x)$$

$$V_L = 48 \text{ m}^3$$

*Nota: Esto nos dice que por mínimo nuestro biodigestor debe tener 48 m³ para capacidad de excremento y que nos produzca 24 kg de sólidos volátiles (gas)

Tiempo de retención que necesita el excremento para producir el gas en condiciones ambientales del lugar:

$$THR = (V_{\text{liquido}})/(Q)$$

$$THR = (48 \text{ m}^3)/(2 \text{ m}^3/\text{d})$$

$$THR = 24 \text{ días}$$

Tiempo de retención H:

Temperatura	5-10°C	10-15°C	15-20°C	20-25°C	>25°C
Días	>60	50-60	40-50	30-40	20-30

$$\text{Volumen líquido} = THR \times Q$$

$$\text{Volumen} = (40 \text{ días})(2 \text{ m}^3/\text{dia})$$

volumen= 40 m³

Con esto concluye los parámetros a considerar para el diseño del biodigestor:

Q= 2 m³/d (excremento en volumen producido al día)

CO= 24 kgSv (gas producido al día)

Vco= 0.4-0.6 (velocidad en la que se recarga)

THR= 40 días

Volumen líquido= 40 m³ (capacidad que debe tener el biodigestor)

P = mg/a 24kg de biogás 9.81 / 19.63m²

P = 12 kPa

r=2.5m

d=5m

A=19.63m²

h=2.44m

h final= 2.7m

Q=mCe(Δt)

313500=(1 kg)(4180 j/kgk)(100°C - 25°)

Q=(300 kg)(4180 j/kgk)(100°C - 25°C)

Q=94050000 j E=6 kwh/m³

Q=26.125 kwh energía que debemos usar para ebulir agua

10 ml ----- 1 m³

3 ml----- x 0.3 m³ jaula aproximadamente

1 j----- 2.7777 e⁻⁷ kwh

1 L ----- 0.087 kwh de energía para ebulir agua

x ----- 1296 kw/ mes x=14897 L/ mes

1 m³ ----- 6 kwh biogás

0.3 m³ ----- 1.8 kwh biogás

1 m³ ----- 6 kwh

x ----- 1296 kw/ mes x= 216 m³

(216 m³) / (43 m³) = 5 tandas de biogás (24 KgSv)

Eficiencia:

$$1) \text{ ec} = 1 - (T_c/T_h)$$

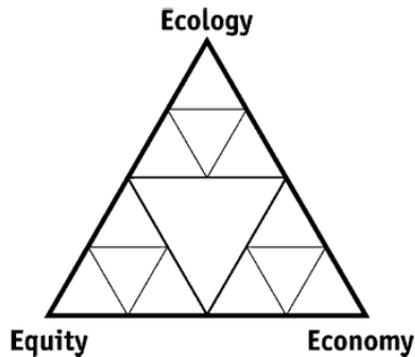
$$\text{ec} = 1 - (25^\circ \text{ C} + 273 / 100^\circ \text{ C} + 273)$$

$$\text{ec} = 0.20 = 20 \%$$

$$2) \text{ ec} = 1 - (T_c/T_h)$$

$$\text{ec} = 1 - (30^\circ \text{ C} + 273 / 100^\circ \text{ C} + 273)$$

$$\text{ec} = 0.19 = 19 \%$$



En nuestro proyecto está aplicado el triple top line ya que tiene que ver con los tres puntos; economía, equidad y ecología.

Economía porque ayudará a la comunidad de nuestro beneficiario a crecer económicamente y no pierdan ganancias con las muertes de los cerdos bebés, además de que pretendemos a ayudar a bajar su consumo de gas en sus hogares usando el biogás generado.

El punto de equidad es en que estamos ayudando a la sociedad resolviendo la problemática de una comunidad en la que se dedica a criar y vender animales.

Y la parte de ecología está aplicada en que diseñamos nuestro biodigestor use lo menos posible de materiales y que no contamine, además de que ayudará al medio ambiente porque reduce la contaminación de las heces de los cerdos y produce abono para cuidar a las plantas.

Presupuesto

Pieza o material	Cantidad	Precio unitario	Total
Sensores de temperatura DTH11	2	60	120
Arduino	1	160	160
Tabla fenólica	1	30	30
Modulo Wifi ESP-01	1	293.68	293.68
Fuente de alimentación MB102	1	250	250
Resistencias de 10KΩ	1	5	5
Resistencias de 2KΩ	1	6	6
Resistencias de 1KΩ	1	6	6
Push botton	2	250	500
Plástico transparente	8m ²	34	272
Bisagras	4	88	352
Tubería de PVC	10 m	83.20	832
Pegamento de	1	135	135

PVC			
Cinta de aislar	1	324	324
Tornillos de 1 pulgada	22	2.91	64.2
Tuercas	22	15	330
Depósito de agua 30 galones	1	1832.80	1832.80
Depósito de biogás 9 kg	1	944	944
Quemador	1	400 aprox.	400
Tubería de cobre de 5 pulgadas de diámetro	5 m	940	4700
Codo de cobre de 5 pulgadas	5	1291.72	6458.6
Manguera de tan	1	250	250
		TOTAL	18265.28

Pruebas

Se hicieron investigaciones a fondo sobre qué es el biogás y las diferentes maneras de obtenerlo, al igual que cuál es la cantidad de biogás que se puede obtener o sacar de un kilogramo de excremento de vaca, cerdo o caballo, ya que estas tienen diferentes características en cuanto a su fermentación y oxidación.

Se llevaron a cabo cálculos de cuanto excremento en total es producido durante un día en la granja de nuestro beneficiario y con ese dato obtenido, se logró obtener la cantidad de biogás que se puede producir en cuanto al excremento producido durante un día.

Problemas encontrados y solución adoptada

Elevar la temperatura del medio ambiente en las jaulas de maternidad de los cerdos: fermentación del excremento de los animales existentes en la granja, para así obtener biogás y por medio del mismo, calentar agua hasta que llegue a su punto de vaporización, y con el vapor obtenido en este proceso, calentar el ambiente de las jaulas de maternidad durante el primer mes de vida de los cerditos.

Humedad: ya que vamos a trabajar con vapor, se corre el riesgo de aumentar la humedad del lugar y provocar el crecimiento de hongos, por lo cual se va a llevar a cabo un rediseño de las jaulas, así como la instalación de un sensor de humedad.

Espacio abierto: lo que esperaba en un inicio era calentar todo el cuarto donde se encuentran todos los cerdos, pero nos encontramos con el problema de que es un espacio abierto por lo cual, sería más difícil calentar el espacio completo al igual que se le tendría que invertir más energía de la que se podría aprovechar; por lo que decidimos que solo se iba a calentar el espacio de las jaulas de maternidad por medio de vapor.

Resultados y conclusiones

Se encontró que los materiales ideales para usarse varían dependiendo de la parte del biodigestor a la que se refiera. Para la parte superior, media e inferior del biodigestor en la parte interior habrá un recubrimiento de teflón y por afuera será de acero inoxidable.

Para el rediseño de las jaulas de maternidad, se pondrá un recubrimiento de polietileno o plástico invernadero el cual nos ayudará a que se guarde el calor.

Para la parte de las tuberías, se va a utilizar cobre ya que posee alta resistencia a la corrosión y excelente impermeabilidad, lo que impide el paso de rayos ultravioleta.

Valoración del proyecto

Lo que más se dificultó en este proyecto fue la obtención de todos los datos que eran necesarios para llevar a cabo nuestro biodigestor, ya que había demasiada información al respecto y el tema que llevamos a cabo es demasiado extenso y algunas cosas de este son difíciles de comprender.

Anexos

Luis del Valle Hernandez. (2016). #105 Guía para configurar un ESP-01, el módulo WiFi basado en ESP8266. 8 de noviembre de 2019, de Programafacil.com Sitio web: <https://programafacil.com/podcast/como-configurar-esp01-wifi-esp8266/>

Omniblug. (2014). Sensor de temperatura y humedad DHT11 - DHT22. 28/10/2019, de Omniblug Sitio web: <http://www.omniblug.com/sensor-temperatura-humedad-DHT11-DHT22.html>

10 ventajas de las tuberías de cobre en instalaciones de gas. (2017, 31 marzo). Recuperado 13 noviembre, 2019, de <https://www.dincorsa.com/blog/ventajas-tuberias-cobre-instalaciones-gas/>

Viquez, J. (2018a, 19 diciembre). ¿Cómo calcular un biodigestor flexible (tubular) de pequeña escala? [Archivo de vídeo]. Recuperado 14 octubre, 2019, de <https://www.youtube.com/watch?v=X1c1ELKbzAU>

Purines. (s.f.). Recuperado 14 octubre, 2019, de <https://es.m.wikipedia.org/wiki/Purines>

Celemin, C. A. (s.f.). Excrementos de vacas y cerdos, generadores de energía rentable. Recuperado 14 octubre, 2019, de https://elpais.com/diario/1980/10/08/economia/339807629_850215.html

HomeBiogas 2.0: máquina doméstica para convertir tu restos de comida en biogás y fertilizante. (2019, 22 mayo). Recuperado 5 septiembre, 2018, de <https://ecoinventos.com/homebiogas-2-0/>

Biogás para generar electricidad con residuos de vacas y cerdos en Chile. (2014, 14 noviembre). Recuperado 31 agosto, 2019, de <https://www.evwind.com/2014/11/14/chile-utiliza-los-excrementos-de-vacas-y-cerdos-para-generar-energia-electrica/>

Conclusiones

Nuestro proyecto busca ayudar a la sociedad así que lo primero que hicimos fue buscar algo que pudiéramos resolver y que tenga una repercusión positiva en el lugar donde se lleve a cabo la solución. Por estas condiciones es que empezamos a trabajar en el rancho Pokar de Ases.

La razón principal por la cual empezamos a trabajar con nuestro beneficiario fue que alrededor del 30% de los lechones que nacen mueren por hipotermia por lo cual nuestro trabajo era calentarlos para que no murieran, iniciamos pensando que podríamos instalar un panel solar con lo cual podríamos calentar el agua sin embargo esta solución sólo representaba comprar el material, no aprovechar las cosas que teníamos a nuestro alrededor por eso es que descartamos esa idea, después empezamos a trabajar sobre la idea de un aire acondicionado pero claramente son muy caros y el consumo de electricidad sería un problema, y aunque descartamos esta idea fue la premisa con la que empezamos a trabajar arrojar aire o en nuestro caso vapor de agua para poder calentar a los lechones.

Una vez que identificamos lo que necesitábamos (calentar agua) empezamos a mirar a nuestro alrededor y buscar cual sería una buena solución, al momento de ir a inspeccionar el rancho nos dimos cuenta de la excesiva cantidad de materia fecal que generan la actividad ganadera y como éramos conscientes de que esta materia libera muchos gases pensamos en usarlo como combustible, esto fue lo que dio la pauta para empezar a desarrollar el biodigestor y poder convertir el excremento en biogás.

El trabajar con los recursos que ya se tienen en el área implica un beneficio y el Biogás provee muchos de ellos que a continuación mencionare.

1) Aprovechar los desechos de los animales de granja (cerdos, borregos, caballos.), los cuales previamente se estaban desperdiciando ya que no existía la posibilidad de convertirlos en un producto consumible (Biogás) pero gracias a este trabajo se podrá realizar la instalación para empezar a convertir estos desechos en una fuente de energía más limpia para las personas que trabajan con estos animales y así obtener un beneficio como tener biogás para uso doméstico. Tomando en cuenta que se tienen las condiciones y los materiales para producir el biogás esto representa un gran ahorro en el consumo de gas LP.

2) También logramos eliminar la muerte prematura de los lechones lo cual en consecuencia nos permite tener un mejor aprovechamiento de los espacios destinados a su nacimiento así como la velocidad de retorno de inversión.

Cisneros Esquivel Jorge Luis. LIM 3 semestre

Nuestro proyecto fin dio un resultado muy positivo, consideramos como bases para realizar nuestro proyecto el "triple top line"; En términos generales este nos habla de que una empresa o proyecto con un Triple Balance es una organización que presenta un resultado económico, pero que también mide la huella ecológica de sus actividades y el impacto social de sus acciones de responsabilidad social. Desde esa triple perspectiva, estas empresas o proyectos conseguimos ser económicamente responsables, ecológicamente respetuosas y socialmente comprometidas.

Aprendimos a qué nos podemos beneficiar tanto a nosotros mismo como a toda una comunidad a la vez, nuestros objetivos principales se lograron, ya que ayudamos a disminuir los gases de efecto invernadero que tienen las heces fecales de los animales, logramos mejorar la economía de una comunidad disminuyendo el uso de gas natural y gas LP que usan en la comunidad, a la vez ayudamos a que generen su propio abono para sus cosechas y nuestro objetivo principal se cumplió, el mantener los cerditos a una temperatura cálida y no mueran en su primer mes de vida.

Simultáneamente conocimos más de la vida de la comunidad y como ellos buscan dejar una huella en lo que hacen, ya sea dándole un mejor cuidado a sus animales o generando fuentes de empleo, conocimos más de los cerditos y su comportamiento natural, como las mamás de los cerditos hacen lo posible para mantener cómodos a sus lechones; al igual vimos las deficiencias que hay en la comunidad y como nosotros como ingenieros la podríamos mejorar esas deficiencias, entendimos que no podemos mejorar a todo el pueblo de San Juan Daxthí, se debe hacer poco a poco y debemos hacer tantas pruebas sean necesarias para mejorar nuestro proyecto y así con el paso del tiempo sea mejor que el de antes y tenga mejores beneficios, que ayuden a esa comunidad y siempre teniendo en cuenta la parte ecológica.

Este proyecto nos enseñó más de lo que creíamos; desde como los cerditos se comportan, como es el día a día de los cerdos y el cómo es la rutina de las personas que trabajan en la granja, con este proyecto esperamos que sea más fácil su trabajo de estas personas en la granja, evitar riesgos de enfermedades. Esperamos que este proyecto tenga un alcance mucho mayor de lo que tenemos en mente y así poder impulsarnos para tener más metas que cumplir; este proyecto tiene mucho potencial del cual nos podemos beneficiar todos esto es muy importante y que nos sustentará siempre, creamos biogás el cual nos ayudará ya sea para generar calor o bien se podría ver la posibilidad de crear electricidad con este recurso.

Disfrute el investigar y analizar cada parte de este proyecto, es un mundo inmenso lleno de información, es realmente interesante y emocionante el conocer más de estos tipos de proyectos, el cómo fermentando la materia orgánica se crea algo tan grande como es el biogás, como de algo tan sencillo que nosotros vemos día a día se puede generar algo que no ayude, esta puede ser la solución para muchos problemas actuales es cuál es que ya no se sabe que hacer con los desechos orgánicos, esto puede solucionar un problema tan grande y nos dará tantos beneficios a nosotros.

Aprendimos mucho de esto y fue un proyecto muy emocionante lleno de retos y de dudas.

"Inspirar y nutrir el espíritu humano: Una persona y una comunidad a la vez"

Jessica Valencia Quiroz. LIE 3 semestre

Es una actividad académica, temporal y obligatoria para Educación Superior por la cual se pretende retribuir a la sociedad el derecho a la educación, a través de aplicar los conocimientos teóricos y prácticos aprendidos en la escuela, enriqueciendo así la formación profesional del estudiante.

La definición anterior, puede llegar a ser muy de academia, ya que para mí más bien fue de retos, de aprendizaje, de satisfacción.

De retos porque tuvimos mi equipo y yo que buscar varias formas de poder encontrar una solución a la problemática de nuestro beneficiario, usando nuestros conocimientos en nuestras áreas académicas, acoplándonos a lo que teníamos y podíamos.

El aprendizaje fue mucho, desde aprender a coordinarme con mi equipo de trabajo, hasta los nuevos conocimientos obtenidos para hacer nuestro proyecto. También en la cuestión técnica aprendí ya que un compañero de otra carrera nos enseñó a usar varios programas para poder hacer el diseño.

Satisfacción personal ya que con este proyecto podremos ayudar en su economía a esa comunidad que se dedican a criar y vender animales. Además de que con nuestro proyecto no solo ayuda a solucionar la problemática de la muerte de los cerditos, sino que también como usamos las heces de los animales, principalmente de los cerdos, ayudamos a reducir la presión de rellenos sanitarios, que de igual forma se elimina la emisión de malos olores, obteniendo como subproducto con valor agregado, el bioabono, que pueden usar para sus cosechas. Y como nuestro biodigestor se propone que genere biogás no solo cuando los cerditos nazcan, se almacenará en tanque para gas para que las personas puedan usarlas en sus hogares.

Y profesional ya que todavía no concluyo mis estudios universitarios y ya hicimos unos planos para hacer un biodigestor que va a tener muchos propósitos en el que tuvimos que hacer un contrato para nuestro beneficiario, exponiéndolo y haciendo la memoria técnica, todo lo más profesional posible para ir aprendiendo para cuando terminemos nuestra carrera y estemos en el ámbito laboral.

Brenda Haydeé Ramírez Espinoza. LIE 3 semestre

A pesar de que solo hicimos un prototipo no funcional, es decir una maqueta, logramos obtener muchos conocimientos acerca de varios temas de interés común como biología, materiales, energía, termodinámica, ecología, entre otros más.

Nuestro biodigestor está enfocado, en cuanto a la parte social, en aumentar la ganancia de porcinos (cerditos bebés) ya que estos mueren prematuramente por causa de hipotermia por las temperaturas tan bajas que se presentan en las granjas o ranchos de la comunidad de San Juan Daxthí.

Nos sentimos bastante realizados en cuanto a nuestro proyecto, ya que varios ranchos nos dijeron que si sería una inversión que harían ya que tendría demasiados beneficios en ellos de diferentes maneras.

Problemáticas a las que se les logró poner solución: Exceso de basura, disminución del consumo de energía por parte del servidor, exterminio de desechos de animales de granja para su correcto aprovechamiento, aumentar considerablemente el ingreso económico mensualmente de nuestro beneficiario, disminución de contaminación al medio ambiente, facilitamos el trabajo diario del Sr. Arturo Martínez ya que él tenía que aplicar agua al excremento y barrer esta mezcla hasta un lago donde se depositaban las heces y ahora el único trabajo que tiene que hacer es aplicar el agua a las heces fecales para que estas resbalen y lleguen directo al sistema de separado del biodigestor y así se lleve a cabo la fermentación, entre otras cosas.

Logramos obtener datos numéricos acerca de la energía que se ocupa para tener un correcto funcionamiento del biodigestor y poder calentar a la temperatura necesaria a los cerditos bebés.

Gracias a que estamos en un equipo diverso en cuanto a carreras, logramos obtener conocimientos acerca de temas en los cuales no estábamos involucrados anteriormente, como lo es programación para los sensores de temperatura o bien, toda la parte del diseño del biodigestor, en los cuales usamos diversos programas de diseño con los cuales no estábamos familiarizados.

Supimos resolver las pequeñas diferencias en el equipo, pero lo más importante, es que pudimos resolver los problemas que tienen actualmente las granjas o ranchos de la comunidad elegida. Nos sentimos muy contentos y realizados por poder haberle encontrado una solución al gran problema encontrado.

Valeria Lindemann Stoehr. LIE 3 semestre

Flareon es un equipo enfocado en la producción ganadera de lechones dentro de las granjas que se encuentran en la comunidad de San Juan Daxthí, Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México. En este equipo, mis compañeros y su servidor, realizamos visitas a dicha comunidad donde tras un amplio tiempo de investigación y estudio; denotamos que la principal producción económica de la comunidad se basa en la ganadería, especialmente lechones. “Pokar de Ases” es el rancho del señor Arturo Martínez Rodríguez, lugar donde este proyecto fue iniciado. Pero este rancho solo era el comienzo; a lo largo de la comunidad, los habitantes invertían mas y mas para aumentar su ganado, y con esto claro, igual se desatarían problemas. Dado a que los lechones son animales con dificultad de regular su temperatura corporal (especialmente en sus primeras semanas de vida) y la ubicación de la comunidad en una zona fría; cada vez eran mas los lechones muertos por hipotermia. Esto afectando grandes ingresos de dinero a las familias de esta comunidad.

Flareon, nuestro equipo, realizo un amplio estudio socio económico sobre la inversión de los ganaderos y familias en su producción de ganado, y tras analizar el índice de mortalidad de los lechones por camada en dicha comunidad, concluimos que esta es la mas grande perdida en las ganancias e inversión, ya que esto afecta un 30% la sustentabilidad y economía de los habitantes.

Concluimos, que el índice de mortalidad de los cerdos, mas la poca ineficiente forma de regular la temperatura de los lechones, produce una des moderada disminución en la economía de la comunidad, la cual se ve reflejada en servicios que tienen que pagar como es la luz. Ya que actualmente, regulan la temperatura de los cerdos mediante luz eléctrica (focos).

En Flareon, nosotros desarrollamos un diseño nuevo de un biodigestor que sea capaz de almacenar residuos fecales (excremento) los cuales serán reutilizados como una fuente de obtención de gas y este un combustible para el sistema de calefacción para cerdos; y aguas residuales, las cuales son derivadas de la limpieza rutinaria que se realiza en el hábitat de los lechones; para después poder ser reutilizada. De esta forma brindándole a la comunidad una reutilización de los recursos con los que ya cuentan y a su vez una mejora en su economía al reusar dichos recursos para una mejor y eficiente producción de calor que aumentara el promedio de lechones vivos.

Aunque Flareon no realizó un prototipo funcional, buscamos el sistema de calefacción para lechones más viable y más ergonómico para la comunidad de San Juan Daxthi, pensando en un rediseño de biodigestor que fuera de fácil comprensión y de alta calidad usando solo recursos que se tienen actualmente.

Dados los resultados de estudios y cálculos realizados durante este proyecto, podemos concluir con que hasta un grado en la temperatura podría resultar benefactor para la

comunidad y sus habitantes en sus necesidades, así como su sustentabilidad y economía.

Antonio Martínez Reyes. LIDI 3er semestre.