



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

"Modelo de negocios (actividades clave) para la utilización de residuos del Nopal (*Opuntia ficus- indica*) en la generación de energía limpia dentro de la Delegación Milpa Alta, Ciudad de México."

T E S I N A  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
B I Ó L O G A  
P R E S E N T A:  
HERNÁNDEZ VALDEZ SANDRA

DIRECTOR DE TESINA:

M en IBSH ALEJANDRO CÓRDOVA CÁRDENAS

CIUDAD DE MÉXICO

2018





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

A mí estimada Universidad Nacional Autónoma De México por brindarme la oportunidad de formar parte de esta máxima casa de estudios.

Al M en IBSH Alejandro Córdova Cárdenas por el apoyo brindado, su asesoría, paciencia y tiempo dedicado a este proyecto.

Al M en C. Eliseo Cantellano de Rosas por aceptarme en este proyecto, por la paciencia y asesoría dedicados.

A mis sinodales por su tiempo brindado para la revisión del escrito y sus atinadas observaciones para la mejora del mismo.

A la Maestra Maricela por su asesoramiento, sugerencias, observaciones y revisiones a este trabajo.

A la Dra. Bertha Peña Mendoza por todo el apoyo y tutoría en este camino académico quien me brindo lecciones y apoyo dentro y fuera del salón de clases.

A mis padres por esas tazas de té que me mantenían despierta y concentrada durante las noches de desvelo, por los consejos de vida y profesionales, por darme todo cuanto tienen para que nunca me faltara nada.

A Dulce y Adriana por ser mis cómplices porque nunca dejaron de creer en mí principalmente por darme fortaleza para superarme todos los días las amo.

A mis profesores por sus enseñanzas y dedicación a su profesión las cuales me han inspirado a no quedarme con lo aprendido en el salón, gracias por generar en mí la curiosidad que es la base de la ciencia nuestro pan de todos los días.

A todas las personas que directa o indirectamente participaron en este documento.

## DEDICATORIA

A mi Lucy por su apoyo, amor, paciencia, consejos, aliento durante toda mi formación, por siempre creer en mí, ser mi más grande motivación, por nunca soltar mi mano y estar siempre presente en cada nueva etapa de mi vida.

A mi padre Juan Manuel por darme las herramientas necesarias para abrirme camino en la vida, hacerme una mujer de bien, confiar en mí y sobre todo por demostrarme que siempre se puede llegar tan lejos como te lo propongas.

A mis hermanas porque sin su amor incondicional, fé, paciencia, retroalimentación, guía y ejemplo de éxito, nunca habría superado las barreras que en algunas ocasiones me puse durante este proceso, gracias por siempre poder contar con ustedes.

A Jorge y Tonatiuh mis otros padres que me vieron desarrollarme como profesionista, alentándome como persona dándome un ejemplo de responsabilidad y compromiso, gracias por todo el cariño.

A mis sobrinos con mucho amor, un gran ejemplo para que siempre sigan aprendiendo y sepan que cuentan conmigo incondicionalmente.

A mi tía Lulú por darme el ejemplo más grande de superación, sobre todo por siempre tener las palabras exactas para motivarme, tía te quiero.

A mí querida Familia que siempre ha sido un motor importante en mi vida.

A la SKUADRA quienes siempre me motivaron a no dejar de lado lo académico, gracias infinitas por ser mi contención, por siempre ser y estar, los amo.

TEAM EXPO somos grandes gracias por ser parte de este viaje.

En especial a Ricardo, Andrea, Laura, Dalia y Ángel por escuchar todas y cada una de mis dudas con paciencia, darme siempre apoyo, cariño y ánimo, no solo fueron mis compañeros de clases fueron esa luz y peperrillos durante la vida Universitaria; Los quiero si se pudo.

Mis compañeros de la UMIEZ quienes constantemente me alentaron a continuar con cada una de las aventuras que ofrece la ciencia y el aprendizaje.

*“En el fondo, los científicos somos gente con suerte,  
podemos jugar a lo que Queramos durante toda la vida”*

Lee Smolin

*“En algún sitio algo increíble espera ser descubierto”*

Carl Sagan

## ÍNDICE

1.	RESUMEN .....	1
2.	INTRODUCCIÓN .....	2
3.	MARCO TEÓRICO .....	4
3.1	MERCADO DE ENERGÍAS LIMPIAS.....	6
3.2	BIOMASA.....	7
3.3	ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN.....	12
3.3.1	DESARROLLO SOSTENIBLE .....	14
3.3.2	MANEJO DE RESIDUOS.....	16
3.4	NOPAL Y SUS PROPIEDADES.....	17
3.4.1	REQUERIMIENTOS AGRO – CLIMÁTICOS.....	23
3.5	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA.....	23
3.6	MODELO DE NEGOCIOS.....	28
3.6.1	MODELO DE NEGOCIOS CANVAS.....	30
3.7	MARCO JURÍDICO .....	32
3.7.1	LEY DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	34
3.7.2	SERVICIOS AMBIENTALES .....	35
4.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN .....	46
5.	OBJETIVOS.....	48
5.1	OBJETIVO GENERAL.....	48
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	48
6.	MATERIAL Y MÉTODO .....	49
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	51
7.1	POTENCIAL DE LAS APLICACIONES Y USOS DE LA BIOMASA RESIDUAL DEL NOPAL ( <i>OPUNTIA FICUS-INDICA</i> ). .....	55
7.2	DESCRIBIR LOS PROCESOS VINCULADOS A LA GENERACIÓN DE ENERGÍA LIMPIA CON NOPAL ( <i>OPUNTIA FICUS-INDICA</i> ).....	60
7.3	IDENTIFICAR LAS VENTAJAS DE IMPLEMENTAR BIOMASA COMO MEDIDA DE CONTROL AMBIENTAL.....	66
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
9.	BIBLIOGRAFÍA .....	69
10.	ANEXO.....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS, CUADROS Y DIAGRAMAS

FIGURA 1 Ubicación de centrales de generación de energía renovable en México. ....	6
FIGURA 2 potencial energético de la biomasa residual.....	9
FIGURA 3 Esquema de biodigestor.....	13
FIGURA 4 Mapa Ciudad de México CORENA 2010.....	24
FIGURA 5 Pueblos, Suelo agrícola Bosque y vegetación CORENA 2005 .....	27
FIGURA 6 Jerarquía ordenamiento jurídico SENER, 2007.....	39
CUADRO 1. Taxonomía del nopal Helia Bravo 1978.....	21
CUADRO 2. Valor nutritivo .....	22
CUADRO 3. Las principales zonas de producción en Milpa Alta son las siguientes:SIAP 2010. ....	26
CUADRO 4. Instrumentos de regulación SENER .....	40
CUADRO 5. Método empleado para revisión de bibliografía.....	50
CUADRO 6. Producción de cosecha SAGARPA 2008 .....	61
DIAGRAMA 1. Uso del biogás .....	14
DIAGRAMA 2. Gestión desarrollo sostenible .....	15
DIAGRAMA 3. Criterio de Sustentabilidad se aplica en el factor Tiempo y Cobertura .....	16
DIAGRAMA 4. Áreas revisión marco teórico .....	50
DIAGRAMA 5. Actividades programadas para la redacción.....	51
DIAGRAMA 6. Iniciativa modelo de negocios.....	51

## **1. RESUMEN**

Por las condiciones de fácil adaptabilidad y basta extensión en nuestro territorio, el nopal verdura reúne la importancia económica y social como cultivo que contribuye a la economía de productores siendo además en México la mayoría campesinos en la delegación Milpa Alta.

El nopal una de las más arraigadas tradiciones alimenticias de México. Esta planta fragmento del paisaje nacional y de nuestra enseña patria, es parte esencial de la dieta mexicana desde nuestros ancestros prehispánicos, teniendo usos tan variados que van desde la pintura hasta la medicina. En la ganadería sirve como cerco y alimento. La industria aprovecha sus atributos para pigmentar y fijar. Sin embargo su utilidad mayor se concentra en los aspectos culinarios como una nutritiva y saludable verdura. La investigación abordó el problema referente al desarrollo comunitario en la localidad Milpa Alta en la ciudad de México mediante un diagnóstico del exceso de residuos dependientes a la producción de nopal, así como también los potenciales usos que pueden ser primordiales para mejorar la calidad de vida de la población.

El trabajo es una proyección social bastante trascendente para resolver una problemática, que vincula la participación de las actividades comunitarias; este será de una gran utilidad en la situación energética actual de la zona de estudio y presenta una propuesta para autogeneración de energía limpia a partir de biogás obtenido a partir de residuos de nopal.

El análisis de esta posibilidad aunada a un modelo de negocios requirió, entre otras cosas un estudio sobre la comercialización y aprovechamiento del nopal.



## 2. INTRODUCCIÓN

Una de las fuentes de energía renovable considerada clave para transitar de un sistema energético basado en combustibles fósiles a uno basado en fuentes renovables es la bioenergía. Se estima que ésta puede jugar un papel importante en la transición energética mundial (Creutzig et al., 2015).

La biomasa a nivel mundial proporciona el 13% de la energía primaria consumida, comparable a la proporcionada por el gas natural o la energía nuclear (Puigdevall y Galindo, 2007). El empleo energético de la biomasa presenta numerosas ventajas, no sólo para quien la aprovecha sino para la sociedad. A nivel individual, las ventajas son fundamentalmente económicas, ya que puede disminuir los costos de la energía, al reducir la cantidad de combustibles que se debe adquirir del exterior. A nivel de la sociedad en su conjunto, el uso de la biomasa, al igual que otras fuentes de energía renovable, presenta numerosas ventajas ambientales, sociales y económicas. En cuanto a los aspectos ambientales, la reducción de gases contaminantes a la atmósfera ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ) es uno de los objetivos primordiales de los países que fomentan su uso. Desde el punto de vista social y económico, el uso de la biomasa contribuye a la diversificación energética, a la reducción de dependencia de fuentes externas de energía, y a la creación de fuentes de trabajo rural (Frank y Smith, 1987; Hierro et al., 2000; Flavin et al., 2002; USDA, 2005).

Parte importante de los ideales por alcanzar a través del ordenamiento económico de una nación, ante un crecimiento económico sostenido, corresponden

con la plausibilidad de que este se traduzca en un potenciador de la mejora en las condiciones de vida de los individuos que en ella habitan. (Villarespe, 2002).

Este tipo de situación la enfrenta la población que reside en la ciudad de México, la dotación de electricidad disminuyó al incrementarse el número de viviendas que no cuentan con el servicio. Sin embargo, esto no ocurre de manera similar para todos los pobladores de los asentamientos irregulares de la delegación Milpa Alta, puesto que aquellas personas que se encuentran viviendo cerca de los cascos urbanos y pertenecen a los llamados “originarios”, pueden tener los servicios a diferencia a aquellos que no son “originarios” de la zona. (Raymond 2002)

La gestión integral de los residuos sólidos urbanos, es una herramienta esencial para mitigar y minimizar los impactos ambientales ocasionados por la actividad diaria en una ciudad. Una de las actividades frecuentes que generan bioresiduos de en centro de acopio de Milpa Alta son los residuos del nopal. Con base en lo anterior en el centro de acopio se instaló un biodigestor para que los residuos fueran aprovechados en generar energía limpia y así encontrar una alternativa de manejo de los residuos.

En esta investigación se elaboró un modelo de negocios con propuestas de actividades clave y está orientado en mejorar el proceso de gestión integral de los residuos en su aprovechamiento, con el fin de contribuir en una mejora para la localidad, destacando la importancia del nopal en el mercado comercial, sus usos y biología.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **ANTECEDENTES**

En el año 2010 inicio el interés del Instituto de Investigaciones Electricas (IIE) por determinar la factibilidad de producir biogás a partir del nopal, motivado por la búsqueda de fuentes de energía renovable de acuerdo a la ley de promoción de los bioenergéticas, a la ley de energías renovables y a la ley de cambio climático aprobadas en el sexenio anterior. En el marco de estas leyes se han apoyado proyectos a través de diversos fondos como los sectoriales de CONACYT con la SAGARPA y la SENER, sobre proyectos basados en cultivos no tradicionales y poco conocidos en nuestro país como el de la *Jatropha curcas*, la higuierilla entre otros, enfocados a la producción de bioetanol y biodiesel. Sólo uno o dos proyectos conocidos han sido apoyados para la producción de biogás a partir del nopal, el cual tiene ventaja de ser un cultivo muy conocido históricamente en nuestro país, al menos como fuente de alimentación. El interés surgió a partir de la iniciativa empresarial surgida en Camébaro Michoacán, mediante la construcción y puesta en operación de un biodigestor para la producción de biogás en 2010. Esta planta ha estado en operación hasta el 2015. El biodigestor tiene un volumen de 100m<sup>3</sup> y una capacidad de tratamiento de 8 toneladas de nopal por día no obstante, obedeciendo a los recursos disponibles se ha operado hasta el momento a un 20% de su capacidad nominal. Con su operación al 100% se demostraría que la tecnología es factible técnica y económicamente, a través de un estudio que monitoree, registre y verifique la operación de la planta a plena capacidad.

En la generación de energías renovables (GER) del IIE se han realizado de manera intermitente en los años 2010 y 2011, pruebas de laboratorio a escala de

mililitros y litros, tanto régimen batch como continuo, corridas experimentadas para determinar la producción y el rendimiento de biogás del nopal estas pruebas se interrumpieron en 2012 y se retomaron a finales de 2013 hasta el 2015.

La conveniencia de generar su propia energía mediante sistemas de energía alternativa, se limita por el momento a los lugares donde conectarse a la red resulta imposible o costoso (Reddy et al., 1980; Siemons, 2001; Bueno Lorenzo, 2006), independientemente de los beneficios ambientales y sociales que puede reportar un reaprovechamiento de residuos. El uso de la bioenergía estudiada podrá traer aparejado un margen de beneficios económicos y financieros, por los ahorros en combustibles fósiles que podría representar para los habitantes (Dasilva, 1979; Rexen, 1980; Slessor et al., 1980; Goldemberg, 2004; García Ortega y Cantero, 2005; Honty y Gudynas, 2007). Por otra parte, el destino final de esta bioenergía disponible podría ser energía eléctrica y no simplemente calórica, dada la alta cantidad de hogares desprovistos de la misma. Para cubrir una demanda de aproximadamente 3 kwh/día, necesarios para mantener la iluminación de las viviendas, encender la televisión unas horas, se tiene un consumo de 3.889 MJ/año/hogar, demanda que podría ser cubierta con los residuos estudiados y considerando un total de aproximadamente 750 hogares en la zona aledaña al Centro de Acopio Nopal-Verdura de la delegación Milpa Alta.

Deberán ajustarse estos valores en función del tipo de tecnología de conversión que se utilice y su eficiencia (Battero et al., 1996; Consejo Mundial de la Energía, 2004; Estrada y Zapata Meneses, 2004). Un estudio de costos de traslado sería necesario para conocer la factibilidad de que los pobladores alejados de la red

puedan hacer uso de esta energía (Bueno Lorenzo, 2006). Otra posibilidad que cabe, según las propias manifestaciones locales, es el uso de estos residuos en el predio donde son generados, como una manera de abaratar costos en los procesos productivos (Siemons, 2001). Esta última aplicación, no sólo implicaría un menor impacto ambiental en la zona, por el cese de las quemas al aire libre de los residuos y la contaminación del aire consiguiente por las cenizas generadas, sino también disminuciones en los costos de producción actuales al requerir menor consumo de energía eléctrica de combustibles fósiles (AUMA, 2000; Ávila et al., 2001; Consejo Mundial de la Energía, 2004; Perlack et al., 2005).

La biomasa estudiada se genera de manera continua y se encuentra disponible a poca distancia de los lugares donde se podría realizar su aprovechamiento.



FIGURA 1 Ubicación de centrales de generación de energía renovable en México.

### 3.1 MERCADO DE ENERGÍAS LIMPIAS

**ENERGÍAS CONVENCIONALES** Consiste en los recursos de energía más utilizados de forma intensiva y comercializada, son la principal fuente de energía del planeta, entre los cuales están: petróleo, gas natural y carbón mineral, etc. Este tipo

de energía también se conoce como energías renovables, puesto que cuentan con unas reservas estimadas finitas que pueden agotarse en un futuro muy próximo.

**ENERGÍAS NO CONVENCIONALES** Consiste en los recursos de energía aprovechables a nivel mundial, que son ambientalmente sostenibles, y minimizan la huella de carbono, entre los cuales destacan: biomasa, hidroeléctrica, eólica, geotérmica, solar, nuclear, mareomotriz, etc. Estas energías también son referidas como alternativas o renovables, ya que se obtienen de una fuente inagotable de energía, como es el sol.

Además, se consideran energías limpias puesto que directamente no producen dióxido de carbono u otro tipo de gases de efecto invernadero, aunque pueden contener otro tipo de contaminantes que la tecnología actual reemplaza por otros menos contaminantes.

El término bioenergía se usa sólo como indicativo de que es energía que no procede de combustibles fósiles, sin hacer referencia a que su uso sea inocuo al ambiente.

### **3.2 BIOMASA**

Energía obtenida a partir de aquella fuente no convencional de energía renovable, que se basa en la degradación espontánea o inducida de cualquier tipo de materia orgánica que ha tenido su origen inmediato como consecuencia de un proceso biológico y toda materia vegetal originada por el proceso de fotosíntesis, así como por los procesos metabólicos de los organismos heterótrofos, y que no contiene o hayan estado en contacto con trazas de elementos que confieren algún grado de peligrosidad.

El aprovechamiento de la biomasa con fines energéticos exige una cuidadosa evaluación dada la enorme variedad de recursos que se incluyen dentro de este término, las características particulares de cada uno de ellos, las condiciones locales de donde se encuentran, y las muy variadas tecnologías de aprovechamiento de los mismos (Domínguez et al., 2003).

La caracterización de las propiedades de la biomasa es fundamental al momento de seleccionar la aplicación tecnológica más apropiada para el aprovechamiento energético o para la producción de nuevos recursos. El interés por la biomasa en los planes energéticos regionales e internacionales (García Ortega y Cantero, 2005) y la paulatina extensión de tecnologías de valorización de biomasa en la industria ha creado una progresiva demanda de conocimientos sobre el modo de estimación de los potenciales y posibilidades de utilización de la biomasa (Bryan et al., 2008).

La evaluación de la biomasa generada en una región debe tener en cuenta tanto su naturaleza (biomasa *primaria* originada en cultivos energéticos y residuos agrícolas o forestales, y biomasa *secundaria* originada a partir de residuos de industrias de transformación tales como papeleras, madereras o agroalimentarias) como su disponibilidad temporal y espacial (Masera et al., 2005).

#### OBTENCIÓN DE BIOMASA

Gracias a su capacidad de generación, la biomasa como fuente de energía ha obtenido una gran aceptación a nivel mundial, debido sobre todo a la facilidad para encontrar residuos energéticos que contribuyan a la creación energía ya sea biomasa natural o biomasa residual.

Como fuentes de la biomasa se pueden observar diferentes sectores que pueden recuperar los residuos para la generación de biomasa. Para el sector agrícola se cuenta con los residuos agrícolas provenientes del corte de la cosecha y los residuos agroindustriales obtenidos luego del procesamiento de los productos agrícolas.

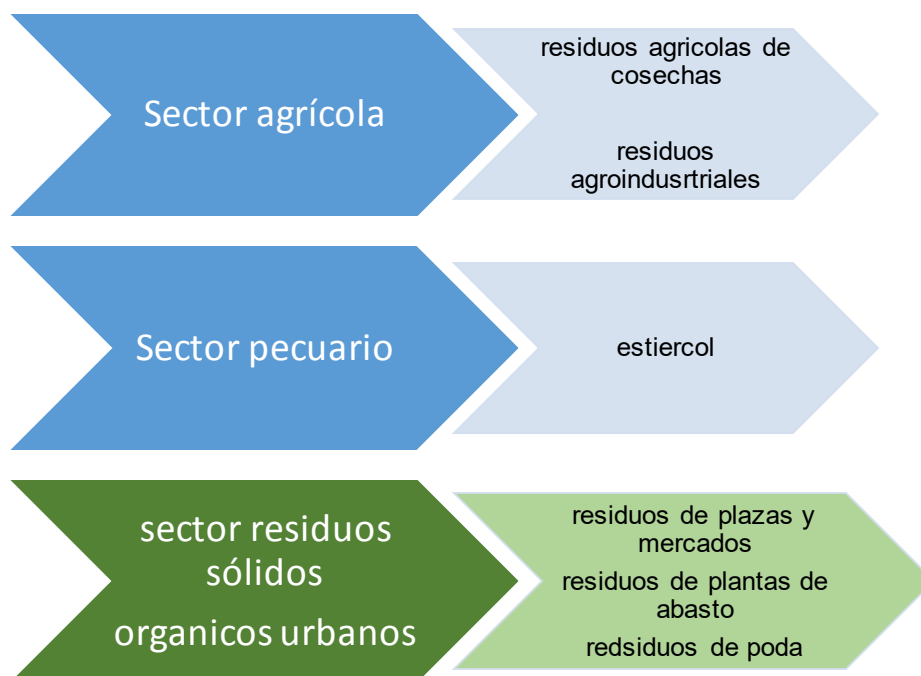


FIGURA 2 potencial energético de la biomasa residual

La biomasa que se empleará para la producción de biogás y generación de electricidad es la planta de nopal, cuyo nombre científico es *Opuntia Ficus-Indica*, perteneciente a la familia de las cactáceas.

*Opuntia Ficus-Indica* es una de las pocas especies cultivables que tiene el metabolismo Acido de las Crasuláceas (CAM). La diferencia principal con otros desechos vegetales en procesos de biodigestión y biogás es que estos últimos presentan actividades fotosintéticas de difícil degradación. En *Opuntia Ficus-Indica* la mayoría de los compuestos químicos que participan en los procesos metabólicos



son “simples”, lo cual permite una mayor facilidad de degradación, repercutiendo directamente en los tiempos que deberá estar en el biodigestor para su degradación.

### IMPULSO PARA UTILIZACIÓN DE BIOMASA

La biomasa es una alternativa atractiva energéticamente hablando debido a que por medio de su conversión se pueden obtener una gran variedad de productos, como biocombustibles sólidos, biocombustibles líquidos y biocombustibles gaseosos, los cuales pueden ser utilizados para abarcar diferentes necesidades energéticas.

La biomasa es toda materia orgánica renovable a través de la cual podemos obtener energía.

Actualmente existen dos procesos por los cuales se puede obtener energía ocupando la biomasa. El primer proceso corresponde a la combustión directa, quemándola en una caldera u horno. El segundo proceso corresponde a la generación de biogás, el cual es pasado a través de motores de combustión interna y turbinas, permitiendo así la generación de electricidad y biomasa.

La obtención de biogás se lleva a cabo mediante la acción de bacterias y microorganismos, los cuales degradan la biomasa. En condiciones anaeróbicas, al final del proceso se obtiene como producto gas inflamable que se denomina biogás y un residuo húmedo denominado lodo, el cual puede ser ocupado como fertilizante.

El poder calorífico del gas dependerá del porcentaje de metano que este posea, el cual varía dependiendo de las condiciones en las que se lleva a cabo la degradación y de la biomasa que se ocupa para su obtención.

Dependiendo de las características que tenga el biogás será el acondicionamiento que se le realizará para que pueda ingresar a los motores de combustión interna y/o turbinas, mediante los cuales se generará la energía eléctrica necesaria. Para el Protocolo de Kyoto, la biomasa tiene un factor de emisión de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> igual a cero. La combustión de biomasa produce agua y CO<sub>2</sub>, pero la cantidad emitida de dióxido de carbono fue captada previamente por las plantas durante su crecimiento, cerrando el flujo natural entre la atmósfera y la vegetación, no representando un incremento en las emisiones. Esto constituye una ventaja importante si se quiere, por ejemplo, vender los bonos de carbono asociados al proyecto.

Actualmente, esta tecnología es la que presenta una mayor potencia instalada con aproximadamente un 45% del total de energía renovable no convencional generada.

#### PRINCIPALES FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS CON BIOMASA.

Con respecto a la biomasa, se desarrollan esfuerzos para evaluar su potencial nacional, tales como el Mapeo Integrado de la Oferta y Demanda de Combustibles Leñosos (WISDOM-por sus siglas en inglés), y el Sistema de Información Geográfica para las Energías Renovables (SIGER), del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), que busca integrar información dispersa sobre los recursos bioenergéticos y manejarla dentro de un sistema geo-referenciado único. Tecnología: Utiliza materia orgánica como energético, por combustión directa o mediante su conversión de combustibles gaseosos como el biogás o líquidos como

bioetanol y biodiesel. Estado Actual: La bioenergía representa el 8% del consumo de energía primaria en la Ciudad de México. Los principales bioenergéticos empleados son el bagazo de caña (usado para la generación eléctrica y /o térmica en la industria azucarera) y la leña (fundamentalmente usada para la calefacción y cocción de alimentos). Se estiman además 73 millones de toneladas de residuos agrícolas y forestales con potencial energético, y aprovechando los residuos sólidos y municipales de la 10 principales Ciudades (Ciudad de México, Guadalajara, Puebla, Nezahualcóyotl, Tijuana, Ecatepec, Mérida, Acapulco, Ciudad Juárez y Tlalnepantla) para la generación de electricidad a partir de su transformación térmica.

### **3.3 ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN**

La propuesta consiste específicamente en la evaluación y diseño de una planta generadora de electricidad a partir de la planta de nopal. Se realizará el diseño, a nivel conceptual, de las obras estructurales del centro de acopio. Dicho diseño será realizado en los procesos de obtención de biogás (biodigestor figura 3), generación eléctrica y conexión a la red eléctrica. La evaluación económica a realizar se hará bajo distintos escenarios, de manera de introducir las externalidades positivas que este tipo de proyectos trae a nivel país.

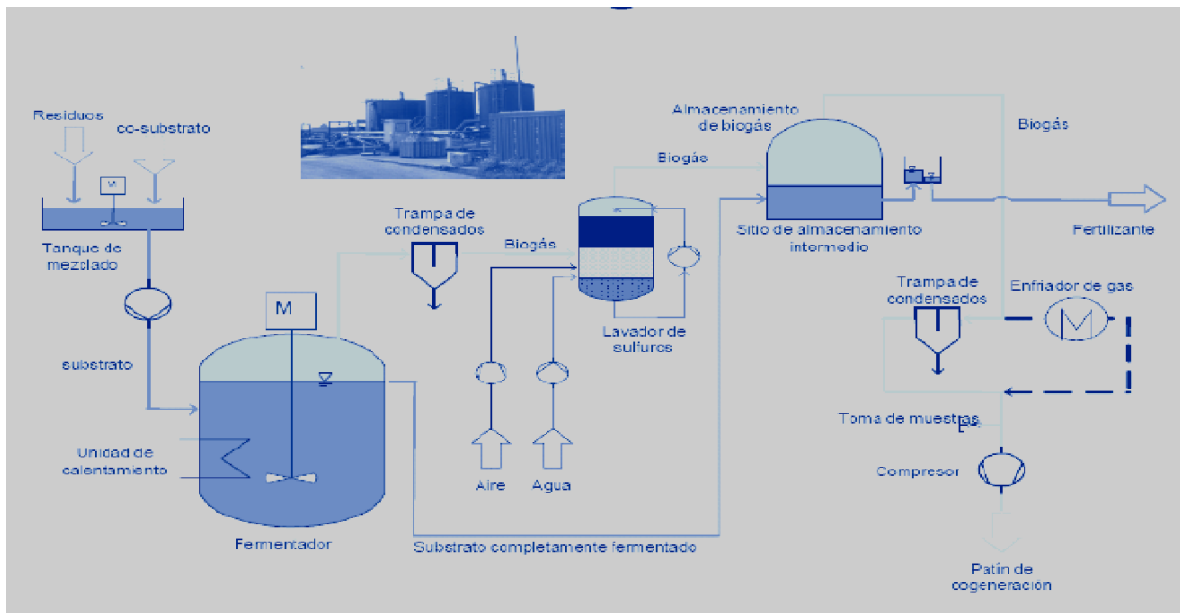


FIGURA 3 Esquema de biodigestor.

La idea del biodigestor nace de analizar la problemática ambiental y de recursos que existe hoy en día. El poder construir un biodigestor es mostrar una alternativa para la solución de un pequeño sector de estos problemas, procurando ayudar a la economía y al medio ambiente. Gracias a la construcción de un biodigestor nos podemos dar cuenta que los desechos orgánicos son una fuente muy rica de la que podemos obtener un combustible tan requerido como el gas, y que ésta no es aprovechada como se debería.

Este biodigestor ayudará a reducir el gasto que se tendría al tener que comprar gas LP, sobre todo si es proporcionado a comunidades rurales.

Es sorprendente que la utilidad del gas es diversa y que la gran mayoría de estas se pueden llevar a cabo con adaptaciones al biodigestor y de la misma forma tener energía.

## COMPOSICIÓN DEL BIOGÁS

El biogás lo constituyen una mezcla de gases y su composición depende del tipo de residuo orgánico utilizado para su producción y de las condiciones en que se procesa por lo que existen variaciones en los volúmenes.

El metano, principal componente del biogás es el gas que le confiere las características combustibles al mismo. Por lo que el valor energético el biogás estará determinado por la concentración del metano.

En principio el biogás puede ser utilizado en cualquier equipo comercial diseñado para uso con gas natural.



DIAGRAMA 1 Uso del biogás

### 3.3.1 DESARROLLO SOSTENIBLE

La sustentabilidad descansa sobre tres pilares que logran un equilibrio económico-social y ambiental; de estos pilares se desprenden temas como: la competitividad, la responsabilidad social y la ecoeficiencia.

El Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) compromete a la comunidad internacional a garantizar «el acceso a la energía limpia fiable, sostenible y moderna para todos. Dicho objetivo abarca tres metas a alcanzar en 2030: asegurar el acceso universal, duplicar la cuota de energía renovable y duplicar la tasa de mejora de la eficiencia energética a nivel mundial.

El acceso a la energía no se había considerado un objetivo propiamente dicho en los Objetivos de Desarrollo del Milenio precedentes, sino un facilitador de otros objetivos de desarrollo.



DIAGRAMA 2 Gestión desarrollo sostenible

La Gestión Energética Sustentable significa:

1. La búsqueda de aquellas energías que existen en forma natural, localizando geográficamente las áreas específicas.
2. Evaluar los costos y beneficios que implica la puesta en valor de los nuevos recursos energéticos.

Valorar Costos Beneficios implica estudios de:

- Factibilidad
- Inversión

- Tiempo de implantación

Tecnología

- Vida útil de la inversión

**TIEMPO** ⇒ Un máximo que amortice la inversión y excedentes.

**COBERTURA** ⇒ Población sobre 100 mil habitantes y menos si se justifica, por escasez o inexistencia de otras.

*DIAGRAMA 3 Criterio de Sustentabilidad se aplica en el factor Tiempo y Cobertura*

### **3.3.2 MANEJO DE RESIDUOS**

En México, el servicio de recolección y disposición final de residuos no ofrece este servicio en algunas entidades, Considerando esto, es claro que la reducción de las cantidades de residuos que debe ser transportada y dispuesta en el relleno sanitario tendría dos consecuencias: a) la reducción del gasto institucional destinado a este concepto y, b) ayudar a prolongar la vida útil de los sitios de disposición final.

Por otro lado, además de los beneficios económicos, una reducción de los residuos trae consigo beneficios ambientales y sociales, así como de imagen para la institución involucrada (WWF, 1991).

A pesar de los beneficios por la reducción de los residuos, la puesta en marcha de un sistema para manejarlos no es tarea sencilla. Strange (2002) menciona que para enfrentar los problemas de manejo de residuos, se pueden utilizar diversas alternativas.

Entre éstas están los planes y programas de manejo, regulaciones y estándares técnicos, incentivos financieros, y medidas persuasivas.

En lo que se refiere a las regulaciones, en octubre del año 2003 se publicó en México la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (SEMARNAT, 2003). De acuerdo con esta Ley los grandes generadores de residuos –la Ley define como gran generador a toda organización que genere más de 10 toneladas de residuos al año- están obligados a contar con planes de manejo los cuales deberán elaborarse con base en un diagnóstico básico de sus residuos. Los planes de manejo deberán orientar y promover medidas de prevención, valorización y el desarrollo de sistemas integrales para el manejo de los residuos.

### **3.4 NOPAL Y SUS PROPIEDADES**

México, además de ser el centro de origen y dispersión (Reyes-Agüero, 2005), se le reconoce como el mayor productor y consumidor de nopal verdura en el mundo (Callejas-Juárez et al., 2009; Tibe et al., 2008; Blanco-Macías et al., 2008; Reyes-Agüero, 2005). Dentro del grupo de las principales hortalizas que se produjeron en México en 2008, nopal verdura se ubica en el lugar número 55 en volumen y en el lugar 35 en lo que se refiere a valor de la producción (SAGARPA-SIAP, 2008).

En investigaciones realizadas respecto a sistemas intensivos para el cultivo de nopal verdura, se reporta que la densidad de población incrementó significativamente la producción de Biomasa Seca en cinco cultivares de nopal verdura, y que ésta a su vez aumentó en función a la edad de la plantación (Ruiz-Espinoza et al., 2008; Ríos y Quintana, 2004)

La amplia base genética de la especie se adapte en gran parte del país. México cuenta con 104 especies reportadas, de ellas 60% se encuentran



ampliamente distribuidas en la zona árida y semiárida de México (López *et al.*, 2001).

El rendimiento potencial del nopal es de 39 a 55 ton/ha de forraje seco en el quinto año de establecida la nopalera; en sistemas intensivos de cultivo bajo irrigación el rendimiento puede llegar hasta más de 100 ton/ha (López *et al.* 2002; Martínez y Lara, 2003).

La calidad del forraje difiere entre las especies, pero en promedio se puede indicar que el contenido de materia orgánica es 84%, digestibilidad de la materia orgánica 78.9%, la proteína cruda va de 4% a 14%, la fibra detergente neutro 23.8 %, la fibra detergente ácido 14.7% y el contenido de materia seca 9.1% (Guevara *et al.*, 2004, Fuentes, 2003).

El nopal es endémico de América y existen 258 especies reconocidas, 100 de las cuáles se encuentran en México, quien cuenta con una superficie aproximada de 10,000 Ha. de plantaciones especializadas en nopal para consumo humano. Así mismo, el nopal puede ser un cultivo alternativo para zonas que están teniendo problemas por bajos rendimientos debido al empobrecimiento paulatino de los suelos, o en lugares donde hay deficiencia de agua para los cultivos tradicionales, siendo este el caso de diversos Estados de la República Mexicana. El nopal es una cactácea endémica del Continente Americano que se desarrolló en regiones áridas y semiáridas de nuestro país. En general, a las cactáceas en México se les conoce desde hace mucho tiempo, fueron tan importantes que encontramos representaciones de numerosas especies en códigos prehispánicos, monumentos, pinturas y cerámicas. Entre las culturas desarrolladas en nuestro país, el nopal se

utilizó en celebraciones religiosas, en la curación de enfermedades, influyó en forma determinante en la fundación de poblaciones, como producto alimenticio y como planta de ornato. Incluso en la actualidad se observa a una especie del género *Opuntia* en nuestro escudo nacional.

Los "nopales" pertenecen al género llamado *Opuntia*. Estas plantas fueron utilizadas desde épocas prehispánicas, el nopal se inserta como elemento de desarrollo intrínseco al pueblo y cultura de México desde tiempos inmemoriales. Su propio y antiguo nombre es Tenochtitlán, que significa fruta de piedra (porque está compuesto de Tetl, que es piedra, y de Nochtli, fruta); los aztecas, que fueron los que más lo emplearon, le dieron el nombre de "Nochtli" o "Nopalli" que es la fruta, llamada tuna. El árbol (cardo), que lleva esta fruta Nochtli, se llama entre los indígenas mexicanos nopal. y lo utilizaron como sustrato para cultivar un insecto del género *Dactylopius* spp conocido como "Cochinilla de nopal" o "Grana", del cuál extraían un vistoso tinte para teñir textiles. Dentro de la historia de México, una imagen ligada a su desarrollo, la constituye el nopal, elemento fundamental para la mitología histórica en la fundación de la cuna de la civilización azteca y su capital, Tenochtitlán.

La familia de las cactáceas se originó en el Continente Americano y la mayoría de sus integrantes son nativos de México. Muchos son los beneficios que el nopal puede ofrecer, consideremos entonces, el compromiso que tenemos en la conservación y aprovechamiento de esta planta.

## CARACTERÍSTICAS DEL NOPAL Y SU CULTIVO

El nopal, al igual que casi todas las cactáceas, es una planta que no tiene hojas, aun cuando en su etapa de juventud contiene algunas. Lo que vemos del nopal son sus tallos que tienen forma de raquetas, botánicamente llamadas cladodios o pencas. Estas pencas están llenas de agua que se encuentra retenida en un entramado de carbohidratos llamados mucílagos; si se corta a la mitad una penca no sale agua sino una sustancia pegajosa conocida como baba del nopal. Otra característica de esta planta es que tiene espinas en sus pencas, el tipo y la cantidad de espinas en los nopales es muy variable y mucho va a depender de las condiciones del medio en que viva. Los nopales, tienen unas estructuras a partir de las cuales desarrollan más pencas, raíces o flores llamadas areolas, características de las cactáceas. Los frutos de esta planta son conocidos como tunas.

## TAXONOMÍA

El nopal pertenece a la familia Cactácea comúnmente conocidas como cactáceas o cactus. Las cactáceas son plantas que caracterizan los paisajes mexicanos, se distribuyen principalmente en las zonas áridas aunque una gran diversidad de especies se encuentran en las zonas tropicales, subtropicales y templadas. En México encontramos el mayor número de géneros y especies de toda América, vale la pena mencionar que de las 1600 especies que forman esta familia, en México habitan 1088. En México se le llama nopal a varias especies del género "*Opuntia*" de la familia "Cactaceae". En el libro Cactáceas de México de Helia Bravo (1978) para los nopales presentan dos géneros *Opuntia* y El género *Opuntia* en México presenta cinco subgéneros, 17 series y 104 especies. El género *Nopalea*

presenta 10 especies de las cuáles la “*nopalea cochenillifera*” se utiliza como Nopal Verdura. En resumen de las 104 especies de *Opuntia* y 10 de *nopalea* se utilizan para forraje 15 especies, cinco para fruta y tres para Verdura.

TAXONOMIA	
Reino	Vegetal
SubReino	Embryophita
División	Angioespermae
Clase	Dycotyledonea
Subclase	Dialipetalas
Orden	<i>Opuntiales</i>
Familia	Cactaceae
Subfamilia	Opuntioideae
Tribu	<i>Opuntiae</i>
Genero	<i>Opuntia</i>

CUADRO 1 Taxonomía del nopal Helia Bravo 1978

## DESCRIPCIÓN FÍSICA

*Opuntia ficus-indica*: Casi no tiene espinas. Es un vegetal arborescente de 3 a 5 m. de alto, su tronco es leñoso y mide entre 20 y 50 cm. de diámetro. Forma artículos oblongos (pencas o cladodios) de 30 a 60 cm. de largo x 20 a 40 cm. de ancho y de 2 a 3 cm. de espesor. Sus ramas están formadas por pencas de color verde opaco con areolas que contienen espinas más o menos numerosas, amarillas y produce flores de 7 a 10 cm de largo, su fruto es oval de 5 a 10 cm. de largo x 4 a 8 cm. de diámetro y su color puede ser amarillo, anaranjado, rojo o purpúreo con abundante pulpa carnososa y dulce.

Los cladodios (pencas) transforman la luz en energía química a través de la fotosíntesis, están recubiertos por una cutícula del tipo lipídica, interrumpida por la presencia de los estomas, mismos que permanecen cerrados durante el día. La cutícula del cladodio evita la deshidratación provocada por las altas temperaturas

del verano. La hidratación normal del cladodio alcanza hasta un 95% de agua en peso.

### LONGEVIDAD

La longevidad promedio de las plantaciones de nopal es de 5 a 7 años, alcanzando algunas veces hasta 10 años con buenos rendimientos; en terrenos apropiados con pH Neutro y con prácticas constantes de cultivo, sin problema de plagas el nopal puede llegar a vivir hasta 80 años alcanzando de 80 a 90 t/ ha/año. Las plantaciones comerciales de explotaciones intensivas, pueden durar 3 años. Cabe resaltar que la parte comestible del nopal son los rebrotes tiernos, mismos que pueden ser aprovechados desde los 8 ó 10 días de haber brotado (Villegas 1997)

### VALOR NUTRIMENTAL

A continuación se presenta un cuadro que muestra el valor nutritivo del nopal fresco en 100g.de peso neto:

CONCEPTO	CONTENIDO
Porcion Comestible	78.00
Energía (Kcal)	27.00
Proteína (gr.)	1.70
Grasas (gr.)	0.30
Carbohidratos (gr.)	5.60
Calcio (mg.)	93.00
Hierro (mg.)	1.60
Tiamina (mg.)	0.03
Riboflavina (mg.)	0.06
Niacina (mg.)	0.03
Ascórbico (mg.)	8.00
Retinol (mcg/eq)	41.00

CUADRO2 Valor nutritivo INIFAP2000

### **3.4.1 REQUERIMIENTOS AGRO – CLIMÁTICOS**

Suelos de origen calcáreo, textura franca, franco arcilloso arenosa, arena franca, franco arenoso, profundidad de 10- 15 cm., pH 6.5 – 8.5. Los mejores suelos para las plantaciones de nopal son los de origen ígneo o calcáreo con textura arenosa, profundidad media y con un pH neutro o de preferencia alcalino. El suelo deberá tener buena fertilidad natural y al menos 30 cm de profundidad para garantizar un buen vigor de las plantas.

Aunque el cultivo de nopal es tolerante a la falta de agua, si se pretende establecer una plantación de nopal para la producción de verdura deberá ser accesible y cercano a una fuente de agua, con el fin de proporcionarle el manejo adecuado a la plantación, y obtener mejores rendimientos. Si el cultivo es para forraje y fruto, la producción depende de la cantidad y calidad del riego.

En cuanto a las condiciones climáticas requeridas para su desarrollo, es necesaria una temperatura media anual de 16-28° C; una precipitación pluvial media anual de 150-1800 mm., la altitud tiene un margen de 800- 1800 msnm. En general, los rangos mencionados se refieren a condiciones óptimas de desarrollo del nopal, sin embargo el nopal prolifera, fuera de estas características.

### **3.5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA**

Es el área de trabajo donde se realizaron las actividades específicas plasmadas esta tesina, mencionando con todo detalle la ubicación que esta tiene dentro de la planta en el centro de acopio de la delegación Milpa Alta, así como la relación que tiene con las demás áreas de trabajo.

- Nombre de la empresa o dependencia.
- Dirección y mapa de localización.
- Giro y tipo de capital.
- Objetivo general de la empresa.
- Organización administrativa.
- Descripción de los procesos que desarrolla.
- Nombre del departamento o área donde realizo la residencia.
- Descripción del departamento o área.
- Puesto y nombre del asesor externo.
- Organigrama detallado del departamento.

Descripción de las principales actividades del área de desarrollo.

#### DELEGACIÓN MILPA ALTA

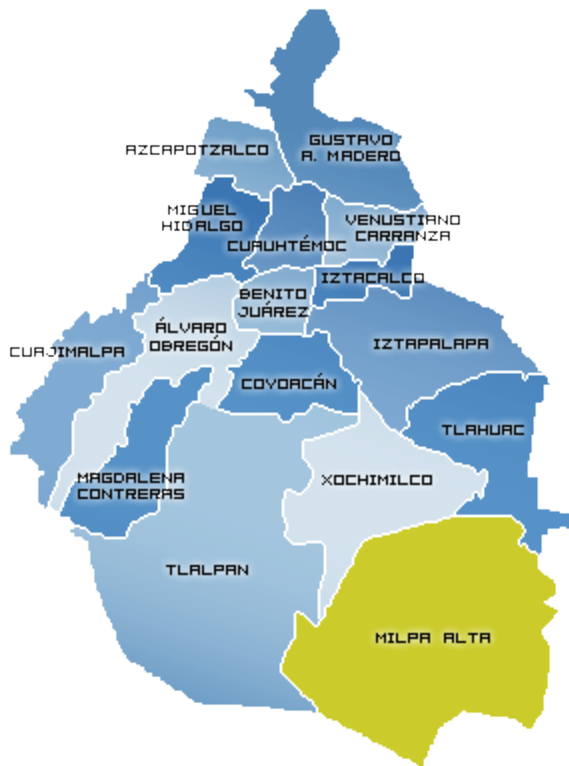


FIGURA 4 Mapa Ciudad de México CORENA 2010

## ZONA

La tradición agrícola de Milpa Alta también permite que sea un sitio muy atractivo para invertir en un biodigestor. Y es que en la planta se produce fertilizante que es utilizado por los mismos productores locales, porque aquí el nopal es el motor económico. La cosecha cada año es de alrededor de 250 000 toneladas y es la principal generadora de empleo.

Antes, los productores vendían en las calles. Sin embargo, en el año 2000, la delegación decidió construir un espacio para el comercio de este cacto, y fue entonces que el Centro de Acopio abrió sus puertas.

El Centro se divide en tres naves, donde entran las camionetas recargadas con nopales. Los compradores vienen de mercados y tianguis de la Ciudad de México y ciudades como Querétaro, Puebla e incluso Monterrey con la finalidad de comprar los cactus de Milpa Alta.

Al caminar por las filas del Centro, se observan cientos de cajas y canastas llenas de nopales. Son divididas para venderlos por tamaño –pequeño, mediano y grande–, ya sea limpios o con espina.

Mientras unos esperan a los compradores, otros productores desespinan los nopales, con la práctica perfeccionada durante años en el oficio. Después, pasan los desperdicios de la espina a un contenedor de basura y luego los procesan en el biodigestor.

La planta biodigestora les ha revelado que el nopal no sólo es un producto de mucha tradición en Milpa Alta, también tiene ahora un papel importante para aspirar a un futuro sustentable.



## PRODUCTORES DE NOPAL

Los altos rendimientos de biomasa del cultivo del nopal y sus bajos requerimientos de agua, nutrientes y suelos en climas desérticos y semidesérticos con poca o baja precipitación pluvial, lo situación como un importante fuente de bioenergéticas a través de su conversión a biogás mediante el proceso de digestión anaerobia. El nopal tiene variadas aplicaciones, entre otras en la industria.

Unidades de producción con cultivos según superficie plantada, en producción y volumen cosechado por cultivo o plantación y entidad y municipio:

LOCALIDAD	SUPERFICIE HAS.	PRODUCTORES
1. Villa Milpa Alta	2,589	6,470
2. San Lorenzo Tlacoyucan	754	1,508
3. Santa Ana Tlacotenco	298	662
4. San Juan Tepenáhuac	96	190
5. San Jerónimo Miacatlán	132	293
6. San Francisco Tecoxpa	98	204
7. San Agustín Ohtenco	100	250
8. San Antonio Tecomitl	34	80
9. San Pedro Atocpan	30	63
10. San Pablo Oztotepec	28	70
<b>TOTAL</b>	<b>4,159</b>	<b>9,790</b>
<b>SIAP 2010, Cultivos Perennes, nopal en Milpa Alta</b>	<b>4,337 Has</b>	

CUADRO 3 Hectáreas de cultivos, productores principales: SIAP 2010.

Producen en Milpa Alta más de 290 mil toneladas de nopal anualmente.

La delegación de Milpa Alta está conformada por 12 pueblos y tiene un 90 % de efectividad en la separación de basura, el mejor índice de toda la ciudad. Aquí se recolectan 80 toneladas diarias de residuos, y 27 de estas son orgánicas.

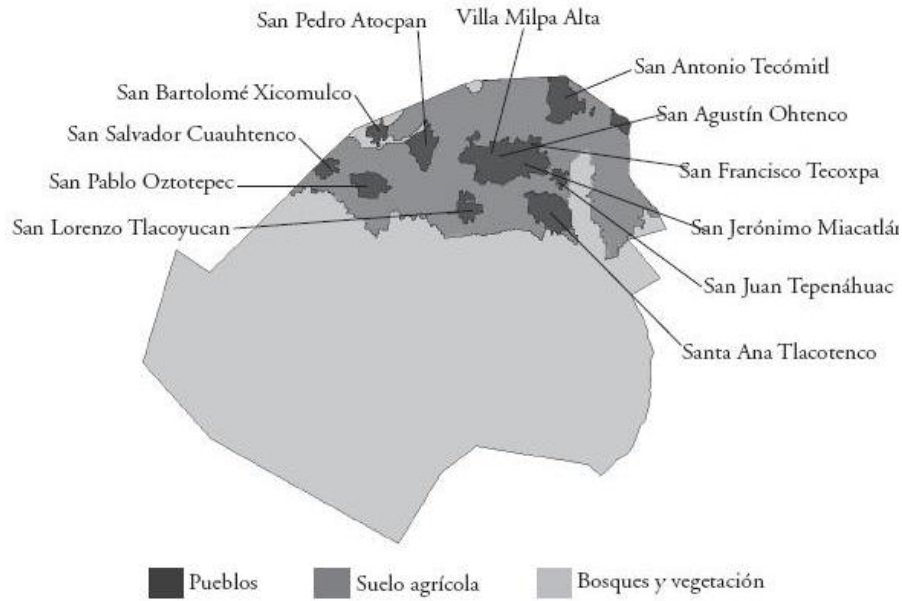


FIGURA 5 Pueblos, Suelo agrícola Bosque y vegetación CORENA 2005

## ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN DE NOPAL

De acuerdo con el Sistema Producto nopal de la Ciudad de México (SPN-DF), en la delegación Milpa Alta se tienen más de cuatro mil hectáreas destinadas a este cultivo, en las que se cosechan más de 290 mil toneladas anualmente con un valor superior a los 800 millones de pesos.

Las plantaciones comerciales de nopal verdura cubren, en México, una superficie de 9 710 hectáreas, con una producción de 563 443 ton/año, ocupando el sexto lugar en volumen de producción de hortalizas y el octavo lugar en valor de la producción después del tomate rojo, chile verde, papa, cebolla, tomate de cáscara o tomate verde, calabacita y espárrago. Las áreas de producción se localizan en 25 estados de la República, siendo Milpa Alta, CDMX., la zona productora y más importante del país con el 60 por ciento de la producción (SAGARPA, 2003). En México, *Opuntia ficus-indica* es la especie cultivada de mayor importancia comercial para la producción de nopalito (Pimienta-Barrios, 1993) y en los Estados Unidos de

América es nopalea cochenillifera (*Opuntia cochenillifera*). Entre las variedades de *Opuntia* cultivadas comercialmente se encuentran Milpa Alta, COPENA V-1, COPENA F-1, Atlixco (Flores et al., 1995), Jalpa, Esmeralda y Blanco de Valtierrilla.

El abastecimiento de la materia prima vegetal requerida para el funcionamiento de la planta será obtenida de las plantaciones de *Opuntia Ficus Indica* existentes en el centro de acopio.

### **3.6 MODELO DE NEGOCIOS**

La segmentación es una estrategia empleada por los mercadólogos para dividir el mercado en grupos homogéneos a fin de conocerlo y poder establecer una adecuada estrategia de marketing. Segmentar es una tarea que implica evaluar aspectos importantes de las prácticas de compra de los consumidores, por lo que es importante apoyarnos en sus principales variables:

- Demográficas. Permiten calcular el tamaño del mercado y determinar el target group, esto es, el perfil del individuo (consumidor en mercadotecnia) desde el punto de vista demográfico. Las principales variables demográficas son: edad, sexo, nivel socioeconómico, estado civil, nivel de instrucción, religión, características de vivienda.

- Económicas (sociocultural). Están determinadas por la evolución y distribución del presupuesto nacional por año (sectores, regiones, provincias, individual o per cápita), distribución y evolución del gasto familiar, índices económicos (precios, salarios, producto interno bruto), etcétera.

- Geográficas. Se refiere a variables ambientales que determinan diferencias en la personalidad de las comunidades por su estructura geográfica; en este grupo

encontramos variables como: unidad y condiciones geográficas, etnia y tipo de población.

- Psicográficas. No son claramente perceptibles y no siempre pueden medirse, sin embargo, representan un excelente medio en la búsqueda de posicionamiento. En la actualidad tienen una gran influencia en los motivos y decisiones del consumidor. Las variables psicográficas más representativas se integran como sigue: grupos de referencia, clase social, personalidad, cultura, ciclo de vida familiar, motivos de compra y otros.

#### VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA

Las industrias a nivel mundial, están volcando esfuerzos hacia los nuevos métodos de generación de energía sustentable. De la misma manera los gobiernos están regulando las antiguas actividades para la obtención energética, por lo cual es una necesidad cada vez más apremiante para las empresas, contar con buenas practicas que ayuden al medio ambiente y su conservación.

#### VENTAJA COMPETITIVA

Energías Renovables No Convencionales. De esta manera, se obliga a las generadoras, con una capacidad instalada superior a 200 MW, a acreditar que una cantidad de sus retiros sea inyectada por medios de generación renovable no convencional.

Dada la diversidad de medios de generación que establece la ley, el trabajo de título presentado evalúa la pre factibilidad técnico económica de una planta generadora de electricidad a partir de la *Opuntia Ficus Indica* (nopal) e incorpora el

diseño conceptual de las principales obras estructurales involucradas, presentándose como una alternativa de energía limpia.

El estudio se desarrolla a partir de plantaciones de nopal, existiendo un potencial de aproximadamente 200 ha, capaces de sustentar una central eléctrica a partir del biogás, cuya potencia instalada es de 1,89 MW, capacidad que condicionará el diseño general de la planta.

La selección de los equipos empleados en el proceso de generación (Digestión Anaeróbica, Sistema de Acondicionamiento del Biogás, Sala de Generación, Subestación y Líneas de Transmisión) e infraestructura necesaria fue llevada a cabo priorizando la posibilidad de expansión (hasta 6,2 MW) y la fácil liquidación del proyecto.

### **3.6.1 MODELO DE NEGOCIOS CANVAS**

El Modelo CANVAS, se compone de nueve módulos que a continuación se proporcionamos una descripción de cada uno de ellos, conocer para que sirven y como se desarrollar cada uno de estos.

#### **SEGMENTO DE MERCADO (CLIENTES).**

Agrupaciones de personas o entidades a quienes se dirige la oferta dando una clasificación de acuerdo a la necesidad.

#### **PROPUESTA DE VALOR**

Describe e conjunto de productos y servicios como los atributos que darán oferta a los clientes para atraerlos creando valor a uno o varios segmentos de mercado.

## 🌱 CANALES DE DISTRIBUCIÓN.

Identifican la manera en que una empresa se comunica con los diferentes segmentos de mercado para llegar a ellos y así hacer visible su propuesta de valor.

## 🌱 RELACIONES CON LOS CLIENTES.

La clave aquí es cómo se conecta la propuesta de valor con el cliente. Y eso tiene que ver con la sensación que quieres que produzca la marca en el cliente. Se toma en cuenta ciclo de relación (preventa, venta, posventa, y nuevas ofertas)

## 🌱 FUENTES DE INGRESOS.

Determinar las fuentes económicas de la idea de negocio, un aspecto fundamental si quiere tener éxito. Las fuentes de ingresos, son la consecuencia de lo demás módulos, pero paradójicamente tiene que ser a priori, es decir, antes de empezar debes saber cuáles serán tus fuentes de ingresos.

## 🌱 RECURSOS CLAVE.

Del estudio y análisis de este elemento depende, en gran parte, que el negocio llegue a ser viable, no tanto porque la propuesta de valor encaje en el mercado y haya clientes dispuestos a pagar por tus productos y/ servicios sino más bien porque mayores o menores recursos requerirán de mayores o menores esfuerzos financieros, intelectuales, de acuerdos con terceros, etc.

## 🌱 ACTIVIDADES CLAVE.

Conocer las actividades clave que darán valor a nuestra marca, y saber las estrategias necesarias para potenciarlas. Ésta es una de las piezas más complicadas de definir dentro de un modelo de negocio porque de ella depende que

tengamos claro –y que así lo transmitamos al mercado– qué somos y qué queremos ser.

#### 🌱 RED DE ALIANZAS O ASOCIACIONES O SOCIOS CLAVE.

Tener en cuenta los socios clave con los que establecer contactos y alianzas gente nueva en un contexto de negocios o de relaciones entre profesionales con potenciales socios o proveedores, entre otras figuras importantes.

#### 🌱 ESTRUCTURA DE COSTOS.

Las estructuras de costes, para llegar a saber el precio que tendrá que pagar el cliente por adquirir el bien o servicio que ofrecerá nuestra idea de negocio.

Deberás definir cómo financiarás un negocio que, al principio, no es rentable.

### **3.7 MARCO JURÍDICO**

De acuerdo con lo señalado por la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, así como la Ley General de Cambio Climático publicada en 2012, México tiene una meta a 2024 que estipula que deberemos generar el 35% de la electricidad del país a través de fuentes limpias. Sin embargo, hoy en México, las fuentes de energía no fósiles representan apenas el 17% de la electricidad que consumimos. Por lo anterior, surge la duda de cómo se duplicará esta proporción en tan sólo 10 años.

Prospectiva de energía renovable La primera prospectiva para las Energías Renovables elaborada a solicitud de la SENER que prevé como escenario base, que la oferta de energía primaria se duplicará entre 2002 y 2030. El gas natural tendrá una tasa de crecimiento anual del 3.5%, la demanda de petróleo para el año 2030 se estima en 3.4 millones de barriles diarios y en cuanto a las Energías

Renovables, la hidroeléctrica crecerá 2.3% por año, la biomasa y desechos 3.7% y otras Renovables 4.1%. Por su parte, las Energías Renovables no utilizadas en la generación eléctrica alcanzarán solo en 5% del total de la mezcla, reduciendo su participación la biomasa y desechos del 8% al 4% entre 2002 y 2030, debido a que el uso principal de la biomasa en los Estados Unidos Mexicanos al 2004, es en el sector residencial (leña para la cocción de alimentos) (SENER 2004), si bien habrá una reducción en el consumo total de biomasa, el avance será que de usar leña se pasará un mayor uso de biomasa proveniente de residuos agronómicos y urbanos. En cuando a la biomasa y los desechos, se prevé un incremento para llegar a ser tan importante como la geotérmica en 2030 (36% y 38% del total generado por las energías renovables excluyendo la hidroeléctrica) y el doble de la contribución del viento (19%).

El principal elemento que se ha regulado en México son los sitios de disposición final; actualmente existen para ellos Normas Oficiales Mexicanas en la cual se establece en detalle las características que deben cumplir sitios, donde se establece que dado el crecimiento demográfico, la modificación de las actividades productivas y el incremento en la demanda de los servicios han rebasado la capacidad del ambiente para asimilar la cantidad de residuos que genera la sociedad, es necesario contar con sistemas de manejo integral de residuos adecuados con la realidad de cada localidad.

(NOM-083-SEMARNAT-2003)

Actualmente para el manejo de los RSU lo más comúnmente utilizado es el proceso conocido como las 3 Rs



1. Reducción
2. Reutilización
3. Reciclaje

El tratamiento físico incluye la reducción de tamaño (molido) y de volumen (prensado), para ambos casos se requiere el uso de maquinaria especializada para la trituración y reducción de los RSU, además del secado y la separación por medios mecánicos. (Cófrece 2007). Este tratamiento no cambia la naturaleza química del residuo en sí, haciendo fácil la comercialización de un subproducto rescatado de los RSU. El tratamiento químico incluye un cambio en la estructura química del mismo; la combustión es, el proceso más utilizado, aunque existen otros procesos que se aplican en menor escala. Finalmente, el tratamiento biológico cambia la estructura química del residuo a través de la acción de seres vivos. Este se puede dividir, según el tipo de biorreacción principal, en aeróbico y anaeróbico, de acuerdo a la dependencia de oxígeno en el proceso.

Norma oficial mexicana. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial (NOM-083-SEMARNAT-2003).

### **3.7.1 LEY DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

ARTICULO 1 - Corresponde exclusivamente a la Nación, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público, en los términos del Artículo 27 Constitucional. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación

aprovechará, a través de la Comisión Federal de Electricidad, los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.

- NOM-161-SEMARNAT-2011

La Norma Oficial Mexicana que establece los criterios para clasificar los Residuos de Manejo Especial.

Esta ley promueve la sostenibilidad no solo porque procura un manejo adecuado de los residuos que presentan un alto potencial de contaminación al medio ambiente, sino porque además contempla las distintas rutas de acción y soluciones que se pueden plantear para ser más estratégicos.

Ley General para la Prevención y Gestión General de los Residuos

Ley General de Cambio Climático

### **3.7.2 SECTOR ENERGÉTICO**

En sus orígenes, el sector energético de México estuvo formado por empresas privadas en su mayor parte por capital mexicano y, posteriormente por un número importante de empresas con capital extranjero, cuya operación estaba regulada por concesiones. En 1937 se creó la Comisión Federal de Electricidad (CFE), bajo el gobierno del presidente Lázaro Cárdenas, marcando el inicio de una tendencia a establecer la presencia directa del Estado en una actividad que hasta entonces se encontraba a cargo de particulares. La CFE se creó con el objetivo de organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía y adecuarlo a las necesidades del desarrollo económico del país. Con la nacionalización del sector eléctrico, se estableció constitucionalmente el derecho exclusivo del Estado para generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer la

energía eléctrica para la prestación del servicio público, planteamientos constitucionales que se encuentran en los artículos 25, 27 y 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Hasta 1975, los preceptos señalados fueron seguidos por parte del Estado. Sin embargo, en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) que actualmente se encuentra en vigor y que fue emitida ese año, se estableció por primera vez que el autoabastecimiento de energía eléctrica para satisfacer la demanda de algunos usuarios no era considerado como servicio público. Con esto se hizo posible la participación de la inversión privada en la generación de energía eléctrica, sujeta a un permiso previo y a condición de que fuera posible o inconveniente para la CFE proporcionar el suministro.

En 1983, se reformó la Ley para ampliar los supuestos del autoabastecimiento, a fin de permitir la cogeneración y generación de energía destinada exclusivamente a emergencias derivadas de interrupciones en el servicio de la energía eléctrica. En 1992 se efectuaron nuevas reformas a la Ley para permitir la inversión privada en la generación de energía eléctrica para su venta exclusiva a la CFE. Esto abrió la posibilidad de que los particulares generen electricidad bajo la modalidad de productores independientes de energía. Con estas reformas, además:

- Se perfeccionaron las figuras de autoabastecimiento, cogeneración, pequeña producción y producción independiente como formas de generación que no constituyen servicio público.

- Se amplió el concepto de autoabastecimiento, para incluir a sociedades que tengan por objeto la generación de energía eléctrica para la satisfacción de los requerimientos de sus socios.

- En la modalidad de producción independiente se permite generar energía eléctrica para su venta a CFE. La CFE se obliga a adquirir la electricidad mediante un contrato específico.

- La modalidad de pequeña producción es similar a la producción independiente, con la salvedad que la capacidad está limitada a 30 MW. La producción de electricidad debe venderse exclusivamente a CFE.

Aunque el monopolio se conserva para la prestación del servicio público, la LSPEE actualmente permite la participación de particulares en la generación e importación de energía eléctrica.

Estas reformas fueron un primer paso para propiciar la inversión privada en generación de energía eléctrica. Un año más tarde, con el decreto de creación en 1993, se forma la Comisión Reguladora de Energía (CRE), como un órgano consultivo en materia de electricidad con el fin de promover el desarrollo de los sectores del gas y la energía eléctrica en beneficio de los usuarios. Asimismo, amplió la autoridad de la CRE en materia de gas natural y energía eléctrica, y concentró en ella atribuciones que se encontraban dispersas en otros ordenamientos, dependencias y entidades. Para finales del año 2000, se publica el Programa Sectorial de Energía 2001 – 2006 (PSE) donde se establece que para el 2006 se habrá incorporado por lo menos 1,000 MW adicionales a la capacidad

instalada de generación de electricidad, a partir de fuentes renovables de energía (excluyendo a las grandes hidroeléctricas programadas por CFE).

En el año 2001, se plantea una propuesta de ley para energías renovables la llamada Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía (LAFRE). En diciembre del 2005 se aprobó en la Cámara de Diputados la iniciativa de dicha Ley, en la que se establece la creación de un Programa para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía. En este Programa se define como meta para el 2012, un porcentaje mínimo de participación de las energías renovables en sus distintas modalidades, respecto a la generación total de electricidad, del 8%, sin incluir las grandes hidroeléctricas.

También se dan otros avances, como es la modificación del modelo de contrato de interconexión para autoabastecimiento con energías renovables intermitentes por la CRE, con la finalidad de incorporar una metodología para estimar y acreditar el aporte de capacidad de estas fuentes al Sistema Eléctrico Nacional, sin embargo no llega a promulgarse.

Finalmente, el 28 de octubre de 2008, después de muchas discusiones en torno a la anticonstitucionalidad que algunos senadores le atribuyen, se aprobó la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición. Esta Ley consta de 31 artículos distribuidos en cuatro capítulos, además de doce artículos transitorios. La Ley es publicada en el Diario Oficial de la Federación un mes después, para así entrar en vigor el 29 de noviembre de 2008. Dicho proyecto de ley tiene por objeto, de conformidad con su artículo 1º: “regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para

generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética”.

#### SITUACIÓN ACTUAL.

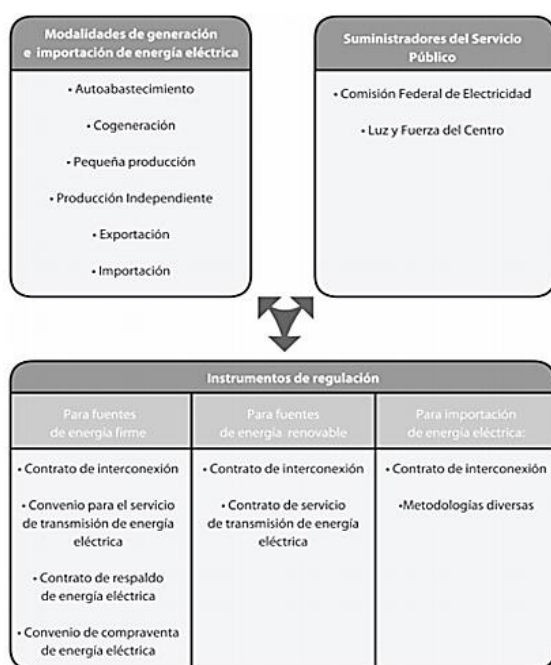
El sector eléctrico mexicano dispone actualmente de un marco regulatorio, dentro del cual los actores involucrados pueden tomar decisiones en un entorno favorable. Los principales ordenamientos jurídicos y los instrumentos de regulación mediante los cuales se rigen las operaciones del sector eléctrico, se muestran el Figura 6.



FIGURA 6. Jerarquía ordenamiento jurídico *SENER, 2007*

Adicionalmente a estos ordenamientos, el marco regulatorio cuenta con instrumentos de regulación que establecen los lineamientos y los mecanismos de interrelación entre los particulares y suministradores del servicio público (CFE y LFC). Estos mecanismos se muestran en la Cuadro 4 Con la expedición de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) en 1975, se establece que la participación de los particulares en la generación de energía eléctrica puede

realizarse, sujeta a previo permiso y la opinión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Como se mencionó anteriormente, el Congreso de la Unión ha modificado la LSPEE en diferentes ocasiones para incorporar nuevas modalidades de generación de energía eléctrica, tal es el caso de la reforma a dicha ley en 1992, en la cual se incorporaron las modalidades de: cogeneración, productor independiente, pequeña producción y exportación e importación de energía eléctrica.



CUADRO 4 Instrumentos de regulación SENER 2007

Desde 1995, a través de la expedición de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía, esta entidad cuenta con facultades en materia de regulación de energía eléctrica. A partir de ese año, la CRE se constituyó como autoridad reguladora y pasó a ser de un órgano consultivo en materia de electricidad a un órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía con autonomía técnica y operativa con

funciones de regulación sobre el sector de electricidad, gas natural y gas LP en México.

El objetivo fundamental de la CRE es promover el desarrollo eficiente de la industria eléctrica, del gas natural y el gas LP mediante una regulación que permita: salvaguardar la prestación de servicios, fomentar una sana competencia, proteger los intereses de los usuarios, propiciar una adecuada cobertura nacional y atender la confiabilidad, estabilidad y seguridad en el suministro y prestación de los servicios. Los lineamientos y los mecanismos de interrelación entre los particulares y suministradores del servicio público, son considerados en las Leyes expuestas con anterioridad.

#### Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE)

La LSPEE, como se ha estado haciendo mención, establece en el Artículo 1° que: “Corresponde exclusivamente a la Nación, generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público, en los términos del Artículo 27 Constitucional. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares y la Nación aprovechará, a través de la Comisión Federal de Electricidad, los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines”.

#### Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética

El Capítulo I. Disposiciones Generales, se refiere al objeto y definiciones de la Ley. En este sentido como su nombre lo indica y de conformidad con su Artículo 1°, dicho proyecto de ley tiene por objeto, “regular el aprovechamiento de fuentes



de energías renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética”. De esta forma se procura que la generación de electricidad se realice de manera compatible con la realidad social y ambiental de nuestro país, al determinar las modalidades de participación de los sectores público y privado, así como los instrumentos regulatorios y de financiamiento que permitirán el aprovechamiento de las energías renovables.

El Capítulo II. De la autoridad, se refiere a las autoridades de la Administración Pública Federal encargadas de aplicar la Ley propuesta. En primer término, se faculta a la Secretaría de Energía para crear y coordinar los instrumentos más importantes para la aplicación de esta Ley, como lo indica en su artículo 6°. También se enlistan facultades para la Comisión Reguladora de Energía, Artículo 7°: “ expedir las normas, directivas, metodologías y demás disposiciones de carácter administrativo que regulen la generación de electricidad a partir de energías renovables, de conformidad con lo establecido en esta Ley, atendiendo a la política energética establecidas por la Secretaría”, además, como lo dice la Fracción VI, “expedir las reglas generales de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional que le deberán proponer los Suministradores, escuchando la opinión de los Generadores”. Finalmente, se faculta a otras dependencias como la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la Secretaría de Economía y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para coordinarse con la Secretaría de Energía, en los ámbitos de sus respectivas competencias. El Capítulo III. De la Planeación y la Regulación,

se refiere a la elaboración y contenido del Programa para el Aprovechamiento de las Energías Renovables, en donde deberá, enunciando el Artículo 11°: II. Establecer objetivos y metas específicas para el aprovechamiento de energías renovables, así como definir las estrategias y acciones necesarias para alcanzarlas; III. Establecer metas de participación de las energías renovables en la generación de electricidad, las cuales tenderán a aumentar sobre bases de viabilidad económica. Dichas metas se expresarán en términos de porcentajes mínimos de capacidad instalada y porcentajes mínimos de suministro eléctrico, e incluirán metas para los suministradores y los generadores. También se detallaran los mecanismos para el pago de las contraprestaciones que se otorgarán a los generadores de electricidad a partir de energías renovables.

Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética

En el Artículo 27° de esta nueva Ley, se hace mención a la creación de un nuevo fondo, con fin de promover los objetivos de la Estrategia, dicho artículo se cita a continuación: “Se crea el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. El Fondo contará con un comité técnico integrado por representantes de las Secretarías de Energía, quien lo presidirá, de Hacienda y Crédito Público, de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de la Comisión Federal de Electricidad, de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, del Instituto Mexicano del Petróleo, del Instituto de Investigaciones Eléctricas y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. El comité emitirá las reglas para la

administración, asignación y distribución de los recursos en el Fondo, con el fin de promover los objetivos de la Estrategia. Asimismo, con el propósito de potenciar el financiamiento disponible para la transición energética, el ahorro de energía, las tecnologías limpias y el aprovechamiento de las energías renovables, el comité técnico a que se refiere este artículo, podrá acordar que con cargo al Fondo se utilicen recursos no recuperables para el otorgamiento de garantías de crédito u otro tipo de apoyos financieros para los proyectos que cumplan con el objeto de la Estrategia”. Con esto se espera, que las energías renovables tengan un crecimiento en los próximos años para hacer frente a la transición energética.

#### Fondo Verde

El Fondo Verde, es una propuesta del Gobierno Federal para la creación de un Fondo Mundial contra el Cambio Climático, el cual será destinado a enfrentar dicho problema, además de reducir y evitar las emisiones contaminantes a la atmosfera. La iniciativa, tiene cuatro objetivos específicos:

- Fomentar acciones de mitigación
- Apoyar la adaptación a los efectos adversos del cambio climático
- Promover la transferencia y difusión de tecnologías
- Contribuir a sustentar, financieramente, el nuevo régimen climático global.

Con el Fondo Verde se busca ampliar la participación de todos los países que llevan a cabo acciones a favor de un desarrollo limpio, así como sustentar, financiera y tecnológicamente, las medidas de mitigación y adaptación al calentamiento global, considerando integrar un primer fondo de por lo menos mil millones de dólares y comenzar a incrementar estas participaciones, el cual estaría regido por Naciones

Unidas a través del Banco mundial o el Banco Interamericano de Desarrollo. Se pretende que este ahorro reciba aportaciones de todos los países involucrados y se encuentre disponible internacionalmente, de manera que los países que adquieran préstamos puedan desarrollar proyectos a cualquier escala de mitigación de emisiones medibles o certificadas. La importancia de esta propuesta de ahorro, es que además de tener las ventajas mencionadas, la iniciativa proviene de un país no desarrollado (México) y que motiva a otras economías emergentes a un desarrollo sustentable, a la par de economías crecientes, con el uso de nuevas tecnologías y tecnologías limpias por medio de un financiamiento. Otro detalle importante es que el Protocolo de Kioto no contempla todas las escalas de los proyectos, por lo que este fondo puede servir para conseguir los objetivos conjuntos de contrarrestar el cambio climático.

#### Mecanismos de Desarrollo Limpio

En años recientes, el gobierno promueve el uso de gas natural (GN) como una fuente alternativa de energía mediante inversiones en plantas de ciclo combinado y gasoductos (CEFP, 2001). El GN es el combustible de menor precio en el mercado y se ha constituido como un combustible de transición fundamental para el país (SENER, 2015) debido a su bajo precio en ciertas regiones, mejores eficiencias en centrales de generación eléctrica y las ventajas en cuanto a emisiones en comparación con otros tipos de combustibles fósiles (CEFP, 2001; SENER,2015). A pesar de que México es productor de GN, surge una alerta debido al considerable incremento en las importaciones de este producto (Cadet, 2003). Si

bien el GN es una fuente más limpia para la atmósfera, al ser no renovable, puede ser superado en beneficios ambientales por otras fuentes de energía.

La SENER, con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y la Comisión Reguladora de Energía (CRE), promueven el uso de energías limpias con una participación superior a 35% para el año 2024 y a 43% para 2030. Ante esto, México necesita un sector energético diversificado, en el que una canasta de fuentes de ER distintas sea un componente esencial para alcanzar la seguridad energética, mejorar la competitividad presente y lograr los ambiciosos objetivos ambientales que se ha planteado.

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

La deficiente gestión de residuos sólidos impacta negativamente en el ambiente y en la salud de la población. La gestión de residuos no depende únicamente de brigadas, instituciones responsables de su administración, sino también de los hábitos y costumbres de la población, siendo una variable que necesariamente se tendrá que intervenir. Ningún sistema de limpieza pública podrá funcionar óptimamente si la población a la que sirve carece de una educación ambiental adecuada, la misma que se evidencia a través de sus hábitos y costumbres. Desarrollar a partir de una interacción, un sistema de generación, almacenamiento y distribución de energía renovable que permita generar una postura en los productores frente a los métodos tradicionales de la generación de energía eléctrica para que logren identificar los impactos que ésta produce sobre los ecosistemas (Latour, 1998).

Actualmente se ha diseñado una planta para el procesamiento de desechos orgánicos en la Ciudad de México, sin embargo no existe un estudio detallado de las carencias técnicas y administrativas que pudieran limitar un proceso sostenible y sustentable. Tampoco se conoce la idoneidad del producto final para la conservación de áreas verdes, mejoramiento de suelos y producción de energía limpia en la Ciudad de México.

La actividad de venta de nopal-verdura y verdura en el Centro de Acopio de Comercialización de Milpa Alta, genera entre nueve y 10 toneladas de residuos orgánicos que en su mayoría se compone de nopal-verdura, esto debido al acondicionamiento del nopal verdura, ya que a este le quitan las espinas y la orilla con un cuchillo y se recolectan en canastas y ambos residuos; nopal-verdura y verdura se llevan a un contenedor, y posteriormente a un centro de disposición.

Se sabe que una de las fuentes de emisión de gas metano es en los centros de disposición a cielo abierto o vertederos. El gas metano ( $\text{CH}_4$ ) es un “gas de efecto invernadero”, lo que significa que su presencia en la atmósfera afecta la temperatura y el clima de la tierra.

Después del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ocupa el segundo lugar en cuanto a gases de efecto invernadero causados por actividad humana. Dado que el biogás puede tener una considerable cantidad de gas metano entonces se vuelve importante aprovechar su poder calorífico para generar electricidad y calor.

Por tanto si se tiene una materia prima en forma abundante y continúa, que al aprovechar los residuos orgánicos es posible generar biogás en un biodigestor anaerobio y es posible producir energía eléctrica y que esta energía sirva para las

operaciones diarias del proceso de biodigestión anaerobio y centro de acopio y con ello cubrir las necesidades por ejemplo de iluminación, movimiento de fluidos y energía térmica.

La generación del gas como combustible, en muchas de las formas es contaminante, complicada y costosa por lo que se busca crear nuevas y fáciles maneras de generarlo sin dañar al medio ambiente aprovechando los desechos de tipo orgánicos.

El 12% de la energía eléctrica producida por biomasa proviene de la generación de biogás. A la fecha en México la producción de electricidad por medio de biomasa solo proviene del sector privado, suma un total de 67 centrales, con una capacidad instalada de 646.37 MW y una generación de energía de 1,399.33 GWh (SENER, 2013).

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar una propuesta de valor, recursos y actividades clave basada en el modelo de negocios Canvas para la producción de energía limpia en una planta a través de un biodigestor a partir del nopal y sus residuos.

### **5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir el potencial de las aplicaciones y usos de la biomasa residual del nopal (*Opuntia ficus-indica*).
- Describir los procesos vinculados a la generación de energía limpia con nopal (*Opuntia ficus-indica*).
- Identificar las ventajas de implementar biomasa como medida de control ambiental.

## 6. MATERIAL Y MÉTODO

Elaborar una propuesta de valor con respecto a la biomasa residual del centro de acopió de Milpa Alta, mediante el análisis de los recursos, actividades, ventajas y propósitos, aplicando el modelo canvas en la implementación de estudios de casos de éxito para la planta generadora de energía limpia.

Por medio de la búsqueda bibliográfica y en línea se obtuvo información con respecto a la oferta de materia prima de biomasa para la generación de energía limpia, datos con respecto al modelo de negocio Canvas y a su vez una selección de algunos módulos de los nueve que lo componen. Los aspectos regulatorios (legislaciones y medioambiente) serán analizados a partir de información obtenida de las instituciones gubernamentales pertinentes

La revisión bibliográfica del marco teórico, se realizó de forma electrónica, ingresando a google académico, páginas de revistas científicas (Scientific Electronic Library Online «SCIELO») de bibliotecas digitales y bibliografías

tradicionales, ingresando también a las diversas páginas de las empresas, instituciones o sectores especializados en energía limpia, legislación ambiental vinculada con los métodos de reutilización de residuos como la biomasa, definiendo posibles variables durante la investigación y contrastando las mismas con los objetivos.

El análisis de los recursos y actividades clave y de valor se realizó con estudios de investigación de la biología del nopal *Opuntia ficus-indica* para sustentar el marco teórico del proyecto de tesina, definir la propuesta de valor y resultados.

Se realizó la identificación de palabras clave para la conformación de una ecuación de búsqueda específica que permitiera el análisis y la descarga de



documentos en la base de datos con la cual se realizó un análisis de tendencias y comparación de investigaciones con una ventana de tiempo entre los meses julio y octubre de 2017.

Para decidir el plan de trabajo se dividieron las actividades que exige la investigación, y así cubrir cinco áreas.

DIAGRAMA 4 Áreas revisión marco teórico



		TEMAS REVISADOS
REVISIÓN SISTEMÁTICA BIBLIOGRÁFICA Y ELECTRÓNICA	ETAPA 1 ELABORACIÓN DEL ANTEPROYECTO  PROPUESTA DE VALOR  ETAPA 2 RESULTADOS DESARROLLO MODELO CANVAS ETAPA 3 CONCLUSIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PRODUCCIÓN DE NOPAL EN MÉXICO</li> <li>• CENTRO DE ACOPIO DE NOPAL</li> <li>• BIOMASA</li> <li>• ENERGÍA LIMPIA</li> <li>• ACTIVIDADES DEL CAMPO</li> <li>• BIOENERGÍA</li> <li>• BIOCOMBUSTIBLES</li> <li>• SECTORES PRODUCTORES EN MÉXICO</li> <li>• LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO</li> <li>• MODELOS DE NEGOCIO</li> <li>• SISTEMA DE GESTIÓN DE MODELOS DE NEGOCIO</li> </ul>

CUADRO 5 método empleado para revisión de bibliografía

Palabras clave: biomasa, residuo sólido, generación de energía, energía renovable, impacto ambiental, sostenibilidad, combustible fósil, medio ambiente, gestión de residuos.



DIAGRAMA 5 Actividades programadas para la redacción

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación del Modelo de negocios (actividades clave) para la utilización de residuos del nopal (*Opuntia ficus-indica*) en la generación de energía limpia dentro de la Delegación Milpa Alta, Ciudad de México se basa en un proceso de mejora continua, por lo cual, los criterios y sugerencias aquí vertidos se podrán mejorar durante el proceso de aplicación.

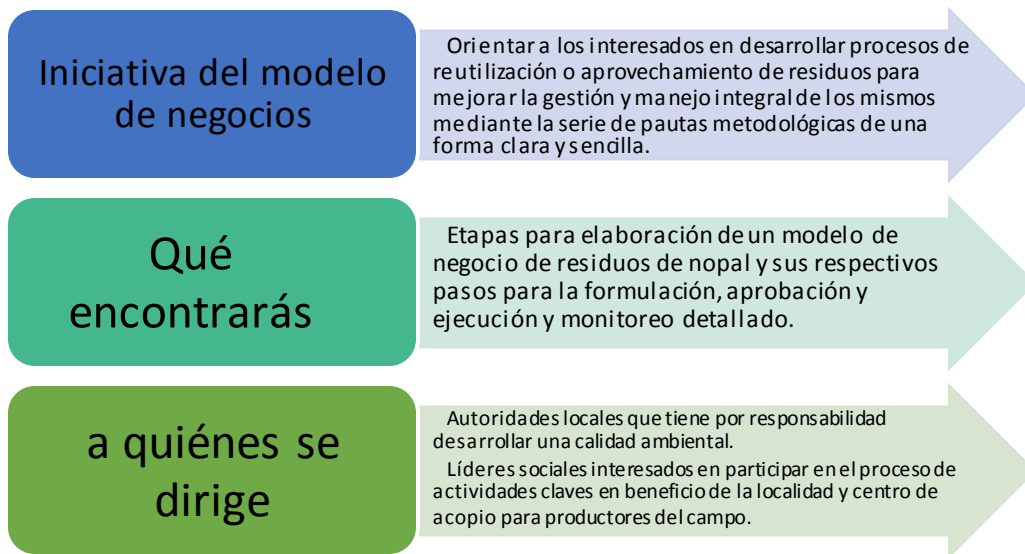


DIAGRAMA 6 Iniciativa modelo de negocios

## **PROPUESTA DE VALOR**

La proposición de valor es el agrupamiento de beneficios que una empresa ofrece a sus clientes, se puede proponer una oferta única o varias ofertas dirigidas a un segmento en particular o a varios de ellos (Márquez, 2010).

### **VALOR CULTURAL**

El nopal es una planta originaria de México que está presente en el escudo de la bandera nacional, junto al águila y la serpiente, es un elemento imprescindible en el mito fundacional de la gran Tenochtitlan. Asimismo, su consumo se distingue por beneficiar la salud del organismo, gracias al alto nivel de nutrientes que contiene. Perteneciente a la familia de las cactáceas, el nopal es considerado una parte muy importante de la flora y riqueza ecológica de México, es protagonista de la cultura popular, la gastronomía y la medicina tradicional. La tuna y el xoconostle son los frutos que produce.

### **POTENCIAL DE VALOR**

El proyecto que se presenta en esta tesina, fue desarrollado en la Delegación Milpa Alta en el centro de acopio, el cual tiene como funciones específicas analizar la oferta de biomasa para generar energía, reutilización y medición de desperdicios en todos los procesos del centro de acopio y productores, así como desarrollar e instalar sistemas de control y protección que incluyan los avances tecnológicos en dichos procesos.

Se promoverá contribuir en los programas de ahorro de energía, programas para la conservación del medio ambiente y mejoras económicas en el proceso.

La caracterización de los residuos sólidos es el primer paso para planear adecuadamente su manejo integral.

El conocimiento de la composición de los residuos permite planear las estrategias de separación, recolección y periodicidad de entrega para su reciclaje.

#### ASPECTOS ECONÓMICOS

La producción de biogás a nivel de hogares rurales tiene un costo inicial de aproximadamente \$EE.UU. 50 por biodigestor (Bui Xuan An et al.; 1997, Rutamu, 1999). Este costo se recupera en un plazo de 9 a 18 meses por los ahorros en costos de combustible. Además, en las zonas rurales donde el combustible esencial es la leña, disminuyen los daños al ecosistema -menor deforestación y menor contaminación- y hay una liberación de tiempo de hasta cinco horas diarias por hogar que pueden ser utilizadas en otras labores productivas (Rutamu, 1999). El bioabono obtenido como desecho del proceso de digestión contiene nutrientes que lo hacen muy interesante para la reducción de costos de fertilización. Según Varnero (1991), una tonelada de bioabono es equivalente a 40 kg de urea, 50 kg de nitrato de potasio y 94 kg de superfosfato triple. Los precios internacionales de los fertilizantes varían entre \$EE.UU. 150-200/ ton (FADINAP, 2005). Considerando un precio promedio de \$EE.UU. 0,2/kg de fertilizante, cada tonelada de bioabono permitiría un ahorro de aproximadamente 38 dólares estadounidenses en fertilizantes.

#### EL OBJETIVO DE COMERCIALIZACIÓN

Los programas y procesos comerciales, tecnológicos y sociales similares a los desarrollados en México podrían ser de interés para otros países a fin de

aumentar el valor actual de las variedades espinosas, utilizadas entre otras cosas para el control de la erosión, o de las variedades sin espinas a ser eventualmente introducidas para obtener mejores productos y usos y facilitar las actividades postalmacenamiento que en este caso es darle vida al producto desechado y no considerarlo pérdida si no materia biomasa que se puede reutilizar y dar energía .

Un elemento clave para el desarrollo de cadenas y redes de valor agregado del cultivo del nopal es la identificación del objetivo final de los usuarios/consumidores.

Este esquema permite el desarrollo de las actividades de los pequeños agricultores y de agricultores con mayores recursos a fin de que se integren en la red de la cadena de valor y de ese modo retengan más valor agregado, el cual, a su vez, genera mejor acceso al crédito, a la tecnología y a otros insumos claves que a su vez generan un incremento de la productividad.

En esta red, los compradores y los vendedores dentro del centro de acopio pueden ser estimulados a discutir y compartir elementos de interés común, lo cual puede ser interpretado a través de la percepción de la cadena como un todo. Las actividades de los proyectos de campo de la FAO sobre este tema ya mencionado han constituido la piedra fundamental para una mayor utilización, cultivo y agroindustrialización del nopal. Existen, sin embargo, algunas áreas que necesitan ser especialmente atendidas como, por ejemplo:

- abastecimiento irregular de la materia prima altamente dependiente de las condiciones climáticas;

- La utilización del nopal como forraje es limitada y los agricultores, en general, ignoran el potencial de esta planta como suplemento de la alimentación animal y/o fuente de agua, elementos críticos en la estación seca.
- La utilización de las pencas para el consumo humano y de toda la planta para obtener otros productos agroindustriales debe aún ser desarrollada en muchos países con potencial de producción y mercado.

### **7.1 POTENCIAL DE LAS APLICACIONES Y USOS DE LA BIOMASA RESIDUAL DEL NOPAL (*opuntia ficus-indica*).**

En la mayoría de los hogares y a nivel industrial, los residuos no son utilizados, siendo ellos posible materia prima para la obtención de otros productos o utilizados en la mejora de suelos, por lo que al aprovechar estos residuos podremos dar una solución a la basura de tipo orgánico que es poco utilizada a nivel industrial, siendo de relevancia para el país aprovechar al máximo los recursos naturales, pero evitando el agotamiento de ellos, este proyecto sería una solución para un buen uso de los residuos vegetales, antecediendo que hay empresas que ya los utilizan, pero a pesar de ello se necesitan investigaciones para que exista una mayor conciencia de la importancia del uso de residuos como biomasa en la economía. (Corrales y Flores, 2003).

El nopal verdura tradicionalmente ha sido de los alimentos de mayor consumo del pueblo mexicano, tanto que en los últimos años se ha incrementado su demanda, principalmente en las áreas urbanas. Lo anterior se refleja en la superficie cultivada en el país, la cual pasó de 5,134 ha en 1991 a 6,633 ha en 1992.

Asimismo, el nopal ha cobrado una particular importancia en la Medicina por sus propiedades hipoglucemiantes.

#### USOS POTENCIALES.

Respecto a sus propiedades medicinales, aparte de las que tradicionalmente se le atribuyen, en años recientes se inició la comercialización de fibra deshidratada de nopal como auxiliar en trastornos digestivos. Por otra parte estudios recientes demostraron las características del nopal como hipoglucemiante, es decir, como controlador de los niveles excesivos de azúcar en el cuerpo. Los estudios realizados por el Instituto Mexicano del Seguro Social han mostrado que la administración en ayunas de cladodios de nopal a individuos sanos y diabéticos causa disminución de glucosa. En los primero produjo menor elevación de glucosa y de la insulina sanguínea.

No ha sido posible determinar el principio activo del nopal que tiene acción sobre el metabolismo de los glúcidos, aunque la reducción de glucosa e insulina observada en estos estudios ha llevado a sospechar que existe una mayor sensibilidad a la insulina inducida por la ingestión del nopal. Se cree que la función del nopal sobre la glucosa se debe a que contiene una substancia identificada como polisacáridos aislados que secuestran las moléculas de glucosa, de tal modo que la insulina si es mínima, sea suficiente para regular los niveles de azúcar. (López-Palacios et al. 2012).

Por otra parte, la pulpa deshidratada del nopal da por resultado un material fibroso cuya función medicinal se basa, como cualquier otra fibra natural, en favorecer el proceso digestivo, reduciendo el riesgo de problemas gastrointestinales

y ayudando en los tratamientos contra la obesidad. Adicionalmente, la fibra disminuye el nivel de lipoproteínas de baja densidad (que son las que se acumulan en las arterias causando problemas de arterioesclerosis). También disminuye el colesterol en la sangre al interferir en la absorción de grasas que realizan los intestinos (Ríos, R.J. et al 2004).

Actualmente, el aprovechamiento integral de los recursos viene a ser una necesidad urgente ante el desperdicio estacional que sufren éstos y la solución a las limitantes actuales de los habitantes. Entre las transformaciones que puede tener el nopalito esta la elaboración de productos como champú, crema, jabones, y otros, cuya demanda ha aumentado considerablemente gracias al incremento de los patrones naturistas de consumo.

#### USO COMO LEÑA

Entre las características que presentan estas plantas xerófitas está la succulencia; esto les permite acumular grandes cantidades de agua durante los breves períodos de disponibilidad de humedad y en forma muy rápida. Los cladodios, por su forma, son cuerpos eficientes para evitar la evapotranspiración y conservar la humedad interna. Los cladodios cuando tiernos son muy suculentos y poco lignificados. Cuando son viejos poseen una cutícula lignificada y numerosas fibras que le dan una consistencia casi leñosa. En estas condiciones podrían tener una posibilidad de uso como combustible, tal como se realiza en algunos países de África.

*Opuntia ficus-indica* puede ser usada para añadir valor a predios degradados o de bajo potencial para la agricultura. Esto puede resultar muy atractivo debido a la



existencia de fondos concursales que promueven la forestación en el norte del país, a los cuales sería posible postular. (López-Palacios *et al.* 2012).

Los cladodios (paletas) de *Opuntia Ficus-indica* pueden ser usados como forraje suplementario para la ganadería y como biomasa para alimentar las estaciones de biogás.

*Opuntia Ficus-indica* puede soportar largos periodos de sequía, respondiendo muy bien a la irrigación y/o fertilización. Se ha obtenido una producción de hasta 50 toneladas de materia seca por hectárea por año (en nuestro país), alcanzando las 62 ton por año.

Adicionalmente, se ponen a disposición de la investigación plantaciones experimentales de *opuntia ficus-indica* para su cultivo y estudio (pertenecientes a una empresa externa generadora de energía renovable), lo que ha permitido obtener información, bajo condiciones reales de uso, sobre las características y variables que influyen en su producción a gran escala.

Los estudios realizados en las plantaciones existentes revelan que es posible tener cladodios a partir del cuarto a quinto mes de siembra, con lo cual, al cabo de un año, ya sería posible tener aproximadamente de dos a tres niveles de cladodios.

Además, la producción máxima alcanzada bajo estas condiciones es de 45 toneladas de materia seca por hectárea por año.

El estudio cuenta con tres predios, los cuales varían en su ubicación y superficie total plantada (predios de 70, 100, 200 y 300 ha. plantadas). Si bien se pretende dar comienzo a la planta generadora utilizando el predio de 200 ha. Queda abierta la posibilidad de poder incorporar las otras plantaciones. Es por esta razón

que la planta que se presentará fue pensada desde el punto de vista modular, permitiendo el crecimiento y actualización de equipos hasta ocupar el máximo de plantaciones existentes.

## MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Los estudios realizados han demostrado que una hectárea de plantas de nopales de más de cinco años puede producir hasta 100 toneladas frescas de cladodios al año en superficies que reciben poca lluvia, por ejemplo, 150 mm anuales. La modalidad de explotación de las nopaleras silvestres a través de la recolección de cladodios, aún subsiste y es llevada a cabo por los habitantes de las zonas semiáridas de algunos estados de México. La poda de los cladodios es una práctica de manejo muy importante de este cultivo; sin embargo, a los nopales no se les ha dado la importancia que esta tiene sobre el rendimiento y calidad de sus productos (fruta, nopalito). Esto puede obedecer a la eventualidad del mercado y a los costos de producción más elevados en un mercado incierto. En el caso de que el material proveniente de la poda no se utilice para nuevas plantaciones o que no reúna las características deseadas para tal fin, se sugiere utilizarlo para la obtención de biogás, abono orgánico o para la alimentación del ganado. Asimismo se puede prever una producción de cladodios específica para alimentar biodigestores en combinación con la producción animal. Para dicho fin no se requiere un manejo especial de la planta; los cladodios maduros de cerca de un año, una vez cortados y trozados, pueden alimentar directamente los biodigestores. En algunas ocasiones quedarán en el suelo, pero se debe evitar que sea por un largo período ya que se inicia el proceso de biodegradación restando eficiencia al proceso de obtención de

biogás y bioabono. Si los cladodios no se van a utilizar inmediatamente porque el tamaño del biodigestor no lo permite, se pueden almacenar a la sombra, en un lugar fresco y seco por varios días. (Kader y Rolle, 2004)

## **7.2 DESCRIBIR LOS PROCESOS VINCULADOS A LA GENERACIÓN DE ENERGÍA LIMPIA CON NOPAL (*opuntia ficus-indica*).**

### POTENCIAL ENERGETICO DEL NOPAL

Para estimar el potencial energético del nopal, por homologación se consideró el potencial de generación de biogás de los residuos de frutas y legumbres experimentado por el IIE, como parte de sus proyectos de investigación histórica sobre el tema, encontrando que se puede generar como máximo 11m<sup>3</sup> de biogás por metro cúbico de digestor o reactor por día (m<sup>3</sup> biogas/m<sup>3</sup>reactor/d) con un contenido de metano del 72%, a cargas orgánicas en términos de sólidos volátiles (SV) por metro cúbico de reactor por día de 9.8 kg SV/m<sup>3</sup> reactor/d, a tiempos de residencia hidráulico (TRH) de dos días y temperaturas entre los 23°C Y LOS 27°C a escala DE 100 litros de volumen de reactor. Lo anterior implica que por cada kg de SV alimentado se pueden generar bajo las condiciones citadas, 0.71m<sup>3</sup> de biogás/kg SV alimentado. Este último valor es del mismo orden de magnitud que los rendimientos promedio determinados en la conversión de cultivos a CH<sup>4</sup> en plantas comerciales.

Por lo que el potencial de generación de biogás y metano del nopal, homologándolo con los valores de los cultivos citados, es de 25m<sup>3</sup>CH/ton nopal o 40m<sup>3</sup> biogas/ton nopal en promedio, ya que el contenido de SV del nopal fluctua

entre 90kg y 30kg por tonelada de nopal fresco. Bajo las condiciones de la conversión de residuos de frutas.

	Verdura	Tuna	Forraje	Grana	
Sup sembrada Ha	12,500	53,300	18,100	100	84,000
Sup cosechada Ha	12,100	46,300	4,500		62,900
Producción Ton	721,400.0	344,100.00	118,300.00		1,183,800.0
Rendimiento Ton/Ha	59.8	15.7 R/7.3 T	141R/24.5T		
Precio medio rural \$/Ton	2,571.9	2,877.4	339.0		
Valor promedio millones de pesos	1,432.9	990.0	40.1		2,463.0
Precios central de abasto \$/Kg julio	0.6	0.3			
Precios central de abasto \$/Kg enero	1.2	0.5			

CUADRO 5 Producción de cosecha SAGARPA 2008

El sistema de digestión de residuos orgánicos con un tratamiento anaerobio combinado con energía solar térmica para producir biogás, fertilizantes y electricidad.

La planta tiene un área de 150 m de construcción. La mitad es ocupada por concentradores solares térmicos y el resto por el equipo tecnológico donde se realiza el proceso biológico: un tanque reactor de 8 metros de alto por 4 metros de diámetro. Los residuos orgánicos entran en el tanque y son “digeridos” por bacterias en un ambiente ausente de oxígeno. El tanque es capaz de recibir hasta 100 toneladas mensuales de desechos, que, en su mayoría, se compone de frutas, semillas y vegetales (en particular, nopales).

Los concentradores solares captan la luz del Sol con el fin de generar el agua caliente que se utiliza en el proceso. Ésta se almacena en una pila térmica y mantiene el ambiente interno a una temperatura de 70 grados Celsius. La planta cuenta, además, con un sistema de deshidratación de los lodos resultantes del proceso, con lo cual se obtienen fertilizantes sólidos y líquidos. Con el biogás

resultante es posible cocinar o calentar agua. Sin embargo, el objetivo principal es generar energía eléctrica, por lo que el sistema está conectado a un generador que produce 120 KW/hora por cada tonelada de desechos orgánicos. La planta crea el biogás suficiente para atender hasta 70 hogares de cuatro integrantes y satisfacer todas sus necesidades de electricidad.

### CONSIDERACIONES GENERALES

Las limitaciones hídricas que se encuentran en los ecosistemas de las zonas áridas se reflejan en un empobrecimiento de la cobertura vegetal y en un bajo aporte de residuos orgánicos; esto se traduce, entre otras cosas, en una menor protección del suelo, generando a su vez problemas de degradación. Esta degradación afecta simultáneamente a un gran número de variables que causan especialmente una pérdida de materia orgánica y disminuyendo gradualmente la fertilidad natural del suelo. La conservación de la fracción orgánica del suelo cultivado es uno de los principales problemas de la agricultura, sobre todo en los sistemas de producción intensiva. Las estimaciones de las pérdidas anuales de materia orgánica que se producen en estos sistemas varían entre 0,75 y 1,25 ton/ha. Para compensar estas pérdidas se requieren necesariamente aportes orgánicos periódicos de 2 a 6 ton/ha/año, según se trate de materiales orgánicos frescos o previamente estabilizados.

La incorporación periódica de residuos orgánicos al suelo es una práctica interesante ya que proporcionan un efecto de acondicionador físico del medio edáfico. Esto se refleja en una mayor productividad contribuyendo, a largo plazo, a la recuperación de suelos marginales. Sin embargo, el acondicionamiento de suelos

con residuos orgánicos frescos es un manejo poco recomendable debido al alto volumen que se debe manejar y al tiempo que estos requieren para estabilizarse y posibilitar su uso más eficiente. La diferencia que existe entre la aplicación directa de residuos frescos como rastrojos de cosechas y estiércol y la aplicación de materiales orgánicos bioprocesados, tiene relación con la respuesta que se puede obtener a corto plazo con el establecimiento de un cultivo.

Los tratamientos de residuos sólidos orgánicos biodegradables con fines de descontaminación y de reciclaje se basan principalmente en técnicas donde participan microorganismos y enzimas en presencia o ausencia de oxígeno, para convertir un residuo orgánico o substrato en un producto de valor agregado. Se distinguen dos grandes grupos de bioprocesos (Varnero, 2001) aeróbico, donde los residuos orgánicos biodegradables se degradan mediante una oxidación bioquímica, generando  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , energía calórica y materia orgánica estabilizada; dentro de este tipo de proceso se encuentran el compostaje y la lombricultura. anaeróbico o fermentación metanogénica, donde las transformaciones del material biodegradable ocurren por una reducción bioquímica, generando una mezcla gaseosa, combustible, llamada biogás y cuyos principales componentes son el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ) y una materia orgánica estabilizada denominada bioabono. En ambos procesos, aeróbicos y anaeróbicos, existen ciertos factores ambientales importantes que inciden en la selección de microorganismos que se desarrollan para efectuar la actividad metabólica y que en último caso se refleja en el rendimiento del proceso.

El material estabilizado que se obtiene en estos bioprocesos presenta características que lo definen como un acondicionador y mejorador de la fertilidad natural del suelo, ya que sus contenidos nutricionales quedan más rápidamente disponibles para las plantas que los residuos frescos o no tratados (Varnero, 2001).

El diseño de biodigestores en instalaciones de características convencionales, se define en función de la carga de materias primas: continuos (de carga diaria o semanal) o estacionarios (sin recarga durante el proceso de fermentación). La elección del tipo de digestor se basa principalmente en la periodicidad de la producción de materia prima para alimentar el digestor y en la disponibilidad de agua. En el caso de las zonas áridas, debido a las propias limitaciones de agua se encuentra habitualmente una baja disponibilidad de materia prima biodegradable de origen agropecuario. En este caso, el digestor estacionario es particularmente útil porque permite acumular y procesar materiales con una alta concentración de sólidos totales de hasta 50 por ciento. Una forma de subsanar el inconveniente de la menor disponibilidad de residuos orgánicos de las zonas áridas es desarrollar cultivos energéticos altamente adaptados a las condiciones edafoclimáticas de esta región. Dentro de este contexto, las plantas con metabolismo del ácido crasuláceo (CAM) como es el caso de los nopales, se han recomendado como una alternativa energética dado que tienen un alto potencial de producción de biomasa (García de Cortázar y Nobel, 1992; García de Cortázar y Varnero, 1999). La tasa de biodegradación de los residuos orgánicos está asociada con la actividad microbiana del sistema anaeróbico. Esta actividad depende de las características de la materia prima, del pH del medio, de los niveles de sólidos

totales y de la temperatura del proceso, todo lo que determina el período de digestión en que se generan los productos biogás y bioabono.

## UTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE NOPAL EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS

Las experiencias realizadas con esta especie en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile (Uribe et al., 1992; Varnero et al., 1992; Varnero y López, 1996; Varnero y García de Cortázar, 1998) indican que los cladodios no constituyen por si solos un buen material metanogénico. La incorporación de cladodios de tuna en la digestión anaeróbica de guanos animales, favorecería la fermentación metanogénica, siempre que el pH de las mezclas de estas materias primas se mantenga dentro de rangos neutros o ligeramente ácidos. La inclusión de un porcentaje adecuado de cladodios en guanos animales, influye positivamente en el tiempo de inicio del proceso de fermentación vegetal (Uribe et al., 1992; Varnero et al., 1992). Esto se atribuye a la fuente energética y carbonada que proporciona el nopal, favoreciendo el desarrollo de bacterias acidogénicas que generan el sustrato que requieren las metanobacterias, aceleran el proceso metanogénico y concentran esta actividad en un menor tiempo. La eficiencia de fermentación de estas mezclas con diferentes proporciones de cladodios y guano animal, demostró que el punto crucial para la obtención de biogás con un contenido de metano superior al 60 por ciento, es mantener el pH de las mezclas en valores iguales o mayores a 6. La composición del biogás que se produce en la fermentación metanogénica está estrechamente relacionada con el pH de las materias primas que se biodigieren. Por lo tanto, con valores de pH < 5,5, el biogás



se concentra en CO<sub>2</sub>, disminuyendo su calidad combustible; en cambio, con pH neutro a básico, se enriquece en metano. Este valor es más fácil de obtener a medida que aumenta la proporción de guano animal en la mezcla y que la edad del cladodio utilizado sea mayor de un año. El tamaño del trozado del material no tiene mayor influencia en la eficiencia del proceso de fermentación (Varnero y López, 1996; Varnero y García de Cortázar, 1998). Por otro lado, la tecnología de producción de etanol es más compleja que la producción de biogás. El proceso de fermentación alcohólica, similar en muchos aspectos al de la producción de biogás, debe ser seguido por una destilación para obtener el combustible además de la necesidad de disponer de levaduras específicas para maximizar la producción de etanol (García de Cortázar y Varnero, 1999).

### **7.3 IDENTIFICAR LAS VENTAJAS DE IMPLEMENTAR BIOMASA COMO MEDIDA DE CONTROL AMBIENTAL.**

El presente documento es una herramienta de gestión integral en el manejo de residuos sólidos que desarrolla los componentes: Político institucional; técnico operacional (desde el almacenamiento hasta la disposición final), administrativos, de gestión y financieros y educación ambiental; que son aplicables ya que tienen un compromiso de mejorar la gestión de los residuos.

Los resultados de este estudio evidenciaron dos aspectos importantes: 1) el alto potencial de recuperación de los residuos para su reciclaje, y 2) el reto que implica su manejo.

## 8. CONCLUSIONES

\*Con el tratamiento integral de estos residuos, no sólo se obtendrá energía eléctrica para autoconsumo e interconexión a la red pública y recuperación de agua para reúso agrícola, sino también se obtendrá material para mejorar los campos de cultivo de la región.

El proyecto reducirá en 50% el volumen de los desperdicios orgánicos que genera la planta, es decir entre 4 y 5 toneladas diarias. Además del agua y la electricidad, se producirán también abonos orgánicos para cultivos.

Si bien el proceso de generación de energía limpia con biomasa es atractivo para el desarrollo de una localidad, Estimaciones preliminares de la biomasa residual agrícola generada en Milpa Alta a partir de la producción de nopal demuestran que existe un alto potencial de bioenergía disponible y factible de ser aprovechada.

El ciclo de producción de nopal (*opuntia ficus-indica*) tiene una disposición ordenada al lado de los campos de cultivo, lo que favorece su aprovechamiento.

El esquema metodológico seguido en el presente trabajo podría ser de aplicación para el estudio del potencial energético de los residuos orgánicos en otras Delegaciones de la Ciudad de México.

\*El Centro de Acopio genera entre 8 y 10 toneladas diarias de residuos orgánicos y aprovechando que en la demarcación existe un programa de separación de basura, facilita el funcionamiento de la planta.

El proyecto surge ante la necesidad de disminuir y aprovechar los residuos que se generan a partir de las actividades humanas y por ende la reducción de las

afectaciones ambientales, sociales y económicas derivadas de prácticas inadecuadas o insuficientes en el tema de la gestión de los residuos.

El proyecto que se desarrollo es un estudio a nivel conceptual, y no un análisis técnico en profundidad, en el cual interviene diferentes disciplinas de la ingeniería.

México tiene muchas y variadas posibilidades para desarrollar bioenergía, pero para lograrlo se requiere aplicar en el corto plazo un conjunto favorable de medidas regulatorias, económicas y políticas con efectos inmediatos y con una visión de mediano y largo plazos.

En cuanto a prioridades para investigación, desarrollo y transferencia de tecnología en el área de la bioenergía o energía limpia se identificaron:

- Cuantificar mejor los potenciales de bioenergía utilizables para aplicaciones y usos finales específicos en diferentes sectores de la economía nacional, y su capacidad efectiva para reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), generar empleo y valor agregado, y reducir las importaciones de energéticos fósiles.
- Identificar y superar barreras para la adopción de tecnologías eficientes de uso de bioenergéticos en aplicaciones domésticas, comerciales e industriales, particularmente en el área de biocombustibles sólidos.
- Desarrollar metodologías, datos e indicadores que permitan la definición y evaluación de la sostenibilidad de sistemas de producción de biocombustibles, con énfasis en los impactos sociales.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. **Alakangas, E. (2005)**. Properties Of Wood Fuels Used In Finland-Biosouth- Project. Technical Research Centre Of Finland, Vtt Processes, Project Report Pro2/P2030/05. Jyväskylä. 90 P.
2. **Antolin Giraldo, G.; L. Gonzalez Falcones; S. Diez Castilla Y R. Lopez Alonso. (2000)**. Evaluación Del Potencial De Aprovechamiento Energético De La Biomasa De Castilla Y León. Cartif. España
3. **Auma Consultant Company. (2000.)** Environmental Impacts Of The Production Of Electricity. Comparative Study Of Eight Technologies Of Electrical Generation. Summary. España.
4. **Barbera, G. (1999)**. Historia E Importancia Económica Y Agroecológica. Pp.1-12. In: G. Barbera, P. Inglese Y E. Pimienta, Eds. Agroecología, Cultivo Y Usos Del Nopal. Estudio Fao Producción Y Protección Vegetal, 132. Roma.
5. **Barceinas, Fernando Y José Luis Raymond (2002)**, Convergencia Regional Y Capital Humano En México De Los Años 80 Al 2002, Mimeo, México.
6. **Bryan, B.A.; J. Ward & T. Hobbs. (2008)**. An Assessment Of The Economic And Environmental Potential Of Biomass Production In An Agricultural Region.
7. **Battero, P. (1996)**. La Estufa A Leña De Alto Rendimiento. En: Aplicación De Energías Renovables Para El Desarrollo Rural. Inta-Incupo. Seminario-Taller. Santa Fe. Argentina.
8. **Bergman, K.G. (1980)**. Potential For Energy Cropping In Swedish Agriculture. In: Palz, W; Chartier, P & D.O. Hall. Edit. 1980. Energy From Biomass. 1st E.C. Applied Science Publishers. C.E.C. London. Pp 896-902.
9. **Bernhardt, W. (1980)**. Alternative Fuels From Biomass And Their Use In Transport. In: Palz, W; Chartier, P & D.O. Hall. Edit. 1980. Energy From Biomass. 1st E.C. Conference. Applied Science Publishers. C.E.C. London. Pp.815-825.
10. **Blanco-Macías, F., R. D. Valdez-Cepeda, R. E. Vázquez-Alvarado Y P. Almaguer-Sierra. (2008)**. Establecimiento Y Manejo De Nopalito Para Verdura. En VII Simposium-Taller "Producción Y Aprovechamiento Del Nopal En El Noreste De México". Respyn. Edición Especial 2: 1-17. 2009. [Http://Ww w.Respyn.Uanl.Mx/Especiales/2009/Ee-02-2009/Index.html](http://www.Respyn.Uanl.mx/Especiales/2009/Ee-02-2009/Index.html) (4 De Febrero 2018).
11. **Bonilla, Y Et Al. (2005)**. Consumo De Biomasa Leñosa Como Fuente Energética En La Comunidad Sitio Del Infierno, Municipio Viñales, Taller Por El Desarrollo Forestal Sostenible. La Habana, Cuba.
12. **Bryan, B.A.; J. Ward & T. Hobbs. (2008)**. An Assessment Of The Economic And Environmental Potential Of Biomass Production In An Agricultural Region. Land Use Policy 25 (2008), 553-549.
13. **Bueno Lorenzo, M. (2006)**. Estudio De Alternativas Para La Electrificación Rural En La Zona De Selva Del Perú. Proyecto Final De Carrera. Universitat Politècnica De Catalunya. 95 P.
14. **Bui Xuan An, Preston, T.R. Y Dolberg, F. (1997)**. The Introduction Of Low -Cost Polyethylene Tuve Biodigesters On Small Scale Farms In Vietnam.
15. **Bun-Ca, Gef, Pnud. (2002)**. Manuales Sobre Energía Renovable: Biomasa. Biomasa Users Network. San José, Costa Rica. 52 P.
16. **Cabrera, (1994)**. Enciclopedia Argentina De Agricultura Y Jardinería. Primera Reimpresión. Tomo II. Fasc.1. Editorial Acme S.A.C.I. Buenos Aires. 84 P.
17. **Callejas-Juárez, N., J. A. Matus-Gardea, J. A. García-Salazar, M. A. Martínez-Damián Y J. M. Salas-González, J. M. (2009)**. Situación Actual Y Perspectivas De Mercado Para La Tuna, El Nopalito Y Derivados En El Estado De México, 2006. Agrociencia 43(1): 73-82.
18. **Carrillo, L. (2004)**. Energía De Biomasa. Ed. Del Autor. Jujuy. Argentina. 82 P.
19. **Chassin, M. Et Al. (1980)**. Soil Protection Under Maximum Removal Of Organic Matter. In: Palz, W; Chartier, P & D.O. Hall. Edit. 1980. Energy From Biomass. 1st E.C. Conference. Applied Science Publishers. Commission Of The European Communities. London.
20. **Consejo Mundial De La Energía. (2004)**. Comparación De Los Sistema Energéticos Utilizando Evaluación Del Ciclo De Vida. Informe Especial. Comité Argentino. 77 P.

21. **Corrales, J. y Flores, C. A. (1996).** The current status in Mexico of the many products being derived from cactus and tuna fruit. 7th Annual International Symposium, Texas Prickly Pear Council, Texas A&M University, Kingsville, Texas, Estados Unidos de América.
22. **Corrales, J. y Flores, C. A. (2003).** Tendencias actuales y futuras en el procesamiento del nopal y a tuna. pp: 167-215. In: Flores V. C. A., ed. Nopalitos y tunas, producción, comercialización, poscosecha e industrialización. 1ª Ed. Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM. México.
23. **Creutzig, F. Et Al., (2015).** Bioenergy And Climate Change Mitigation: An Assessment. Gcb Bioenergy, 7(5), Pp.916-944.
24. **Cutuk, R. Y F. Piacentini. (2004)** Diagnóstico Y Plan De Acción Del Municipio De Coronel Moldes. Agosto De 2004. 83 P.
25. **Dominguez, J; D. Sanchez; P. Lasry; L. Esteban. (2003):** Evaluación De La Biomasa Potencial Como Recurso Energético En La Región De Navarra (España), Geofocus (Informes Y Comentarios), Nº 3, P.1-10.
26. **Dale, V.H. Et Al., (2015).** A Framework For Selecting Indicators Of Bioenergy Sustainability. Biofuels, Bioproducts And Biorefining,9(4), Pp.435-446.
27. **Dasilva, (1979).** Bioconversion Of Organic Residues For Rural Communities. Nº 15. Unu. 178 P.
28. **Dauber, E (1995).** Guía Práctica Y Teórica Para El Diseño De Un Inventario Forestal De Reconocimiento. Proyecto De Manejo Forestal Sostenible. Ministerio De Desarrollo Sostenible Y Medioambiente. Santa Cruz, Bolivia.
29. **Dominguez, J; D. Sanchez; P. Lasry; L. Esteban. (2003):** Evaluación De La Biomasa Potencial Como Recurso Energético En La Región De Navarra (España), Geofocus (Informes Y Comentarios), Nº 3, P.1-10.
30. **Ecn (Phyllis). (2008).** [Http://Ww w .Ecn.Nl/Phyllis/](http://www.ecn.nl/Phyllis/)
31. **Estrada, C.A. Y A. Zapata Meneses. (2004).** Gasificación De Biomasa Para Producción De Combustibles De Bajo Poder Calorífico Y Su Utilización En Generación De Potencia Y Calor. Scientia Et Technica. Año X. Nº 25. Utp.
32. **FADINAP. (2005).** Fertilizer Price Trends. [Http://Ww w .Fadinap.Org/Int\\_Prices/Index.Html](http://www.fadinap.org/int_prices/index.html)
33. **FAO. (1993).** El Gas De Madera Como Combustible Para Motores. Estudio Fao Montes 72. 157 P.
34. **FAO. (2000).** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 22ª Conferencia Regional de la FAO para Europa. Oporto, Portugal.
35. **FAO. (2003).** Mejoramiento de la calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas frescas: un enfoque práctico. Manual para multiplicadores. Roma.
36. **Flavin, C; French, H; G. Gardner Et Al. State Of The World (2002).** A World Watch Institute Report On Progress Toward A Sustainable Society. Special World Summit Edition. Norton & Company. United States Of America.
37. **Flores-Valdez, C. (2003).** Importancia Del Nopal. Pp. 1-18. In: C. A. Flores Valdez, Ed. Nopalitos Y Tunas, Producción, Comercialización, Poscosecha E Industrialización. 1ª Ed. Universidad Autónoma Chapingo, Ciestaam. México.
38. **Frank, J.R. Y W.H. Smith. (1987).** Perspectives On Biomass Research. 1987. In: Smith, W. H & J.R. Frank. 1987. Methane From Biomass. Elsevier Applied Science. England. Pp. 455- 464.
39. **Freese, F. (1967).** Métodos Estadísticos Elementales Para Técnicos Forestales. Manual De Agricultura Nº 317. Centro Regional De Ayuda Técnica. Agencia Para El Desarrollo Internacional (Aid). México.
40. **García De Cortázar, V. Y Nobel, P.S. (1992).** Biomass And Fruit Production For The Prickly Pear Cactus Opuntia Ficus-Indica. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117: 558-562
41. **García De Cortázar, V. Y Varnero, M. T. (1999).** Producción De Energía. Pp. 194-200.
42. **García De Cortázar, V. Y Varnero, M. T. (2000).** Producción De Energía. Agroecología, Cultivo Y Usos Del Nopal. Estudio FAO Producción Y Protección Vegetal 132. Roma.
43. **García Ortega, J.L. Y A. Cantero. (2005).** Renovables 2050. Un Informe Sobre El Potencial De Las Energías Renovables En La España Peninsular- Greenpeace. 36 P.
44. **García Rojas, L.M. Et Al. (1997).** Influencia De La Relación Estequiométrica En La Gasificación De Residuos De Cítrico. Monografías.Com.
45. **Goldemberg, J Et Al. (2004).** World Energy Assesment. Overview 2004

47. Gómez, A., Klose, W., & Rincón, S. (2008). Prólisis De Biomasa, Kassel: Kassel University Press.
48. **Granados, D. Y Castañeda, A. D. (1996).** El Nopal. 2ª Reimpresión, Ed. Trillas, México.
49. **Hierro, J.L.; L.C. Branch; D. Villarreal Y K.L. Clark. (2000)** Predictive Equations For Biomass And Fuel Characteristics Of Argentine Shrubs. J. Range Management 617-621.
50. **Honty, G. Y E. Gudynas. (2007).** Energías Alternativas. Agrocombustibles Y Desarrollo Sostenible En América Latina Y En El Caribe. Parte 1, 2, 3 Y 4. Claes. D 3 E. Observatorio Del Desarrollo.
51. Indec. Instituto Nacional De Estadísticas Y Censos. Informe Anual 2001.
52. **INIFAP (2000)** El cultivo del Nopal Verdura Folleto para roductores 1
53. **Hall. Edit. 1980.** Energy From Biomass. 1st E.C. Conference. Applied Science Publishers. Commission Of The European Communities. London. Pp. 124-130.
54. **Kader, A.A. y Rolle, R.S. (2004).** Características, Produccion y técnicas ara cultivos de nopal.
55. **Latour, B. (1998).** La Tecnología Es La Sociedad Hecha Para Que Dure. En M. Domenech, Sociología Simétrica Ensayos Sobre Ciencia, Tecnología Y Sociedad (Págs. 109-142). Barcelona: Gedisa Editorial.
56. **López, G., J.J., H. García J., M. Ayala O., G. García P. (2002).** Establecimiento Y Producción De Nopal Forrajero Con Surcado Lister En Ramos Arizpe, Coahuila.En: Resultados De Proyectos De Investigación 2002 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Coahuila. México.
57. **López-Palacios, C., C. B. Peña-Valdivia, (2012).** Effects of domestication on structural polysaccharides and dietary fiber in nopalitos (*Opuntia* spp.). Gen. Res. Crop Evol. 59: 1015-1026.
58. **Márquez G.J.F. (2010)** Innovacion En Modelo De Negocio: La Metodología De Osterw alder En La Practica
59. **Masera, O.R., J. Arguillon Y B. Gamino. (2005).** Estimación Del Recurso Y Prospectiva Tecnológica De La Biomasa Como Energético Renovable En México. Anexo 2. Unam. 118 P.
60. **Nuñez, V. Et Al. (2007).** Cartografía Digital Generada En El Marco Del Proyecto Ciunsa 1345: Pautas Para El Ordenamiento Territorial.
61. **Oceana.** Obtenido De [Http://Oceana.Org/Es/Eu/Que-Hacemos/Cambio-Climatico-Y-Energiasrenovables/Cambio-Climatico/Mas-Informacion/Fuentes-De-Emissiones-Degases-Contaminant](http://Oceana.Org/Es/Eu/Que-Hacemos/Cambio-Climatico-Y-Energiasrenovables/Cambio-Climatico/Mas-Informacion/Fuentes-De-Emissiones-Degases-Contaminant)
62. **Padron Perez, R Et Al. (2005).** Producción De Electricidad Utilizando Biomasa Forestal Como Combustible. Taller Por El Desarrollo Forestal Sostenible. La Habana, Cuba.
63. **Palz, W; Chartier, P Y D.O. Hall. Edit. (1980).** Energy From Biomass. 1st E.C. Conference. Applied Science Publishers. C.E.C.London.
64. **Pimienta, E. (1990)** El Nopal Tunero. Universidad De Guadalajara, México
65. **Puigdevall, J. Y Galindo, D. (2007).** Apuntes Del Curso De Postgrado De Energía De La Biomasa De La Maestría En Energías Renovables De La Univesidad De Zaragoza, España. Febrero 2018.
66. **Reyes-Agüero, J.A., J.R. Aguirre-Rivera Y H.M. Hernández. (2005).** Systematic Notes And A Detailed Description Of *Opuntia Ficus-Indica* (L.) Mill. (Cactaceae). Agrocienza 39 (4): 395-408.
67. **Ríos, R.J. Y M.V. Quintana. (2004).** Manejo General Del Cultivo Del Nopal. Manual Del Participante. Colegio De Postgraduados. Secretaria De La Reforma Agraria. México: 81 P.
68. **Ruiz-Espinoza, F. H.; J. F. Alvarado-Mendoza; B. Murillo-Amador; J. L. García Hernández; R. Pargas-Lara; D. O. Duarte-Osuna; F. A. Beltrán-Morales; Y L. Fenech-Larios. (2008).** Rendimiento Y Crecimiento De Nopalitos De Cultivares De Nopal (*Opuntia Ficus-Indica*) Bajo Diferentes Densidades De Plantación. J. Pacd. 10: 22-35. [Http://Ww.w.jpacd.Org/V10/V10p22-35.Pdf](http://Ww.w.jpacd.Org/V10/V10p22-35.Pdf) (27 De Abril 2018)
69. **Rutam, I. (1999).** Low Cost Biodigesters For Zero Grazing Smallholder Dairy Farmers.
70. **Secretaría De Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca Y Alimentación- Servicio De Información Agroalimentaria Y Pesquera (SAGARPA-SIAP). (2008).** Anuario Estadístico De La Producción Agrícola. Ciclo: Cíclicos Y Perennes 2010. Modalidad: Riego + Temporal. México.
71. **Secretaría De Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca Y Alimentación (SAGARPA),** "Diagnóstico General De La Situación Actual De Los Sistemas De Biodigestión En México"

72. **Secretaría De Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca Y Alimentación (SAGARPA)**, “Aprovechamiento De Biogás Para La Generación De Energía Eléctrica En El Sector Agropecuario”, Documento De Trabajo, Firco, Consulta octubre Del 2017.
73. **Secretaría De Gobernación (SEGOB). (2007)**. Nmx-Ff-068-Scfi-2006. Hortaliza Fresca-Nopal Verdura (*Opuntia* Spp.) -Especificaciones (Cancela A La Nmx-Ff-068-1988). México, D.F. 4 De Enero 2007. Diario Oficial De La Federación. México. [Http://Www.Dof.Gob.Mx/Normasoficiales.Php?Codp=1558&View=Si#](http://Www.Dof.Gob.Mx/Normasoficiales.Php?Codp=1558&View=Si#)
74. **Secretaría De Medio Ambiente Y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2003)**. Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos. Diario Oficial De La Federación. 8 De Octubre De 2003. México.
75. **SENER** Balance Nacional De Energía **(2004)** , (SENER) México
76. **SENER (2007)**
77. **SENER (2013)**
78. **SENER (2015)**
79. **Siemons, R.V. (2001)**. Identifying A Role For Biomasa Gasification In Rural Electrification In Developing Countries: The Economic Perspectiva. Biomasa And Bioenergy. Vol. 20, Issue 4. Pages 271-285.
80. **Strange, K. (2002)**. Overview Of Waste Management Options: Their Efficacy And Acceptability. En: Environmental And Health Impact Of Solid Waste Management Activities, 1-52. R.E. Hester Y R.M. Harrison (Editores).
81. **Tibe, O., D. M. Modise, And K. K. Mogotsi. (2008)**. Potential For Domestication And Commercialization Of Hoodia And Opuntia Species In Botsw ana. Africanjournal Of Biotechnology. 1199-1203.
82. **Uribe, J. M, Varnero, M. T Y Benavides, C. (1992)**. Biomasa De Tuna (*Opuntia Ficus-Indica*. L. Mill) Como Acelerador De La Digestión Anaeróbica De Guano De Bovino. Simiente 62 (1): 14 – 18.
83. **USDA. (2005)**. Biomass As Feedstock For A Bioenergy And Bioproducts Industry: The Technical Feasibility Of A Billion-Ton Annual Supply. U.S. Department Of Energy And U.S. Department Of Agriculture. 60 P.
84. **Varnero, M. T. (2001)**. Sistemas De Reciclaje De Residuos Sólidos Orgánicos: Biodigestores. Rev. Chile Agric. Xxvi (250):132 – 135
85. **Varnero, M. T., Uribe, J. M. Y López, X. (1992)**. Factibilidad De Una Biodigestión Anaeróbica Con Mezclas De Guano Caprino Y Cladodios De Tuna (*Opuntia Ficus-Indica*. L. Mill). Terra Aridae 11: 166 - 172.
86. **Varnero, M. T. Y López, X. (1996)**. Efecto Del Tamaño Y Edad De Cladodios De Tuna En La Fermentación Metanogénica De Guano De Bovino. Sociedad Chilena De La Ciencia Del Suelo, Boletín Nº 11. 80 – 89.
87. **Varnero, M. T. Y García De Cortázar, V. (1998)**. Energy And Biofertilizer Production: Alternative Uses For Pruning-Waste Of Cactus-Pear (*Opuntia Ficus-Indica*. L. Mill). Pp. 96-102. International Symposium Fao
88. **Velásquez, E. (1998)**. El Nopal Y Su Historia. Editorial Clío. México
89. **Villarespe, V (2002)**. Pobreza Teoría E Historia, México: Casa Juan Pablos.  
Página Consultada: <Www.Gdf.Gob.Mx>. consulta julio 2017
90. **Villegas Y De Gante, M. (1997)**. Los Nopales (*Opuntia* Spp.) Recursos Y Símbolos Tradicionales En México. Pp. 271-273. Monterrey, México.
91. **Wwf. (1991)**. Getting At The Source: Strategies For Reducing Municipal Solid Waste. Island Press, Washington, D.C.

## **10. ANEXO**

### **PLAN DE MANEJO ADECUADO COMO PROPUESTA AL MODELO DE NEGOCIO**

El plan de manejo de residuos para el Centro de Acopio, basado en el análisis del diagnóstico del manejo actual de los residuos sólidos urbanos y en los principios de prevención, minimización y valorización de los residuos.

#### Operación

Esta planta en particular tendrá después de los primeros meses de estabilización, en su operación normal, una capacidad de procesar y transformar alrededor de tres toneladas diarias de desechos de nopal.

#### Panorámica Planta.

El biodigestor, que es el principal elemento de toda la planta, está hecho de acero al carbono, mide ocho metros de alto por cuatro metros y medio de diámetro, lo cual le permite almacenar una cantidad de aproximadamente 100 mil litros de agua.

Para cumplir las necesidades térmicas, después de ser triturados los residuos se calientan en un tubo previo a ingresar al biodigestor, esto mediante energía producida por celdas solares instaladas.

La digestión anaerobia es cuando un consorcio microbiano opera descomponiendo los desechos dentro de un tanque. Estos microorganismos solo pueden vivir en ambientes controlados en ausencia de oxígeno.

A partir de este proceso se genera el biogás que posteriormente pasa a un transformador que lo convierte en energía eléctrica. Tras este proceso biológico, la planta diariamente genera alrededor de 170 metros cúbicos de biogás lo que es



equivalente a aproximadamente 175 kilowatts hora por día. El desecho sólido se convierte mediante una compresa en casi una tonelada de mejorador de suelos que ayudará a la agricultura local para impactar en su producción.

El biogás contiene un alto porcentaje de metano por lo que puede servir como un combustible y se puede quemar en un motor de combustión interna que está acoplado a un generador eléctrico para producir energía eléctrica.

El Proyecto piloto servirá como la prueba más importante para decidir emprender otros retos en el tema de manejo integral de residuos en otros mercados o centros de abasto.

Este Plan de Manejo de Residuos, se realizara en coordinación y participación activa de los funcionarios, técnicos administrativos y operativos del centro de acopio personajes claves involucrados en el manejo de los residuos sólidos, para generar cambios en las actitudes y conductas a favor de una mejora de la calidad de vida y de nuestro ambiente.

La investigación mostró que para llevar con éxito un Plan de Manejo como actividad clave de utilización de residuos del nopal se debe contar con un Equipo de Coordinación delegacional con capacidad de gestión, conformado por todas las áreas del centro de acopio ya que todas tienen un valor importante: el área técnica propondrá las mejores alternativas del manejo integral de la biomasa acorde a la realidad de la delegación, el área administrativa dará las facilidades correspondientes para el cumplimiento de la metas del Plan, el área de planificación y presupuesto brindará todo el apoyo para que los recursos estén a tiempo en el momento oportuno de tal forma que el servicio de limpieza pública en todas sus

etapas se brinde en forma óptima, las áreas de desarrollo comunal, participación vecinal y afines serán un apoyo importante para la ejecución de los planes y programas educativos que promuevan la educación y sensibilización ambiental entorno al buen manejo de los residuos sólidos por parte de la población en general incentivando la cultura de pago sea cual fuere la situación socio económica de la población, y finalmente el área de rentas promoverá incrementar las recaudaciones por el servicio de limpieza pública debiendo generar Ordenanzas que le permitan a la delegación encontrarse en un marco legal favorable para establecer tarifas y proyectar cobranzas por la prestación del servicio de limpieza pública sin incurrir en errores administrativos legales.

En cuanto al protocolo de abastecimiento la producción de nopalitos, en México -que es prácticamente el único país en que se producen- casi toda la producción se comercializa en fresco en el mercado nacional; por ello, en la época de mayor producción la oferta supera a la demanda, con la consecuente saturación del mercado, ocasionando en algunos ciclos pérdidas hasta del 60 por ciento de la producción. Actualmente, el consumo per cápita estimado en México es de 5,78 kg/año (SAGARPA, 2003) ya que forman parte de la dieta habitual de sus habitantes, siendo utilizados como ingredientes en una gran variedad de comidas, incluyendo cremas, sopas, ensaladas, guisos, salsas, bebidas y postres (Vigueras y Portillo, 1995), buscándose además sus efectos benéficos para la salud (Hegwood, 1990; Domínguez, 1995; Stintzing et al., 2001). El nopal verdura como producto fresco, es un tejido vivo y está sujeto a cambios continuos entre el momento de la cosecha y su consumo. Estos cambios afectan su calidad y reducen

su vida poscosecha, causando pérdidas considerables. Las nopaleras silvestres ocupan una superficie de tres millones de hectáreas con diferentes especies, entre ellas: *Opuntia robusta*, *O. streptacantha*, *O. leucotricha*, *O. hyptiacantha* y *O. chavena* (Pimienta-Barrios, 1993). Las pencas tiernas se recolectan en primavera-verano y se destinan a consumo doméstico a excepción de *O. robusta* y *O. leucotricha*, cuyas pencas se comercializan frescas o procesadas.

El proyecto solo considera la utilización de cladodios de la *opuntia ficus - indica* (paleta de nopal). Para la digestión eficiente de este sustrato se requiere una distribución granulométrica adecuada, por lo que, para tales efectos, se procederá a la trituración de estas. Adicionalmente, la entrega del sustrato será mediante un régimen continuo, por lo que se dispondrá de un tanque de almacenamiento, de manera de garantizar esta condición. La materia prima en conjunto con el agua ingresará a un estanque de homogenización, en el cual se produce la mezcla de los sustratos para su posterior ingreso a la primera fase de digestión, la hidrólisis.

Del diagnóstico se obtuvo la problemática asociada al manejo inadecuado de los residuos, es decir, las causas y sus oportunidades de acción; lo anterior, sirvió de base para identificar los aspectos críticos. El plan de manejo tuvo como objetivo establecer las bases para la separación de los residuos en la fuente y contribuir a la prevención y minimización de los residuos generados y valorarlos como biomasa.