

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÒN DE CARRERAS AGRONÒMICAS



**Evaluación de beneficios del agua del biodigestor en el cultivo del maíz (Zea
mays L.)**

**POR:
ROCIO MAEDA REYES**

**TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México, Diciembre de 2012.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS

"Evaluación de beneficios del agua del biodigestor en el cultivo del maíz
(Zea mays L.)"

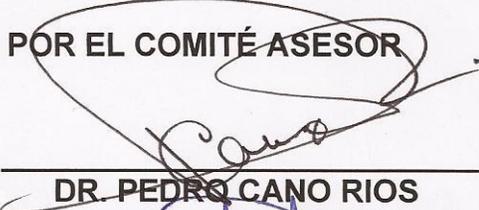
POR:
ROCIO MAEDA REYES

TESIS
QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

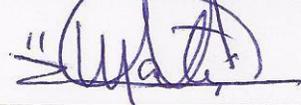
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR

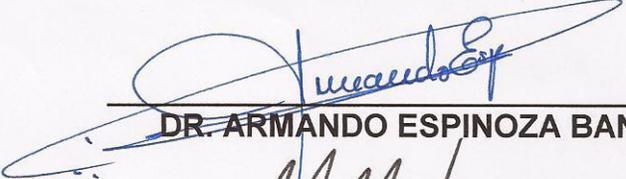
ASESOR PRINCIPAL:


DR. PEDRO CANO RIOS

ASESOR:


M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

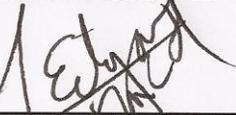
ASESOR:


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR:


ING. SALVADOR ORDAZ VARGAS

ASESOR:


ING. EDGAR RAMÍREZ HORTA


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.
Torreón, Coahuila, México, Diciembre de 2012.



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS

TESIS DE ROCIO MAEDA REYES QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN
DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

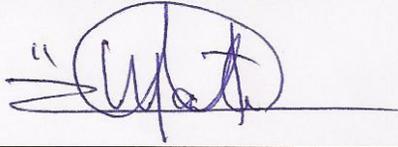
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA
APROBADA POR:

PRESIDENTE:



DR. PEDRO CANO RIOS

VOCAL:



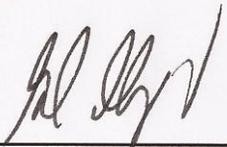
M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL:



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL SUPLENTE:



ING. SALVADOR ORDAZ VARGAS



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.
Torreón, Coahuila, México, Diciembre de 2012.



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a mi asesor **Dr. Pedro Cano Ríos**, por enseñarme tanto, confiar en mí y darme las herramientas para poder salir adelante con este proyecto. Y sobre todo su ayuda y apoyo durante mi carrera. Mis respetos y admiración.

A la **Universidad Autónoma Antonio Narro**, por permitirme realizar satisfactoriamente mi carrera, por abrirme las puertas y por brindarme tantos momentos de enseñanza y muy buenas amistades.

A mis profesores del **Departamento de Horticultura**, agradezco que hayan compartido sus conocimientos conmigo así como la paciencia que tienen para enseñar, gracias por la orientación y la disponibilidad que me regalaron todo este tiempo. Gracias a los demás profesores que no siendo del Dpto. de Horticultura participaron en mi desarrollo como profesionista.

Doy gracias a mis asesores que mostraron excelente disponibilidad si en algún momento tenía alguna duda. **Ing. Víctor Martínez Cueto e Ing. Armando Espinoza Banda.**

Un especial agradecimiento a los colaboradores y asesores también de esta evaluación, **Ing. Salvador Ordaz Vargas, Ing. Edgar Ramírez Horta, Ing. Pablo Flores e Ismael Flores**, que desde el inicio contribuyeron de una forma muy importante auxiliando primero en la obtención de datos en campo facilitándome el trabajo y después en las dudas que tuviera. Gracias por formar parte de este proyecto teniendo la paciencia y el tiempo para intervenir durante el proceso de la realización de esta tesis. Gracias a la empresa Leche Bell S.A de C.V por permitirme realizar este proyecto en su área agrícola Beta San Gabriel

Gracias a **Dios**, por permitirme seguir con vida y darme las fuerzas necesarias y sabiduría para poder logarme como profesionista.

A **mis compañeros** de clase por de alguna manera ayudarme durante este camino de profesionista. Y a toda la demás gente que voluntario o involuntariamente han pasado por mi vida y han aportado algo o mucho en estos años de carrera.

DEDICATORIA

A mis padres **Rocío Reyes** y **Horacio Maeda**, por todo el amor y cariño que siempre me han dado por estar en cada momento bueno y malo de este camino por estar pendiente de mi formación académica y personal. Muchas gracias por apoyarme en todo lo que necesito, gracias por hacerme ligero el recorrido incluso por haberlo hecho algunas veces difícil y así aprender a salir adelante, gracias creer en mí y haberme dado toda su confianza para poder realizarme como profesionalista. Los quiero mucho.

A mi hermano **Daniel Maeda**, por sacrificar tu tiempo y apoyarme en tantas cosas en este recorrido de crecimiento para los dos como profesionalistas. Gracias hermano por tanto.

A mis dos mejores amigas durante estos cuatro años y medio **Cristina Fierro** y **Concepción Flores**, han sido parte muy importante en todos estos años, gracias por estar siempre conmigo en las buenas y sobre todo en las malas, gracias por su amistad por haberme permitido estar en sus vidas y haber aprendido tanto, por haber vivido momentos inolvidables de alegría y también de tristeza, gracias por tanto amigas.

A **Salvador Ordaz Puga**, que durante el último año de la carrera llega a formar parte clave durante mi desarrollo. Muchas gracias por tanto apoyo, por tanta comprensión, por las ganas que siempre me transmites, gracias por el tiempo por la paciencia, por toda la ayuda, has sido parte muy importante en este trabajo.

A mis abuelitos **Guadalupe Rivera** y **Luis Reyes** por no dejarme caminar sola en este tiempo de formación como profesionalista. Gracias por facilitar y darme las herramientas necesarias para seguir adelante. A mi abuelita Domitila Sánchez, por tantos consejos por tanta ayuda por creer a ciegas en mí por estar siempre que la he necesitado y gracias también a mi abuelito **Horacio Maeda** que ha sido uno de mis grandes motores para seguir siempre adelante con mi trayecto.

Gracias en general a toda mi **familia** Reyes y Maeda, gracias a mis **amigos** que han estado en cada momento y apoyándome de alguna u otra forma.



Tabla de contenido

AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIA	v
INDICE DE CONTENIDO.....	¡Error! Marcador no definido.
INDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE APENDICE	x
Índice de figuras.	xiv
RESUMEN.....	xv
INTRODUCCION.....	- 1 -
Objetivo	- 2 -
Hipótesis	- 2 -
Metas.....	- 2 -
II REVISION DE LITERATURA.....	- 3 -
2.1 Generalidades del maíz.....	- 3 -
2.1.1 Origen e historia del maíz	- 3 -
2.1.2 Clasificación taxonómica.....	- 4 -
2.1.3 Descripción botánica.....	- 5 -
2.1.4 Ciclo vegetativo.....	- 5 -
2.1.4.1 Raíz	- 6 -
2.1.4.2 Tallo.....	- 6 -
2.1.4.3 Hojas	- 6 -
2.1.4.4 Flor.....	- 6 -
2.1.4.5 Fruto	- 7 -
2.2 Requerimientos climáticos.....	- 7 -
2.3 Requerimientos edáficos	- 8 -
2.4 Requerimiento hídrico	- 8 -
2.5 Importancia del maíz	- 8 -
2.5.1 Importancia Internacional	- 8 -

2.5.2	Importancia nacional	- 9 -
2.5.3	Importancia regional.....	- 9 -
2.6	Definición de Biodigestor	- 10 -
2.6.1	Tipos de Biodigestores	- 10 -
2.6.2	Partes de un biodigestor.....	- 12 -
2.7	Funcionamiento del biodigestor.....	- 13 -
2.8	Ciclo del biodigestor	- 14 -
2.8.1	Consideraciones climáticas en Torreón, Coah., México	- 14 -
2.9	Producción de gas metano.....	- 15 -
2.10	Biogás.....	- 16 -
2.10.1	Usos del biogás	- 17 -
2.10.2	Beneficios	- 17 -
2.10.3	Aportación de nutrimentos a través del biodigestor.....	- 19 -
2.10.4	El efluente.....	- 19 -
2.11	Importancia del uso del biodigestor en México.....	- 20 -
III	MATERIALES Y METODOS.....	- 20 -
3.1	Localización geográfica de la Comarca Lagunera	- 20 -
3.2	Localización del experimento.....	- 20 -
3.3	Tipo de Biodigestor.....	- 21 -
3.4	Material genético.....	- 21 -
3.5	Diseño experimental.....	- 21 -
3.6	Suelo.....	- 23 -
3.7	Siembra	- 24 -
3.8.1	Métodos utilizados para la obtención de resultados	- 24 -
3.9	Riego.....	- 24 -
3.10	Fertilización.....	- 24 -
3.11.1	Control de plagas	- 25 -
3.11.2	Control de malezas.	- 25 -
3.11.3	Cosecha.....	- 25 -
3.12	Variables evaluadas	- 25 -
3.12.1	Altura	- 25 -
3.12.2	Clorofila.....	- 25 -

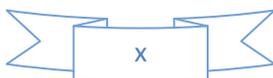
3.12.3 Fenología.....	- 26 -
3.12.4 Peso del tallo.....	- 26 -
3.12.5 Peso de las hojas	- 26 -
3.12.6 Peso de la mazorca	- 26 -
3.12.7 Peso de la espiga.....	- 26 -
3.12.8 Rendimiento	- 26 -
3.12.9 Calidad.....	- 27 -
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	- 27 -
4.1 Calidad.....	¡Error! Marcador no definido.
4.1.1 Proteína soluble	- 30 -
4.1.2 Proteína degradada	- 31 -
4.1.3 Digestibilidad de la FDN.....	- 32 -
4.1.4 Almidón	- 33 -
4.1.5 Magnesio	- 34 -
4.1.6 Potasio	- 35 -
V CONCLUSIONES	- 36 -
VI. Literatura Citada.	- 37 -
APENDICES.....	- 41 -

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1 Clasificación Taxonómica del Maíz UAAAN-UL 2012.....	4
Cuadro 4.1 Variables Significativas UAAAN-UL 2012.....	26
Cuadro 4.2 Media General y C.V UAAAN-UL 2012.....	27
Cuadro 4.3 Medias y significancia para la variable Proteína Soluble en los tratamientos estudiados. UAAAN-UL. 2012.....	28
Cuadro 4.4 Medias y significancia para la variable Proteína Degradada en los tratamientos estudiados. UAAAN-UL. 2012.....	29
Cuadro 4.5. Medias y significancia para la variable Digestibilidad de FDN en los tratamientos estudiados. UAAAN-UL. 2012.....	30
Cuadro 4.6. Medias y significancia para la variable Almidón en lostratamientos estudiados. UAAAN-UL. 2012.....	31
Cuadro 4.7. Medias y significancia para la variable Magnesio en los tratamientos estudiados. UAAAN-UL. 2012.....	32
Cuadro 4.8. Medias y significancia para la variable Potasio en los tratamientos estudiados. UAAAN-UL. 2012.....	33

INDICE DE APENDICE

CUADRO 1 A. Análisis de varianza por la variable materia seca de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN- UL. 2012.....	39
CUADRO 2 A. Análisis de varianza por la variable humedad de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN- UL. 2012.....	39
CUADRO 3 A. Análisis de varianza por la variable proteína cruda de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012.....	39
CUADRO 4 A. Análisis de varianza por la variable proteína soluble de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49 UAAAN-UL 2012.....	40
CUADRO 5 A. Análisis de varianza por la variable proteína degradada de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012.....	40
CUADRO 6 A. Análisis de varianza por la variable P. Ligada a FDA de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012.....	40
CUADRO 7 A. Análisis de varianza por la variable P.Ligada a FDN de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49 UAAAN-UL 2012.....	41
CUADRO 8 A. Análisis de varianza por la variable P. Cruda ajustada de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012.....	41
CUADRO 9 A. Análisis de varianza por la variable FDA de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN- UL 2012.....	41



CUADRO 10 A. Análisis de varianza por la variable FDN de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012.....	42
CUADRO 11 A. Análisis de varianza por la variable % Lignina M.S de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012.....	42
CUADRO 12 A. Análisis de varianza por la variable % Lignina FDN de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido. PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012.....	42
CUADRO 13 A. Análisis de varianza por la variable Digestibilidad en in vitro 30 horas de los Tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	43
CUADRO 14 A. Análisis de varianza por la variable Digestibilidad de FDN de los tratamientos Estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	43
CUADRO 15 A. Análisis de varianza por la variable tasa de degradación de FDN de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	43
CUADRO 16 A. Análisis de varianza por la variable % C. no fibrosos de los tratamientos estudiados En el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	44
CUADRO 17 A. Análisis de varianza por la variable Almidón de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	44
CUADRO 18 A. Análisis de varianza por la variable %C. Solubles en agua de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz del híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	44
CUADRO 19 A. Análisis de varianza por la variable %C. solubles en etanol de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	45

CUADRO 20 A. Análisis de varianza por la variable % Grasa cruda de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012.....	45
CUADRO 21 A. Análisis de varianza por la variable % Total de nutrientes digestibles de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	45
CUADRO 22 A. Análisis de varianza por la variable Energía neta, lactancia de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	46
CUADRO 23 A. Análisis de varianza por la variable energía neta mantenimiento de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	46
CUADRO 24 A. Análisis de varianza por la variable energía neta ganancia de los tratamiento estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	46
CUADRO 25 A. Análisis de varianza por la variable energía metabolizable de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49 UAAAN-UL 2012.....	47
CUADRO 26 A. Análisis de varianza por la variable Lts. / Ton MS de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	47
CUADRO 27 A. Análisis de varianza por la variable cenizas de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012.....	47
CUADRO 28 A. Análisis de varianza por la variable fosforo de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	48
CUADRO 29 A. Análisis de varianza por la variable calcio de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012.....	48

CUADRO 30 A. Análisis de varianza por la variable magnesio de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz hibrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	48
CUADRO 31 A. Análisis de varianza por la variable Potasio de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz hibrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 201.....	49
CUADRO 32 A. Análisis de varianza por la variable cloruros de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz hibrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012.....	49
CUADRO 33 A. Análisis de varianza por la variable azufre de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz hibrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	49
Cuadro 34 A. Análisis de varianza por la variable peso verde toneladas / ha de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz hibrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	50
Cuadro 35 A. Análisis de varianza por la variable peso seco toneladas / ha de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz hibrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012.....	50

Índice de figuras.

Figura 2.1 Domo Flotante.....	11
Figura 2.2 Domo Fijo.....	12
Figura 2.3 Ciclo del biodigestor.....	14

RESUMEN

En la actualidad el uso de biotecnología en el campo cada vez es más frecuente y necesaria debido al alta contaminación de agroquímicos en el ambiente.

En México, en especial en la Comarca Lagunera se han implementado medidas de control y eliminación de gases contaminantes ya que la región es conocida como una gran cuenca lechera del país, esto implica un exceso de desechos de estiércol en gran cantidad de vacas lecheras en los establos. Es aquí cuando entra el uso de biodigestores donde se busca utilizar el estiércol del ganado lechero para generar energía eléctrica con el biogás obtenido del biodigestor. Pero no solo obtendremos energía como beneficio sino también el estiércol convertido en abono, al igual que la utilización de agua para el riego de los forrajes establecidos en los establos.

Por lo cual en este estudio se evalúa los beneficios de un biodigestor utilizando el agua como riego en el híbrido PIONEER 30S49. Fueron cuatro bloques donde cada uno contaba con 6 tratamientos con diferente tipo de agua en el riego estos eran: Noria, Noria+Biodigestor, Biodigestor+Fertilizante, Biodigestor, Noria+Biodigestor+Fertilizante y Noria donde el Fertilizante funciono como testigo.

El experimento fue establecido en el área agrícola de Beta San Gabriel (Leche Bell S.A de C.V) específicamente en la P.P Las Vegas. (Fco. I. Madero Coahuila). Comenzó en el mes de abril de 2012 con la siembra para después continuar los siguientes meses con los riegos, control de plagas y más labores

culturales propias del maíz, para así finalizar con la cosecha en el mes de julio de 2012.

Las variables evaluadas fueron: altura de planta, brote de espiga, altura de espiga, aparición de mazorca, peso de planta; tallo, hoja, mazorca, peso de espiga y peso de la mazorca.

También se utilizó el método química húmeda (QH) (AGRO LAB MÉXICO, S.A DE C.V) para la obtención de resultados bromatológicos para evaluar la calidad del forraje. Al momento de analizar estadísticamente las variables se empleó el paquete estadístico Statical Analisis System 2.2.

Palabras clave: Biotecnología, Riego, Biodigestor, Calidad

INTRODUCCION

El biodigestor ha venido a formar parte importante de la agricultura orgánica, tratando de dejar a un lado el uso de agroquímicos para las diferentes necesidades de desarrollo de algún cultivo. En este caso el biodigestor fue destinado para el aprovechamiento y buen gasto de agua en un riego, tratando de evitar atrás el uso desmoderado de químicos que dañan tanto el ambiente como a animales y al mismo humano.

Buscando un mejor rendimiento en los cultivos, mayor calidad y por supuesto un ahorro económico.

El riego evaluado con un biodigestor fue manejado en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). El maíz es uno de los forrajes más utilizados en la Comarca Lagunera, debido a su fácil desarrollo y producción anual principalmente en el ciclo primavera-verano en la región. La producción de dicho cultivo es importante para el consumo primordial del ganado lechero donde el principal objetivo es alimentar al ganado con forrajes de buena calidad.

El propósito de esta evaluación es determinar la calidad del maíz forrajero siendo regado con agua del biodigestor.

Objetivo.

Dar a conocer los resultados de la investigación y comprobar los beneficios del agua del biodigestor en la calidad de nutrimentos del maíz forrajero.

Hipótesis

Se encuentra significancia entre los tratamientos evaluados en el cultivo del maíz bajo los beneficios del agua de riego del biodigestor.

Metas.

Comprobar que el uso de un biodigestor en el área agrícola para producir forrajes es benéfico y de mejor calidad que con el uso de agroquímicos o agua de noria.

II REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades del maíz.

El maíz es la principal especie cultivada en los Estados Unidos y ocupa casi una cuarta parte de toda la tierra cultivada. Su valor es el doble del de la cosecha que le sigue en importancia, que es el trigo. El maíz se cultiva en todos los Estados y en dos terceras partes de las explotaciones agrícolas del país. Se le utiliza principalmente para la alimentación del ganado, aun cuando también es una fuente importante de productos industriales. En la producción mundial de granos de cereales, el maíz ocupa el tercer lugar, siguiendo al trigo y al arroz. Más de la mitad de la cosecha mundial de maíz se produce en los Estados Unidos.¹

El maíz es el cultivo más importante de México. Además de su presencia diaria en la mesa de las familias mexicanas, la planta es también un excelente forraje para el ganado, especialmente para las vacas lecheras y los animales de tiro. Se aprovecha como alimento ganadero en varias etapas del crecimiento de la planta, principalmente a partir del momento en que aparece la panoja.²

2.1.1 Origen e historia del maíz

El maíz es un cereal nativo de América, cuyo centro original de domesticación fue Mesoamérica, desde donde se difundió hacia todo el continente. No hay un acuerdo sobre cuándo se empezó a domesticar el maíz, pero los indígenas mexicanos dicen que esta planta representa, para ellos, diez mil años de cultura (Riveiro, 2004). El nombre maíz, con que se lo conoce en el mundo de habla española, proviene de mahís, una palabra del idioma taíno, que hablaban pueblos indígenas de Cuba, donde los europeos tuvieron su primer encuentro con este cultivo. En maya el nombre de este cereal es x-im o xiim, y a las mazorcas se las denomina naal. En quichua se llama sara. Los mitos de los diferentes grupos indígenas americanos coinciden en que originalmente el maíz permanecía oculto bajo una montaña o una enorme roca y solamente las hormigas

podían llegar a ese sitio y sacar los granos. Después de haber descubierto su existencia por la intervención de —según las distintas versiones— zorras, ratas, gatos de monte, coyotes, cuervos, pericos, urracas u otros animales, los seres humanos pidieron ayuda a los dioses y éstos, tras varios intentos, lograron sacar el valioso alimento y ponerlo a disposición de la humanidad entera.³

Se han mencionado dos lugares como el posible origen del maíz. Estos son: a) los valles altos de Perú, Ecuador y Bolivia y b) La región del sur de México y la América Central. En ambas áreas se han encontrado muchos tipos de maíz. Se han expuesto varias teorías para explicar el origen del maíz. Una primera sugestión era que el maíz se originó del teosinte o de los ancestros del mismo. Una teoría posterior sugiere que el maíz se derivó de un maíz primitivo tunicado, pero todavía se ignora el origen de este maíz.¹

2.1.2 Clasificación taxonómica

El maíz está clasificado dentro de una sola especie botánica, *Zea mays*. Tiene dos parientes cercanos, que son el *Tripsacum* y el *teosinte*.¹

Cuadro 2.1 Clasificación taxonómica del Maíz (*Zea mays* L.). UAAAN-UL .2012.

Reino	Plantae
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Andropogoneae
Subtribu	Tripsacinae
Genero	Zea

Zea mays agrupa cuatro subespecies:

Zea mays L. ssp. huehuetenangensis (Iltis & Doebley) Doebley; distribuida en la zona de San Antonio Huista, Buxup, Lupina y Tzibaj en altitudes de 900-1650 m en Guatemala.

Zea mays L. ssp. Mexicana (Schrader) Iltis, comprende las Razas Chalco del Valle de México, Mesa Central en el Bajío y Nobogame en la región sur de Chihuahua (Wilkes, 1967). Este último es el más precoz de las tres razas mencionadas.

Zea mays L. ssp. parviglumis Iltis & Doebley o raza Balsas según Wilkes (1967), la cual se distribuye desde la Sierra Madre del Sur, Cuenca del Balsas y Oaxaca hasta Nayarit.

Zea mays L. ssp. mays, el maíz cultivado propiamente, la cual se distribuye en casi todo el territorio nacional.⁴

2.1.3 Descripción botánica.

La planta del maíz es de aspecto robusto. Recuerda al de una caña. Tiene un solo tallo de gran longitud, sin ramificaciones, que puede alcanzar hasta cuatro metros de altura, es decir, poco más de la altura de dos hombres. Al hacerle un corte presenta una médula esponjosa. La planta tiene flores tanto masculinas como femeninas. La inflorescencia masculina es un espigón o penacho amarillo que puede almacenar de veinte a 25 millones de granos de polen. La femenina tiene menos granos de polen, mil como máximo, y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices.²

2.1.4 Ciclo vegetativo

El maíz es una planta de porte robusto y de hábito anual.⁴

2.1.4.1 Raíz

Las raíces primarias son fibrosas presentando además raíces adventicias, que nacen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo, ambas tienen la misión de mantener a la planta erecta (Jugenheimer, 1988).⁴

2.1.4.2 Tallo

El tallo es simple, erecto, de elevada longitud alcanzando alturas de uno a cinco m., con pocos macollos o ramificaciones, su aspecto recuerda al de una caña de azúcar por la presencia de nudos y entrenudos y su médula esponjosa.⁴

2.1.4.3 Hojas

Las hojas nacen en los nudos de manera alterna a lo largo del tallo; se encuentran abrazadas al tallo mediante la vaina que envuelve el entrenudo y cubre la yema floral, de tamaño y ancho variable.⁴

2.1.4.4 Flor

Es una planta monoica de flores unisexuales, que presenta flores masculinas y femeninas bien diferenciadas en la misma planta: la inflorescencia masculina es terminal, se conoce como panícula (o espiga) consta de un eje central o raquis y ramas laterales; a lo largo del eje central se distribuyen los pares de espiguillas de forma polística y en las ramas con arreglo dístico y cada espiguilla está protegida por dos brácteas o glumas, que a su vez contienen en forma apareada las flores estaminadas; en cada florecilla componente de la panícula hay tres estambres donde se desarrollan los granos de polen. La coloración de la panícula está en función de la tonalidad de las glumas y anteras, que pueden ser de coloración verde, amarilla, rojiza o morada. Las inflorescencias femeninas (mazorcas) se localizan en las yemas axilares de las hojas, son espigas de forma cilíndrica que consisten de un raquis central u olote donde se insertan las espiguillas por pares, cada espiguilla con dos flores pistiladas una fértil y otra

abortiva, estas flores se arreglan en hileras paralelas, las flores pistiladas tienen un ovario único con un pedicelo unido al raquis, un estilo muy largo con propiedades estigmáticas donde germina el polen. La inflorescencia femenina (mazorca) puede formar alrededor de 400 a 1000 granos arreglados en promedio de ocho a 24 hileras por mazorca; todo esto encerrado en numerosas brácteas o vainas de las hojas (totomoxtle), los estilos largos saliendo de la punta del raquis como una masa de hilo sedoso se conocen como pelo de elote; el jilote es el elote tierno. Por las características mencionadas, el maíz es una planta de polinización abierta (anemófila) propensa al cruzamiento, la gran mayoría de los granos de polen viajan de 100 a 1000 m (Reyes, 1990; Jugenheimer, 1988).⁴

2.1.4.5 Fruto

En la mazorca cada grano o semilla es un fruto independiente llamado cariósipide que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca. Como cualquier otro cereal, las estructuras que constituyen el grano del maíz (pericarpio, endospermo y embrión) le confieren propiedades físicas y químicas (color, textura, tamaño, etc.) que han sido importantes en la selección del grano como alimento.⁴

2.2 Requerimientos climáticos

El Maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C, así como bastante incidencia de luz solar, para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20°C, llega a soportar temperaturas mínimas de 8°C y a partir de los 30°C, pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua, para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32°C.⁵

2.3 Requerimientos edáficos

Se adapta muy bien a todos tipos de suelo, pero suelos con PH de 6 a 7 son a los que mejor se adapta, también requiere suelos profundos, ricos en materia orgánica, con buena circulación del drenaje para no producir encharques que originen asfixia radicular.²

2.4 Requerimiento hídrico

Es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día, las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua manteniendo una humedad constante; en la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere.²

2.5 Importancia del maíz

El cultivo de maíz tiene importancia especial ya que constituye la base de la alimentación de los latinoamericanos. Ocupa el tercer lugar en la producción mundial después del trigo y el arroz. Es un cereal que se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas.⁶

2.5.1 Importancia Internacional

El maíz es utilizado como alimento humano y animal, como fuente de energía renovable de combustibles y en la industria.

En la industria es utilizado como materia prima para la fabricación de aceites, edulcorantes, bebidas alcohólicas y no alcohólicas, pinturas y jabones. También se obtiene del maíz el componente Furfural que se utiliza en la industria de cauchos, resinas, plásticos, insecticidas o líquidos para embalsamar.

El uso alimenticio más importante es el del grano de maíz blanco para la alimentación humana; el grano de maíz es el tercer cereal más consumido

directamente por nosotros, después del arroz y el trigo. Así mismo, consumimos elotes (maíz tierno) y elotines (baby corn). El grano de maíz amarillo es el componente más importante en el mundo para la producción de alimentos balanceados que nutren a las especies animales que más consumimos como: aves, cerdos y vacunos. Éstos animales nos proveen de carnes, huevos, leche, etc. El ensilaje de las plantas de maíz es el alimento principal del ganado vacuno confinado que nos proporciona leche y carne de alta calidad.⁷

2.5.2 Importancia nacional

El maíz es por mucho el cultivo agrícola más importante de México, tanto desde el punto de vista alimentario, industrial, político y social. Analizando al maíz en relación con los demás cereales que se producen en México (trigo, sorgo, cebada, arroz y avena, principalmente), en cuanto a la evolución del volumen de la producción de maíz, la tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 1996 a 2006 fue de 2.0%, no obstante los decrementos registrados en 2002 y 2005 en la producción obtenida de -4.1 y -10.8%, respectivamente.

Durante el periodo 1996-2006 se produjo un promedio anual de 19.3 millones de toneladas de maíz, que incluye maíz blanco, amarillo y otros, con un valor promedio anual de 29,090 millones de pesos corrientes. La tasa media anual de crecimiento (TMAC) del volumen de producción fue equivalente a 2.0%; por régimen hídrico, ésta fue de 4.4% bajo condiciones de riego y de 0.4% en lo que toca al régimen de temporal.⁸

2.5.3 Importancia regional

Este cultivo en la Región Lagunera ocupa un lugar importante para el ganado bovino lechero, así lo demuestran las 13,594 ha sembradas en 2002.⁹

2.6 Definición de Biodigestor

El BIODIGESTOR es una estructura en donde se fermentan excretas de animales e incluso del ser humano y se obtiene un gas llamado BIOGAS, útil para cocinar, calentar agua o bien para calentar cerdos pequeños entre otros usos. Se trata de un sistema sencillo y económico que recicla los residuos orgánicos convirtiéndolos en energía y fertilizantes para usos agrícolas.¹⁰

2.6.1 Tipos de Biodigestores

Según Kaiser et al. (2002), los primeros biodigestores aparecen en el año de 1920 en Alemania, cuando Imhoff obtuvo biogás en un estanque hermético, el cual era alimentado con material fermentable. Desde el surgimiento del primer biodigestor, se han inventado y probado varios modelos de plantas de biogás, con el objetivo de aumentar la eficiencia y bajar los costos de los mismos (Kaiser et al. 2002). El tipo de planta de biogás a ser instalada depende de los recursos humanos, de los factores biológicos y físicos, factores de construcción y factores utilitarios (Fundación Hábitat 2005). Además, se deben tener en cuenta las condiciones climáticas en la que se desea construir y la disponibilidad económica y de materia orgánica degradable (Coto y Maldonado 2005).¹⁸

Actualmente, se utilizan dos sistemas principales de funcionamiento de biodigestores, los cuales pueden ser de flujo continuo (tipo hindú y Taiwán) o de estanque o Batch (tipo chino), ya sea utilizados para uso particular o comunal (Kaiser et al. 2002).¹⁸

Biodigestor del domo flotante (India). Este biodigestor consiste en un tambor, originalmente hecho de acero pero después reemplazado por fibra de vidrio reforzado en plástico (FRP) para superar el problema de corrosión. Normalmente se construye la pared del reactor y fondo de ladrillo, aunque a veces se usa

refuerzo en hormigón. Se entrapa el gas producido bajo una tapa flotante que sube y se cae en una guía central. La presión del gas disponible normalmente varía entre 4 a 8 cm. de columna de agua. El reactor se alimenta semi-continuamente a través de una tubería de entrada.¹¹

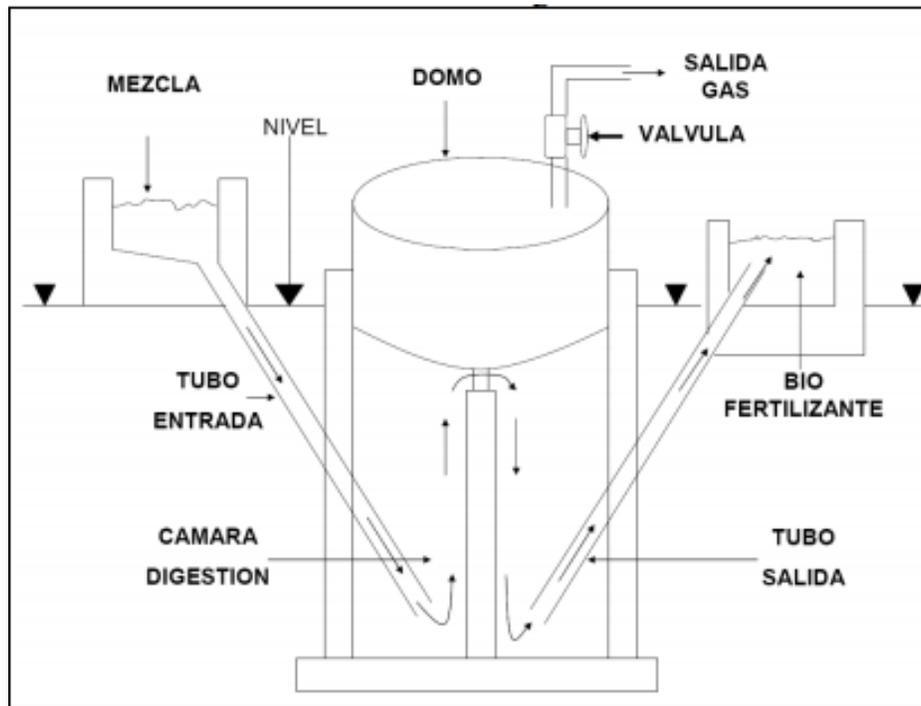


Figura 2.3: Esquema biodigestor de domo flotante.

Biodigestor de domo fijo (China) Consiste en una firme cámara de gas construida de ladrillos, piedra u hormigón. La tapa y la base son semiesferas y son unidos por lados rectos. La superficie interior es sellada por muchas capas delgadas para hacerlo firme. Hay un tapón de inspección en la cima del digestor que facilita el limpiado. Se guarda el gas producido durante la digestión bajo el domo con presiones entre 1[m] y 1.5 [m] de columna de agua. Esto crea fuerzas estructurales bastante altas y es la razón para la forma semiesférica. Se necesitan materiales de alta calidad y recursos humanos costosos para construir este tipo de biodigestor. Más de cinco millones de biodigestores se han construido en China y ha estado funcionando correctamente pero, la tecnología no ha sido popular fuera de China.¹¹

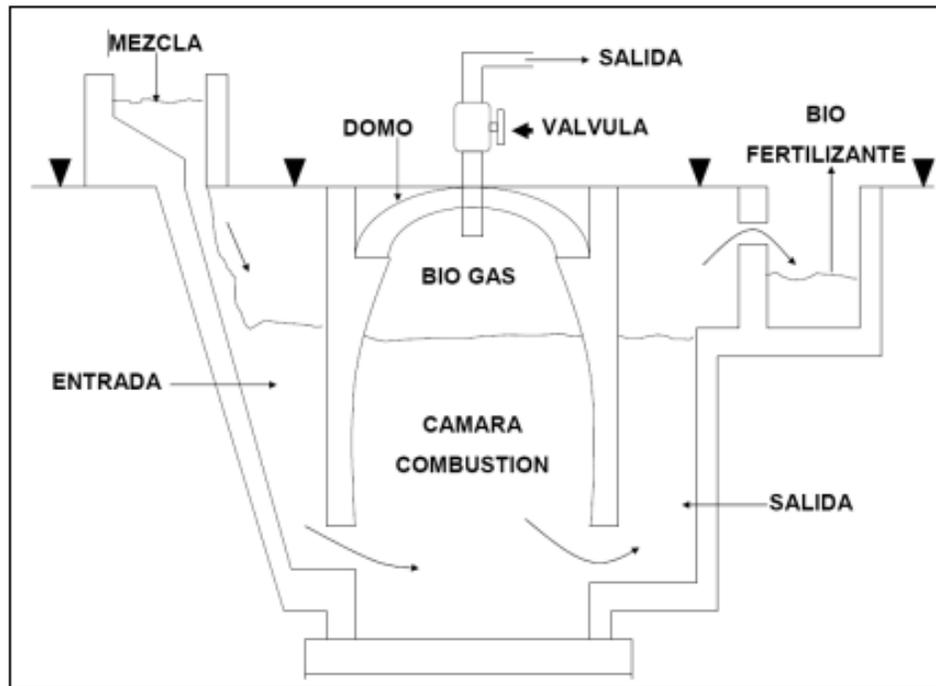


Figura 2.3: Esquema biodigestor de domo fijo

2.6.2 Partes de un biodigestor

La pila de carga: Es una pileta pequeña donde se deposita y se mezclan los materiales que alimentan el tanque digestor. Debe estar a mayor altura que el nivel de carga del digestor (tanque totalmente lleno).

El digestor: es un tanque alargado excavado en la tierra. Dentro de el los desechos son descompuesto. Por un extremo se conecta el tubo de la pila de carga y por el otro a la pila de descarga.

Pila de descarga: Sirve para retirar los residuos provenientes del tanque que fueron digeridos. Está colocada a menor nivel que la pileta de carga.

Cubierta plástica: Se coloca sobre el tanque digestor, cierra la entrada de aire al interior del mismo y almacena el gas producido.

Tubería, válvula y llave de paso: Se conecta una tubería en la parte superior de la cubierta plástica que se conduce el gas donde será aprovechado; además, se conecta una sencilla válvula de seguridad que evita la sobre presión interna en la cubierta plástica y elimina el agua condensada en la tubería. También es importante una llave que permite el paso del gas cuando se necesita.¹²

2.7 Funcionamiento del biodigestor

La digestión anaeróbica es uno de las pocas opciones de tratamiento de estiércol que reduce el impacto ambiental del estiércol y produce ahorros e ingresos. Un producto de la digestión anaeróbica es el biogas (60% metano), el cual puede ser quemado para general energía eléctrica. Este producto de valor agregado puede ser vendido para generar ganancias o para contrarrestar los costos del consumo de energía eléctrica. Igualmente importante, sin embargo, un digestor adecuadamente diseñado y operado estabiliza biológicamente los desechos orgánicos, reduce el olor, mejora el valor fertilizador y reduce los patógenos y las emisiones de gases invernadero. El proceso de tratamiento reduce la bacteria patogénica un 90% en el efluente digestor.¹³

La operación inicia con la primera carga de estiércol. Debe llenarse totalmente, hasta 10 cm por encima de las varillas que sostienen el plásticos; es conveniente usar cantidades iguales de estiércol y agua, que se mezclan agitándolas y luego se introducen dentro del digestor, donde se da el proceso de descomposición de los desechos. Se recomienda iniciar con estiércol fresco de ganado bovino; dicha mezcla debe permanecer varios días hasta que se produzca gas en cantidad aprovechable. Luego se alimenta el biodigestor todos los días para mantener una producción constante de gas. La misma cantidad de carga, debe retirarse por la pileta de descarga para evitar derrames.¹²

2.8 Ciclo del biodigestor

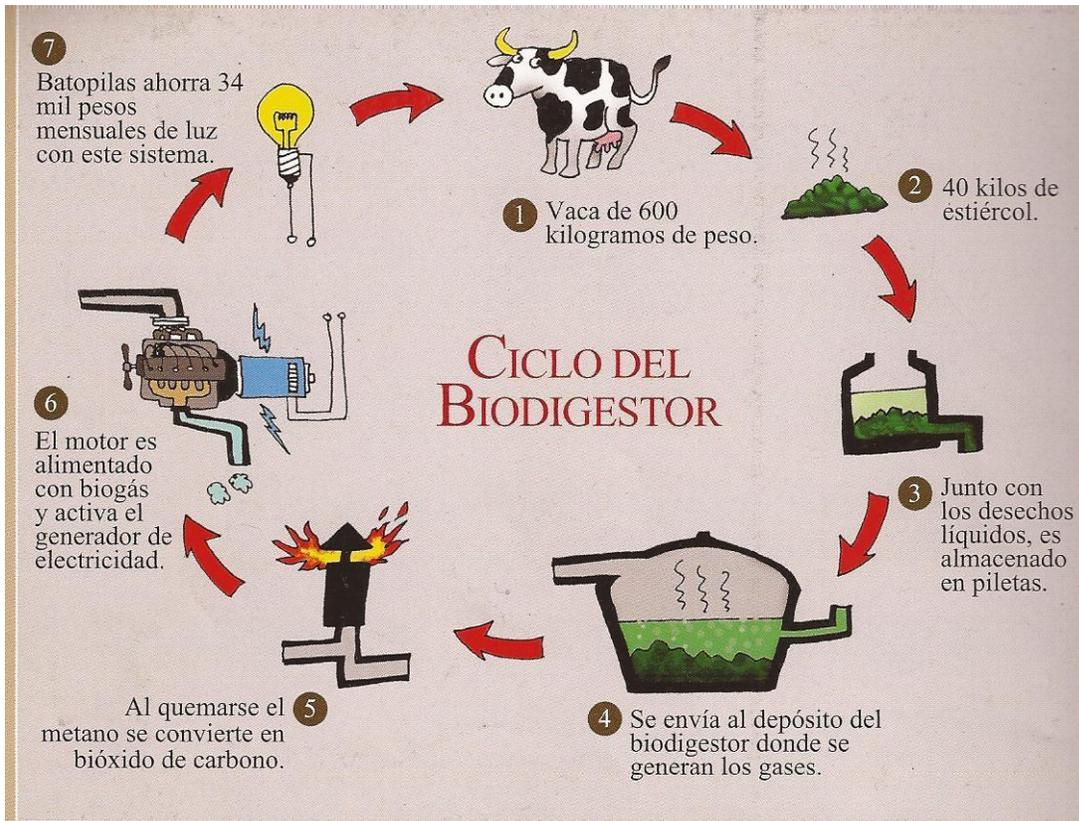


Figura 2.3: ciclo del biodigestor (Nomadica)

2.8.1 Consideraciones climáticas en Torreón, Coah., México

La temperatura es uno de los mayores factores que afectan el crecimiento de bacteria responsable de la producción de biogás. La producción de biogás puede ocurrir a una temperatura de entre 39 °F y 155 °F (4 °C a 68 °C). Conforme la temperatura aumenta, la tasa de producción de gas también aumenta, hasta llegar a un límite. Los datos climáticos promedio para Torreón, México fueron revisados

para desarrollar las consideraciones del diseño del proyecto. El clima moderado permitirá un proyecto de laguna cubierta para producir biogás todo el año.¹³

Datos climáticos promedio para Torreón, MX

		Temp Prom °F	Temp Prom °C
Enero	31	53	11
Febrero	28	55	13
Marzo	31	61	16
Abril	30	71	22
Mayo	31	78	26
Junio	30	81	27
Julio	31	77	25
Agosto	31	77	25
Septiembre	30	74	24
Octubre	31	67	20
Noviembre	30	59	15
Diciembre	31	49	10
Promedio		67	19

2.9 Producción de gas metano

El metano es el principal componente del biogás, y le confiere la capacidad calorífica que este tiene. El valor energético del biogás, por lo tanto, estará determinado por la concentración de metano - alrededor de (20 – 25) MJ/m³, comparado con (33 – 38) MJ/m³ para el gas natural (Zapata 1998).¹⁴

El metano es conocido por diferentes nombres: gas de los pantanos, Klar-gas, carburante derivado de los residuos (refuse derivad fuel, RDF) y fuego fatuo. Es inodoro y arde con una llama azul sin humo. La energía producida por 28 m³ de

biogás equivale a la producida por 16,8 m³ de gas natural, 20,8 litros de gasolina o 18,4 litros de carburante diesel (Alkalay y Szantó 1996).¹⁴

La agricultura y la producción pecuaria contribuyen ampliamente a las emisiones antropogénicas de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y óxido nitroso (N₂O) a la atmósfera. El aumento de las concentraciones de estos gases provoca un calentamiento de la superficie terrestre y la destrucción de la capa de ozono en la estratosfera. Dentro de la gama de gases a los que se les atribuye efecto invernadero, se considera el CO₂ el más abundante y el que actualmente tiene un mayor aporte al incremento del calentamiento global. Hoy día las concentraciones de metano son inferiores a las de CO₂, sin embargo el primero, se está incrementando rápidamente y además posee un efecto 21-30 veces más contaminante con respecto al CO₂, considerándose que en el tiempo el metano pueda ser predominante (18, 19). Las tasas de acumulación de metano y dióxido de carbono en la atmósfera han cambiado drásticamente en los últimos años presentándose un incremento de forma exponencial.¹⁴

2.10 Biogás

A partir de la fermentación de materias primas renovables, tanto vegetales como desechos animales y de los desechos de la industria agropecuaria o alimentaria, podemos producir biogás y emplearlo como fuente de calor y electricidad para consumo propio o para alimentar redes de energía y gas, obteniendo además como subproductos fertilizantes ecológicos o secarse y quemarse para producir aún más energía.¹⁵

El biogás está constituido principalmente de Metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y una serie de impurezas que dependen del origen primario del biogás.¹⁴

La composición aproximada del biogás es la siguiente: 65% CH₄, 30% CO₂, 1-5% otros: (H₂, agua, NH₃) <4.000 ppm H₂S.¹⁵

2.10.1 Usos del biogás

La tecnología más comúnmente utilizada para generar electricidad desde el biogás es un motor de combustión interna con un generador. La electricidad puede ser tanto generada para uso dentro de la granja o para ganar créditos en contra del consumo de energía. El calor de desecho del motor puede ser recuperado con un intercambiador de calor. RCM usa por lo general este calor para calentar el digester, y así mejorar la eficiencia de energía del sistema. Las temperaturas promedio de Torreón no serán suficientes para mantener el digester en óptimas condiciones; no se requerirá un calentador en el digester y la recuperación del calor de desecho del motor no ha sido incluida en este estudio.¹³

Otra alternativa es el uso del biogás como reemplazo del gas natural o para alimentar una caldera.¹³

2.10.2 Beneficios

El beneficio monetario principal sería el valor del biogás como combustible, reemplazando otra fuente de energía. Otros beneficios son descritos a continuación:

- **Electricidad:** Un sistema digester producirá electricidad para contrarrestar las necesidades actuales de electricidad y podría fácilmente producir un exceso de electricidad para vender cuando in Contrato de Compra de Energía sea desarrollado.
- **Calor:** El biogás filtrado puede ser usado como un reemplazo para el gas propano o gas natural. Se puede recuperar agua caliente del

intercambiador de calor del motor generador, el cual puede ser usado como reemplazo de agua caliente en las granjas.

- Encamado (mezcla completa y flujo taponado) Los sólidos recuperados de las aguas residuales de un digestor de mezclado completo o flujo taponado pueden ser usado para el encamado de las vacas.
- Sólidos Vendibles: Los sólidos recuperados pueden ser hechos composta y/o vendidos fuera de la granja a instalaciones de jardinería. La separación de sólidos en general reduce la necesidad de limpiar la cuenca de almacenaje.
- Manejo del Estiércol: Las granjas lecheras con digestores anaeróbicos reportaron un bombeado de estiércol mejorado y mayor facilidad en la aplicación.
- Limpieza de la Laguna: Estimamos que con la instalación de un separador de sólidos el establo podría obtener ahorros en la limpieza anual de la laguna. Este beneficio no ha sido incluido en el estudio.
- Créditos por Reducción de Gases Invernadero: Las prácticas de enjuague y almacenamiento de estiércol líquido proporcionan un ambiente anaeróbico en el cual el carbono contenido en el estiércol es convertido en metano (CH₄). Un sistema digestor anaeróbico atraparé este metano antes de que pueda entrar a la atmósfera y lo combustionará en una caldera o motor. Durante la combustión, el metano es convertido en dióxido de carbono (CO₂). Aunque es aún un gas invernadero, CO₂ es 20 veces menos dañino para la estabilidad climática que el metano. Los incentivos financieros para capturar y destruir el metano están disponibles para proyectos de digestores a través de un miembro participante y un proveedor de bonos.

- Salud del Hato: La reducción de patógenos en el encamado pueden ayudar a mejorar la salud general de los animales lecheros.¹³

2.10.3 Aportación de nutrimentos a través del biodigestor

Después del proceso de la digestión se genera un efluente líquido prácticamente sin olor que al mezclarse con agua de pozo se utiliza en el riego de cultivos de forrajeros.

Esta mezcla contiene nutrimento como nitrógeno y fosforo, que están fácilmente disponibles para su absorción por los cultivos. Por lo que su utilización es la producción de forrajes no solo radica en proporcionar agua, sino que también aporta nutrientes al cultivo.

Lo anterior es importante en establos regionales porque se contribuye tanto a reducir los gastos en compra de fertilizantes así como a reducir problemas de contaminación por un mal uso del efluente.¹⁷

2.10.4 El efluente

Uno de los subproductos de la producción del biogás en el biodigestor es el efluente. El efluente es el material resultante del proceso de descomposición de la materia orgánica introducida en el biodigestor. En muchos países este material es usado como fertilizante orgánico (GTZ e ISAT 1999). El uso del efluente como abono orgánico es recomendado, debido a que la digestión anaeróbica, comparada con la descomposición del estiércol al aire libre, reduce las pérdidas en el efluente, del nitrógeno de 18% a 1% y de 33% a 7% para el carbono. Además, dentro del biodigestor no hay pérdidas apreciables del fósforo, potasio y calcio contenidos en las excretas frescas (Botero y Preston 1987). El Cuadro

3 muestra la composición del efluente del biodigestor con un tiempo de retención de 20 días. Según Duque et al. (2006) el efluente con estas características es apto para el uso como abono orgánico ya que el mismo puede ser usado de manera complementaria con la fertilización sintética.¹⁹

2.11 Importancia del uso del biodigestor en México.

Son técnica y económicamente viables; tecnología nacional. Gran potencial para producir electricidad y calor. Pueden ser implementados en cualquier región del país a partir de excretas y desechos agrícolas. Existen regiones con mayor potencial para su construcción. Coadyuvan a resolver problemas sanitarios, de transmisión de enfermedades, olores y contaminación en general.¹⁶

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se localiza entre los paralelos 25 y 27 grados latitud norte y los meridianos 103 y 104 grados latitud oeste de Greenwich, con una altura de 1,120 m sobre el nivel del mar, región ubicada en el centro-norte de México.

Es mejor también conocida como Región Lagunera con 16 municipios, 11 del Estado de Durango y 5 del Estado de Coahuila.

3.2 Localización del experimento

El experimento fue establecido en Fco. I. Madero, Coah., exactamente en el área agrícola de los establos de San Gabriel (Leche Bell S.A de C.V). Carretera Fco. I. Madero a San Agustín de Ulua Kilómetro 4.

3.3 Tipo de Biodigestor

El biodigestor que se utilizó para las pruebas de este experimento fue uno que utiliza tecnología alemana y suiza.

3.4 Material genético

Se utilizó la variedad PIONEER 30S49.

3.5 Diseño experimental

El experimento fue realizado con bloques al azar, teniendo 4 bloques con 6 tratamientos cada uno; Noria + Fertilizante (testigo), Noria + Biodigestor + Fertilizante, Biodigestor + Fertilizante, Noria, Noria + Biodigestor y Biodigestor, evaluando 5 plantas de cada tendida teniendo un total de 120 plantas evaluadas.

Experimento para evaluar los beneficios del agua del Biodigestor en el cultivo del maíz del predio Las Vegas

Numero tendida	Bloque	Tendidas	Tratamiento
1	1		Noria + Fertilizante (testigo)
2			Noria + Biodigestor + Fertilizante
3			Biodigestor + Fertilizante
4			Noria
5			Noria + Biodigestor
6			Biodigestor
7	2		Biodigestor + Fertilizante
8			Noria + Fertilizante (testigo)
9			Noria + Biodigestor + Fertilizante
10			Biodigestor
11			Noria
12	3		Noria + Biodigestor
13			Noria + Biodigestor
14			Noria
15			Biodigestor
16			Biodigestor + Fertilizante
17	4		Noria + Biodigestor + Fertilizante
18			Noria + Fertilizante (testigo)
19	4		Noria + Biodigestor + Fertilizante
20			Noria + Fertilizante (testigo)
21			Noria + Biodigestor
22			Biodigestor + Fertilizante
23			Noria
24			Biodigestor

3.6 Suelo

Análisis del suelo antes del experimento donde explica claramente y detalladamente los nutrientes disponibles.

NÚMERO DE FOLIO				
FECHA DE RECEPCIÓN	Marzo 14 del 2012			
PROCEDENCIA	Las Vegas			
MUNICIPIO O ESTADO				
INTERESADO	Ing. Salvador Ordaz Escobar Ávila		At'n Ing. Antonio	
CULTIVO				
IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS	Tabla 11			
NUMERO DE L LABORATORIO	MS-111			
PROFUNDIDAD				
ANÁLISIS FÍSICO				
PS (%)	60			
FERTILIDAD				
Materia orgánica (%)	1.58			
NPK Disponibles				
Nitrógeno disponible (N-NO ₃ , mg/kg)	55.55			
Nitrógeno Total (Nt mg/kg)	828.8			
Nitrógeno amoniacal (N-NH ₄ , mg/kg)	2.52			
Fósforo disponible (P , mg/kg)	66.80			
Potasio disponible (K, mg/kg)				
CATIONES SOLUBLES				
Calcio (me/lto.)	5.16			
Magnesio (me/lto.)	1.11			
Sodio (me/lto.)	3.91			
Potasio (me/lto.)	1.94			
RAS				
SALINIDAD				
pH	8.49			
Conductividad eléctrica (CE dS/m)	1.04			
CATIONES EXTRAIBLES				
Calcio (Ca., me/100 gr.)	30.98			
Magnesio (me/100 gr.)	4.40			
Sodio (me/100 gr.)	1.91			
Potasio (me/100 gr.)	7.62			

SODICIDAD					
Sodio intercambiable (Na, me/100 g)					
Calcáreo Activo (%)					
Carbonatos totales (%)	2.89				
Capacidad de intercambio catiónico (CIC, me/100 g)					

3.7 Siembra

La siembra se realizó en tres fechas diferentes, 4, 5 y 12 de abril del año 2012, se necesitó una sembradora para realizar el trabajo. Se sembraron 11.30 hectáreas y fueron necesarias 96, 779.3 semillas.

3.8.1 Métodos utilizados para la obtención de resultados

Análisis de datos: SAZ. 2.2

Bromatológicos: Química húmeda (QH) NIRS (NS) y calculo con fórmulas (C)

3.9 Riego

Noria, y agua de biodigestor. Solo se utilizaron dos riegos de auxilio para el experimento y las fechas fueron; primer riego de auxilio inicio el 7 de mayo del 2012 para finalizar el 13 de mayo del mismo año, el segundo riego tuvo inicio el 1 de junio y termino el 6 de junio siendo todos los riegos en el mismo año 2012.

3.10 Fertilización

La fecha de fertilización fue el 5 de mayo de 2012 aplicando 350kg de urea.

3.11 Prácticas Culturales

Como prácticas culturales, se realizó aplicación de insecticida y de herbicida.

3.11.1 Control de plagas

La aplicación de insecticida Lorsban el 4 de mayo de 2012 usando 1.3 lts. Insecticida Oberon fue aplicado días antes, el 1 de mayo utilizando 1/2 lts/HA.

3.11.2 Control de malezas.

Hubo solo una aplicación de herbicida que fue el 30 de mayo de 2012, y se aplicó 1 LT/HA.

3.11.3 Cosecha

La cosecha fue realizada a 101 días de la siembra, tomando en cuenta principalmente las horas calor, el color de la planta y el tamaño de la mazorca

3.12 Variables evaluadas

Altura, clorofila (nitrógeno), fenología, pesos; de tallo, hojas, mazorca y espiga. Rendimiento y calidad de forraje para ganado lechero.

3.12.1 Altura

Al principio del experimento se empezó a medir cada semana la altura de la planta, pero debido a los riegos de auxilio y aplicación de insecticidas las mediciones se hicieron separadas con un total de 6 mediciones en 3 meses. Las primeras mediciones fueron tomadas con una cinta métrica, cuando la planta tuvo alturas de 50 cm en adelante las mediciones fueron tomadas con estadal de 2 metros.

3.12.2 Clorofila

Cada planta evaluada era medida con un SPAD aparato que sirve para obtención la cantidad de clorofila en las hojas de cada planta. Se toma una hoja y se coloca el SPAD se presiona y enseguida te da el resultado de la clorofila

3.12.3 Fenología

Al ir midiendo las alturas periódicamente cada planta se iba observando la aparición de más hojas, de la espiga y de la formación de la mazorca, anotando las fechas de cada aparición respectivamente.

3.12.4 Peso del tallo

Se sacaba una planta entera de maíz para así romperla por partes, el tallo se quebraba y se doblaba de tal forma se pudiera pesar en una báscula digital.

3.12.5 Peso de las hojas

Cada planta sacada de las tendidas se deshojaba para poder doblarlas y envolverlas para que quedaran como una especie de bola de hojas para que no se movieran al momento de colocarlas en la báscula.

3.12.6 Peso de la mazorca

Primeramente la mazorca se pesaba con la hoja que la envuelve se tomaba el peso para después desenvolverla y tomar solo el peso del elote.

3.12.7 Peso de la espiga

La espiga se arranca de la planta y solo se colocaba en la báscula cuidando que el viento no la moviera para que no alterara el peso, debido a que la espiga es muy ligera.

3.12.8 Rendimiento

Para obtener el resultado de rendimiento fue necesario conocer el peso de los camiones que transportaban la cosecha, esto fue determinado cuando cada camión pasaba por la báscula del establo.

3.12.9 Calidad

La variable de calidad fue determinada por un análisis de laboratorio (AGROLAB) donde fue usado el método de química húmeda.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Calidad

En el cuadro 4.1 se presentan los resultados de los análisis de varianza para las variables de calidad. En los resultados se discutirá únicamente aquellas

variables que fueron significativas, las que no, ya no se discutirán dentro de este capítulo.

Cuadro 4.1 Variables de calidad evaluadas en los seis tratamientos estudiados. Uaaan-UL-2012

Variable	Significancia	Tipo de significancia
Materia seca	0.25	No significativo
Humedad	0.25	No significativo
Proteína cruda	0.13	No significativo
Proteína soluble	0.02	Significativo
Proteína degradada	0.02	Significativo
P. Ligada a FDA	0.40	No significativo
P. Ligada a FDN	0.13	No significativo
P. Cruda Ajustada	0.13	No significativo
FDA	0.54	No significativo
FDN	0.25	No significativo
%Lignina M.S	0.74	No significativo
% Lignina FDN	0.19	No significativo
Digestibilidad	0.76	No significativo
Digestibilidad de FDN	0.03	Significativo
Degradación de FDN	0.06	No significativo
% C. no fibrosos	0.20	No significativo
Almidón	0.02	Significativo
% C. solubles en agua	0.47	No significativo
% C. solubles en etanol	0.49	No significativo
% Grasa cruda	0.65	No significativo
% Total de nutrimentos dig	0.77	No significativo
Energía neta, lactancia	0.61	No significativo
Energía neta mantenimiento	0.79	No significativo
Energía neta ganancia	0.58	No significativo
Energía metabolizable	0.65	No significativo
Lts/Ton MS	0.92	No significativo
Cenizas	0.87	No significativo
Fosforo	0.16	No significativo
Calcio	0.90	No significativo
Magnesio	0.01	Altamente significativo
Potasio	0.00	Altamente significativo
Cloruros	0.75	No significativo
Azufre	0.46	No significativo

En el siguiente cuadro (Cuadro 4.2) se explica la media general y el C.V de cada variable.

Cuadro 4.2 Media General y C.V

Variable	Media Gral.	C.V
Materia seca	3.9888	6.76
Humedad	3.9888	2.14
Proteína cruda	3.7966	10.97
P. Ligada a FDA	0.0114	14.17
P. Ligada a FDN	0.3817	15.44
P. Cruda Ajustada	1.8240	10.97
FDA	3.9738	6.08
FDN	28.2979	7.33
%Lignina M.S	0.3033	16.62
% Lignina FDN	1.6225	12.58
Digestibilidad	3.8427	3.80
Degradación de FDN	0.4837	10.25
% C. no fibrosos	25.1703	27.30
% C. solubles en agua	2.7538	44.63
% C. solubles en etanol	2.5851	56.60
% Grasa cruda	0.0999	16.62
% Total de nutrimentos dig.	2.9534	4.23
Energía neta, lactancia	0.0087	9.54
Energía neta mantenimiento	0.0053	9.47
Energía neta ganancia	0.0057	14.97
Energía metabolizable	0.0070	4.83
Lts/Ton MS	1669.8828	8.66
Cenizas	0.2910	8.77
Fosforo	0.0029	14.09
Calcio	0.0014	20.73
Cloruros	0.0019	8.17
Azufre	0.0019	27.52

4.1.1 Proteína soluble

La primera variable significativa es la proteína soluble, esta forma parte de la calidad del forraje en este caso maíz forrajero, pero no tiene mucha importancia. En el cuadro 4.3 se muestra la media y la significancia.

Cuadro 4.3. Medias y significancia para la variable Proteína Soluble en los tratamientos estudiados. UAAAN-UL. 2012.

TRATAMIENTOS	MEDIA	SIGNIFICANCIA
Biodigestor	36.50	A
Biodigestor+Fertilizante	35.00	A B
Noria	35.00	A B
Noria+Fertilizante	29.75	B
Noria+Biodigestor(Testigo)	29.66	B
Noria+Biodigestor+Fertilizante	27.66	C
DMS (.05)	5.38	

4.1.2 Proteína degradada

La proteína degradada también ha resultado significativa, en el siguiente cuadro (Cuadro 4.4) podemos observar detalladamente el análisis significativo.

Cuadro 4.4 Medias y significancia para la variable Proteína Degradada en los tratamientos estudiados. UAAAN-UL. 2012

TRATAMIENTOS	MEDIA	SIGNIFICANCIA
Biodigestor	66.00	A
Noria	61.50	A B
Biodigestor+Fertilizante	60.75	A B
Noria+Biodigestor	57.33	B
Noria+Biodigestor+Fertilizante	55.66	B
Noria+Biodigestor (Testigo)	54.25	C
DMS (.05)	7.0457	

4.1.3 Digestibilidad de la FDN

El resultado de Digestibilidad de FDN resulta significativo como se muestra en el cuadro 4.5 esta variable es una de las más importantes cuando se trata de calidad porque al hablar de digestibilidad nos referimos a la velocidad con la que el alimento es consumido y esto puede dar origen a un consumo más alto lo cual da resultado un incremento en la producción de leche. Otro de los beneficios de una buena digestibilidad de la FDN es el efecto del valor energético. Es decir entonces que la digestibilidad de la FDN es un factor importante que indica la calidad en el forraje en este caso maíz.

El aporte de un riego con la utilización del biodigestor es entonces positivo en esta variable.

Cuadro 4.5. Medias y significancia para la variable Digestibilidad de FDN en los tratamientos estudiados. UAAAN-UL. 2012

TRATAMIENTOS	MEDIA	SIGNIFICANCIA
Biodigestor+Fertilizante	56.50	A
Biodigestor	54.50	AB
Noria	52.75	AB
Noria+Biodigestor	50.66	B
Noria+Biodigestor+Fertilizante	49.00	B
Noria+Biodigestor (Testigo)	47.75	C
DMS (0.5)	5.6864	

4.1.4 Almidón

Otra de las variables importantes cuando se habla de calidad es el Almidón que en este caso como se muestra en el cuadro 4.6 resulto significativo. El almidón es otro de los factores que al igual que FDN nos dan una perspectiva general de buena calidad. Y es igual muy digestible. Aporta un importante nivel de energía, es una herramienta indispensable en la mejora de producción de maíz forrajero.

Cuadro 4.6. Medias y significancia para la variable Almidón en los tratamientos estudiados. UAAAN-UL. 2012

TRATAMIENTOS	MEDIA	SIGNIFICANCIA
Noria+Fertilizante(Testigo)	15.90	A
Noria+Biodigestor	14.53	A
Noria+Biodigestor+Fertilizante	12.63	AB
Noria	11.47	AB
Biodigestor+Fertilizante	7.05	B
Biodigestor	6.47	C
DMS (0.5)	5.8886	

4.1.5 Magnesio

El magnesio como resultado arroja un nivel altamente significativo pero no influye tanto en la calidad del forraje, en el siguiente cuadro se explica el rendimiento.

Cuadro 4.7. Medias y significancia para la variable Magnesio en los tratamientos estudiados. UAAAN-UL. 2012

TRATAMIENTOS	MEDIA	SIGNIFICANCIA
Biodigestor+Fertilizante	0.27	A
Noria+Biodigestor	0.20	B
Noria+Biodigestor+Fertilizante	0.20	B
Biodigestor	0.20	B
Noria	0.20	B
Noria+Biodigestor (Testigo)	0.17	B
DMS (0.5)	0.0511	

4.1.6 Potasio

Al igual que el magnesio, en el potasio lo encontramos altamente significativo, pero igual no es de trascendencia importante cuando se habla de calidad. En el cuadro 4.8 encontramos explicado detalladamente el resultado.

Cuadro 4.8. Medias y significancia para la variable Potasio en los tratamientos estudiados. UAAAN-UL. 2012

TRATAMIENTOS	MEDIA	SIGNIFICANCIA
Biodigestor+Fertilizante	2.25	A
Biodigestor	2.10	AB
Noria	2.05	AB
Noria+Biodigestor+Fertilizante	2.00	B
Noria+Biodigestor	1.83	C
Noria+Fertilizante (Testigo)	1.80	C
DMS (0.5)	0.2145	

V CONCLUSIONES

El propósito principal del experimento era la evaluación de los beneficios del riego con agua proveniente de un biodigestor, el cual por los resultados obtenidos al finalizar dicho trabajo se puede afirmar que se cumple el objetivo.

Regar con agua de biodigestor es una excelente práctica agronómica ya que obtenemos beneficios sustentable porque se evita una fertilización con agroquímicos, y además el uso de un biodigestor contribuye al ambiente utilizando de diferente formas el estiércol que puede llegar a ser algo contaminante si no se le da el uso adecuado.

Aumenta algunos factores importantes en calidad de los forrajes como son las variables evaluadas DFDN y almidón. Al tener resultados estupendos en dichas variables nos hace concluir que el uso del biodigestor es excelente opción de cambio en los cultivos forrajeros, en especial en el del maíz.

VI. Literatura Citada.

- 1.- Milton P., J. 1987. Mejoramiento Genético de las cosechas. Volumen 2.
Universidad de Missouri. Mejoramiento genético del maíz pp 263
- 2.- SAGARPA. Maíz forrajero en verde (Artículo Maíz forrajero). Disponible
http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=201&Itemid=84 Consulta 12/11/12
- 3.-Acción Ecológica Red por una América Latina libre de transgénicos. Maíz de alimento sagrado a negocio del hambre. Quito-Ecuador 2004. El maíz en la historia pp 10 Disponible en
http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/maiz_alimento%20sagrado.pdf
- 4.-Kato Y, A. Mapes S, C. Mera O, L. Serratos H, J. y Bye B, R. Origen y diversificación del maíz. 2009, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. INSTITUTO DE BIOLOGÍA www.unam.mx / www.ibiologia.unam.mx2.El maíz, aspectos biológicos pp 19, 20 y 21 Disponible
<http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/Origen%20del%20MaizUv.pdf>
- 5.-SAGARPA. Monografía maíz forrajero consulta Disponible en
<http://w4.siap.sagarpa.gob.mx/AppEstado/monografias/Forrajes/MaizF.htm>
12/11/12
- 6.-Bonilla M, Nevio. Manual de recomendaciones técnicas. Cultivo de maíz (Zea mays L.) Compilado San José Costa Rica 2009. Maíz 1.Introduccion pp.7 Disponible <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00178.pdf>
- 7.-Velásquez R. Importancia mundial del maíz. Productora de Semillas, S. A. www.productoradesemillas.com Disponible
<http://productoradesemillas.com/Artecnicos/granos%20basicos/Maiz%20de%20alta%20calidad%20de%20proteina%20QPM.pdf>

- 8.-Anonimo. Importancia del maíz en México pp 3 y 4 Disponible en http://w4.siap.gob.mx/sispro/IndModelos/SP_AG/Maiz/Descripci%C3%B3n.pdf 12/11/12
- 9.-Olague R, J. Montemayor T, J. Bravo S, S. Fortis H, Manuel. Aldaco N, R. y Ruiz C, E. Características agronómicas y calidad del maíz forrajero con riego sub-superficial Agronomic characteristic and forage quality corn with subsurface drip irrigation pp351 Disponible http://www.aarfs.com.mx/descargas/caracteristicas_agronicas_y_calidad_del_maiz_forrajero_con_riego_subsuperficial_1.pdf Consulta 12/11/12
- 10.-Proyecto “Producción de energía social y ambientalmente apropiados” Tafi Viejo, Tucumán Noviembre de 2008. Que es un biodigestor. Pp4 Disponible <http://www.pro-eco.org.ar/archivos/Proyecto%20biodigestor.pdf>
- 11.-Perez M, J.2010Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros. Universidad de Chile facultad de ciencias físicas y matemáticas departamento de ingeniería mecánica. Disponible http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-perez_jm/pdfAmont/cf-perez_jm.pdf
- 12.-Elizondo D. 2005 El Biodigestor. Disponible http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_animal/brochure-biodigestor.pdf
- 13.- RCM INTERNATIONAL Digestor Anaeróbico Establo San Gabriel Viabilidad Técnica y Económica Febrero 2008 Preparado para: Leche Bell

- 14.-Carmona C, J. Bolívar M, D. y Giraldo A, L. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Agrarias, Ciudadela Robledo, Medellín, Colombia.2Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Animal,A.A. 586, Medellín, Colombia.jccarmona@agronica.udea.edu.co(Recibido: 2 marzo, 2004; aceptado: 8 febrero, 2005) pp50 Disponible en<http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v18n1/v18n1a06.pdf>
- 15.-Bragachini M. Urrets Z, G. Ustarroz F. y Bragachini M. El Biogás Proyecto INTA PRECOP – P.E. Agregado de Valor en Origen. pp5 Disponible en<http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/agoindustrializacion/El-Biogas.pdf12/11/12>
- 16.- Montúfar A, O. 2008. Uso de biogás en el sector agropecuario de México y opciones de financiamiento. Importancia de los biodigestores dentro del sector agropecuario. Disponible en http://www.globalmethane.org/documents/events_ag_20080423_rodrigo_diez_de_sollano.pdf
- 17.- Sánchez-Duarte, J.I., Martínez-Ochoa, E., Núñez-Hernández, G., Requejo-Isidro, L.M., Figueroa-Viramontes, U., Rodríguez-Hernandez, K. Diciembre 2011. Aportación de Nitrógeno y Fósforo con el Efluente de Biodigestores en Establos Lecheros. INIFAP. Campo Experimental La Laguna. Despegable para Productores Num.6. Matamoros, Coah. México
- 18.- Da Silva Días, E., Kreling, J.C. Diciembre 2006. Evaluación de la productividad y del efluente de biodigestores suplementados con grasas residuales. [Costa Rica]. Disponible en<http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/dpg/29-06.pdf>

- 19.- Vera Guevara, A. 1996. Fundamentos Básicos Para el Diseño de Biodigestores Anaeróbicos Rurales. Producción de Gas y Saneamiento de Efluentes. [Perú]. Disponible <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/031042/031042.pdf>

APENDICES

Cuadro 1 A. Análisis de varianza por la variable materia seca de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL. 2012

Causas de Variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	6.2715	2.0905	0.79	0.52
Tratamientos	5	19.944	3.9888	1.50	0.25
Error	13	34.497	2.6536		
Total	21				
C.V. (%)	6.76				

Cuadro 2 A. Análisis de varianza por la variable humedad de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL. 2012.

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	6.2715	2.095	0.79	0.52
Tratamientos	5	19.944	3.9888	1.50	0.25
Error	13	34.4976	2.6536		
Total	21				
C.V	2.14				

Cuadro 3 A. Análisis de varianza por la variable proteína cruda de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	8.8576	2.9525	1.62	0.23
Tratamientos	5	18.9831	3.7966	2.08	0.13
Error	13	23.7131	1.8240		
Total	21				
C.V. (%)	10.97				

Cuadro 4 A. Análisis de varianza por la variable proteína soluble de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49 UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	289.9635	96.6545	8.66	0.00
Tratamientos	5	217.0135	43.4027	3.89	0.02
Error	13	145.1197	11.1630		
Total	21				
C.V. (%)	10.25				

Cuadro 5 A. Análisis de varianza por la variable proteína degradada de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	194.9404	64.9801	3.39	0.05
Tratamientos	5	344.8738	68.9747	3.60	0.02
Error	13	248.8928	19.1456		
Total	21				
C.V. (%)	7.35				

Cuadro 6 A. Análisis de varianza por la variable P. Ligada a FDA de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	0.0027	0.0009	0.09	0.96
Tratamientos	5	0.0572	0.0114	1.09	0.40
Error	13	0.1363	0.0104		
Total	21				
C.V. (%)	14.17				

Cuadro 7 A. Análisis de varianza por la variable P.Ligada a FDN de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49 UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	0.1475	0.0491	0.27	0.84
Tratamientos	5	1.9085	0.3817	2.08	0.13
Error	13	2.3841	0.1833		
Total	21				
C.V. (%)	15.44				

Cuadro 8 A. Análisis de varianza por la variable P. Cruda ajustada de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	8.8576	2.9525	1.62	0.23
Tratamientos	5	18.9831	3.7966	2.08	0.13
Error	13	23.7131	1.8240		
Total	21				
C.V. (%)	10.97				

Cuadro 9 A. Análisis de varianza por la variable FDA de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	16.0967	5.3655	1.13	0.37
Tratamientos	5	19.8692	3.9738	0.84	0.54
Error	13	61.5390	4.7337		
Total	21				
C.V. (%)	6.08				

Cuadro 10 A. Análisis de varianza por la variable FDN de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia.
Bloque	3	134.8319	44.9439	2.37	0.11
Tratamientos	5	141.4895	28.2979	1.49	0.25
Error	13	246.8564	18.9888		
Total	21				
C.V. (%)	7.33				

Cuadro 11 A. Análisis de varianza por la variable % Lignina M.S de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	0.6996	0.2322	0.41	0.74
Tratamientos	5	1.5166	0.3033	0.53	0.74
Error	13	7.3900	0.5684		
Total	21				
C.V. (%)	16.62				

Cuadro 12 A. Análisis de varianza por la variable % Lignina FDN de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido. PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	6.0323	2.0107	2.18	0.13
Tratamientos	5	8.1126	1.6225	1.76	0.19
Error	13	12.0076	0.9236		
Total	21				
C.V. (%)	12.58				

Cuadro 13 A. Análisis de varianza por la variable Digestibilidad en in vitro 30 horas de los Tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	15.4635	5.1545	0.69	0.57
Tratamientos	5	19.2135	3.8427	0.52	0.76
Error	13	96.9531	7.4579		
Total	21				
C.V. (%)	3.80				

Cuadro 14 A. Análisis de varianza por la variable Digestibilidad de FDN de los tratamientos Estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	166.0446	55.3482	4.44	0.02
Tratamientos	5	207.1446	41.4289	3.32	0.03
Error	13	162.1220	12.4709		
Total	21				
C.V. (%)	6.78				

Cuadro 15 A. Análisis de varianza por la variable tasa de degradación de FDN de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	1.3494	0.4498	2.58	0.09
Tratamientos	5	2.4189	0.4837	2.78	0.06
Error	13	2.2663	0.1743		
Total	21				
C.V. (%)	10.25				

Cuadro 16 A. Análisis de varianza por la variable % C. no fibrosos de los tratamientos estudiados En el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	196.5168	65.5056	2.60	0.09
Tratamientos	5	214.5068	42.9013	1.70	0.20
Error	13	327.2147	25.1703		
Total	21				
C.V. (%)	27.30				

Cuadro 17 A. Análisis de varianza por la variable Almidón de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	238.7238	79.5746	5.95	0.00
Tratamientos	5	268.4921	53.6984	4.02	0.02
Error	13	173.8545	13.373		
Total	21				
C.V. (%)	32.82				

Cuadro 18 A. Análisis de varianza por la variable %C. Solubles en agua de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz del híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	7.4972	2.4990	0.87	0.48
Tratamientos	5	13.7694	2.7538	0.96	0.47
Error	13	37.3152	2.8704		
Total	21				
C.V. (%)	44.63				

Cuadro 19 A. Análisis de varianza por la variable %C. solubles en etanol de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	2.9676	0.9892	0.36	0.78
Tratamientos	5	12.9257	2.5851	0.93	0.49
Error	13	36.0215	2.7708		
Total	21				
C.V. (%)	56.60				

Cuadro 20 A. Análisis de varianza por la variable % Grasa cruda de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	0.2157	0.0719	0.48	0.70
Tratamientos	5	0.4995	0.0999	0.67	0.65
Error	13	1.9451	0.1496		
Total	21				
C.V. (%)	16.62				

Cuadro 21 A. Análisis de varianza por la variable % Total de nutrimentos digestibles de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Cuadro de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	12.3504	4.1168	0.70	0.56
Tratamientos	5	14.7671	2.9534	0.50	0.77
Error	13	76.5662	5.8897		
Total	21				
C.V. (%)	4.23				

Cuadro 22 A. Análisis de varianza por la variable Energía neta, lactancia de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de Variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	0.0330	0.0110	0.91	0.46
Tratamientos	5	0.0438	0.0087	0.72	0.61
Error	13	0.1578	0.0121		
Total	21				
C.V. (%)	9.54				

Cuadro 23 A. Análisis de varianza por la variable energía neta mantenimiento de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	0.1046	0.0034	0.31	0.82
Tratamientos	5	0.0266	0.0053	0.47	0.79
Error	13	0.1486	0.0114		
Total	21				
C.V. (%)	9.47				

Cuadro 24 A. Análisis de varianza por la variable energía neta ganancia de los tratamiento estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	0.0401	0.0133	1.82	0.19
Tratamientos	5	0.0286	0.0057	0.78	0.58
Error	12	0.0956	0.0073		
Total	21				
C.V. (%)	14.97				

Cuadro 25 A. Análisis de varianza por la variable energía metabolizable de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49 UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	0.0207	0.0069	0.65	0.59
Tratamientos	5	0.0352	0.0070	0.66	0.65
Error	12	0.1384	0.0106		
Total	21				
C.V. (%)	4.83				

Cuadro 26 A. Análisis de varianza por la variable Lts. / Ton MS de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	9177.7142	3059.2381	0.30	0.82
Tratamientos	5	13349.4142	1669.8828	0.26	0.92
Error	13	132228.4524	10171.4194		
Total	21				
C.V. (%)	8.66				

Cuadro 27 A.Análisis de varianza por la variable cenizas de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	0.9760	0.3253	0.40	0.75
Tratamientos	5	1.4550	0.2910	0.35	0.87
Error	13	10.6955	0.8227		
Total	21				
C.V. (%)	8.77				

Cuadro 28 A. Análisis de varianza por la variable fósforo de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	0.0178	0.0059	3.77	0.05
tratamientos	5	0.0148	0.0029	1.88	0.16
Error	13	0.0205	0.0015		
Total	21				
C.V. (%)	14.09				

Cuadro 29 A. Análisis de varianza por la variable calcio de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	0.0088	0.0002	0.06	0.98
Tratamientos	5	0.0073	0.0014	0.30	0.90
Error	13	0.0082	0.0010		
Total	21				
C.V. (%)	20.73				

Cuadro 30 A. Análisis de varianza por la variable magnesio de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	0.0019	0.0006	0.63	0.60
Tratamientos	5	0.0232	0.0004	4.61	0.01
Error	13	0.0381	0.0001		
Total	21				
C.V. (%)	15.17				

Cuadro 31 A. Análisis de varianza por la variable Potasio de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	0.2160	0.0720	4.06	0.03
Tratamientos	5	0.5087	0.1017	5.74	0.00
Error	12	0.2305	0.0177		
Total	21				
C.V. (%)	6.61				

Cuadro 32 A. Análisis de varianza por la variable cloruros de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49. UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	0.0194	0.0064	1.72	0.21
Tratamientos	5	0.0097	0.0019	0.52	0.75
Error	13	0.0489	0.0037		
Total	21				
C.V. (%)	8.17				

Cuadro 33 A. Análisis de varianza por la variable azufre de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	0.1445	0.0048	2.38	0.11
Tratamientos	5	0.0096	0.0019	0.98	0.46
Error	13	0.2637	0.0020		
Total	21				
C.V. (%)	27.52				

Cuadro 34 A. Análisis de varianza por la variable peso verde toneladas / ha de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Causas de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrados medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	380.2047	126.7349	3.31	0.04
Tratamientos	5	140.8983	28.1796	0.74	0.60
Error	15	574.9711	38.3314		
Total	23				
C.V. (%)	12.22				

Cuadro 35 A. Análisis de varianza por la variable peso seco toneladas / ha de los tratamientos estudiados en el cultivo del maíz híbrido cv PIONEER 30S49.UAAAN-UL 2012

Variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculada	Significancia
Bloque	3	23.3400	7.7800	2.47	0.10
Tratamientos	5	19.2333	3.8466	1.22	0.34
Error	15	47.3000	3.1533		
Total	23				
C.V. (%)	14.53				