

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE FUENTES ORGÁNICAS E INORGÁNICA DE
NUTRIENTES PARA LA PRODUCCIÓN DE NAPIER (*Pennisetum
purpureum*), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADO EN LA
ALDEA CHIVACABÉ, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.**

DAVID ESTUARDO RAMOS MOTA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE FUENTES ORGÁNICAS E INORGÁNICA DE
NUTRIENTES PARA LA PRODUCCION DE NAPIER (*Pennisetum
purpureum*), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA ALDEA
CHIVACABÉ, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

DAVID ESTUARDO RAMOS MOTA

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO**

EN

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO DE LICENCIADO**

CIUDAD DE GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

RECTOR MAGNIFICO

Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CEREZO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. LAURIANO FIGUEROA QUIÑÓNEZ
VOCAL I	Dr. ARIEL ABDERRAMÁN ORTÍZ LÓPEZ
VOCAL II	Ing. Agr. MSc. MARINO BARRIENTOS GARCÍA
VOCAL III	Ing. Agr. MSc. ERBERTO RAÚL ALFARO ORTIZ
VOCAL IV	P. A. JOSUÉ BENJAMÍN BOCHE LÓPEZ
VOCAL V	Br. SERGIO ALEXSANDER SOTO ESTRADA
SECRETARIO	Dr. MYNOR RAÚL OTZOY ROSALES

Ciudad de Guatemala, noviembre de 2014

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación: **Evaluación de Fuentes Orgánicas e Inorgánica de Nutrientes para la Producción de Napier (*Pennisetum purpureum*), Diagnóstico y Servicios Realizados en la Aldea Chivacabé, Huehuetenango, Guatemala, C.A.** Como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

David Estuardo Ramos Mota

ACTO QUE DEDICO

A Dios a quien encomiendo mi vida, la de mi familia, y con quien estoy agradecido por mantenerla unida y por haberme ayudado a culminar mi carrera.

A mi mami, Sofía Mota, por ayudarme a alcanzar este sueño, por su tiempo, sus consejos, sacrificios y su amor incondicional, te quiero mamita.

A mis hijos, Miguel David y José Andrés, por ser mi inspiración para terminar mis estudios. Que sea ejemplo para sus propias vidas.

A mi esposa, Shirley, por ser mi compañera incondicional en este camino y darme dos hermosos angelitos y apoyarme en todos los proyectos que emprendemos juntos.

A mis hermanos Enrique, Estuardo y Claudia, esperando que logren culminar sus sueños y metas,

A mis abuelitos, Miguel Ángel y Rogelia, (Q.E.P.D.) por su cariño y su ejemplo en esta vida.

A mi papa, Armin (Q.E.P.D.), por darme la oportunidad de venir a este mundo y por ser mi inspiración con su determinación ante la vida y alcanzar mis metas.

A mi cuñada, Deborah, por su amistad, apoyo y colaboración constante a lo largo de mi carrera y por ser parte de mi familia.

A mi suegra doña Shirley por su optimismo ante la vida y que me lo brinda a través de su ejemplo.

A las tías Thelma y Dinorah por su apoyo y cariño y por darme un lugar en sus corazones.

A mis queridos amigos Carolina, Bessy, Sindy, Lily, Paola, Beatriz, Gustavo, Paez, Jorge Pérez, Jorge Burgos, José Paiz, Mario Gómez, Sanabria, Ing. Marco Vinicio por hacer tan feliz mi paso por la facultad.

A mis amigos de la Residencia Universitaria Ciudad Vieja, Pedro, Walter, Guillermo, Juan José, Cristian, Alex Rosales, Luis Mérida (Q.E.P.D), Ronaldo, Padre Alberto y Padre Paco, gracias por su amistad.

Al Ingeniero Ernesto Yac y al Doctor Aníbal Sacbajá por brindarme sus grandes conocimientos, comprensión y apoyo para la realización de este documento de graduación.

A mis Amigos de Huehue, Carlos González, Pablo Rivas, Pablo Ávila, Vinicio Ávila, Renardo Ávila, Vasco Núñez, Carlos Álvarez (Q.E.P.D) , Erick Calderón, Jorge Martínez, Hugo Villatoro, Aristóteles Alvarado, William Villatoro, Carlos Mazariegos, gracias por su amistad.

A mis amigos del Club Rotario, Amílcar Velásquez, Otto Mont, Víctor Villatoro, Carlos Solórzano, Otto Salguero, Erick Tobías, Juan Manuel Saenz, Ernesto Villatoro, Dr. Francisco Rojas, Marciano De León, Dra. Rita Morales, Carlos Morales, Oscar Marroquín.

AGRADECIMIENTOS

A la lechería Santa Clara por su apoyo incondicional y la oportunidad de desarrollar el ejercicio profesional supervisado.

A mi asesor, Dr. Aníbal Sacbaja, por su valioso tiempo y amplia colaboración en el desarrollo de esta investigación.

A mi Supervisor de EPS, Ingeniero Ernesto Yac Juárez, por su valioso tiempo y amplia colaboración en el desarrollo del EPS.

A Ingeniero Agrónomo Hugo Villatoro, por su apoyo para realización del ejercicio profesional supervisado.

A Octavio Alvarado (E.P.D), por su apoyo incondicional, para la realización de los servicios ejecutados.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

DIOS

MI MAMA

MI PAPA (E.P.D.)

MI ESPOSA

MIS HIJOS

MIS HERMANOS

MIS ABUELITOS

MI PATRIA GUATEMALA

LECHERIA SANTA CLARA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

FACULTAD DE AGRONOMIA

ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
1 Capítulo I: DIAGNÓSTICO DE LA LECHERÍA SANTA CLARA, UBICADO EN LA ALDEA CHIVACABÉ, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO.	1
1.1 PRESENTACIÓN	1
1.2 MARCO REFERENCIAL	2
1.2.1 Ubicación geográfica de la Lechería Santa Clara	2
1.3 OBJETIVOS	2
1.3.1 General	2
1.3.2 Específicos	3
1.4 METODOLOGÍA.....	3
1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	4
1.5.1 Administración de la Lechería Santa Clara.....	4
1.5.2 Distribución de área productiva	4
1.5.3 Producción de la lechería	5
1.5.4 Características de la producción lechera	6
1.5.5 Problemática de los socios de la lechería Santa Clara.....	7
1.6 CONCLUSIONES.....	8
1.7 BIBLIOGRAFÍA	9
2 Capítulo II: EVALUACIÓN DE FUENTES ORGÁNICAS E INORGÁNICAS DE NUTRIENTES PARA LA PRODUCCIÓN DE NAPIER (<i>Pennisetum purpureum</i>) EN LA ALDEA CHIVACABÉ, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.	11
2.1 PRESENTACIÓN	11
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	12
2.3 JUSTIFICACIÓN.....	12
2.4 MARCO TEÓRICO	13

	PÁGINA
2.4.1 Marco teórico conceptual	13
2.4.1.A Clasificación Taxonómica del Napier	13
2.4.1.C Requerimientos edafoclimáticas del Napier.....	13
2.4.1.D Requerimientos nutricionales del Napier	14
2.4.1.F Antecedentes de investigaciones de Napier	14
2.4.1.G La materia orgánica	15
2.5 MARCO REFERENCIAL	21
2.5.1 Localización	21
2.5.2 Áreas de Colindancia	21
2.5.3 Zonas de vida.....	22
2.5.4 Temperatura.....	22
2.5.5 Topografía.....	22
2.5.6 Vía de acceso	23
2.5.7 Suelos	23
2.5.8 Hídricos	23
2.6 HIPÓTESIS.....	23
2.7 OBJETIVOS.....	23
2.7.1 General	23
2.7.2 Específicos.....	23
2.8 METODOLOGÍA.....	24
2.8.1 Ubicación geográfica del sitio experimental	24
2.8.2 Materiales evaluados	24
• Lombricompost	24
• Urea.....	24

	PÁGINA
• Estiércol bovino	25
2.8.3 Muestreo de suelos	25
2.8.4 Muestreo de los materiales orgánicos	25
2.8.5 Tratamientos evaluados	26
2.8.6 Diseño experimental Utilizado	26
2.8.7 Croquis de las parcelas experimentales	26
2.8.8 Variables de respuesta	27
2.8.9 Determinación del área del experimento	28
2.8.10 Manejo del experimento	28
• Trazo de las Parcelas	28
• Poda	28
• Limpia	28
• Resiembra	28
• Aplicación de los tratamientos	28
• Calzado	29
• Riego	29
• Cosecha	29
2.8.11 Análisis de la Información	29
2.8.11.A Análisis de varianza	29
2.8.11.B Análisis económico	30
2.9 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
2.9.3 Biomasa área (materia verde)	31
2.9.3.A Análisis de varianza de la biomasa aérea (materia verde)	32
2.9.3.B Prueba de medias Tukey	33

	PÁGINA
2.9.4 Concentración de nitrógeno en la biomasa aérea.....	34
2.9.4.A Análisis de Varianza de concentración de nitrógeno	34
2.9.4.B Prueba de Medias Tukey para la concentración de nitrógeno	35
2.9.5 Absorción de Fósforo (P)	36
2.9.5.A ANDEVA para la absorción de P	36
2.9.5.B Prueba de medias Tukey	37
2.9.6 Absorción de Potasio (K).....	37
2.9.6.A Análisis de Varianza (ANDEVA)	38
2.9.6.B Prueba de Medias Tukey para el K.....	38
2.9.7 Comportamiento de los costos de producción	39
2.10 CONCLUSIONES.....	40
2.11 RECOMENDACIONES	40
2.12 BIBLIOGRAFÍA	41
3 Capítulo III: SERVICIOS PRESTADOS EN LA LECHERÍA SANTA CLARA, ALDEA CHIVACABÉ, HUEHUETENANGO, HUEHUETENANGO	44
3.1 SERVICIO 1. FOMENTO DE LA TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOST EN LA LECHERÍA SANTA CLARA, HUEHUETENANGO.	44
3.1.1 Antecedentes.....	44
3.1.2 Objetivos.....	44
3.1.3 Metodología	44
3.1.4 Resultados.....	47
3.1.5 Evaluación del servicio	47
3.2 Servicio 2. FOMENTO DE LA TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE SILOS DE PASTO NAPIER (<i>Pennisetum purpureum</i>), EN BOLSAS PLÁSTICAS EN LA LECHERÍA SANTA CLARA, HUEHUETENANGO.....	48
3.2.1 Antecedentes.....	48

	PÁGINA
3.2.2	Objetivos..... 48
3.2.3	Metodología..... 48
3.2.4	Resultados..... 50
3.2.5	Evaluación 51
3.3	BIBLIOGRAFÍA 52
4	APÉNDICES 53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Tipo de Producción de la Lechería Santa Clara 4
Cuadro 2.	Productos de la Lechería Santa Clara 6
Cuadro 3.	Contenido de nutrientes del estiércol de bovino 17
Cuadro 4.	Composición Química del Lombricompost de origen animal 19
Cuadro 5.	Composición Química del Lombricompost, Finca El Faro 19
Cuadro 6.	Composición Química del Suelo del Área Experimental..... 30
Cuadro 7.	Composición Química de las Fuentes Orgánicas Evaluadas 31
Cuadro 8.	Rendimiento de la Materia Verde 32
Cuadro 9.	Resultados del Análisis de Varianza de la Materia Verde 32
Cuadro 10.	Resultados de la Prueba de Tukey, Materia Verde 33
Cuadro 11.	Concentración de N (%) en la Materia Verde 34
Cuadro 12.	Resultados del ANDEVA de la Concentración de N..... 35
Cuadro 13.	Resultados de la prueba Tukey para la concentración de N 35
Cuadro 14.	Absorción de P (%)..... 36
Cuadro 15.	Resultados del ANDEVA para la absorción de P 36
Cuadro 16.	Resultados de la prueba de Tukey para la absorción de P 37

	PÁGINA
Cuadro 17. Porcentaje de concentración de k	37
Cuadro 18. Resultados del ANDEVA para la absorción de K	38
Cuadro 19. Resultados de la prueba de Tukey de la concentración de K.....	38
Cuadro 20. Costos de producción por tratamientos	39
Cuadro 21A. Costos de producción de tratamiento 1	53
Cuadro 22A. Costos de producción del tratamiento 2	53
Cuadro 23A. Costos de producción del tratamiento 3	54
Cuadro 24A. Costos de producción del tratamiento 4	54
Cuadro 25A. Costos de producción del tratamiento 5	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica de la Lechería Santa Clara	2
Figura 2. Organigrama de la Junta Directiva de la Lechería Santa Clara	4
Figura 3. Potreros de la Lechería Santa Clara	5
Figura 4. Ubicación Geográfica de la Aldea Chivacabé	22
Figura 5. Composición química de la Urea	25
Figura 6. Croquis del área experimental	27
Figura 7. Materia verde por cada tratamiento y por cortes	33
Figura 8. Área de Producción de Lombricompost	45
Figura 9. Estiércol de ganado bovino utilizado	46
Figura 10. Lombricompost Producido.....	47

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

EVALUACIÓN DE FUENTES ORGÁNICAS e INORGÁNICA DE NUTRIENTES PARA LA PRODUCCIÓN DE NAPIER (*Pennisetum purpureum*), DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA ALDEA CHIVACABÉ, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A

RESUMEN

Al final de la carrera de ingeniero agrónomo en Sistemas de Producción en la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos –USAC-, se realiza el Ejercicio Profesional Supervisado–EPS-, cuyo objetivo principal es que el estudiante desarrolle una experiencia práctica; que le permita conocer la realidad del agro nacional.

De acuerdo a la metodología del EPS, se realizó el diagnóstico de la lechería Santa Clara ubicada en la aldea Chivacabé del municipio de Huehuetenango, departamento de Huehuetenango. Seguidamente, se ejecutó la investigación titulada “Evaluación de fuentes orgánicas e inorgánica de nutrientes para la producción de Napier (*Pennisetum purpureum*) en la aldea Chivacabé, Huehuetenango, Huehuetenango”. Además, se realizaron dos servicios profesionales para fortalecer a los productores de la aldea mencionada.

De acuerdo al diagnóstico, los principales productos de la lechería Santa Clara son leche y el queso fresco, este último por su forma artesanal de preparación y sabor único, hacen que los socios, de la lechería Santa Clara, se identifiquen como los productores del mejor queso de Huehuetenango. En general, la principal problemática de los socios de la lechería Santa Clara, es el alto costo del alimento que le proporcionan al ganado vacuno.

El alimento que le dan al hato está en función de la época. En el invierno, junio a septiembre, el pasto Napier (*Pennisetum purpureum*) es la principal fuente de alimento para el ganado vacuno. En la época seca, de octubre a mayo, el alimento concentrado es el principal, complementado con el rastrojo de maíz.

En la investigación, se evaluaron tratamientos de fuentes orgánicas e inorgánicas de nutrientes, como el estiércol de ganado bovino, 10,000 kg/ha, Urea 200 kg/ha, 5000 kg/ha+200 kg/ha de Urea y lombricompost 10,000 kg/ha. Se estableció un experimento

con un diseño experimental de bloques al azar. El análisis estadístico de la información se hizo mediante el Análisis de varianza –ANDEVA- y por la prueba de medias Tukey.

En cuanto al rendimiento de materia verde en Napier, todos los tratamientos donde se aplicaron las fuentes orgánicas e inorgánicas de N fueron, estadísticamente iguales, superando en más del 50% al testigo absoluto. Las concentraciones de N y P en el tejido vegetal de Napier en los dos cortes comerciales fueron superior estadísticamente en el tratamiento donde se aplicó el 100% de lombricompost; los valores menores se encontraron en el tratamiento testigo absoluto. Económicamente, el tratamiento donde se obtiene la mayor rentabilidad es el tratamiento donde se aplicó únicamente Urea, a razón de 200kgN/ha. Tomando en cuenta los aspectos técnicos y económicos el mejor tratamiento es la combinación de Urea y estiércol descompuesto.

Además, se realizaron dos servicios profesionales en los cuales se fomentó la producción de lombricompost; a partir del estiércol de ganado bovino, así como la producción de ensilado mediante la utilización del material vegetativo del pasto Napier (*Pennisetum purpureum*).

En ambos servicios se logró involucrar el 80 por ciento de los socios de la lechería Santa Clara, quienes adquirieron el conocimiento teórico y práctico tanto para la producción de lombricompost así como la producción de ensilado. El lombricompost podrá ser utilizado como fuente de fertilizante nitrogenado para la producción del pasto Napier (*Pennisetum purpureum*). El ensilado, definitivamente, es una buena alternativa de alimento para el ganado bovino en la época seca, la cual se ha prologando por efectos del cambio climático. Esto es necesario para que los ganaderos puedan reducir los costos de producción de los productos principales de la lechería Santa Clara.

CAPÍTULO I:

**DIAGNÓSTICO DE LA LECHERÍA SANTA CLARA, UBICADO EN LA ALDEA
CHIVACABÉ, DEPARTAMENTO DE HUEUETENANGO.**

1 Capítulo I: DIAGNÓSTICO DE LA LECHERÍA SANTA CLARA, UBICADO EN LA ALDEA CHIVACABÉ, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO.

1.1 PRESENTACIÓN

Al final de la carrera de ingeniero agrónomo en Sistemas de Producción, se realiza el Ejercicio Profesional Supervisado –EPS-, cuyo objetivo principal es que el estudiante tenga una experiencia práctica que permita conocer la realidad del agro nacional.

La metodología del EPS incluye la realización del diagnóstico del área donde se realiza dicha práctica. Los objetivos del presente diagnóstico fueron conocer el funcionamiento administrativo de la lechería Santa Clara, el tipo de producción y la problemática principal de los socios, para lo cual se realizaron entrevistas abiertas a los miembros de la junta directiva de la lechería y a socios de la mencionada lechería.

En la lechería Santa Clara existe una junta directiva de tipo vertical, en la cual el presidente es el encargado de representar legalmente a la lechería, en aspectos legales, sociales y económicos, el secretario de tener el control de la actividades de la junta directiva y el tesorero de registrar de los registros financieros. Además, existen dos vocales. Sin embargo, la asamblea general es la que toma al final las decisiones importantes del funcionamiento de la lechería Santa Clara.

Los principales productos de la lechería Santa Clara son la leche y el queso fresco, el cual es el producto líder. El sabor único y su forma artesanal de preparación de los quesos frescos, hacen que los socios de la lechería Santa Clara se identifiquen como los productores del mejor queso de Huehuetenango.

En general, la principal problemática, de los socios de la lechería Santa Clara, es el alto costo del alimento que le proporcionan al ganado vacuno. En la época seca, los concentrados comerciales son la principal fuente de alimento mientras que en la época de lluvia es el pasto de corte Napier (*Pennisetum purpureum*).

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación geográfica de la Lechería Santa Clara

La lechería Santa Clara se encuentra en la aldea de Chivacabé en el municipio de Huehuetenango del departamento de Huehuetenango. El acceso principal a la aldea es en el kilómetro 263.2 de la carretera interamericana (CA-1) que se dirige hacia el municipio de la Democracia del departamento de Huehuetenango. Colinda al norte con la aldea Las Lagunas, al sur con las aldeas Suculique y Talmiche, al este con la aldea Chicol y al oeste con la aldea de Chimusinique. Se ubica entre las coordenadas geográficas latitud norte 150 19, 00" y 150 19, 30" y longitud oeste 91032,30" y 91031,50". (INE, 2013)



Figura 1. Ubicación Geográfica de la Lechería Santa Clara

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

- Conocer el funcionamiento administrativo y productivo de la lechería Santa Clara, ubicada en la aldea Chivacabé del municipio de Huehuetenango, Huehuetenango.

1.3.2 Específicos

- Conocer el funcionamiento administrativo de la lechería Santa Clara
- Conocer el tipo de producción y los canales de comercialización utilizados para la venta de los productos
- Conocer la problemática general de los socios de la lechería Santa Clara.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Revisión de literatura

Se revisaron tesis de grado, de ingeniero agrónomo, del Centro Universitario de Noroccidente (CUNOROC), extensión de la universidad de San Carlos De Guatemala ubicada en Huehuetenango.

1.4.2 Entrevistas Semiestructuradas

Estas entrevistas se realizaron con los miembros de la junta directiva de la lechería, con socios y con comunitarios de la aldea Chivacabé. La información recabada fue sobre los aspectos administrativos, técnicos, de producción, de los canales de comercialización y de la percepción de la problemática en general que sucede en la lechería Santa Clara y en la aldea.

1.4.3 Transectos

Con el objeto de corroborar la información de los miembros de la junta directiva de la lechería y de los socios, se realizaron recorridos en la aldea Chivacabé. En éstos recorridos se tuvo el apoyo de los miembros de la junta directiva de la lechería Santa Clara.

1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.5.1 Administración de la Lechería Santa Clara

La lechería Santa Clara fue fundada en el año 1,980. Es una empresa familiar, con cinco socios, y con una junta directiva, la. La figura siguiente muestra la estructura organizacional de la junta directiva de la lechería Santa Clara.

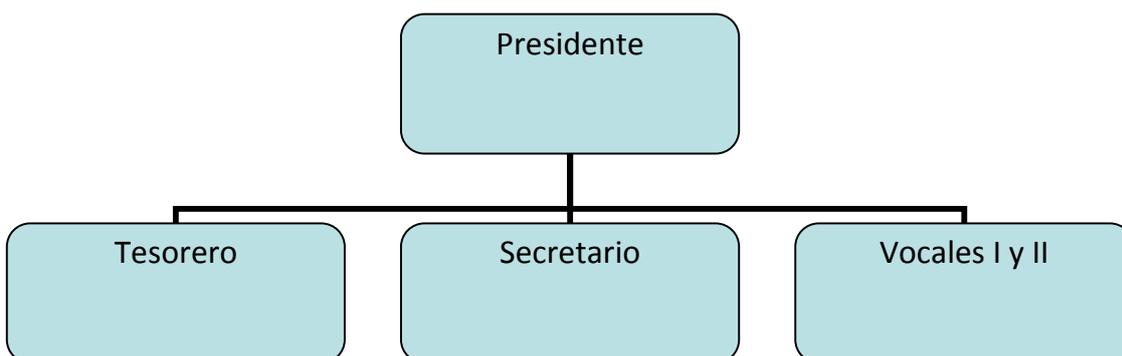


Figura 2. Organigrama de la Junta Directiva de la Lechería Santa Clara

1.5.2 Distribución de área productiva

En el cuadro 1 se presenta la distribución de área de la lechería de acuerdo al tipo de producción así como observaciones específicas de cada una de ellas.

Cuadro 1. Tipo de Producción de la Lechería Santa Clara

No.	Tipo de Producción	Área (Mz)	Observaciones
1	Infraestructura Productiva	30.6	Incluye establos, área de lechería, bodega, viviendas, escuela, potreros y zacateras
2	Bosques	13.5	Incluyen especies como pino, encinos y Sabinos
3	Fruticultura	0.9	Predomina el limón Persa
	Total	45	

Los establos tienen todas sus comodidades respectivas, techo, comederos y agua disponible para el ganado. Área de lechería está elaborando una instalación tipo pescado, para colocar el alimento al ganado que se vaya a ordeñar y se utiliza un ordeñadora tipo

de botella de vacío, para la recolección de la leche. También cuenta con bodega para el almacenamiento de los insumos del hato como lo son el concentrado, termo para inseminación, cereales y medicamentos.



Figura 3. Potreros de la Lechería Santa Clara

Cuenta con viviendas para los colaboradores de la lechería, estas instalaciones cuentan con los servicios de agua potable, servicios sanitarios y energía. Además, existe una escuela pública, en esta se imparten clases de primaria, las instalaciones son de cemento con techo de lámina e instalaciones deportivas.

1.5.3 Producción de la lechería

En el cuadro 2. Se presenta el tipo de producción, el volumen estimado y el canal de comercialización principal de los productos.

Cuadro 2. Productos de la Lechería Santa Clara

No.	Tipo de Producción	Cantidad/Día	Canal Principal de Comercialización
1	Leche	380 litros	Localmente y en restaurantes de la cabecera departamental
2	Queso	50 libras	Localmente y en restaurantes, y mercados municipales de la cabecera departamental

La leche se obtiene mecánicamente. Es extraída de las vacas que están en producción, con un promedio de 19 litros por vaca, a un costo de Q20.00 el galón. Veinte vacas están en producción. La leche es transportada en avances especiales para esta actividad y con el volumen que requiere cada cliente. Esta es entregada en un horario de las cinco horas a las siete horas de la mañana.

Queso estos quiere una cantidad considerable de leche que es de 3.5 litros para producir un queso, el costo de estos es de Q 15.00/U. De estos se obtiene unos sub productos que es el suero que exudan los quesos. Este se utiliza para la engorda de cerdos.

1.5.4 Características de la producción lechera

- **Tipo de ganado**

El ganado con que cuenta la lechería Santa Clara es Jersey. Es de una estatura pequeña y dócil, el peso estimado esta entre los 360 a 540 Kg. Una de las características principales para esta región es la adaptabilidad que ha desarrollado a la irregularidad que tienen las tierras de esta aldea y la gran cantidad de solidos grasos que tiene la leche para los sub productos que se obtiene de esta.

En la lechería Santa Clara se tiene razas pura y de alta genética de la raza Jersey. Esto debido a que cuenta con el sistema de inseminación. Lo que les da gran ventaja de

seleccionar las mejores características fenotípicas y genotípicas de los donantes importados.

- **Fuentes de alimentación**

Las especies de pasto que predominan en la aldea Chivacabé son: en los potreros se encuentra el pasto de nombre común kikuyu (*Pennisetum clandestinum*), esta es una grama gruesa la cual está en los potreros donde pastorea el ganado lechero. En segundo lugar se encuentra el pasto elefante o Napier (*Pennisetum purpureum*), este se utiliza en específico como pasto de corte el cual se le suministra al ganado, procesado mediante una picadora mecánica.

- **Recursos para la producción de pasto**

En la época seca, el agua proviene de dos pozos, estos son de elaboración artesanal, tienen un caudal promedio de 2 pulgadas cúbicas por minuto. También cuenta con un río. Este río está contaminado por agua negra de la cabecera departamental.

- **Manejo de los desechos sólidos y líquidos**

En la lechería Santa Clara, en la vivienda de los colaboradores tienen fosa séptica para las aguas servidas. En el caso de los desechos del ganado con que cuenta la lechería (50 cabezas de ganado), estos se pierden cuando llega la época lluviosa, o lo traslada a otra propiedad para utilizarlo como abono orgánico, también lo han vendido en ocasiones a un precio de Q12.00 el quintal. La mayor parte se pierde. Por lo cual no se aprovecha bien los desechos orgánicos.

1.5.5 Problemática de los socios de la lechería Santa Clara

En orden prioritario, los principales problemas que tienen los socios de la lechería Santa Clara son:

- Falta de asistencia técnica para la producción de pastos y forrajes para la producción y alimentación del ganado vacuno
- Largos periodos de sequía.
- Falta de fuentes de agua para el establecimiento de sistemas de riego.

- Alto costo en insumos agrícolas para la producción del pasto napier.
- Falta de nuevas áreas para el establecimiento de nuevas zacateras
- Degradación física y química de los suelos de las zacateras para la producción del pasto napier.
- Poca e inadecuados métodos para la transformación del estiércol del ganado.

1.6 CONCLUSIONES

- Por ser una empresa familiar, el funcionamiento administrativo de la lechería Santa Clara es de orden vertical. Cuenta con un presidente, un tesorero, un secretario y dos vocales.
- Técnicamente, la lechería Santa Clara cuenta con pocas áreas disponibles para su crecimiento en producción. Tienen las ventajas de estar ubicada tan solo cinco kilómetros de la cabecera departamental y de contar con una buena vía acceso.
- Los principales productos de la lechería son la leche fresca y el queso, los cuales son vendidos principalmente en la comunidad y en restaurantes y mercados municipales de la cabecera departamental de Huehuetenango.
- La principal problemática para la producción que tienen los socios de la lechería Santa Clara son la falta de asistencia técnica para el manejo del ganado vacuno, alto costo de los insumos agrícolas para la producción del pasto napier, falta de nuevas áreas para el establecimiento de nuevas zacateras, degradación física y química de los suelos para la producción del pasto napier e inadecuados métodos para la transformación del estiércol del ganado.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Cruz S. JR de La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
2. INSIVUMEH (instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 1978. Estudio de aguas subterráneas en Guatemala: informe final. Guatemala. 303 p.
3. _____. 1992. Datos meteorológicos, del departamento de Huehuetenango, Huehuetenango, Guatemala, INSIVUMEH, Sección de Climatología. 72 p.
4. Simmons. C; Tárano. JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de Guatemala. Trad. Por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.

CAPITULO II:

EVALUACIÓN DE FUENTES ORGÁNICAS E INORGÁNICAS DE NUTRIENTES PARA LA PRODUCCIÓN DE NAPIER (*Pennisetum purpureum*) EN LA ALDEA CHIVACABÉ, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

ORGANIC AND INORGANIC NITROGEN SOURCES EVALUATION ON THE NAPIER (*Pennisteum purpureum*) CROP AT CHIVACABÉ, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

2 Capítulo II: EVALUACIÓN DE FUENTES ORGÁNICAS E INORGÁNICAS DE NUTRIENTES PARA LA PRODUCCIÓN DE NAPIER (*Pennisetum purpureum*) EN LA ALDEA CHIVACABÉ, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

La aldea Chivacabé se localiza en el departamento de Huehuetenango, a cinco kilómetros de distancia de la cabecera departamental. La principal actividad económica anual de los comunitarios de ésta aldea es la producción de productos lácteos como la leche y el queso, principalmente, razón por la cual en el año 2,006 se formó la asociación de lecheros Santa Clara con el objetivo de unir a los productores y mejorar las condiciones de los mismos. Los hatos que allí se encuentran, en la aldea, son de raza Jersey. Su producción de lácteos es todo el año. El alimento que le dan al hato está en función de la época. En el invierno, junio a septiembre, el pasto Napier (*Pennisetum purpureum*) es la principal fuente de alimento para el ganado vacuno. En la época seca, de octubre a mayo, el alimento concentrado es el principal, complementado con el rastrojo de maíz y por la compra de pasto Napier producidos en otras regiones del departamento de Huehuetenango, aumentando considerablemente los costos de producción del mismo.

En esta investigación se evaluaron tratamientos de fuentes orgánicas e inorgánicas de nutrientes. Estos tratamientos fueron el testigo absoluto, estiércol bovino, 10,000 kg/ha, Urea 200 kg/ha, 5000 kg/ha + 200 kg/ha de Urea y lombricompost 10,000 kg/ha. La metodología de campo utilizada fue el establecimiento de un experimento con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. El análisis estadístico de la información se hizo mediante el Análisis de varianza –ANDEVA- y por la prueba de medias Tukey.

En cuanto al rendimiento de materia verde en Napier, todos los tratamientos donde se aplicaron las fuentes orgánicas e inorgánicas de N fueron estadísticamente iguales, superando en más del 50% al testigo absoluto. Las concentraciones de N y P en el tejido vegetal de Napier en los dos cortes comerciales fueron superior estadísticamente en el tratamiento donde se aplicó el 100% de Lombricompost y los valores menores se encontraron en el tratamiento testigo absoluto. Económicamente, el tratamiento donde se obtiene la mayor rentabilidad es el tratamiento donde se aplicó únicamente Urea a razón de 200kgN/ha. Tomando en cuenta los aspectos técnicos y económicos el mejor tratamiento es la combinación de Urea y estiércol descompuesto.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la aldea Chivacabé existen veinte familias que se dedican a la producción de leche, queso, crema, principalmente. La importancia de la actividad lechera que tiene en la aldea Chivacabé fue la causa que estas veinte familias se organizaran y formaran la asociación Santa Clara. Las familias tienen en promedio de 8 cabezas de ganado Jersey, las cuales producen un promedio de 5.10 quintales, en base húmeda, de estiércol de ganado, mensualmente.

La alta producción de estiércol de ganado lechero, podría aprovecharse para la producción de abono orgánico tipo lombricompost, producido a través de la lombriz coqueta roja (*Eseneia foetida*). La producción de abono orgánico permitiría reducir los costos variables de producción del Napier. Las familias productoras de leche y subproductos, utilizan la materia verde del Napier, debido a que es la mejor especie de pastos que se adapta a esta región.

La alimentación representa el 60% de los costos variables para la producción de productos y subproductos lácteos. Estos costos aumentan principalmente en el verano, cuando es necesario comprar alimento concentrado, pacas de heno de cebada, rastrojo de maíz, cebada ó pacas de heno.

2.3 JUSTIFICACIÓN

La alta disponibilidad de estiércol de ganado es una fuente importante para la producción de fertilizante orgánico. Mediante la utilización de la lombriz coqueta roja se produce el lombricompost, el cual por su descomposición permite de mejor manera la disponibilidad de los nutrientes mayores y menores para la producción de pasto Napier, el cual es la fuente principal de alimento, en la época lluviosa, para el ganado vacuno Jersey.

Además, la investigación aporta conocimientos para reducir los costos de producción y permitirá que los productores de lácteos puedan aprovechar mejor sus recursos orgánicos.

Finalmente, la investigación es parte de la metodología que utiliza en el ejercicio profesional supervisado (EPS), como un requisito para la graduación de la carrera de agronomía.

2.4 MARCO TEÓRICO

2.4.1 Marco teórico conceptual

2.4.1.A Clasificación Taxonómica del Napier

- Nombre científico: (*Pennisetum purpureum*)
- Nombres comunes: Napier, Elefante, Gigante, Merker, Merkeron, Patiño.

2.4.1.B Aspectos generales del Napier

El Napier es de origen africano, la principal característica del Napier es que posee originalmente su componente genético un gen recesivo que le da una coloración púrpura. Es una especie perenne con una altura promedio de 1.8 a 2 metros. El desarrollo de sus tallos y hojas son de tipo delgados, las hojas son más largas que los tallos. Entre los 75 a 80 días es el momento en que produce su inflorescencia, con forma de espiga densa, de hasta 25 cm, de color púrpura, compuesta de numerosas espiguillas. El rendimiento promedio de materia verde, a una edad de corte de 60 a 80 días, varía entre 60 y 90 ton/ha y con un nivel de proteínas de 8.16%. (8)

El Napier Costa Rica fue introducida por Iturbide a Guatemala en 1969, habiéndose plantado originalmente, en “medio monte”, Escuintla y “Buena Vista”, Retalhuleu. Ha sido ampliamente recomendada y diseminada por el Programa de Desarrollo Ganadero (PRODEGUA), habiéndose adoptado a gran variedad de condiciones tropicales y subtropicales con altos rendimientos, resistencia a enfermedades fungosas y por poseer tallo más tiernos y jugosos que el Napier criollo. (7)

2.4.1.C Requerimientos edafoclimáticas del Napier

- **Adaptabilidad:** crece desde el nivel del mar hasta los 2,000 msnm (1). Su mejor rango de adaptación es entre los 0 y 1000msnm. (8)
- **Requerimientos de agua y temperatura:** tolera sequías breves, pero no el anegamiento. Precipitaciones entre los 800 a 4,000 mm/año. (2) Su zona de confort térmico es de 18° a 30°, siendo la más adecuada alrededor de 24°C. (8)
- **Suelos:** Los suelos deben ser relativamente planos con buen drenaje y fertilidad alta o media. (9)

2.4.1.D Requerimientos nutricionales del Napier

El pasto Napier responde positivamente a las aplicaciones de fertilizantes, siendo entre las gramíneas una de las que mejor resultados se obtienen en cuanto a producción y calidad del forraje bajo esta práctica aún a dosis altas. Sin embargo, aplicaciones mayores de 50 kg N/ha/corte no resultan recomendables o bien dosificaciones arriba de 450 kg N/ha/año. (8)

2.4.1.E El suministro de nitrógeno en pasturas

En la productividad de pasturas reviste una especial importancia en todas las partes del mundo. Por lo general, los rendimientos en pastos aumentan en proporción directa al suministro de Nitrógeno al suelo, sin que podamos indicar cifras límites, debido a que cuanto mayores son las dosis aplicadas, las pérdidas por lixiviación o volatilización pueden igualmente ser considerables. Por lo general cada año se aplica una fertilización con 200 Kg de nitrógeno y 100 kg de P por hectárea. La exigencia de uno u otro tipo de fertilizante nitrogenado depende de: a) contenido de nutrientes; b) costo por unidad de elementos puros; c) ausencia de compuestos tóxicos; d) disponibilidad; f) higroscopicidad; g) reacciones con otros materiales; h) tamaño de partícula; i) forma química; especialmente en casos de fertilizantes nitrogenados, si se encuentran bajo la forma nítrica o amoniacal. En Napier (*Pennisetum purpureum*) parece no justificarse la aplicación de cantidades de nitrógeno superiores a 100Kg por hectárea después de cada corte. Bajas cantidades aplicadas de nitrógeno son utilizadas para incrementar la cantidad de forraje más que para el incremento del contenido proteico. (11)

2.4.1.F Antecedentes de investigaciones de Napier

Franco Cerdón (1,978), evaluó varios niveles de nitrógeno en el pasto Napier (*Pennisetum purpureum*), aplicando las siguientes cantidades como 0, 200, 250, 300 y 350 Kg N/ha/año en forma de nitrato de amonio (33% N). El mejor rendimiento que obtuvo fue de 300 Kg N/ha./año siguiendo en su orden las cantidades de 350, 200, 250 y el testigo, esta investigación la realizó en el trópico guatemalteco. Según Franco (1978), la respuesta del Napier a la fertilización nitrogenada, parece no ser uniforme a lo largo del año, sino que varía de acuerdo al lugar, estación, número de cortes y fertilizantes que se

apliquen, sin embargo, aun cuando los factores referidos ejerzan cierta influencia negativa, se pueden llegar a producir 180 ton/ha, de forraje verde en 5 cortes al año. En lugares donde la época seca es muy crítica es posible obtener producciones bastante aceptables, aplicando riegos cada 10 días. Franco (1978), también concluye que bajo condiciones de climas templados y cálidos, la producción promedio del pasto Napier oscila entre 30 y 40 ton/corte/ha, de forraje verde, pudiéndose realizar de 6 a 8 cortes al año, lo que equivaldría a una producción media de materia seca de 45 ton/ha/año.

Ordoñez (1,980), utilizo los tratamientos 25% (18 kg N/año), 50% (36 Kg N/año), 75% (54 kg N/año) y el 100% (72 kg N/año). Sustituyo el N comercial por el N contenido en la gallinaza. El tratamiento que más producción de materia verde, materia seca y proteína cruda produjo fue el del 25% de gallinaza.

Méndez (1980), recomienda utilizar 500 Kg de N/ha/año con los contenidos del 60 y 80% de humedad, para obtener las mayores producciones de materia verde, materia seca y proteína cruda, distribuyendo el agua en 690 a 920 metros cúbicos de agua por hectárea, entre frecuencias de 8 a 11 días.

Del Cid (2,004), evaluó los tratamientos 3, 30, 60, 90, 120 y 150 kg N/ha/corte, en Napier (*Pennisetum purpureum*), concluyendo que a mayor dosis de nitrógeno mayor rendimiento; siendo los tratamientos 90 y 150 kg N/ha/corte los que obtuvieron los rendimientos más altos. La proteína cruda se incrementó a medida que se aumentó el nivel de nitrógeno, siendo los tratamientos 120 y 150 kg N/ha/corte los que obtuvieron mayor rendimiento. El punto óptimo económico de aplicación de nitrógeno en Napier alcanzo con 548.98 Kg N/ha/año, por lo tanto se recomienda no aplicar más de esta cantidad bajo estas condiciones edáficas.

Macz (2002), concluyo que el incremento del nivel de N aplicado en Napier, provoca el aumento del rendimiento total, la tasa de crecimiento y el contenido de proteína cruda.

2.4.1.G La materia orgánica

Bornemisza E. (1983), indica que la Soil Society of América define la materia orgánica como: "fracción orgánica del suelo que incluye residuos vegetales, células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes del suelo.

Recordando algunos datos históricos, en la época en que sólo se empleaban fertilizantes orgánicos, nadie se preocupaba por su reacción fisiológica que en ellos es por

cierto insignificante. Pero al comenzar a utilizar los fertilizantes sintéticos en escala creciente, la situación se complicó porque numerosos suelos agrícolas adquirieron tal acidez que se inhibía el desarrollo normal de las plantas y de los microorganismos. La materia orgánica se considera benéfica para la labranza de la tierra y por ende, para la producción del cultivo. Algunas veces pone énfasis en su importancia pero sus funciones desgraciadamente, están rodeadas de incompreensiones. En términos generales, desempeña funciones como almacén para los elementos nutritivos, pues los va liberando lentamente para que los utilicen las plantas en su desarrollo, especialmente en tiempo cálido. Así mismo, da mejor estructura física, o sea, la facilidad del suelo para la labranza, lo cual se traduce en más fácil absorción del agua de la lluvia, mejor capacidad para retener el agua, menor erosión del suelo, menor formación de costras y terrones grandes, mejores condiciones para la germinación de las semillas, mejores condiciones para el desarrollo y crecimiento de la raíz. Los fertilizante orgánicos tienen la ventajas que el nitrógeno y el fosforo no son solubles en agua. A medida que el fertilizante se transforma en el suelo, éstos se liberan lentamente, de manera que pueden ser utilizados por la planta conforme lo van necesitando. Este proceso también protege a los nutrientes de efectos de lavado de suelo. Además los fertilizantes orgánicos contienen muy pequeñas cantidades, o si nada, de sales solubles y podrán aplicarse en dosis muy altas sin riesgos de daños a las plantas como sucedería si aplicamos fertilizantes inorgánicos que proporcionan las cantidades equivalentes de nutrientes. Finalmente, los abonos orgánicos ayudan en dos formas a producir las cosechas: ellos proporcionan nitrógeno, fosforo y potasio justamente como los fertilizantes lo hacen, ellos también mejoran la condición del suelo y lo convierten en un sitio mejor para que las plantas crezcan en él. (11)

2.4.1.H El estiércol bovino como abono orgánico:

Reyes (1995), menciona que el valor del estiércol de origen vacuno como auxiliar en el mantenimiento de la fertilidad del suelo es ampliamente conocido. El principal valor como fertilizante del estiércol radica en su contenido de nitrógeno, aunque posee otras sustancias importantes para la nutrición vegetal. Para lograr la nutrición equilibrada de las plantas, se requiere toda la información necesarias acerca de las cantidades relativas de las sustancias que recibe el suelo cuando se entierra o incorpora el estiércol, por ello se recomienda para la fertilización orgánica establecer el contenido de nutrientes de la

materia a aplicar mediante un análisis previo, el cual determinara la cantidad a aplicar. Aunque también debe considerarse que es imposible calcular las cifras absolutas debido a las variaciones que se pueden dar, tal es el caso del tipo de alimento, edad y salud del animal. (15)

Cuadro 3. Contenido de Nutrientes del Estiércol de Bovino

Porcentaje de nutrientes	
N %	0.55
P ₂ O ₅ %	0.25
K ₂ O%	0.60
C _a O%	0.80
M _g O%	0.02

Fuente: Reyes, 1995

Y siendo más conservadores se puede decir que estas cifras se reducen, en definitiva a 0.5, 0.15, 0.5% respectivamente, pero el estiércol de origen bovino contiene otros elementos valiosos, entre los cuales se encuentran las sustancias promotoras del crecimiento como la Creatina, Auxinas y Acido B-indolacético, cuya importancia no debe pasarse por alto. (15)

El estiércol de origen bovino como la gallinaza no se aplica tal como se produce debido a que los componentes amoniacales que contiene pueden ocasionarle quemaduras a la planta. Para evitar lo anterior, a medida que el estiércol se va produciendo debe acumularse en un lugar apropiado pudiéndose alternar con una capa de 0.05 a 0.15 metros de gallinaza u otro estiércol y cubrirlo con una capa de 0.05 metros de tierra, hasta lograr una altura de 1-2 metros con el objeto de incrementar el valor del abono y evitar la pérdida de compuestos útiles. (15)

Scharrer, citado por Carrillo (1992), menciona que, el estiércol es el abono domestico de mayor importancia, se compone de excreciones sólidas y líquidas que contienen compuestos de nitrógeno, fósforo y potasio; la orina es más pobre en ácido fosfórico y contiene solamente nitrógeno y potasio.

El estiércol más importante es el del bovino por el contenido de humedad y a medida que la temperatura va siendo mayor en el suelo, se va logrando una descomposición rápida; la adición de sustancias orgánicas suple en parte los nutrimentos al suelo, el estiércol en todas sus formas, es el tipo de fertilizante más antiguo que se conoce; la razón de aplicar estos materiales se basa en que estos devuelven al suelo, los nutrimentos que el cultivo ha extraído. (2)

Gudiel, citado por Carrillo (1992), argumenta que para la aportación del estiércol sea más efectiva, este deberá tener aproximadamente 4 meses de descomposición, pues de lo contrario, pueden ocasionar daño a las plantas por el proceso de descomposición. Menciona, además, que es necesario que el estiércol se aplique descompuesto, y de ser posible con anticipación para que se facilite la absorción de nitrógeno mediante los procesos de la descomposición de la materia orgánica por microorganismos. (2)

2.4.1.I Generalidades del lombricompost

La transformación de la materia orgánica por medio de la defecación de las lombrices, se denomina biofertilizantes, lombricompost o humus. El humus producido por las granjas lecheras es de estiércol de ganado. El efecto, el humus de las lombrices debe su enorme poder o valor primordialmente a la flora bacteriana que contiene, por lo que debería ser llamado como más propiedad “elementos corrector” en lugar de elementos fertilizantes. (13)

2.4.1.J Características del lombricompost

Aranda citado por Raxcaco (2001), menciona que el lombricompostaje se denomina “lombricompost”, “vermicompost”, “humus de lombriz”, entre otros. El conjunto de compuestos orgánicos humificados permanecen almacenados por mucho tiempo sin sufrir alteraciones, con adecuada cantidad de macro y micro nutrientes y de microorganismos, resultado de la transformación intensiva y controlada de la materia orgánica muerta ingerida por las lombrices . Menciona también que el lombricompost es igual a un suelo fértil, aunque se dosifique en exceso no quema las plantas jóvenes y delicadas, es inodoro, de estructura granular, de coloración café oscura casi negro, uniforme y poroso, pH neutro, libre de semillas y patógenos. Además contiene enzimas, fitohormonas,

microorganismos y microfauna de gran importancia para la ecología de los suelos. El contenido de nutrientes en el lombricompost, esta relacionando con el sustrato que le da origen.

Cuadro 4. Composición Química del Lombricompost de Origen Animal

Estiércol de Ganado	
Nitrógeno	1.8%
Fósforo	0.21-2.9 %
Potasio	0.48-2.50 %
Calcio	0.94-9.5 %
Magnesio	0.25-1 %
Manganeso	0.02-0.92%

Fuente: Edwas 1998

Cuadro 5. Composición Química del Lombricompost, Finca El Faro

Origen de Plantas de Café	
Nitrógeno	2.5%
Fósforo	1.2 %
Potasio	1.8 %
Calcio	2.3 %
Concentración de sales	1.6 ds/m
Materia Orgánica	72 %
Ph	7

Fuente: finca El Faro, El Palmar. Quezaltenango

En los últimos años ha tomado auge la investigación del lombricompost y sus extractos (ácidos húmicos y fúvicos), enfocado en el grado de humificación, la actividad enzimática y el contenido de nutrientes y los efectos en plantas fertilizadas con estos materiales. Los trabajos han demostrado beneficios para el crecimiento y la producción de

plantas y la calidad de sus productos. Estos efectos han motivado el uso de estos compuestos como fracción importante en fertilizantes orgánicos. La base principal de la alimentación de las lombrices la constituyen microorganismos que participan en la descomposición de la materia orgánica del suelo por lo que es importante mantener el suelo con restos vegetales para que las lombrices tengan alimento. La calidad del humus depende, además de la alimentación empleada, de su granulometría. (14)

Unas de las características en la granulometría es la siguiente con fines de fertilización:

- a. Es más fino se absorbe muy rápidamente y se destina a las plantas que tienen necesidades urgentes.
- b. El de granulometría media, se utiliza en floricultura y horticultura.
- c. El lombricompost aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos comparado con otros ejemplares de la misma edad.

Ravera y de Sando (citados por Raxcaco Gonzales, 2010) mencionan que el lombricompost tiene otras características:

- a. Aumenta la resistencia a las heladas.
- b. Aumenta la resistencia hídrica de los suelos (de 4 a 27%) disminuyendo el uso del agua en los cultivos.
- c. El lombricompost aumenta notablemente el porte de las plantas, árboles y arbustos comparado con otros ejemplares de la misma edad.
- d. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura o humedad.
- e. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- f. Neutraliza eventuales presencias contaminadoras, (herbicidas, estrés fosfóricos).
- g. Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúbricos, mejoran las características químicas del suelo.
- h. El humus tiene un efecto tampón, es decir mantiene el equilibrio iónico en el medio interno, este efecto hace que se moderen los cambios bruscos de acidez.

- i. Incrementa las defensas orgánicas del suelo y de las raíces de las plantas neutralizando bacterias y hongos que puedan llegar a causarles daños.

Según Ramos Zavala (citado por Roxcaco Gonzales, 2001), el lombricompost tiene otras características:

- a. Los efectos de la composta se manifiestan entre los 25 a los 45 días de su aplicación y con efectos duraderos.
- b. La recogida del humus puede hacerse a cada seis o doce meses, se presenta como mantillo oscuro, ligero suave y poroso, se disgrega muy fácilmente.

Sus características principales es poder combinar, gracias a las enzimas productivas por su dotación bacteriana, sus propios elementos especiales con los presentes en el terreno en fusión de las necesidades específicas de cada tipo de planta y en fusión del tipo terreno en que esta se halla ubicada. (14)

2.5 MARCO REFERENCIAL

2.5.1 Localización

La lechería Santa Clara, se encuentra en un área que corresponde a la aldea de Chivacabé perteneciente al municipio de Huehuetenango del departamento de Huehuetenango; ubicado en el kilómetros 263 de la carretera interamericana que se dirige hacia el municipio de la Democracia del departamento de Huehuetenango. La distancia que se existe entre la aldea y la cabecera departamental es de 12.1 kilómetros. La comunidad se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas latitud norte $15^{\circ} 19' 00''$ y $15^{\circ} 19' 30''$ y longitud oeste $91^{\circ} 32' 30''$ y $91^{\circ} 31' 50''$ (fuente INE).

2.5.2 Áreas de Colindancia

La alde Chivacabé, colinda al norte con la aldea las Lagunas zona 10, al Sur con las aldeas Suculique y Talmiche, que pertenece al departamento de Huehuetenango, al Este con la aldea Chicol, que pertenece al municipio de Santa Barbará y al Oeste colinda con la aldea de Chimusinique, la cual pertenece al municipio y departamento de Huehuetenango (INE).



Figura 4. Ubicación Geográfica de la Aldea Chivacabé

2.5.3 Zonas de vida

De acuerdo al mapa de zonificación ecológica basado en el sistema de Holdrige, el área de Chivacabé y la lechería Santa Clara, se encuentran dentro de la clasificación bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB).

2.5.4 Temperatura

Según el INSIVUMEH las temperaturas se registran de la siguiente manera:

TEMPERATURA	°C
Máxima	30
Media	15
Baja	0

2.5.5 Topografía

La comunidad cuenta con una topografía bastante irregular, con un relieve que va de ondulado ha quebrado, observándose pendiente que van de 0% a 90% con un promedio de 50%.

2.5.6 Vía de acceso

La aldea Chivacabé cuenta con un vía de acceso, la cual es por la carretera interamericana en el kilómetro 263.2 y luego un camino de terracería, de un kilómetro, para llegar a la misma.

2.5.7 Suelos

De acuerdo con la clasificación Simmons, et. al. 1976, los suelos de la comunidad pertenecen al grupo de la altiplanicie central, que son suelos bien drenados, poco profundos sobre roca. Los suelos del área de la lechería Santa Clara pertenecen a las series Sacapulas y Acasaguastlan.

2.5.8 Hídricos

La aldea Chivacabé se encuentra abastecido por un pequeño nacimiento de agua, el cual atraviesa la aldea y además es utilizado como bebedero de ganado vacuno.

2.6 HIPÓTESIS

El tratamiento basado en 100% de Lombricompost es el que producirá el rendimiento mayor de materia verde de Napier (*Pennisetum purpureum*) en los cortes analizados en la Aldea Chivacabé.

2.7 OBJETIVOS

2.7.1 General

Evaluar varios tratamientos de fuentes orgánicas e inorgánicas de N en la producción de materia verde de Napier (*Pennisetum purpureum*) como alternativas del manejo sostenible en la aldea Chivacabé, Huehuetenango.

2.7.2 Específicos

- Evaluar el efecto de cinco tratamientos con fuentes orgánicas e inorgánica de N en la producción de materia verde de napier (*Pennisetum purpureum*) en dos cortes comerciales.

- Determinar el tratamiento que influyó sobre la mayor concentración de N, P y K en la biomasa verde del napier (*Pennisetum purpureum*) en los dos cortes evaluados.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos evaluados en la producción de materia verde del pasto Napier (*Pennisetum purpureum*).

2.8 METODOLOGÍA

La evaluación se realizó en una plantación de napier ya establecida con treinta años de edad, el área que se utilizó fue de 25 m x 25 m. El distanciamiento entre plantas y surcos de 0.50m. Con una pendiente del 24%.

2.8.1 Ubicación geográfica del sitio experimental

La ubicación del área experimental se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas latitud norte 15° 19' 00" y 15° 19' 30" y longitud oeste 91°32'30" y 91°31'50" (fuente INE). Se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano bajo (bh-MB).

2.8.2 Materiales evaluados

- **Lombricompost**

El lombricompost utilizado se adquirió en la lechería Santa Rita en el Km 144 de la ruta Interamericana, el cual fue preparado para que no tuviera objetos extraños tales como materia orgánica sin procesar, basura inorgánica, etc.

Este material orgánico fue analizado en los laboratorios de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, para determinar su composición química de los principales nutrientes esenciales como N, P, K, Ca y Mg.

- **Urea**

Es un compuesto químico cristalino e incoloro, cuya fórmula química es $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. Su concentración es de 46% de N. La urea como fertilizante tiene la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno, esencial en el metabolismo de las plantas. (14).

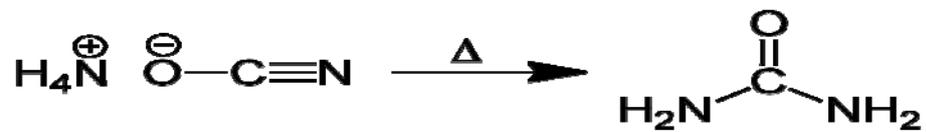


Figura 5. Composición química de la Urea

- **Estiércol bovino**

El estiércol de ganado que se utilizó se obtuvo de la granja Santa Clara. El material orgánico se acumuló en una galera para protegerla de la lluvia, se secó a la sombra por 30 días, posteriormente se tamizó en una malla con aberturas de 2 mm, para homogenizar el tamaño de las partículas.

2.8.3 Muestreo de suelos

En el área experimental, fueron tomadas 10 submuestras de suelo a la profundidad de 0- 0.20 m. Se mezclaron las muestras y se obtuvo una muestra compuesta, la cual fue secada al aire, homogenizada y tamizada para luego ser analizada en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos. La solución extractora utilizada fue la de Mehlich I.

2.8.4 Muestreo de los materiales orgánicos

Se obtuvieron las cantidades necesarias del estiércol de ganado vacuno y de lombricompost. Se homogenizaron, seguidamente se tomó una muestra representativa para luego ser analizada en el laboratorio. Se determinó el contenido de humedad el cual sirvió para realizar los cálculos de las cantidades en base seca utilizados en cada tratamiento. Los análisis químicos realizados fueron pH, C.E, M.O, C:N y los contenidos totales de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, Fe y Mn. El método utilizado fue de Digestión Húmeda.

2.8.5 Tratamientos evaluados

Basado en los resultados del análisis de suelo, los resultados de investigaciones relacionados y a la experiencia de los agricultores se establecieron los tratamientos siguientes:

Tratamiento 1. Testigo absoluto.

Tratamiento 2. Estiércol bovino, 10,000 kg.ha⁻¹

Tratamiento 3. Urea 200 kg⁻¹

Tratamiento 4. 5000 kg.ha⁻¹ + 200 kg⁻¹ de Urea

Tratamiento 5. Lombricompost 10,000 kg.ha⁻¹

2.8.6 Diseño experimental Utilizado

Para eliminar el efecto de la pendiente, se utilizó el diseño experimental de bloques al azar. El modelo matemático del diseño bloque al azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde μ es el efecto de la media general, T_i es el efecto del i -ésimo tratamiento y que es común a todos los individuos que recibieron ese tratamiento, B_j es el efecto del j -ésimo bloque y que es común a todos los tratamientos que se aplicaron en ese bloque y E_{ij} es el residuo o error aleatorio.

Las dimensiones de las parcelas brutas fue de 5 x5 m, para un área total de 25 metros cuadrados. Estas parcelas se delimitaron por cada tratamiento en cada repetición. Para la obtención de las muestras utilizadas para la obtención de los datos de las variables evaluadas, se delimito un área interna, parcela neta, de un metro cuadrado.

2.8.7 Croquis de las parcelas experimentales

La asignación de los tratamientos fue al azar por cada bloque, quedando distribuidos como se observa en la siguiente figura:

		30 metros										
Pendiente ↓	Bloque I	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts
		5 mts	T5	5 mts	T3	5 mts	T4	5 mts	T1	5 mts	T2	5 mts
	Bloque II	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts
		5 mts	T1	5 mts	T2	5 mts	T4	5 mts	T3	5 mts	T5	5 mts
	Bloque III	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts
		5 mts	T5	5 mts	T1	5 mts	T2	5 mts	T4	5 mts	T3	5 mts
	Bloque IV	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts
		5 mts	T3	5 mts	T5	5 mts	T1	5 mts	T2	5 mts	T4	5 mts
		1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts	5 mts	1 mts

↑
N

Figura 6. Croquis del área experimental

2.8.8 Variables de respuesta

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- **Materia verde:** Se hicieron cortes a los 105 días así como a 210 días. Los cortes fueron a nivel del suelo de la parcela neta.
- **Concentración de N, P, K y Ca:** Se determinó la concentración de éstos nutrientes en la materia seca del tejido vegetal en cada corte, para cual se utilizó una muestra representativa de materia verde de 500 gramos de cada unidad experimental. Posteriormente, se utilizó el horno de convección para obtener la materia seca, el cual utiliza la temperatura 65°C durante 24 horas. La muestra seca fue molida, luego se tomó 0.5 gramos de material molido, la cual se incineró en un crisol de porcelana a 450 °C durante 4 horas. Las cenizas obtenidas se disolvieron en ácido clorhídrico 1 Normal. La determinación de las concentraciones de los nutrientes se realizaron por espectrofotometría de Absorción Atómica. El N total se determinó por el método Semi-Micro Kjeldhal.
- **Costos Variables, costos fijos y rentabilidad:** A cada tratamiento de la variable de producción de materia verde se analizaron el comportamiento de los costos variables, de los costos fijos así como de la rentabilidad.

2.8.9 Determinación del área del experimento

Su busco el área donde estuviera con una pendiente homogénea, se delimito un metro cuadrado para luego, tener una visual y trazar los treinta metros lineales paralelos a la pendiente. Posteriormente los otros veinticinco metros con la pendiente.

2.8.10 Manejo del experimento

- **Trazo de las Parcelas**

Teniendo el área delimitada, se procedió a medir las parcelas brutas. Las dimensiones de las parcelas brutas fue de cinco metros por cinco metros, dando un área de veinticinco metros cuadrados, teniendo entre calles un metro. Utilizando estacas de un metro y media de altura, para calles y parcelas. Con pita plástica se delimito cada parcela. El experimento se identificó con rótulos de manta vinílica.

- **Poda**

Las macollas del Pasto Napier existentes en el área del experimento, se podaron para estandarizar el tamaño de las mismas, para evitar que este factor influyera en los resultados del experimento.

- **Limpia**

Para eliminar las malezas del área experimental, se realizaron limpiezas manuales con una frecuencia de 20 días a partir de la poda realizada.

- **Resiembra**

Después de la limpieza, para homogenizar la densidad de las macollas de Napier, del área experimental, se resembró en las áreas donde era necesario. El criterio para seleccionar el potrero de las macollas utilizadas para la resiembra fue que se encontraran un una etapa de crecimiento post corte. Es decir que el potrero donante, recientemente había sido podado.

- **Aplicación de los tratamientos**

La aplicación de los tratamientos se realizó a los veinte días después de la resiembra.

Tratamiento 1 (testigo absoluto): en este tratamiento se obvia la fertilización ya que nos sirvió de referencia para evaluar el potencial de fertilidad del suelo utilizado en la investigación.

Tratamiento 2: El estiércol de ganado se aplicó en surcos a la base de las plantas, en la actividad del calzado de las plantas.

Tratamiento 3: La Urea se aplicó a la base de las plantas cubriéndolo con suelo para evitar pérdidas por evaporación.

Tratamiento 4: El lombricompost y la urea, previamente mezclado con una pala para tener un material homogéneo, fue aplicado en surco a la base de la planta y cubierto con suelo.

Tratamiento 5: El lombricompost se aplicó a la base de cada planta en forma de surco y fue cubierto con el suelo.

- **Calzado**

Después de la fertilización, se calzaron las plantas del área experimental, el objetivo fue cubrir las raíces que estaban expuestas y cubrir los materiales orgánicos e inorgánicos aplicados. Esta actividad cultural se realizó un día después de realizar la aplicación de los tratamientos en forma mecánica con azadón y piocha.

- **Riego**

El riego se realizó cada cinco días durante el primer corte en el mes de abril. Para el segundo corte no hubo necesidad de riego debido a que se inició la época de lluvia en la región.

- **Cosecha**

Se fue cortando el pasto por bloques separados (parcelas netas), utilizando una báscula, para determinar el peso de la muestra. Se utilizó para esta tarea machetes, cortando a la base de las plantas. Luego se tomaron las muestras para laboratorio de 500 g/parcela neta.

2.8.11 Análisis de la Información

2.8.11.A Análisis de varianza

Las variables de respuesta como kilogramos de materia verde, porcentaje de absorción de nitrógeno, fósforo y potasio fueron evaluados mediante análisis de varianza

(ANDEVA). Las medias de las variables que presentaron significancia fueron analizadas mediante pruebas medias de Tukey (al 0.05 de significancia) para determinar cuál o cuáles son los mejores tratamientos.

2.8.11.B Análisis económico

El análisis evaluó el comportamiento de los costos de producción como los son los costos variables y los costos fijos por cada uno de los tratamientos. También se cuantificaron los ingresos por la venta de la materia verde del napier. Este análisis se complementó con el análisis de Rentabilidad como se describe a continuación:

$$R = (IN/CT) \times 100$$

Dónde:

R = Rentabilidad

IN = Ingreso Neto = ingreso bruto – costos totales

CT = Costos Totales = costos fijos + costos variables

2.9 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.9.1 Análisis de suelos

A continuación se presentan los resultados del análisis químico del suelo donde se estableció la investigación.

Cuadro 6. Composición Química del Suelo del Área Experimental

Identificación	pH	mg.kg ⁻¹		Cmol ⁽⁺⁾ .kg ⁻¹		mg.kg ⁻¹				%	
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	M.O	N
Rango Medio		12-16	120-150	4-6	1.5-2.5	2-4	4-6	10-15	10-15	4-5	0.30
M-1	6.6	3.51	295	5.62	1.44	2.50	1.00	59.0	10.50	0.66	0.07

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía

Los resultados indican un suelo ligeramente ácido con un bajo contenido de materia orgánica, lo cual repercute en el contenido bajo de nitrógeno total, con relación a los índices nutrimentales extraídos con la solución extractora, todos los índices se encuentran entre el rango de adecuado a altos a excepción del P y del Zn que se encuentran ligeramente bajos. Para este suelo su principal limitante sería el nitrógeno.

2.9.2 Análisis químico de las fuentes orgánicas

Cuadro 7. Composición Química de las Fuentes Orgánicas Evaluadas

IDENT	pH	%						C:N	
		P	K	Ca	Mg	C.O	NT		
M-1	Lombricompost	6.4	0.20	0.32	0.75	0.20	7.19	0.72	10:01
M-2	Estiércol bovino	8.3	0.17	0.25	0.56	0.23	6.62	0.62	11:01

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía

Los resultados del cuadro 5, muestran las concentraciones de los macronutrientes y minerales secundarios así como el pH y el C.O. Para el material orgánico denominado Lombricompost, la relación C:N es adecuado con un valor de pH ligeramente ácido y las concentraciones totales de los nutrimentos ligeramente bajos en relación a otros materiales orgánicos como la gallinaza, esto se debe en gran medida a la composición de la alimentación del ganado. Para el material estiércol bovino los valores en todos los parámetros medidos son ligeramente bajos a excepción del pH que se encuentra en el rango de medianamente básico, esto debido posiblemente a la falta de descomposición del material orgánico. La similitud de los resultados en su composición se debe a que el material orgánico original es el mismo.

2.9.3 Biomasa área (materia verde)

A continuación se presenta los resultados de la variable materia verde expresados en kg.unidad^{-1} y kg-ha^{-1} obtenido en el primer corte, segundo corte y el total de los dos cortes.

Cuadro 8. Rendimiento de la Materia Verde

	Primer Corte	Kg.ha⁻¹	Segundo Corte	Kg.ha⁻¹	Total	Kg.ha⁻¹
1 Testigo	11.36	4544	11.93	4772	23.29	9316
2 Estiércol 20 Ton/ha	24.66	9864	23.52	9408	48.18	19272
3 Urea (200 kg N.ha⁻¹)	21.59	8636	23.86	9544	45.45	18180
4 Estiércol (100 Kg N/ha) + 10 Ton Lombricompost/ha	26.97	10788	26.25	10500	53.22	21288
5 Lombricompost (20 Ton/ha)	24.32	9728	23.18	9272	47.5	19000

En el cuadro anterior se puede observar que los rendimientos de materia verde por efecto de los diferentes tratamientos en el primer corte, superaron en más del 100% al testigo absoluto lo que indica alta respuesta a los tratamientos. El comportamiento es similar para el segundo corte.

2.9.3.A Análisis de varianza de la biomasa aérea (materia verde)

En el cuadro siguiente se presenta el ANDEVA de la variable biomasa aérea del primer corte, segundo corte y el acumulado de los dos cortes.

Cuadro 9. Resultados del Análisis de Varianza de la Materia Verde

	Corte 1		Corte 2		
Fuente de variación	F	p-valor	Modelo	F	p-valor
Tratamiento	18.13	<0.0001	Tratamiento	23.94	<0.0001
Total	49.87		Total		

Los resultados del cuadro 7 indican diferencias altamente significativas por efecto de los tratamientos evaluados con respecto a la variable materia verde de Napier. Razón por la cual se realizó la Prueba de medias de Tukey con un alfa de 0.05.

2.9.3.B Prueba de medias Tukey

Cuadro 10. Resultados de la Prueba de Tukey, Materia Verde

Corte 1			Corte 2			Total		
Tratamiento	Medias		Tratamiento	Medias		Tratamiento	Medias	
1 testigo	11.37	A	1	11.93	A	1	23.30	A
3 UREA	22.05	B	3	23.18	B	3	45.23	B
2 estiércol	24.66	B	2	23.52	B	2	48.18	B
5 lombricompost	25.16	B	5	23.87	B	5	49.03	B
4 lombricit + UREA	26.80	B	4	26.25	B	4	53.05	B

Al analizar los resultados estos indican alta respuesta a la aplicación de los materiales orgánicos y la UREA evaluada sobre la materia verde de napier en los dos cortes y el total acumulado. Ahora bien entre los materiales orgánicos y la UREA no se encontraron diferencias significativas, es decir que los minerales aportados tuvieron el mismo efecto sobre la materia verde. Para el primer corte el incremento de materia verde fue 46.08% y para el segundo corte de 49.29%, lo que indica que el suelo en su condición natural aportó esos porcentajes, lo que tiene relación con los bajos niveles de materia orgánica y de nitrógeno según el análisis de suelo, mientras la respuesta a la aplicación de los materiales orgánicos y la UREA fueron de 53.92% y 50.71% respectivamente, evidenciando la falta de nitrógeno como el principal elemento limitante en esta investigación. También se puede determinar que existe un efecto residual de las fuentes evaluadas como lo indican los resultados del segundo corte a los 7 meses de aplicados.

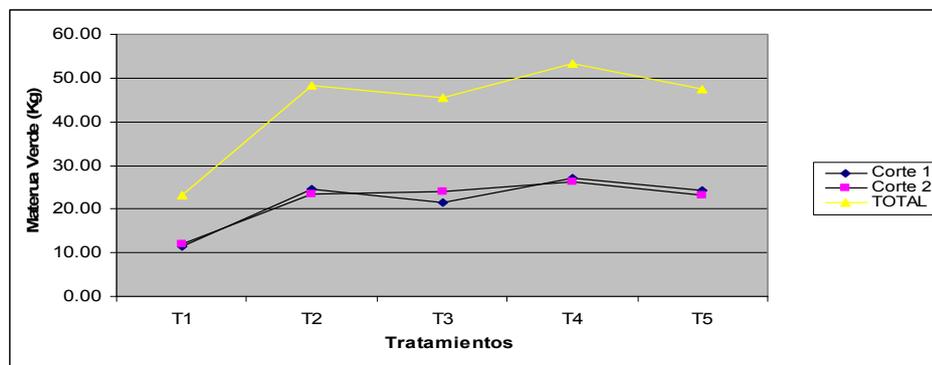


Figura 7. Materia verde por cada tratamiento y por cortes

2.9.4 Concentración de nitrógeno en la biomasa aérea.

Se presentan en el cuadro 9 los resultados de la concentración de N en el tejido vegetal de Napier en cada uno de los cortes, 105 y 210 días de haber realizado la poda y la aplicación de los fuentes orgánicas e inorgánicas de fertilización.

Cuadro 11. Concentración de N (%) en la Materia Verde

Tratamiento	N primer corte					N segundo corte				
	R1	R2	R3	R4	Promedio	R1	R2	R3	R4	Promedio
1Testigo suelo	1.0	0.9	0.9	1.0	0.97	0.9	1.3	1.3	1.1	1.15
2Estiércol	1.3	1.9	1.6	1.8	1.64	1.9	1.6	1.8	1.9	1.82
3UREA	1.8	1.4	1.0	1.4	1.40	1.4	1.4	1.3	2.4	1.61
4Lombricompost + UREA	1.9	2.1	1.7	1.7	1.84	2.1	2.1	2.0	1.9	2.04
5Lombricompost	2.7	2.2	2.1	1.6	2.17	2.0	2.3	2.5	2.5	2.32

Los valores medios de Nitrógeno de cada tratamiento muestran que para el tratamiento testigo absoluto se obtuvo el valor más bajo 0.95 mg.kg^{-1} y para el tratamiento con lombricompost 2.17 mg.kg^{-1} Para el tratamiento con UREA la respuesta fue de 1.40 mg.kg^{-1} es decir el tratamiento donde se aplicó solo nitrógeno. Estas diferencias de los valores demuestran una respuesta alta de los tratamientos evaluados sobre la concentración de nitrógeno en el tejido vegetal del napier. El comportamiento de los tratamientos fue similar para el segundo corte.

2.9.4.A Análisis de Varianza de concentración de nitrógeno

El cuadro 10 presenta el análisis de varianza el cual indica diferencias altamente significativas de los tratamientos sobre la concentración de N en el tejido vegetal de napier en el primer corte y segundo corte.

Cuadro 12. Resultados del ANDEVA de la Concentración de N

Fuentes de Variación	Corte 1		Fuentes de Variación	Corte 2	
	F	p-valor		F	p-valor
Tratamiento	6.16	0.0032	Tratamiento	5.83	0.004
Total	17.21		Total	16.25	

2.9.4.B Prueba de Medias Tukey para la concentración de nitrógeno**Cuadro 13. Resultados de la prueba Tukey para la concentración de N**

Tratamiento	Corte 1				Corte 2				Total				
	Medias				Trat.	Medias				Trat.	Medias		
1 Testigo	0.97	A			1	1.15	A			1	0.94	A	
3 UREA	1.40	A	B		3	1.61	A	B		3	1.50		B
2 Estiércol	1.64		B	C	2	1.82		B	C	2	1.73		B
4 Lombri+ UREA	1.84		B	C	4	2.04		B	C	4	1.94		B C
5 lombricompost	2.17			C	5	2.32			C	5	2.24		C

La prueba de medias indica que para el primer y segundo corte los valores más altos correspondieron al tratamiento con Lombricompost seguido de los tratamientos estiércol bovino y tratamiento 50% de lombricompost + 50% de urea en tercer lugar está para la UREA y por último el testigo absoluto. Este comportamiento de los tratamientos se pudo deber a que el Lombricompost ya se encuentra humificado como consecuencia el N se encuentra en mayor cantidad disponible no así para el estiércol bovino el cual tenía un valor de pH básico, como consecuencia existe mayor pérdida de N por volatilización. Para la UREA este se encuentra inmediatamente disponible pero está sujeto a que se pierda con mayor facilidad por lixiviación lo que es menos frecuente con las fuentes orgánicas donde su aporte es más lento. La concentración de N incide directamente sobre el contenido de proteína del tejido vegetal y como consecuencia sobre la calidad del forraje producido.

2.9.5 Absorción de Fósforo (P)

Cuadro 14. Absorción de P (%)

Tratamientos	N corte 1					N corte 2				
	R1	R2	R3	R4	Promedio	R1	R2	R3	R4	Promedio
1 Testigo	0.2	0.1	0.2	0.2	0.15	0.2	0.2	0.2	0.2	0.19
2 Estiércol	0.3	0.3	0.3	0.3	0.30	0.3	0.3	0.3	0.3	0.27
3 UREA	0.2	0.2	0.2	0.2	0.18	0.2	0.2	0.2	0.3	0.20
4 Lombri. + URE	0.3	0.3	0.3	0.2	0.25	0.2	0.2	0.2	0.2	0.22
5 Lombricompost	0.3	0.2	0.2	0.2	0.23	0.2	0.2	0.3	0.3	0.25

Los valores reportados en el cuadro 12 muestran que los valores más altos corresponden al tratamiento 2 el cual está conformado por estiércol bovino en los dos cortes 0.30 y 0.27 respectivamente y los valores más bajos al tratamiento testigo absoluto 0.15 y 0.19 para los dos cortes respectivamente.

2.9.5.A ANDEVA para la absorción de P

En el cuadro 13 se presenta los resultados del ANDEVA de la variable P foliar y el resultado indica diferencias altamente significativas por efecto de los tratamientos por lo que se realizó la prueba de medias Tukey y los resultados se presenta en el cuadro 14.

Cuadro 15. Resultados del ANDEVA para la absorción de P

Fuentes de Variación	Corte 1		Fuentes de Variación	Corte 2	
	F	p-valor		F	p-valor
Tratamiento	13.3	0.0001	Tratamiento	3.9	0.0197
Total			Total		

2.9.5.B Prueba de medias Tukey

Cuadro 16. Resultados de la prueba de Tukey para la absorción de P

Corte 1				Corte 2				Total			
Tratamiento	Medias			Tratamiento	Medias			Tratamiento	Medias		
1 Testigo suelo	0.15	A		1	0.19	A		1	0.15	A	
3 UREA	0.18	A		3	0.20	A	B	3	0.19	A	B
2 Estiércol	0.23		B	4	0.22	A	B	4	0.23		B
4 lomb. + UREA	0.25		B	5	0.25		B	5	0.24		B
5 lombricompost	0.30		C	2	0.27		C	2	0.28		C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Los valores del análisis indican que los valores más altos de fósforo corresponden al tratamiento lombricompost, seguido de los tratamientos Lombricompost + UREA y los valores más bajos para el testigo absoluto y el tratamiento con UREA. Los resultados son concordantes con lo que se aplicó, los valores más bajos 0.15 y 0.18 mg.kg^{-1} corresponden con los tratamientos donde no se aplicó este elemento y los valores mayores se reportaron donde se aplicó este elemento. Las variaciones entre las fuentes donde se aplicó se pudo deber a la concentración y el estado de mineralización de las mismas. Para el segundo corte el comportamiento de los tratamientos fue muy similar.

2.9.6 Absorción de Potasio (K)

Cuadro 17. Porcentaje de concentración de k

Tratamientos	% K corte 1					% K corte 2				
	R1	R2	R3	R4	Promedio	R1	R2	R3	R4	Promedio
1 Testigo suelo	1.4	1.44	1.31	1.37	1.37	2.50	2.75	2.63	2.00	2.47
2 Estiércol	2.69	3.31	3.31	3.31	3.16	3.44	4.06	3.19	3.44	3.53
3 UREA	1.88	1.75	2.31	1.69	1.91	2.13	2.00	2.13	2.31	2.14
4 Lombricompost + UREA	2.94	3.69	3.88	2.13	3.16	3.19	3.00	3.19	2.75	3.03
5 lombricompost	3.44	3.50	2.81	4.06	3.45	3.44	3.19	3.31	3.44	3.35

Los porcentajes de potasio se presentan más bajos en los tratamientos uno y tres. Por lo que se procedió hacer el análisis de ANDEVA.

2.9.6.A Análisis de Varianza (ANDEVA)

Cuadro 18. Resultados del ANDEVA para la absorción de K

Fuentes de Variación	Corte 1		Fuentes de Variación	Corte 2	
	F	p-valor		F	p-valor
Tratamiento	8	0.001	Tratamiento	11.5	0.0002
Total			Total		

Las diferencia si es significativa en los tratamietos. La F calculada es mayor que la F tabulada, por lo que procedimos hacer la prueba de medias y corrororar los tratamientos que presentaron diferencia significativa.

2.9.6.B Prueba de Medias Tukey para el K.

Cuadro 19. Resultados de la prueba de Tukey de la concentración de K

Corte 1				Corte 2				Total			
Tratamiento	Medias			Trat.	Medias			Trat	Medias		
1Testigo suelo	1.37	A		3	2.14	A		1	1.75	A	
3UREA	1.91	A		1	2.47	A	B	3	2.03	A	
2Estiércol	3.16		B	4	3.03		B	4	3.10		A
4Lombri + UREA	3.16		B	5	3.35			2	3.34		B
5lombricompost	3.45		B	2	3.53			5	3.40		B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

En los tratamientos uno y tres no absorbieron potasio, por eso quedan en el grupo A y en los tratamientos dos, cuatro y cinco los materiales orgánicos evaluados absorbieron K. En el segundo corte las concentraciones de K subieron con respecto al primer corte, pero el comportamiento fue similar al del primer corte, esto se pudo deber a factores externos como la lluvia.

2.9.7 Comportamiento de los costos de producción

Cuadro 20. Costos de producción por tratamientos

Tratamientos	Costos Variables	Costos Fijos	Ingresos Brutos	Rentabilidad (%)
1testigo	5520	25	4660	-15.96
2estiércol	16900	25	9640	-43.04
3UREA	7400	25	9000	21.21
4 Lombri.+ UREA	17150	25	10840	-36.89
5 lombricompost	26900	25	9440	-64.94

Desde punto de vista de producción el tratamiento 3 es más viable, pero si se tomara en cuenta la recuperación de suelos sería el estiércol bovino. Se pueden evaluar otro tipo de ingresos en la actividad ganadera para los productores en esta región. Como por ejemplo la venta de subproductos como el lombricompost que se cotiza mejor en el mercado que la venta del estiércol de ganado.

Las dosificaciones de los tratamientos utilizados incrementan los costos variables. Los costos del estiércol de ganado como los del lombricompost incrementan los costos totales de producción del cultivo del Napier. Estos incrementos substanciales causan decrementos en la rentabilidad del cultivo. Sin embargo, estos tratamientos mejorarán en el mediano y largo plazo tanto las características físicas como químicas del suelo, lo cual se reflejará con los incrementos de la producción de la cantidad de materia verde y de la calidad de nutrientes absorbidos y disponibles para el ganado vacuno.

2.10 CONCLUSIONES

- En cuanto a la producción de materia verde, estadísticamente y con un nivel de significancia del 5 %, los tratamientos donde se aplicaron fuentes orgánicas e inorgánicas de nitrógeno como el estiércol, lombricompost y urea fueron iguales, superando en más del 50 % al testigo absoluto.
- En ambos cortes y en total, la concentración de N y P en el tejido vegetal de Napier (*Pennisetum purpureum*) fue superior, estadísticamente, en el tratamiento donde se aplicó el 100% de Lombricompost. En cuanto a la concentración de K, en el primer corte los tratamientos a base de estiércol, lombricompost y la combinación de lombricompost y urea fueron los mejores, estadísticamente. En el segundo corte así como en el total, estadísticamente los mejores tratamientos fueron los a base de estiércol y lombricompost.
- Económicamente, el tratamiento donde se obtiene la mejor rentabilidad es el tratamiento T3, donde se aplicó únicamente Urea a razón de 200 kgN.ha⁻¹

2.11 RECOMENDACIONES

- Bajo condiciones climáticas y edáficas de la aldea Chivacabé, Huhuetenango y lugares aledaños, aplicar 200 kg de N.ha⁻¹ por año para el cultivo de Napier.
- Si se pretende mejorar la fertilidad del suelo con fines de hacerlo sostenible aplicar 10 toneladas de estiércol bovino + 200 kg de Urea.ha⁻¹.

2.12 BIBLIOGRAFÍA

1. Bornemisza, E. 1983. Introducción a la química de suelos. Costa Rica, OEA. 83 p. (Serie de Química, no.25).
2. Carrillo, GC. 1992. Evaluación de tres niveles de abono orgánico, con la aplicación de 5 niveles de nitrógeno de compensación, en el rendimiento del grano de maíz (*Zea mays* L.) en Moyuta, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 52 p.
3. CATIE, CR. 1986. Investigación en componentes de apoyo al desarrollo de la alternativa mejorada para el sistema mixto en Nueva Concepción, Guatemala (en línea). Costa Rica. Consultado 20 ago 2014. Disponible en <http://books.google.com.gt/books?id=ItqOAQAAIAAJ&pg=PA75&lpg=PA75&dq=nitrogeno+napier&source=bl&ots=zVnhpd3pgn&sig=3SgTXTbamjNAho86Q1F78TPp-cA&hl=es&sa=X&ei=xSMPVLHROcPKggTb8oGACw&ved=0CCQQ6AEwAw#v=onepage&q=nitrogeno%20napier&f=false>
4. Del Cid Batres, CA. 2004. Evaluación de seis niveles de nitrógeno en Napier Morado (*Pennisetum purpureum*). Finca Medio Monte, Palín, Escuintla. EPSA Inv. Inferencial. Guatemala, USAC. 29 P.
5. Estrada Muy, MR. 1985. Respuesta del pasto napier (*Pennisetum purpureum* Sohum.), a tres sistemas de siembra y tres fuentes de nitrógeno, en la Unidad de Riego, Oaxaca, Gualán, Zacapa. EPSA Invest. Inferencial. Guatemala, USAC. 40 p.
6. Ferruzi, C. 1994. Manual de lombricultura. Madrid, España, Ediciones Mundi-Presa. 138 p.
7. Franco Córdón, F. 1978. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de materia seca y proteína del pasto napier (*Pennisetum purpureum* Schum) en el trópico seco de Guatemala. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, USAC. 22 p.
8. Macz Paau, D. 2002. Efecto de seis niveles de nitrógeno sobre el comportamiento productivo del napier morado (*Pennisetum purpureum*). Tesis Lic. Zoot. Guatemala, USAC. 42 p.
9. Mauricio Robles, K. 2011. Comparación productiva y nutricional de napier morado (*Pennisetum purpureum* Cv. morado) y maralfalfa (*Pennisetum purpureum* Cv. maralfalfa) bajo riego, durante la época seca en la región de Chiquimulilla, departamento de Santa Rosa. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, USAC. 30 p.

10. Méndez Chavarría, LA. 1980. Respuesta del pasto Napier (*Pennisetum purpureum*) a diferentes regímenes de humedad y niveles de fertilización. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 54 P.
11. Ordoñez López, C. 1980. Sustitución de la urea por cama de gallinero en la fertilización de pasto napier variedad Costa Rica (*Pennisetum purpureum*). Tesis Lic. Zoot. Guatemala, USAC. 42 p.
12. Orellana López, A. 1993. Índice de herencia e índice de constancia de la producción de leche de un hato bovino, raza Jersey. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, USAC. 28 p.
13. Osorio, O. 1987. Métodos estadísticos aplicados a la investigación agrícola. Tegucigalpa, Honduras, PROMECAFE. 110
14. Raxcaco Gonzales, F. 2001. Evaluación de 5 proporciones de lombricompost con suelo y 4 dosis de fertilizante químico 20-20-0 para la producción de plantas de café, *Coffea arabica* L., en la etapa de almacigo, Yecopcapa Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 119 p.
15. Reyes Valdés, MG. 1995. Evaluación de nitrógeno, fósforo y estiércol bovino sobre el rendimiento del miltomate (*Physalisphita delphica* Lam.); en el Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 32 p.
16. Rodas Núñez, J. 2003. Tendencia de la consanguinidad en el hato Jersey registrado en Guatemala. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, USAC. 43 p.
17. Wikipedia.org. 2014. Urea (en línea). España. Consultado 20 ago 2014. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Urea>

CAPÍTULO III:

**SERVICIOS PRESTADOS EN LA LECHERÍA SANTA CLARA, ALDEA CHIVACABÉ,
HUEHUETENANGO, HUEHUETENANGO.**

3 Capítulo III: SERVICIOS PRESTADOS EN LA LECHERÍA SANTA CLARA, ALDEA CHIVACABÉ, HUEHUETENANGO, HUEHUETENANGO.

3.1 SERVICIO 1. FOMENTO DE LA TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE LOMBRICOMPOST EN LA LECHERÍA SANTA CLARA, HUEHUETENANGO.

3.1.1 Antecedentes

El desperdicio del estiércol es evidente en la lechería Santa Clara. La mayor cantidad proviene del ganado vacuno utilizado para la producción lechera, entre otras los restos vegetales con que se alimenta el ganado. En la época seca son apilados y aplicados a algunos cultivos, en época lluviosa son erosionados por lo cual se pierde por lixiviación. Por lo cual, se propuso aprovechar los recursos que genera la misma actividad, que es el estiércol de ganado, convirtiéndolo en abono más disponible en tiempo y nutrientes para las zacateras, utilizando las lombrices de tierra conocidas como Californiana o coqueta roja (*Esenea foetida*). Esta es una práctica que utiliza dichas lombrices para acelerar la descomposición del estiércol de ganado y poder utilizarlo. Este abono se puede utilizar como fertilizante, como producto comercial para venderlo ó bien para restaurar los suelos de los pastizales de los socios de la lechería.

3.1.2 Objetivos

- Transferir, a los socios de la lechería Santa Elena, la tecnología para la transformación y la producción de abono tipo Lombricompost.
- Producir abono orgánico tipo lombricompost utilizando el estiércol de ganado como materia prima.

3.1.3 Metodología

- **Revisión de literatura**

Se revisó literatura específica sobre la metodología para la producción del lombricompost.

- **Delimitación del área de producción**

Para la realización de este servicio se utilizó una pileta de cemento con un largo de 3 metros, ancho de 1 metro y altura de 1.2 metros, para un volumen de 3.6 metros cúbicos. Se tomó en cuenta que la fuente de agua estuviera disponible y el abono de ganado también al alcance.



Figura 8. Área de Producción de Lombricompost

- **Limpieza del área**

Para que las lombrices se reproduzcan bien necesitan un área donde esté libre de contaminantes como restos de piedras, plásticos, vidrio, etc. Esto se hace con el fin de obtener un producto libre de residuos para evitar la contaminación de las zacateras o al momento de venderlo.

- **Manejo de la luz**

Las lombrices tienen a desarrollarse mejor en la obscuridad, por lo que se les creó las condiciones adecuadas, para esto se colocó naylon de color negro ajustado con regalas de madera.

- **Siembra de lombrices**

Se sembraron aproximadamente 1000 lombrices en la cama. Estas en su mayoría adultas. Para que tuvieran una acelerada reproducción.

- **Alimentación**

El estiércol del ganado vacuno sea aplico en una capa aproximadamente de diez centímetros de grosor. Durante los primeros quince días sea adicione una carreta de estiércol de ganado. Cuando la población de la lombriz coqueta roja se estableció, aproximadamente 10,000 lombrices por metro cuadrado, se aplicó una carreta cada cinco días. Con esta misma cantidad se alimentó a las lombrices, por ocho meses, hasta que se llenó la pileta.



Figura 9. Estiércol de Ganado Bovino Utilizado

- **Aplicación de agua**

Esta actividad se realizó para tener una humedad constante sin llegar a capacidad de campo. El riego se programó con una frecuencia de diez días de intervalo.

- **Cosecha del lombricompost**

Se realizó teniendo el máximo cuidado posible. Las lombrices tienden a estar dispersas en todo el lombricompost, por lo que se colocaron trampas de alimento que consistió en dejar de alimentar a las lombrices por diez días, lo cual provocó que buscaran el alimento y de ésta manera se pudo separar las lombrices del lombricompost. Por último, se tamizo el lombricompost para que fuera lo más homogéneo posible.

3.1.4 Resultados

- Los socios de la lechería Santa Clara, adquirieron en forma práctica el conocimiento para la producción de lombricompost aprovechando el estiércol de ganado.
- Se cosecharon 62 quintales de lombricompost en un periodo de 8 a 10 meses.



Figura 10. Lombricompost Producido

3.1.5 Evaluación del servicio

La participación activa de los socios de la lechería Santa Clara, permitió que los resultados planificados se obtuvieran. Además, facilitó que ellos adquieran el conocimiento práctico para la producción de lombricompost utilizando el estiércol de ganado como materia prima.

La producción de lombricompost permitirá a los socios de la lechería, utilizar de mejor manera el estiércol de ganado y de esa manera poder utilizarlo como fuente de fertilizante nitrogenado para la producción del pasto Napier (*Pennisetum purpureum*), utilizado para la alimentación del ganado vacuno.

3.2 Servicio 2. FOMENTO DE LA TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE SILOS DE PASTO NAPIER (*Pennisetum purpureum*), EN BOLSAS PLÁSTICAS EN LA LECHERÍA SANTA CLARA, HUEHUETENANGO.

3.2.1 Antecedentes

De acuerdo al diagnóstico en el área que comprende a la aldea Chivacabé la temporada seca es bien marcada y actualmente se ha prolongado por efectos del cambio climático. Esta época seca es la causa principal de escasas de alimento a base de napier, principalmente. Los ganaderos buscan alternativas para alimentar al ganado lechero como el alimento concentrado, por lo que se promovió una técnica de almacenamiento de alimento para la época seca, esta técnica es el ensilaje en bolsa plástica.

3.2.2 Objetivos

- Transferir, a los socios de la lechería Santa Clara, la tecnología para ensilar pasto Napier (*Pennisetum purpureum*), en bolsas plásticas.
- Producir ensilado de pasto Napier (*Pennisetum purpureum*), para su utilización en la alimentación del ganado lechero en la lechería Santa Clara.

3.2.3 Metodología

- **Revisión de literatura**

Se revisó literatura específica sobre la metodología para la producción de silos en pasto Napier (*Pennisetum purpureum*).

- **Material Vegetativo Utilizado**

El pasto Napier (*Pennisetum purpureum*), que se utilizó para ensilar fue el que ya tenía la madures vegetal, la cual se determina en el campo cuando la primer hoja de la planta comienza marchitarse, esto nos determina que la planta ya contiene la mayor cantidad de nutrientes disponibles.

- **Material Plástica Utilizado**

Las bolsas de polietileno de color negro, conocidas en el mercado como tipo carpeta, es la que tiene mayor grueso, de 3.5 metros de largo, 1 metro de ancho y de calibre de 40 milímetros. Se utilizó esta bolsa ya que bloquea los rallo de luz para que de paso a la fermentación del pasto que se estaba ensilando. De esta manera se da la fermentación anaeróbica (sin oxígeno).

- **Equipo Utilizado**

- **Picadora**

Esta se utilizó para estandarizar el tamaño del pasto. El tamaño del pasto picado fue no mayor de dos centímetros para que no ocupe demasiado espacio y no pueda romper la bolsa donde se va a almacenar.

- **Aspiradora**

Esta se utilizó para eliminar exceso de oxígeno que contenía la bolsa de plástico.

- **Manejo del Ensilaje**

- **Picado del material vegetativo**

Primero se procedió a picar el pasto Napier (*Pennisetum purpureum*), procurando que este quedara de un largo homogéneo. Seguidamente se incorporó en las bolsas de nylon negro y finalmente se sujetó el extremo de las mismas.

- **Compactación**

Esta acción es para evitar las cámaras de aire, las cuales no permiten que el material vegetativo no se descomponga y no se obtenga una fermentación adecuada. La compactación se realizó usando un palo para empujar el material vegetal, pasto Napier, al fondo de la bolsa hasta alcanzar el nivel de compactación adecuado. Se sujetó el extremo superior de la bolsa, evitando dañar las bolsas de plástico utilizadas.

- **Succión de aire**

El excedente de aire se extrajo con una aspiradora de uso casero, para evitar las cámaras de oxígeno, con este equipo se tiene que tener cuidado que no extraiga pasto porque se reduce su efectividad.

- **Amarre**

El amarre se hizo con mucho cuidado de no romper la bolsa ya que si se rompe entra aire a la bolsa y esto evitara que se fermentara el pasto. Para lo que se utilizó un pedazo de manta alrededor de la bolsa y luego se sujetó con una cincha plástica.

- **Almacenamiento**

El ensilaje se almaceno en una galera seca, utilizando durmientes de madera para evitar el daño físico de las bolsas plásticas utilizadas.

3.2.4 Resultados

Concepto	Unidad de Medida	Cantidad	Observaciones
Participación de socios	Número	20	Se involucró el 80 % de los socios
Producción de ensilado	Kilos	250	Los costos de producción son bajos

3.2.5 Evaluación

El servicio realizado permitió que los socios de la lechería Santa Clara conocieran la tecnología para para producción de ensilaje utilizando bolsas de plástico, que permiten producir alimento para el ganado vacuno durante la época seca. Al mismo tiempo, por medio de ésta técnica se reducen los costos de producción del alimento para el ganado vacuno.

La producción de ensilado, definitivamente es una buena alternativa para la producción de alimento para el ganado en la época seca del siguiente año, por lo que los ganaderos ven el ensilado como una alternativa para reducir los costos de alimentación den la época seca.

3.3 BIBLIOGRAFÍA

1. Estrada Muy, MR. 1985. Respuesta del pasto Napier (*Pennisetum purpureum* Sohum.), a tres sistemas de siembra y tres fuentes de nitrógeno, en la Unidad de Riego, Oaxaca, Gualán, Zacapa. EPSA Invest. Inferencial. Guatemala, USAC. 40 p.
2. Ferruzi, C. 1994. Manual de lombricultura. Madrid, España, Ediciones Mundi-Presa. 138 p.
3. Méndez Chavarría, LA. 1980. Respuesta del pasto Napier (*Pennisetum purpureum*) a diferentes regímenes de humedad y niveles de fertilización. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 54 P.
4. Orellana López, A. 1993. Índice de herencia e índice de constancia de la producción de leche de un hato bovino, raza Jersey. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, USAC. 28 p.
5. Rodas Núñez, J. 2003. Tendencia de la consanguinidad en el hato Jersey registrado en Guatemala. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, USAC. 43 p.

4 APÉNDICES

4.1 Costos de producción de los tratamientos de la investigación

Cuadro 21A. Costos de producción de tratamiento 1

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (Q.)	Costo total (Q.)
COSTOS VARIABLES				5520
Insumos				0
Fertilizante	Quintal	0	0	0
Mano de obra				5520
Resiembra	Jornal	23	60	1380
Limpia	Jornal	23	60	1380
Corte	Jornal	46	60	2760
Transporte del Napier	Jornal	2	60	120
COSTOS FIJOS				25
Machete	Unidad	1	25	25
COSTOS TOTAL				5545
INGRESOS BRUTOS	Kilos	2330	2	4660
INGRESOS NETOS	Q.			-885
RENTABILIDAD (%)	%			-15.96

Cuadro 22A. Costos de producción del tratamiento 2

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (Q.)	Costo total (Q.)
COSTOS VARIABLES				16900
Insumos				10000
Estiércol de vaca	Quintal	2000	5	10000
Mano de obra				6900
Resiembra	Jornal	23	60	1380
Fertilización	Jornal	23	60	1380
Limpia	Jornal	23	60	1380
Corte	Jornal	46	60	2760
Transporte del Napier	Jornal	2	60	120
COSTOS FIJOS				25
Machete	unidad	1	25	25
COSTOS TOTAL				16925
INGRESOS BRUTOS	Kilos	4820	2	9640
INGRESOS NETOS	Q.			-7285
RENTABILIDAD (%)	%			-43.04

Cuadro 23A. Costos de producción del tratamiento 3

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (Q.)	Costo total (Q.)
COSTOS VARIABLES				7400
Insumos				500
Urea	Quintal	2	250	500
Mano de obra				6900
Resiembra	Jornal	23	60	1380
Fertilización	Jornal	23	60	1380
Limpia	Jornal	23	60	1380
Corte	Jornal	46	60	2760
Transporte del Napier	Jornal	2	60	120
COSTOS FIJOS				25
Machete	unidad	1	25	25
COSTOS TOTAL				7425
INGRESOS BRUTOS	Kilos	4500	2	9000
INGRESOS NETOS	Q.			1575
RENTABILIDAD (%)	%			21.21

Cuadro 24A. Costos de producción del tratamiento 4

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (Q.)	Costo total (Q.)
COSTOS VARIABLES				17150
Insumos				10250
Lombricompost	Quintal	1000	10	10000
Urea	Quintal	1	250	250
Mano de obra				6900
Resiembra	Jornal	23	60	1380
Fertilización	Jornal	23	60	1380
Limpia	Jornal	23	60	1380
Corte	Jornal	46	60	2760
Transporte del napier	Jornal	2	60	120
COSTOS FIJOS				25
Machete	unidad	1	25	25
COSTOS TOTAL				17175
INGRESOS BRUTOS	Kilos	5420	2	10840
INGRESOS NETOS	Q.			-6335
RENTABILIDAD (%)	%			-36.89

Cuadro 25A. Costos de producción del tratamiento 5

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (Q.)	Costo total (Q.)
COSTOS VARIABLES				26900
Insumos				20000
Lombricompost	Quintal	2000	10	20000
Mano de obra				6900
Resiembra	Jornal	23	60	1380
Fertilización	Jornal	23	60	1380
Limpia	Jornal	23	60	1380
Corte	Jornal	46	60	2760
Transporte del Napier	Jornal	2	60	120
COSTOS FIJOS				25
Machete	unidad	1	25	25
COSTOS TOTAL				26925
INGRESOS BRUTOS	Kilos	4720	2	9440
INGRESOS NETOS	Q.			-17485
RENTABILIDAD (%)	%			-64.94