

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE HIERBA
MORA (*Solanum* sp.); CATARINA, SAN MARCOS.**

PROYECTO DE GRADO

BEDER SAÚL AGUIRRE GARCÍA

CARNET 24971-15

QUETZALTENANGO, ABRIL DE 2021
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE HIERBA
MORA (*Solanum* sp.); CATARINA, SAN MARCOS.**

PROYECTO DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
BEDER SAÚL AGUIRRE GARCÍA

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

QUETZALTENANGO, ABRIL DE 2021
CAMPUS DE QUETZALTENANGO

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLÍS, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTHA ROMELIA PÉREZ CONTRERAS DE CHEN
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: LIC. JOSÉ ALEJANDRO ARÉVALO ALBUREZ
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: MGTR. MYNOR RODOLFO PINTO SOLÍS
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. JOSÉ FEDERICO LINARES MARTÍNEZ
SECRETARIO GENERAL: DR. LARRY AMILCAR ANDRADE - ABULARACH

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
VICEDECANO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA
SECRETARIO: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN
DIRECTORA DE CARRERA: MGTR. EDNA LUCÍA DE LOURDES ESPAÑA RODRÍGUEZ

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. MARCO ANTONIO ABAC YAX

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. MARÍA SARAÍ SUNÚN PÉREZ

ING. LEONEL ABRAHAM ESTEBAN MONTERROSO



AUTORIDADES DEL CAMPUS DE QUETZALTENANGO

- DIRECTOR DE CAMPUS: P. MYNOR RODOLFO PINTO SOLIS, S.J.
- SUBDIRECTORA ACADÉMICA: MGTR. NIVIA DEL ROSARIO CALDERÓN
- SUBDIRECTORA DE INTEGRACIÓN
UNIVERSITARIA: MGTR. MAGALY MARIA SAENZ GUTIERREZ
- SUBDIRECTOR ADMINISTRATIVO: MGTR. ALBERTO AXT RODRÍGUEZ
- SUBDIRECTOR DE GESTIÓN GENERAL: MGTR. CÉSAR RICARDO BARRERA LÓPEZ

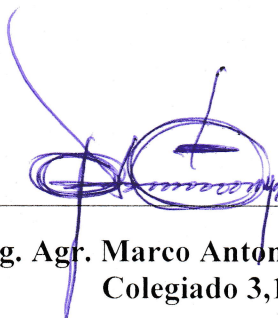
Quetzaltenango 28 de noviembre de 2019.

Comisión de Trabajos de Graduación
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el informe final del Trabajo de Proyecto de Grado del estudiante, que se identifica con carné 2497115, titulado: **“ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE HIERBA MORA (*Solanum Sp*); CATARINA, SAN MARCOS”**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la Comisión su aprobación.

Atentamente



Ing. Agr. Marco Antonio Abac Yax
Colegiado 3,100



Universidad
Rafael Landívar

Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

No. 061969-2021

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Proyecto de Grado del estudiante BEDER SAÚL AGUIRRE GARCÍA, Carnet 24971-15 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus de Quetzaltenango, que consta en el Acta No. 0667-2021 de fecha 23 de abril de 2021, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE HIERBA MORA (*Solanum sp.*); CATARINA, SAN MARCOS.

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 26 días del mes de abril del año 2021.



MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN, SECRETARIO
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

A:

El Eterno Creador, por la vida, la salud hasta este momento y por la sabiduría que me ha dado durante cada etapa de mi vida.

Universidad Rafael Landívar y Universidad de San Carlos de Guatemala por brindarme la oportunidad de adquirir conocimiento dentro de sus aulas.

Ing. Marco Antonio Abac Yax, por el apoyo y amabilidad que me brindó desde el ingreso a la Universidad Rafael Landívar; y a mis recordados docentes Ing. Miguel Ángel Álvarez, Lcda. Yomara Quiroa, PhD. Fernando Aldana (+), Ing. José Granados, Ing. Marco Antonio Molina, Ing. Miguel Osorio.

A los maestros de Escuela Oficial Rural Mixta, especialmente a Profa. Ligia Hernández; a catedráticos del Instituto de Educación Básica por Cooperativa de Aldea El Sitio, Catarina, San Marcos, especialmente a PEM. Víctor Manuel Guzmán; catedráticos del Instituto Privado Rafael Arévalo Martínez de Coatepeque, Quetzaltenango.

Mis amigos José Miguel Amarra, Luis Gustavo Barrios, Melvin Rodriguez, Jesús Piedrasanta, Ing. Walter Delfino López, Ing. Joel René López, Ing. Emilio Bulux, Ing. Henry Chávez, Ing. Eduardo López, Ing. Berny Velásquez, Ing. Esdras Mazariegos, Ing. Emilio Piedrasanta; a Ever Orozco y Dalila Barrios por la hospitalidad y apoyo durante los últimos meses en la URL; a Wilson Asmed Barrios por ser un hermano más brindándome su apoyo incondicional; a las familias Escobar Lobos y Escobar Fuentes por el apoyo durante la ejecución de mi Proyecto de Grado.

DEDICATORIA:

Al Eterno Creador: Por la vida, la salud, la sabiduría, sus bendiciones expresadas de diferentes maneras a mi favor y de mi familia.

A mi esposa e hijos: Leidy Maricela Orozco, por el apoyo, la comprensión y la paciencia durante mi carrera universitaria; a mis hijos Bederlyn Aguirre, Jonathan Aguirre y Beder Lorenzo Aguirre, por la comprensión y la paciencia en mi proceso académico.

A mi hermano: Luis Alberto Aguirre García por el apoyo incondicional en los momentos que más lo necesité, especialmente durante el proceso de formación académica universitaria.

A mis padres: Por su amor, su esfuerzo, las plegarias dirigidas al Creador para recibir de Él la sabiduría y protección; por todo el apoyo incondicional durante todas las etapas de mi vida.

A mis abuelos: Paternos: Manuel Aguirre y Gloria Nineth López (+), mis abuelos maternos: Noé García (+), de quien recibí las primeras nociones de agricultura, y Paula Barrios, gracias porque durante cada etapa de mi vida han suplicado al Creador por mi bienestar.

A mis suegros: Mariano Orozco, Dina de León, por el cariño y apoyo que me demuestran especialmente a mi familia.

A mis familiares: A mis tíos, primos, sobrinos y cuñados, gracias por el apoyo que siempre me han brindado, especialmente el apoyo espiritual.

ÍNDICE

RESUMEN	i
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Marco teórico.....	2
1.1.1. Hierba mora (Solanum sp.).....	2
1.1.2. Plan de fertilización para el cultivo de hierba mora	13
1.2. Antecedentes.....	14
1.3. Justificación del proyecto.	22
1.4. Objetivos del proyecto.....	23
1.4.1. General.....	23
1.4.2. Específicos	24
2. DESARROLLO DEL PROYECTO	25
2.1. Descripción del proyecto.....	25
2.1.1. Contexto del proyecto.....	25
2.1.2. Tipo de proyecto.....	26
2.1.3. Tamaño del proyecto.....	26
2.1.4. Descripción de la localización del proyecto.....	27
2.1.5. Procedimientos (metodología).....	29
2.2. Indicadores y medios de verificación.....	33
2.2.1. Indicadores de rendimiento.....	34
2.2.2. Indicadores de crecimiento vegetativo.....	34
2.2.3. Indicadores económicos.....	35
2.3. Metodología de evaluación del proyecto.....	36
2.3.1. Indicadores de resultados.....	36
2.3.2. Indicadores de gestión.....	37
2.4. Presupuesto del proyecto.....	37
2.5. Cronograma de trabajo.....	38

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
3.1. Evaluación del proyecto.	39
3.1.1. Aspectos técnicos.....	39
3.1.2. Aspectos económicos.....	57
3.2. Medios de verificación del proyecto.	60
3.3. Análisis de impactos del proyecto.	61
3.3.1. Económico.	61
3.3.2. Social.....	61
3.3.3. Ambiental.....	62
4. CONCLUSIONES.....	64
5. RECOMENDACIONES	65
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
7. ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Clasificación Taxonómica de la hierba mora</i>	3
Tabla 2.	<i>Análisis bromatológico de la hierba mora basado en 100 g de materia seca.</i>	7
Tabla 3.	<i>Comparación de dos muestras por el método de muestras independientes para la variable rendimiento de biomasa fresca, de cuatro cortes al cultivo de hierba mora, de la parcela con fertilización combinada y de la parcela con fertilización tradicional, expresados en kg/ha; Catarina, San Marcos, 2019.</i>	39
Tabla 4.	<i>Cálculo de t de Student al cinco por ciento de error para la variable rendimiento de biomasa fresca, de cuatro cortes al cultivo de hierba mora, de la parcela con fertilización combinada y de la parcela con fertilización tradicional, expresados en kg/ha; Catarina, San Marcos, 2019.</i>	40
Tabla 5.	<i>Comparación de dos muestras por el método de muestras independientes para la variable altura por planta (cm), en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, primer corte en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.</i>	43
Tabla 6.	<i>Cálculo de t de Student al cinco por ciento de error para la variable altura por planta (cm), en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, primer corte en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.</i>	44
Tabla 7.	<i>Comparación de dos muestras por el método de muestras independientes para la variable altura por planta (cm), en la parcela con fertilización</i>	

	<i>combinada y en la parcela con fertilización tradicional, segundo corte en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.</i>	45
Tabla 8.	<i>Cálculo de t de Student al cinco por ciento de error para la variable altura por planta (cm), en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, segundo corte en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.</i>	46
Tabla 9.	<i>Comparación de dos muestras por el método de muestras independientes para la variable altura por planta (cm), en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, tercer corte en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.</i>	47
Tabla 10.	<i>Cálculo de t de Student al cinco por ciento de error para la variable altura por planta (cm), en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, tercer corte en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.</i>	48
Tabla 11.	<i>Comparación de dos muestras por el método de muestras independientes para la variable altura por planta (cm), en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, cuarto corte en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.</i>	49
Tabla 12.	<i>Cálculo de t de Student al cinco por ciento de error para la variable altura por planta (m), en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, corte número cuatro en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.</i>	50

Tabla 13.	<i>Comparación de medias por el método de muestras independientes para la variable brotes por planta, en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, en cuatro cortes en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.</i>	51
Tabla 14.	<i>Cálculo de t de student al cinco por ciento de error, de las medias para la variable brotes por planta, en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, en cuatro cortes en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.</i>	52
Tabla 15.	<i>Comparación de medias por el método de muestras independientes para la variable número de hojas por tallo, en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, en cuatro cortes en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.</i>	54
Tabla 16.	<i>Cálculo de t de student al cinco por ciento de error, de las medias para la variable número de hojas por tallo, en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, en cuatro cortes en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.</i>	55
Tabla 17.	<i>Resultados de rendimiento y crecimiento vegetativo, en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, en cuatro cortes en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.</i>	56
Tabla 18.	<i>Rentabilidad neta por Tm de producción por hectárea del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de hierba mora (Solanum sp); Catarina, San Marcos, 2019.</i>	59

Tabla 19.	<i>Resultados de análisis de suelo antes de aplicación de la fertilización combinada al suelo, en la parcela con aplicación y sin aplicación, 2019...</i>	75
Tabla 20.	<i>Costos de producción por hectárea de la parcela con fertilización combinada al suelo; Catarina, San Marcos, 2019.....</i>	76
Tabla 21.	<i>Costos de producción por hectárea de la parcela con fertilización tradicional al suelo; Catarina, San Marcos, 2019.....</i>	78

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	Parcela bruta y neta, proyecto de establecimiento de un plan de fertilización al suelo en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.	27
<i>Figura 2.</i>	Croquis de campo, proyecto de establecimiento de un plan de fertilización al suelo en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.	27

ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE HIERBA MORA; CATARINA, SAN MARCOS.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de un plan de fertilización al suelo en el cultivo de hierba mora, en el municipio de Catarina, San Marcos; este plan combinó la aplicación de abono orgánico y fertilizantes químicos, específicamente 1,500 kg/ha de lombricompost previo al trasplante y 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P y 100 kg/ha de K. Se manejó una parcela con la fertilización tradicional que realiza el agricultor, 672 kg/ha de N y 120 kg/ha de P, esto para contrastar los resultados por medio de la comparación de dos muestras bajo el cálculo de muestras independientes al cinco por ciento de error. Para el indicador de rendimiento se comparó: rendimiento en kg/ha en cada parcela, por cada uno de los cortes. Para el indicador de crecimiento vegetativo se compararon: altura por planta, número de brotes por planta, número de hojas por tallo. Los resultados demuestran que la aplicación de la fertilización combinada al suelo, tiene efectos positivos en los indicadores de rendimiento y crecimiento vegetativo, en el primer y segundo corte, en el tercer y cuarto corte se obtuvieron mayores resultados en la parcela con fertilización tradicional. Al someter el proyecto al análisis económico de los cuatro cortes realizados, se pudo comprobar que la aplicación de la fertilización combinada al suelo, presentó menores costos totales, pues se reduce la cantidad de fertilizantes químicos y mano de obra, y se obtuvo una rentabilidad del 45.66% y en la parcela con fertilización tradicional se obtuvo una rentabilidad del 34.88%.

1. INTRODUCCIÓN

La degradación de los suelos es cada vez mayor, dado que en la mayoría de los casos no se consideran las buenas prácticas agrícolas; situación que afecta el tema de nutrición vegetal, condicionando de esta manera la capacidad productiva de los suelos, problemática que afecta los rendimientos de los cultivos y consecuente a esto la calidad de vida de los agricultores; en este sentido es necesaria la implementación de planes de fertilización que se enfoquen en mejorar la nutrición de los cultivos y con esto mejorar los rendimientos en los mismos y así permitir que sean rentables para el agricultor.

En algunos cultivos y especialmente los que son considerados nativos se carece de un plan de fertilización que se ajuste a las necesidades nutricionales básicas de cada uno de estos, por lo que los agricultores realizan los aportes de estos nutrientes a criterio propio sin un previo análisis de suelo y sin dosificación adecuada. Los que han decidido realizar esta práctica con criterio técnico, lo hacen tomando en cuenta las recomendaciones de estudios realizados con anterioridad sobre el tema de fertilización.

La hierba mora (*Solanum* sp.), es considerada como una hortaliza nativa, que posee grandes bondades, desde varios siglos atrás ha sido considerada de mucha importancia dentro de la población guatemalteca, se ha usado como alimento por sus aportes de hierro, proteínas y otras vitaminas y como tratamiento de la salud. En la actualidad pocos agricultores en el municipio de Catarina, San Marcos, cultivan esta especie, derivado en su mayoría por los bajos rendimientos. En este sentido, se propone realizar un proyecto, en el que se establece un plan de fertilización al suelo para este cultivo, basados en la experiencia de Rosales (2011), que recomienda aplicar 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P y 100 kg/ha de K; y en la experiencia de López (2012) al aplicar 1,500 kg/ha de lombricompost previo al trasplante, para aumentar significativamente los rendimientos de este

cultivo. El proyecto se estableció por medio de dos parcelas analizadas por muestras independientes, bajo las condiciones edafoclimáticas de Catarina, San Marcos.

Los resultados del proyecto fueron analizados a través de una prueba de medias (T de Student), según este análisis, la fertilización combinada al suelo mejora considerablemente los indicadores de rendimiento y crecimiento vegetativo solamente en el primer y segundo corte, no así en el tercer y cuarto corte; la rentabilidad neta por medición de producción (Tm), en los totales cosechados, presentó un leve aumento con la fertilización combinada al suelo.

1.1. Marco teórico

1.1.1. Hierba mora (*Solanum* sp.)

Sinónimos y nombres comunes. Los sinónimos de la especie *Solanum nigrescens* son los siguientes: *Solanum douglasii* Dunal., *Solanum oligospermum* Bitter; y el sinónimo de *Solanum americanum*: *Solanum nodiflorum* Jacq. Este cultivo ha adoptado diferentes nombres con los que la población los identifica, tales como: hierba mora, macuy, quilete, quequeste, matafas, tomatillos del diablo (Mejicanos, 2009).

Clasificación taxonómica y botánica. Algunas definiciones sobre la clasificación botánica son las siguientes: Sub arbusto herbáceo, anual, tallo pubescente o glabro, ramificado desde la base; hasta 1 m de altura; hojas lanceoladas a ovado-lanceoladas de 3.0 a 6.2 cm de largo x 1.1- 4.0 cm de ancho en la parte media, márgenes enteros a ondeados, rara vez sinuado - dentado. Las inflorescencias simples, tres a seis flores, pedúnculos a 2.8 cm de largo fructificación; pedicelos de hasta 14 mm de largo de fructificación, los cálices de 1.1 a 2.0 mm de largo, sépalos recurvados lejos de la baya madura. Corolla estrellado, blanco, ocasionalmente púrpura, con la estrella basal translúcido a amarillo-verdoso, de 1.6 a 4.0 mm de radio; anteras amarillas, 0.7 a 1.5

mm de largo. Polen de 15.0 a 21.7 micras de diámetro; estilos de 1.2 a 3.5 mm de largo. Por lo general inserta más allá de las anteras, hasta 2.5 mm; frutos baya globosa o sub globosa, de 4 a 8 mm de diámetro, verdes y negros al madurar; semillas de, 5 mm de largo, 24 a 70 por baya; gránulos escleróticos generalmente ausentes, ocasionalmente presentes (Rodríguez A. , 2016).

Tabla 1.

Clasificación Taxonómica de la hierba mora

Reino	Vegetal
Sub-Reino	Embryobionta
División	Tracheophyta
Sub División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsidae
Sub Clase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Solanum</i>
Especies	<i>americanum</i>

(Mejicanos 2009; citado por Solís, 2014).

Solanum americanum: Puede definirse como: hierba erecta de 1 metro de alto, tallo pubescente, hojas en pares o solitarias, 3-14 cm. de largo, forma lanceolada u ovaladas, ápice agudo, inflorescencia internodal, racemiforme, pedunculada, con pocas flores, flores en cálices, corola blanca con lóbulos papilados, 5-8 mm de ancho, estilo 2.5-3.5 cm. de largo, más largo que los estambres, ovario globoso. Frutos globosos, primero verdes y negros al madurar, 4-8 mm de diámetro; semillas pequeñas de 1mm. *Solanum nigrescens*: hierba erecta de 0.5 – 2m de alto, tallo piloso; hojas en pares o solitaria, diferentes en tamaño, similares en forma, enteras o dentadas, lanceoladas, 3-18 cm. de largo, ápice acuminado o angosto agudo, base atenuada pilosa en haz. Inflorescencia lateral o internodal, racemiforme; pedúnculos 1-3 cm de largo; cáliz 1-1.5 mm de

largo, lobulado; corola blanca o lila, mancha oscura en la base; filamentos ciliados; anteras 3-4 mm de largo; ovario glabro. Fruto globoso, 4-7 mm de diámetro; semillas de 1 a 1.5 mm de largo (Volak, 1998; citado por Mejicanos, 2009).

Origen, ecología y distribución. En la actualidad Centro América se considera una de las regiones de origen de la especie *Solanum* sp. o hierba mora, la cual forma parte de las 1,500 especies del género *Solanum* que se encuentran distribuidas en zonas tropicales y subtropicales (Recinos, 1998).

Solanum americanum, se encuentra en forma silvestre en toda la República de Guatemala, Belice, Oeste de Estados Unidos, de México a Panamá, y en América del Sur. Crece desde los 450 a los 1,500 metros sobre el nivel del mar en matorrales húmedos y bosques y en laderas abiertas y campos. Es maleza común en campos cultivados y también se cultiva para su comercialización como verdura. En Guatemala se ha descrito en Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chimaltenango, Chiquimula, Escuintla, Guatemala, Huehuetenango, Jutiapa, Petén, Izabal, Retalhuleu, Sacatepéquez, San Marcos, Santa Rosa, Suchitepéquez y Zacapa (Mejicanos 2009; citado por Solís, 2014).

Existen especies que difieren en detalles morfológicos tan mínimos, que en ocasiones es bastante difícil determinar si se trata de la misma especie o de otra. En Guatemala es posible encontrarla en cultivo o en terrenos baldíos, en terrenos abiertos a cultivo, en una amplia variedad de climas, fríos o cálidos. Dichos autores citan de 150 a 1,500 msnm, raramente arriba de esta altitud. (Gentry y Standley 1974; citado por Rosales, 2011).

Estudios realizados por Vásquez y Vásquez (1983), señalan que la hierba mora o macuy puede localizarse a alturas de 2,700 msnm (Vásquez y Vásquez 1983; citado por Rosales, 2011).

En Guatemala, se encuentran presentes tres especies las cuales son: *Solanum americanum* Miller, sinónimo *Solanum nodiflorum* Jacq, conocida como hierba mora en Chimaltenango y Jutiapa, como macuy en Alta Verapaz y como quilete en Santa Rosa. También se puede encontrar en Petén, Zacapa, Sacatepéquez, Chimaltenango, Huehuetenango, Baja Verapaz, Escuintla, Retalhuleu, San Marcos, Belice, Oeste de EUA; de México hasta Costa Rica, Panamá y América del Sur. *Solanum nigricans* Mart y Gal, sinónimo *Solanum vernicinitense* extiende de 1,200 a 2,700 msnm, en bosques densos, a menudo en bosques de *Abies* y *Cupressus*; en bosques abiertos de pino y encino, localizada en Alta Verapaz, Zacapa, Quiché, Totonicapán, Quetzaltenango, Huehuetenango, Suchitepéquez, San Marcos, Sur de México y Honduras. *Solanum nigrescens* Mart y Gal, se le conoce como hierba mora en Quetzaltenango y como macuy en Sacatepéquez. Se extiende de 1,500 a 3,900 msnm, en Chiquimula, El Progreso, Sacatepéquez, Huehuetenango, Escuintla, San Marcos, Sur de México y Costa Rica (Azurdía y González 1986, citados por Solís, 2014).

Conocida en el medio local por la cultura Maya K'iche' como imu't, en algunas regiones del país como macuy, en otras como quilete y en El Salvador conocida también como mora, es una planta silvestre que se localiza como maleza en cultivos de maíz, potreros y terrenos baldíos. Perteneciente a las solanáceas que incluye: *Solanum americanum*, *S. nigrescens* y *S. nigricans*. Es una planta que se adapta a cualquier condición climática y edáfica. La hierba mora es una planta abundante en todo el país y se presenta como maleza ruderal y arvense, y con menor frecuencia en cultivos de huertos familiares; el altiplano central de Guatemala es la región más importante en cuanto a hierba mora o macuy. Su presencia es familiar como maleza tolerada en los cultivos de maíz y el frijol (Azurdía, García y Ríos, 2008; citados por Quintana, 2013).

Hierba anual, crece principalmente como maleza en rastrojos y cultivos limpios de maíz (*Zea mays* L), en los campos libres, en cultivos perennes de café (*Coffea arabica* L), pero también se encuentra domesticada como cultivo en los huertos de traspatio como una planta alimenticia. Se encuentra en suelos con textura francos arcillosos y arenosos, la topografía va de semiplano a plano y en algunas áreas onduladas, a 350-400 msnm, el clima es cálido- húmedo, la propagación de esta especie se lleva a cabo por medio de semillas, cuando realizan la limpia del café, o por aves que se alimentan de estos frutos (Rodríguez R. , 2008).

Características. Para la hierba mora se pueden describir las características morfológicas y agronómicas siguientes: planta de 19.7 a 69.4 cm, área foliar de 6.3 a 22.4 cm², peciolo de 5.4 a 20.2 mm de largo, pedúnculo de 9 a 18.9 mm de largo, semillas de 0.78 a 1.2 mm de diámetro, emergencia de 7 a 17 días, floración de 40 a 71 días, período de floración de 41 a 79 días, inflorescencia por planta de 55 a 669 flores por inflorescencia, días de fructificación de 54 a 98, días de maduración del fruto siete a 12, número de frutos por planta de 301 a 409, frutos por inflorescencia seis a 10, número de semillas por fruto de 38 a 94, número de semillas por gramo 3,076 a 5,539, rendimiento bruto de 2,645.3 a 4,073.3 kg/ha y rendimiento neto de 806 a 2,039.7 kg/ha (Vásquez y Vásquez 1983; citado por Rosales, 2011).

Análisis bromatológico. La hierba mora es considerada una fuente de alimentación saludable para la población en general, es importante conocer sobre los aportes vitamínicos y energéticos de esta planta comestible.

En la tabla dos, aparece el análisis bromatológico del cultivo de hierba mora, (*Solanum* sp.) según el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, esta planta es de alto valor nutricional, ya que aporta a la alimentación humana vitaminas de importancia y proteínas entre otros (INCAP, 2012).

Tabla 2.*Análisis bromatológico de la hierba mora basado en 100 g de materia seca.*

Valor energético	45.0 Kcal
Agua	85.0%
Proteína	5.10g
Grasa	0.80 g
Hidratos de carbono	7.30 g
Fibra	4.34 g
Ceniza	1.80 g
Calcio	226 mg
Fósforo	74 mg
Hierro	12.60 mg
Vitamina A	34 mcg
Vitamina C	92 mg
Tiamina	0.20 mg
Rivoflamina	0.35 mg
Niacina	0.97 mg
Colesterol	0 mg
Fracción Comestible	0.51 %

(INCAP, 2012)

Importancia del cultivo en la nutrición humana. La búsqueda de nuevas alternativas de fuentes de proteína conlleva el conocimiento botánico, agronómico y nutricional de las especies vegetales. Dentro de la flora guatemalteca existe una cantidad considerable de especies útiles para la alimentación humana, que, debido a falta de conocimiento por parte de las ramas agrícolas y nutricionales, no se les ha dado la importancia que realmente tienen. La hierba mora tiene una amplia utilización por las comunidades con las que está asociada. Se ha llegado a comprobar que las especies de hierba mora son fuentes de proteína, vitaminas y minerales sobresaliendo el hierro

entre estos últimos (Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 1993; citado por López E. , 2012).

Estudios realizados revelan que la hierba mora es una fuente de macro y micronutrientes porque contiene carbohidratos, proteínas y grasas, (macro nutrientes) Así mismo posee: hierro, vitaminas A y C y vitaminas B1, B2 y B3 (micronutrientes) (Quintana, 2013).

Otra planta objeto de estudio de Martínez Muñoz es la hierba mora, también conocida como macuy o quilete. Esta es la que tiene mayor contenido de hierro, calcio y fósforo, por lo que resulta ideal para combatir la anemia. Fuentes y Guzmán hacen referencia de esta planta en su obra Recordación Florida (1690). Pero es hasta la década de 1980 que la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) descubrió en la hierba mora propiedades antimicrobianas y antiespasmódicas en varias especies nativas como *Solanum nigrescens* y *Solanum americanum* (González A. , 2013).

Importancia económica. Productos nativos como la chía, amaranto, hierba mora, moringa, chipilín, macuy, bledo, entre otros forman parte de los “Mayan SuperFoods” que la 18a. edición de AGRITRADE Expo & Conference, presentó el 23 y 24 de marzo de 2017 en Santo Domingo del Cerro, Antigua Guatemala, junto a una oferta guatemalteca, consistente en más de 50 productos agrícolas entre vegetales, frutas, plantas ornamentales, flores y especias. Estas entre otras especies forman parte de la oferta exportable de más de 50 productos que se presentó a más de 110 compradores internacionales en busca de generar para Guatemala, negocios agrícolas por más de US\$ 25 millones a corto y mediano plazo. El sector agrícola exportador representa el 30% del total que exporta Guatemala. Un importante generador de empleo en el área rural que involucra la participación de miles de mujeres en labores de post-cosecha y ahora con fuerte involucramiento como lideresas rurales. En el 2016, hubo un ingreso de divisas por exportaciones agrícolas de US\$

3 mil 274 millones, impactando en el 10% del Producto Interno Bruto (PIB). Por ello, convenciones internacionales como AGRITRADE Expo & Conference se vuelven herramientas clave para continuar impulsando este sector, como esta nueva edición que está uniendo y fortaleciendo la cadena productiva del país, logrando la participación de nuevos productores rurales a la exportación”, indicó el presidente de AGEXPORT, Ing. Antonio Malouf (Martinez, 2017).

Usos populares de la hierba mora. Las hojas se comen en caldo o fritas con huevo, es una hierba que se consume en grandes cantidades en el país y es frecuente encontrarla en los mercados y supermercados, se acostumbra comer para la convalecencia y recuperación de diversas enfermedades (Cáceres 1996; citado por Girón, 2006).

Las plantas nativas de Guatemala que tienen importancia como fuentes de alimento, condimentos o recursos de la etnomedicina. Las plantas autóctonas forman parte de la cultura del guatemalteco, por lo tanto, tiene mucho sentido utilizarlas en proyectos de acuaponía dirigidos a solventar el problema del hambre y la soberanía alimentaria (Villar, 1998; citado por Guerra, Valdez, Aquino, & López, 2015).

En medicina popular, las hojas o la infusión en frío de las mismas se emplean como sedante, antiinflamatorias, antipiréticas y purgantes; la sobredosis, sin embargo, puede ser fatal (Portillo 2004; citado por Girón, 2006).

Usos medicinales atribuidos. El cocimiento de hojas y semillas tiene amplio uso medicinal, por vía oral se administra en el tratamiento de afecciones gastrointestinales (cólico, diarrea, estreñimiento, gastritis, ulcera gástrica) y respiratorias (asma, amigdalitis, tos ferina), anemia, cirrosis, dolor de muelas, escorbuto, hinchazón, meningitis, nerviosismo, paludismo, presión alta, retención urinaria, reumatismo. La decocción de hojas se usa por vía tópica para el tratamiento de afecciones dermatomucosas (acné, abscesos, dermatitis, eczema, erisipela, exantema, heridas,

leucorrea, llagas, mezquinos, pústulas, tiña, úlceras y vaginitis), la cataplasma de hojas frescas se usa para tratar erisipela. Los frutos se usan para tratar verrugas y madurar abscesos. Se le atribuye propiedad aperitiva, calmante, depurativa, diurética, desinflamante, emoliente, febrífuga, mineralizante, reconstituyente, sedante y vulneraria (Cáceres 1996; citado por Girón, 2006).

La resistencia de las bacterias a los antibióticos ha devenido en un grave problema de salud, tanto para los países del norte como para los del sur. Cuando se desarrollaron por primera vez, los antibióticos fueron vistos como "balas mágicas" que cambiarían radicalmente el tratamiento de la enfermedad infecciosa, sin embargo en la actualidad las bacterias han logrado desarrollar resistencia a los fármacos tradicionales, la producción de nuevas moléculas es lenta y ha disminuido notoriamente en los últimos años, aconteciendo casos contra los que no existe tratamiento eficaz (Chang, 2013).

En respuesta a la necesidad de conseguir alternativas eficaces para el control de las infecciones bacterianas, se ha recurrido a la fitoquímica y fitofarmacología. La gran cantidad de metabolitos secundarios en las plantas ofrece una gigantesca posibilidad de hallar moléculas bioactivas con actividad biológica. Así, se acepta que, sin menospreciar el avance alcanzado por la síntesis química, las plantas son consideradas la fuente principal de sustancias activas con propiedades antibacterianas, apoyado en que ellas producen cientos de miles de metabolitos secundarios y muchos pueden ser antibacterianos. La flora cubana posee un gran número de familias de plantas, que poseen propiedades medicinales reconocidas. Entre estas especies se encuentra *Solanum nigrum* L, conocida como hierba mora, perteneciente a la familia de las Solanáceas. Puede encontrarse en todos los continentes, aunque la mayor riqueza de especies se halla en América Central y América del Sur (Chang, 2013).

Requerimientos edáficos y climáticos. Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, MAGA (2009), la hierba mora es una especie cosmopolita, que se adapta a diversas condiciones agroecológicas, desde cerca del nivel del mar hasta más de mil metros sobre éste. Se desarrolla en rangos de temperatura desde 20 a 35°C. Con respecto a los tipos de suelo prefiere suelos, ricos en nitrógeno, sueltos, húmicos, con un pH casi neutro 6.5 a 7, precipitación pluvial requerida en 500 a 1,200 milímetros anuales. Crece en forma silvestre en potreros y cafetales, durante la época lluviosa o en áreas húmedas, en suelos arcillosos hasta franco arenosos con alto contenido de materia orgánica, teniendo un óptimo desarrollo en esta última clase de suelos (López E. , 2012).

Fertilización. El nitrógeno, fósforo y potasio son necesitados en grandes cantidades para los cultivos de alto rendimiento. Estos son extraídos del suelo, de aquí que el suministro de ellos por el suelo, sea cada vez más limitado (Vademécum de la Potasa 1978; citado por Trujillo, 2001).

El nitrógeno es necesario para la formación de las células, forma parte de la clorofila y proteínas, contribuyendo al desarrollo de la parte aérea del vegetal, dando un color verde intenso, en todas las plantas el nitrógeno actúa como un regulador de la asimilación de fósforo y potasio; una deficiencia de nitrógeno, provoca un crecimiento lento, hojas cloróticas que en ciertas plantas tienden a caerse (Rodríguez 1988; citado por Paz, 1995).

Otro mineral utilizado como fertilizante es el fósforo en forma de óxido de fósforo P_2O_5 ayuda a que las plantas sean robustas. Cuando se encuentra ausente en el suelo, es casi nula la conversión de almidón en azúcar, además no hay conversión de grasa o provoca un sistema radicular poco desarrollado (Pantastico 1984 y Tamaro 1981, citados por Recinos, 1998).

El Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador, MAG (2009) menciona que los requerimientos de fertilizante para la producción de 7 a 12 toneladas por manzana de hierba mora

consisten en: al trasplante aplicando 68.18 kg de fórmula triple quince en bandas a 5 cm de la base del tallo, a 5 cm de profundidad. La segunda fertilización se realiza después del primer corte (18 a 21 días después del trasplante) aplicando 68.18 kg de urea en forma de banda a 8 cm de la base del tallo a 10 cm de profundidad (López E. , 2012).

Reproducción sexual. Normalmente su reproducción es a base de semilla, estas son diminutas, de color café claro, pubescentes, cuyo diámetro polar oscila de 1.2 a 1.3 milímetros; el diámetro ecuatorial de 1.0 a 1.1 milímetros. La semilla está clasificada dentro del grupo de las ortodoxas. Una planta bien desarrollada puede llegar a producir hasta 130,000 semillas. Para obtener la semilla se maceran los frutos y se deja en fermentación durante 3 días, luego se lava y se deja secar a la sombra durante 24 horas, en este momento ya están listas para la siembra. El porcentaje de germinación luego de almacenada durante 4 años es del 80 %. Semilleros al suelo es una técnica, poco utilizada, porque la planta obtenida es de poca calidad, aunque este cultivo cuando los niveles de materia orgánica son buenos, las plantas se desarrollan en forma natural; semilleros en bandejas, se llenan las bandejas con un sustrato preparado con materiales de textura suave, las plántulas permanecen 30 días y luego se trasplanta, al campo de cultivo. Cantidad de semilla por hectárea: cuando se siembra por semilla, se utiliza 45.71 onzas por hectárea y cuando se propaga por material vegetativo 50,000 esquejes por hectárea; 20 cm entre planta y 120 cm entre surco; para 5 metros cuadrados: se utiliza 1 gramo de semilla y si es material vegetativo se utilizan 25 esquejes. Siembra: cuando se dispone de riego se puede sembrar en cualquier época del año, cuando no se dispone de riego y se depende de las lluvias, hay que trasplantar cuando las lluvias se hayan establecido (mediados o finales de mayo) en este caso se hacen los semilleros en la segunda quincena de abril, el trasplante deberá hacerse en las horas frescas del día, muy temprano por la mañana. La preparación del suelo es de vital importancia para un buen desarrollo radicular,

se recomienda picar el suelo a una profundidad de 30 centímetros y hacer aplicaciones de materia orgánica según la capacidad de cada productor (Morales, Escalante, & Galdeames, 2014).

1.1.2. Plan de fertilización para el cultivo de hierba mora

Los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo. Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Con los fertilizantes se pueden producir más alimentos, cultivos comerciales, y de mejor calidad. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos los nutrientes del suelo que están faltando. El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales. La combinación de abono orgánico / materia orgánica y fertilizantes minerales (Sistema Integrado de Nutrición de las Plantas, SINP) ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, cuando el abono orgánico / la materia orgánica mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales provee los nutrientes que las plantas necesitan. No obstante, el abono orgánico / la materia orgánica por sí solo no es suficiente (y a menudo no es disponible en grandes cantidades) para lograr el nivel de producción que el agricultor desea. Los fertilizantes minerales tienen que ser aplicados adicionalmente. Aún en países en los cuales una alta proporción de desperdicios orgánicos se utiliza como abono y suministro de material orgánico, el consumo de fertilizantes minerales se ha elevado constantemente (FAO & IFA, 2002).

Por lo anterior, a continuación, se presentan las fuentes de los fertilizantes que se aplicaron al cultivo de hierba mora en este proyecto, las cuales detallan la dosificación que se utilizaron en mencionado cultivo, así como el porcentaje de cada nutriente que aportó cada una de estas fuentes

químicas; Lombricompost 1,500 kg/ha; Urea (46-0-0) 260.87 kg/ha; Superfosfato triple (0-46-0) 130.43 kg/ha; Muriato de Potasio (0-0-60) 166.67 kg/ha.

1.2. Antecedentes

López (2012), en la evaluación de los efectos de tres niveles de lombricompost y tres distanciamientos de siembra sobre el rendimiento de hierba mora (*Solanum* sp.), en la finca La Conquista en el municipio de Quezaltepeque, Chiquimula. Teniendo como objetivo principal evaluar el efecto de tres niveles de lombricompost y tres distanciamientos de siembra, sobre el rendimiento foliar del cultivo de hierba mora. La investigación se realizó a través de un diseño de Bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones para cada unidad experimental. Se evaluaron un total de nueve tratamientos, producto de la combinación de los tres distanciamientos entre plantas (0.15, 0.25, 0.35 m) y los tres niveles de lombricompost (1,500; 2,500; y 3,500 kg/ha). Analizando las variables: rendimiento, área foliar, costos variables e ingresos, los cuales se sometieron a análisis de varianza, pruebas de medias y al análisis de presupuesto parcial. Se determinó de esta manera que el factor distanciamiento fue significativo sobre la variable evaluada, así mismo el nivel de fertilización fue significativo para las dos variables evaluadas. Concluyendo que, para el cultivo de hierba mora en las condiciones edafoclimáticas de este municipio, el tratamiento que presenta mayores beneficios económicos y por consiguiente el más rentable fue la combinación de distanciamiento entre planta 0.25 m y el nivel de lombricompost 1,500 kg/ha; lo que posiblemente no dé el mismo resultado en otras épocas del año o con la aplicación de otras fuentes orgánicas.

Solís (2014), en el estudio, documentación de las experiencias en la producción comercial de hierba mora (*Solanum americanum* Mill,) de los diferentes procesos de producción y

comercialización, que han evolucionado durante los últimos 25 años que se ha establecido en Tactic, Alta Verapaz. Teniendo como objetivo principal, documentar experiencias en la producción agrícola y comercial del cultivo de hierba mora; la metodología utilizada fue la sistematización de experiencias a través de la recolección de datos en campo; las variables de estudio fueron: manejo de la propagación, preparación de suelos, fertilización, plagas y enfermedades, riego, cosecha y post cosecha. Entre los principales resultados se encuentra que el cultivo de hierba mora, no requiere de alta tecnología para su producción y puede ser cultivada en pequeñas áreas de terreno. Requiere pocas aplicaciones de pesticidas ya que naturalmente el cultivo no se ve amenazado severamente por plagas, las aplicaciones de fertilizantes son pocas y responde muy bien a la aplicación de abonos orgánicos. El manejo de cosecha y post cosecha no requiere de gran inversión económica, ni mano de obra calificada. Concluyendo según el análisis financiero que, este cultivo puede verse como un atractivo de inversión para mercados locales y para mercados nacionales como extranjeros ya que una de sus principales virtudes se basa en su buena relación con el medio ambiente y su adaptabilidad, satisfaciendo parte de las necesidades alimentarias de la población coadyuvando a mejorar la economía de los productores locales.

Rosales (2011), evaluando niveles de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y cuantificación de la absorción de macro nutrientes en cuatro cortes para el cultivo de hierba mora (*Solanum americanum* Miller), en Tecpán, Chimaltenango. Teniendo como objetivo principal, generar información sobre el rendimiento y la acumulación de nutrientes en cuatro cortes para el manejo del cultivo de hierba mora. A través del diseño de Bloques al azar con un arreglo combinatorio con 16 tratamientos y tres repeticiones de cada unidad experimental, siendo los tratamientos (N-P₂O₅-K₂O) a cuatro niveles 0, 30, 60 y 120 kg/ha de N; dos niveles 0 y 60 kg/ha de P₂O₅ y dos niveles 0 y 100 kg/ha K₂O; con las respectivas combinaciones. Evaluando las variables: rendimiento de

materia fresca, el peso de la materia fresca y seca de cada unidad experimental al momento del corte; acumulación de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en cada corte. Se determinó que la hierba mora, sí responde a la aplicación de los niveles de nitrógeno y fósforo en el primero, segundo y tercer corte. Concluyendo que los niveles de potasio en el primero y segundo corte son significativos, habiendo obtenido un rendimiento de 36,776 kg/ha de materia fresca y 13,023 kg/ha de materia seca. En cuanto a la acumulación de macronutrientes, ésta es mayor cuando se aplican los niveles de 120 kg/ha de nitrógeno, 60 kg/ha de fósforo y 100 kg/ha de potasio, siendo estas acumulaciones de nitrógeno 34.57 kg/ha, de fósforo 9.67 kg/ha; de potasio 26.04 kg/ha; de calcio 15.33 kg/ha, y de magnesio 3.58kg/ha.

Quintana (2013), estudio realizado en la implementación del cultivo y aprovechamiento de hierba mora (*Solanum americanum*, *s. nigrescens* y *s. nigricans*) en la escuela oficial rural mixta del caserío Caculjá, San Andrés Sajcabajá, Quiché. Teniendo como objetivo principal, establecer el conocimiento de los procesos para el cultivo y aprovechamiento nutricional de la hierba mora en los estudiantes de dicha escuela. A través de un estudio de caso, utilizando encuesta a estudiantes y aleatoriamente a padres de familia e implementación y construcción de un huerto escolar con hierba mora, macuy o quilete participando en éste: estudiantes de cuarto, quinto y sexto grados. Las variables evaluadas fueron: primera variable: plantas, tipos de plantas; segunda variable: huerto escolar, cultivo de hierba mora, macuy o quilete. Se logró establecer que la hierba mora es una planta nativa de la región, ampliamente conocida y consumida, de igual manera son conocidas y consumidas otras hierbas y se cultivan en la mayoría de hogares, las plantas condimentarias, mientras que las comestibles son aprovechadas en la época lluviosa, en estado ruderal y arvense. Las hierbas en términos generales son preparadas para su consumo en forma de caldos, por lo tanto, es factible la introducción de nuevas recetas para variar el consumo de las hierbas de la comunidad.

Concluyendo que es factible la construcción de un huerto escolar o familiar especialmente con el cultivo de la hierba mora, porque solo es aprovechada en estado ruderal y arvense durante la época lluviosa.

Trujillo (2001), evaluando la fertilización con N, P y gallinaza con tres modalidades de aplicación de P sobre el rendimiento de materia seca de hierba mora (*Solanum nigricans*) en el Centro Experimental Docente de Agronomía, Guatemala. Teniendo como objetivo principal evaluar el efecto de la fertilización química y orgánica y el Fósforo aplicado en tres modalidades sobre el rendimiento de materia seca y altura de planta, en cuatro cortes comerciales del cultivo de hierba mora. A través de un diseño de Bloques al azar, con 12 tratamientos y tres repeticiones, siendo los tratamientos: (N, P₂O₅, y materia orgánica) siendo las dosis (300 y 400 kg/ha de N; 80 y 120 kg/ha de P₂O₅; 0, 2500 y 5000 kg/ha de gallinaza) en tres modalidades, con sus respectivas combinaciones. Las variables evaluadas fueron: componentes de rendimiento (Determinación de biomasa en materia fresca en kg/ha, determinación del peso seco en kg/ha) y componentes de crecimiento (Altura de plantas en metros). Los resultados que se obtuvieron indican que el mayor rendimiento para los cuatro cortes se obtiene con 400 kg de N, 120 kg de P₂O₅ y 2500 kg de gallinaza, aplicando la modalidad tres. Concluyendo que, en el rendimiento acumulado de cuatro cortes, se obtienen 5,182.1 kg/ha de materia seca con 400 kg de N, 120 kg de P₂O₅ y 2500 kg de gallinaza aplicada en la modalidad tres, que se refiere a la aplicación del P₂O₅ en el 50% después del trasplante y 50% después del segundo corte, pero este rendimiento es estadísticamente igual con las modalidades dos y uno de aplicación de fósforo.

Vásquez (1984), estudio del proceso germinativo en la semilla de hierba mora (*Solanum* sp.) en Guatemala. El objetivo de la investigación fue estudiar el proceso germinativo y cómo influye el almacenamiento de la semilla en la germinación de la semilla de hierba mora. La

metodología que se utilizó en la investigación, fue a través de un diseño experimental Completamente aleatorio con arreglo factorial asimétrico, tres por dos, con cuatro repeticiones, utilizando tres muestras de semilla de diferentes zonas ecológicas (zona occidental, zona de la Costa Sur y zona Oriental de Guatemala), las cuales fueron analizadas bajo dos condiciones de almacenamiento, se realizaron seis pruebas de germinación a nivel de cámara germinativa e invernadero. Evaluando las variables: tipo de almacenamiento, medias y épocas de germinación. Concluyendo que en las pruebas germinativas a nivel de invernadero después de un período de almacenamiento, los materiales estudiados se comportaron de la siguiente manera: procedente de Siquinalá y San José Cabén (zona de la Costa Sur y Occidente respectivamente), las que obtuvieron un mejor efecto en lo que a porcentaje de germinación y días a emergencia, se refiere al ser almacenados en recipiente de vidrio, mientras que el material de El Socorro (zona Oriental), tuvo efecto positivo al ser almacenada la semilla en recipientes de plástico, aunque en ninguna prueba alcanzo los valores de los otros materiales. Por otro lado, bajo condiciones de cámara de germinación se determinó que solamente el material de San José Caben germinó.

Paz (1995), evaluando Nitrógeno, Fósforo y estiércol de bovino sobre el rendimiento de biomasa en materia seca de hierba mora (*Solanum nigrescens*), en Santa Apolonia, Chimaltenango. Teniendo como objetivo principal evaluar niveles de nitrógeno, fósforo y estiércol bovino sobre el rendimiento de biomasa en materia seca en kg/ha, en cuatro cortes comerciales. A través de un diseño de Bloques al azar con 15 tratamientos y tres repeticiones; de los cuales ocho tratamientos se analizaron con una estructura factorial y siete constituyen tratamientos de importancia para la generación de la tecnología del cultivo; se realizó el análisis de varianza de ocho a 15 tratamientos, contrastes ortogonales y pruebas de medidas de Duncan al 5% de probabilidad. Los tratamientos fueron (N, P₂O₅, estiércol bovino) y los niveles fueron (0, 50, 100, 150, kg/ha para N; 40, 67, 93,

120, kg/ha para P_2O_5 ; 0, 670, 1330, 2000, kg/ha para estiércol bovino). Evaluando las variables: componentes de rendimiento (peso de biomasa en materia seca en cuatro partes comerciales en kg/ha., secada a $65^\circ C$. durante 24 a 48 horas). Encontró que bajo las condiciones climáticas y edáficas en que se desarrolló la investigación, es necesario aplicar al suelo la cantidad de 100 kg de N/ha, 120 kg de P_2O_5 /ha, y 1,330 kg de materia orgánica/ha, para obtener un rendimiento de biomasa de 1,418.8 kg/ha, en el primer corte; 2,234.2 kg/ha en el segundo corte; 1,391 kg/ha en el tercer corte y 884.3 kg/ha, en el cuarto corte. Concluyendo que el cultivo de hierba mora responde a la aplicación de nitrógeno. A medida que aumenta el número de cortes los mayores rendimientos se obtienen con los niveles más altos de nitrógeno.

Recinos (1998), evaluando el valor nutritivo de hierba mora (*Solanum* sp.) cultivada con diferentes niveles de fertilización química y orgánica. En aldea Pacután, Chimaltenango. Teniendo como objetivo principal determinar el efecto de la fertilización química y orgánica sobre la composición química proximal y de minerales de la porción comestible de la hierba mora. A través del método aleatorio simple de muestreo, tomando en cuenta 15 tratamientos diferentes de fertilización química y orgánica, con tres repeticiones. Por medio de muestreo simple se tomaron 400 gramos de material fresco y crudo de hierba mora de cada unidad experimental, 60 días después del trasplante. Evaluando las variables: mayor contenido de: proteína, concentración de calcio y contenido de zinc. Las muestras se sometieron al análisis químico proximal (humedad, cenizas, fibra cruda, proteína y grasa), según el esquema de Weende; posteriormente se calculó matemáticamente el contenido de energía y carbohidratos. Encontró que la hierba mora presenta mayor contenido de proteína cuando se fertiliza con 100 kg de N/ha, 40 kg de P_2O_5 /ha y 5 toneladas de estiércol bovino/ha. Las concentraciones de calcio son mayores cuando se aplican 75 kg de N/ha, 25 kg de P_2O_5 /ha y 2.5 toneladas de estiércol bovino/ha. El contenido de zinc es mayor

cuando se aplica 50 kg de N/ha, 20 kg de P₂O₅/ha. Concluyendo que la aplicación de diferentes niveles de fertilizantes aumenta la cantidad de macro nutrientes y minerales de la hierba mora de un 40 a 60% en comparación con el tratamiento sin fertilización.

Castro (1997), evaluando la fertilización con Nitrógeno, Fósforo y estiércol bovino sobre el rendimiento de biomasa del cultivo de hierba mora (*Solanum nigrescens* Mart y Gal), en Santa Apolonia, Chimaltenango. Teniendo como objetivo principal determinar el efecto de la fertilización con Nitrógeno, Fósforo y estiércol bovino sobre el rendimiento de materia fresca, seca y altura de planta en tres cortes del cultivo de hierba mora. A través de un diseño de Bloques al azar, con 15 tratamientos y tres repeticiones de cada unidad experimental, siendo los tratamientos: fuentes de fertilizantes (N, P₂O₅, estiércol bovino) las dosis fueron (0, 50, 75, y 100 kg/ha para N; 0, 20, 25, 30 y 40 kg/ha para P₂O₅; 0, 2.5, 5, ton/ha para el estiércol bovino) con las respectivas combinaciones. Evaluando las variables: componentes de rendimiento (Peso de materia fresca en kg/ha, rendimiento de materia seca en kg/ha) y componentes de crecimiento (Altura de planta). Concluyendo que se obtiene un rendimiento de 10,532 kg/ha de materia fresca y 1,242.8 kg/ha de materia seca en el tercer corte con la aplicación de 100 kg/ha de Nitrógeno y 40 kg/ha de Fósforo aplicados después del trasplante, primero y segundo corte. Al realizar el análisis de varianza con un nivel de significancia del 5% para las variables materia fresca y seca, se observó que no hubo efecto a la fertilización química y orgánica en el cultivo de hierba mora en el primero y segundo corte, lo contrario ocurrió en el tercer corte.

Vásquez (1983), en el estudio realizado sobre la recolección y caracterización del germoplasma de hierba mora (*Solanum* sp.) de la vertiente del pacifico de la república de Guatemala. En finca Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala. Siendo el objetivo principal caracterizar 20 cultivares de hierba mora. Fueron recolectados 45 cultivares de los que se seleccionaron 20 para

su posterior evaluación en un diseño de látice triple cuatro por cinco, los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, prueba de comparación múltiple de medidas Duncan, análisis de correlación y análisis Cluster. De acuerdo a los análisis realizados se determinó que las especies de hierba mora que pertenecen a *Solanum americanum* y *Solanum nigrescens* son muy similares morfológicamente por lo que son difíciles de distinguir; características tales como días a emergencia, altura de planta, área foliar, rendimiento, etc., lo que conllevó a que se manifestara alta variabilidad en los 20 materiales evaluados, por su amplia distribución altitudinal y geográfica, la hierba mora es considerada una planta eminentemente cosmopolita; en relación a la composición nutritiva de los materiales evaluados se determinó que esta es alta en comparación a las hortalizas tradicionales que se consumían, denotando la superioridad de las hortalizas nativas con respecto las extranjeras. Concluyendo de acuerdo a características de importancia económica, tales como rendimiento en material verde y ciclo vegetativo, los cultivares sobresalientes fueron el número 10, proveniente de Socorro, Jutiapa, y el número 20, proveniente de San Juan Ostuncalco de Quetzaltenango.

Velásquez (1986), en el estudio realizado de la caracterización agro morfológica y bromatológica de 35 cultivares de hierba mora (*Solanum* sp.) nativos de Guatemala, en el valle de La Asunción, Guatemala. Con el objetivo principal de caracterizar agro morfológica y bromatológicamente 35 cultivares de hierba mora. En cuanto a la metodología utilizada en este tipo de investigación, la información fue analizada estadísticamente por medio de análisis de correlaciones y regresiones para las variables cuantitativas y bromatológicas, análisis de grupos para todas las variables y pruebas de Tukey para las variables bromatológicas. Dentro de los resultados que obtuvo se pueden mencionar los siguientes: de acuerdo con los datos obtenidos se establece que entre los cultivares estudiados, existe amplia variabilidad principalmente en las

variables cuantitativas, se identificaron 25 cultivares como *Solanum americanum* y 10 como *Solanum nigrescens*, este agrupamiento que se realizó de los cultivares se dio básicamente debido a la especie a la que pertenecen y tomando en cuenta la productividad en materia verde por área de cada uno de los cultivares. Concluyendo que se observó superioridad en los caracteres primarios del rendimiento y valor nutritivo, logrando catalogar como promisorios 10 cultivares, los cuales están clasificados de la siguiente manera: cinco cultivares de El Petén, un cultivar en cada departamento que se menciona a continuación: El Progreso, El Quiché, Chimaltenango, Sacatepéquez, y Santa Rosa.

1.3. Justificación del proyecto

Guatemala es un país que alberga una extraordinaria riqueza natural, presentando una gran diversidad biológica en un territorio relativamente pequeño. Esta biodiversidad provee un conjunto de bienes y servicios ambientales, muchos de ellos esenciales para la vida, entre los cuales se pueden mencionar: oxígeno, agua, suelo, alimento y medicina. A pesar de esto, la destrucción y degradación de los ecosistemas naturales del país está poniendo en riesgo la capacidad de la naturaleza para proveer estos bienes y servicios, con lo cual se reduce significativamente la calidad de vida de la población guatemalteca (CONAP, 2015).

Por lo que es necesario seguir cultivando especies vegetales nativas que sirven de alimento para la población por su alto valor nutricional, de las cuales se desconoce el manejo adecuado, debido a eso no existen áreas significativas de dichos cultivos, situación que afecta a la hierba mora (*Solanum* sp.). Algunas causas sobresalientes de esta problemática son: la falta de planes de fertilización a este tipo de cultivos nativos; el cambio climático; el avance de la frontera agrícola; prácticas agronómicas deficientes; todo esto derivado, en muchos casos por falta de acceso a la

tierra, fenómeno muy marcado en el municipio de Catarina, San Marcos. Existen varios efectos derivados de esta situación, pero uno de los más significativos son los bajos rendimientos en el cultivo. Producto de esta situación es que año con año, la presencia de la hierba mora en estado silvestre y en el mercado del municipio, se ha visto reducida, la demanda no está siendo satisfecha en su totalidad, provocando un desconocimiento en las futuras generaciones sobre los diversos usos que se le dan a esta especie, dentro de los cuales sobresalen los usos gastronómicos y también como un coadyuvante en los tratamientos de salud, por sus propiedades medicinales atribuidas es muy utilizada para el tratamiento de anemia y como analgésico. En este municipio la comercialización de la hierba mora se realiza de manera informal, en algunos casos existe reparto a domicilio ya que es consumida regularmente por la población, manifestando así, que existe demanda de este cultivo, por lo que existe la oportunidad para producir y con la correcta fertilización se logrará aumentar los rendimientos de este cultivo.

Al respecto, se han realizado estudios sobre la fertilización de la hierba mora, donde se han evaluado diferentes dosis y elementos nutricionales, enfocados a mejorar los rendimientos y la rentabilidad del cultivo en mención. En este sentido se realizó esta propuesta, cuyo objetivo fue proporcionar a los agricultores un plan de fertilización al suelo, con fuentes de fertilizantes químicos y abono orgánico, al que el cultivo de hierba mora responde de manera positiva aumentando los rendimientos de biomasa en kg/ha.

1.4. Objetivos del proyecto

1.4.1. General

Evaluar el efecto de un plan de fertilización en el cultivo de hierba mora, bajo las condiciones edafoclimáticas de Catarina, San Marcos.

1.4.2. Específicos

Analizar el efecto de un plan de fertilización combinada en el cultivo de hierba mora, a través de los indicadores de rendimiento y crecimiento vegetativo, bajo las condiciones edafoclimáticas de Catarina, San Marcos.

Determinar la factibilidad económica de la implementación de un plan de fertilización combinada al suelo, a través de indicadores económicos (costos totales por unidad de producción, rentabilidad neta por medición de producción y precio de equilibrio).

Realizar una actividad de transferencia de tecnología a nivel comunitario, a personas interesadas en la adaptación de nuevas técnicas de producción en el cultivo de hierba mora, para dar a conocer los resultados de la implementación de un plan de fertilización combinada al suelo, en las condiciones edafoclimáticas de Catarina San Marcos.

2. DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1. Descripción del proyecto

2.1.1. Contexto del proyecto

En el municipio de Catarina San Marcos, las actividades económicas que destacan como las que más generan empleo, son las agrícolas y pecuarias, porque emplean al 56.54% de la población, las que le siguen son las actividades de comercio con 12.71% de la población económicamente activa en este municipio. La producción agrícola se divide de la siguiente manera: cultivos tradicionales: maíz, arroz, café, ajonjolí, cacao, tabaco, plátano, banano, piña, maní y caña de azúcar; cultivos incorporados: hule, rambután, nuez de macadamia y palma africana, esta última es considerada como un cultivo de exportación. El total de área del municipio es de 8,307.16 has, el uso de suelo en su mayoría es con fines agrícolas ya que se usan de estas 7,942.24 has, se puede mencionar que los granos básicos (frijol, maíz) ocupan 1,110.92 has; arroz 232.40 has; café 2,610.39; hule 315.09 has y pastos mejorados cultivados 3,673.43 has (Segeplan, 2010).

Además de los cultivos mencionados anteriormente, hay plantas que tradicionalmente se han cultivado, por su alto valor nutritivo, tales como el Chipilín y la hierba mora. En este sentido, los pocos agricultores que se dedican actualmente al cultivo de hierba mora, no cuentan con un plan de fertilización que esté enfocado en aumentar los rendimientos del cultivo, el manejo que actualmente realizan al cultivo lo hacen empíricamente, utilizando fertilizante binario (20-20-0) y nitrógeno, sin ningún criterio técnico de dosificación. Ante esta situación, se dificulta encontrar plantaciones significativas en el municipio ya referido. Considerando lo anterior, se realizó un proyecto que va enmarcado en implementar un plan de fertilización al suelo, tomando en cuenta el estudio realizado por Rosales (2011), donde recomienda aplicar 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P y

100 kg/ha de K; también la experiencia de López (2012), al aplicar 1,500 kg/ha de lombricompost previo al trasplante, para mejorar los rendimientos de biomasa en el cultivo de hierba mora.

2.1.2. Tipo de proyecto

El proyecto desarrollado tiene carácter de adaptación, ya que en este caso la experiencia de Rosales (2011), con la respuesta positiva del cultivo de hierba mora a la fertilización química, en Tecpán, Chimaltenango, y la documentada por López (2012), en la finca La Conquista en el municipio de Quezaltepeque, Chiquimula, en el mismo cultivo, han generado excelentes resultados en función de las variables: rendimiento y área foliar; teniendo mejor desarrollo la planta y mayor producción por unidad de área, siendo recomendado para fines comerciales. De gran importancia también son los beneficios ambientales generados con el uso de abonos orgánicos.

2.1.3. Tamaño del proyecto

El proyecto comprendió un área total de 205 m² que a su vez se dividió en dos parcelas de 5 m x 20 m, comprendiendo un área de 100 m² cada parcela, las parcelas estuvieron separadas entre sí por un espacio 1 m x 5 m, en una de estas se implementó el plan de fertilización al suelo, abono orgánico y fertilizantes químicos; en la otra, la tecnología que usa actualmente un agricultor en cuanto a fertilización, la cual realiza sin criterios técnicos.

5 m x 20m
0.20 en plantas x 0.40
entre surcos

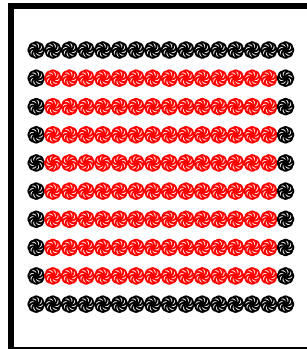


Figura 1. Parcela bruta y neta, proyecto de establecimiento de un plan de fertilización al suelo en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.

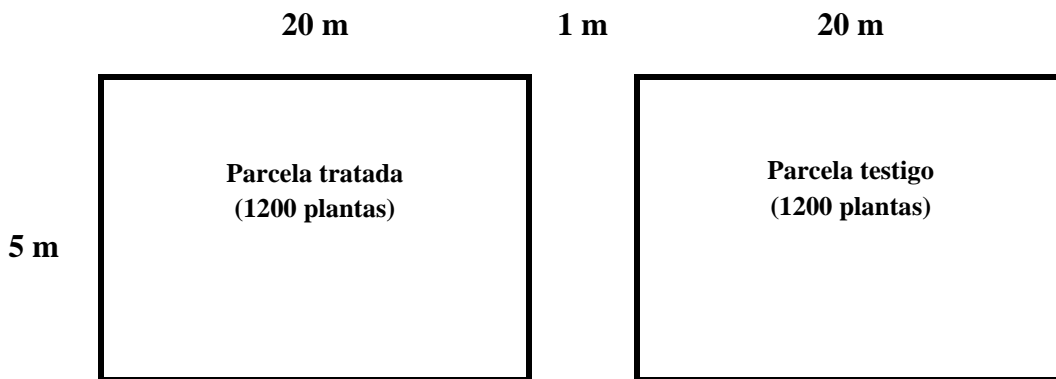


Figura 2. Croquis de campo, proyecto de establecimiento de un plan de fertilización al suelo en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.

2.1.4. Descripción de la localización del proyecto

El proyecto se realizó en aldea El Sitio, Catarina, San Marcos. El municipio de Catarina forma parte del departamento de San Marcos en la Región VI o Región Sur-occidental y se encuentra situado en la parte Suroeste del mismo. Se localiza en la latitud Norte 14° 51' 18" y en la longitud Oeste 92° 04' 34"; el municipio de Catarina tiene un total de 8,307.16 hectáreas. Tiene acceso directo con la ciudad capital por la Ruta CA-02 o carretera del Pacífico y una distancia de

262 kilómetros, que conecta con los municipios vecinos de Ayutla, Malacatán; en esta carretera se ubica aldea El Sitio, en el kilómetro 259.5; por el lado Norte, también conecta con la ciudad de Malacatán a 11 kilómetros de distancia, y otros municipios como: San José El Rodeo y San Pablo, y carreteras de terracería de otras comunidades cercanas. Dista de la cabecera departamental de San Marcos (vía Malacatán y carretera del Pacífico) 60 kilómetros por carretera asfaltada y transitable todo el tiempo (Segeplan, 2010). El clima en este municipio, por encontrarse a una altura de 259 msnm, está catalogado como muy cálido, y en la parte alta el clima es cálido húmedo; la temperatura mínima promedio es de 21 grados Celsius, y la temperatura máxima promedio es de 35 grados; la precipitación pluvial promedio es de 2,001 mm; la hidrografía del municipio está integrada por los ríos Cabúz, Meléndrez, Magdalena, Gramal, Xulá y Poza Oscura, como los principales caudales que irrigan las tierras (Segeplan, 2010).

La zona de vida, según Holdridge presente en el municipio es: Bosque muy húmedo subtropical (cálido), que permite la permanencia de la biodiversidad y la producción de diversos cultivos agrícolas. Esta zona de vida permite diseñar áreas exclusivas para manejo sostenido de bosques, especialmente en la zona norte del territorio (Segeplan, 2010). La humedad relativa en el municipio de Catarina, San Marcos es de 76% (Insivumeh, 2018).

La fisiografía en Catarina es la siguiente: Llanura Costera del Pacífico 51.11%; Pendiente Volcánica Reciente 20.28%; Tierras Altas Volcánicas 0; Tierras Altas Cristalinas 0; Tierras Altas Sedimentarias 0 (Segeplan, 2001).

El suelo se presenta de tres tipos conforme la clasificación de Simmons 1959, el 45.56% de la extensión territorial es de suelos Aluviales que se caracterizan por tener una textura franco-arenosa de color negro; el 54.29% son suelos Retalhuleu, los cuales se reconocen por su textura

franco-arcillosa y color rojizo. El 0.15% de suelos están conformados por la serie Ixtan, caracterizados por ser de color café oscuro y arcillosos (Lavarreda, 2010).

2.1.5. Procedimientos (metodología)

Material de estudio. El cultivo de hierba mora ha sido seleccionado por la importancia nutricional que el consumo de las hojas y tallos tiernos representa, así como por los usos medicinales que se le atribuyen y por los ingresos económicos que puede representar, para las familias en el área rural. La hierba mora es una especie cosmopolita, que se adapta a diversas condiciones agroecológicas, desde cerca del nivel del mar hasta más de 1,000 metros sobre éste, prefiere suelos ricos en nitrógeno, sueltos, húmicos, con un pH casi neutro 6.5 a 7, temperaturas que van de 20 a 35°C, precipitación pluvial requerida en 500 a 1,200 milímetros anuales. Crece en forma silvestre en potreros y cafetales, durante la época lluviosa o en áreas húmedas, en suelos arcillosos hasta franco arenosos con alto contenido de materia orgánica, teniendo un óptimo desarrollo en esta última clase de suelos (MAGA, 2009; citado por López E. , 2012).

Descripción del o los tratamientos a evaluar. El tratamiento que se adaptó como parte del proyecto fue 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P y 100 kg/ha de K; más 1,500 kg/ha de lombricompost previo al trasplante; los fertilizantes proveen nutrientes que los cultivos necesitan; en el caso del lombricompost, es un abono limpio, suave al tacto, no se fermenta debido a su bio estabilidad; es ideal para que las raíces asimilen rápidamente los nutrientes por la elevada carga enzimática y bacteriana que contiene, permitiendo que estos se mantengan por más tiempo en el suelo y no sean lavados por la lluvia, también coadyuva a la rápida y efectiva germinación de las semillas y posteriormente mejora notablemente el aspecto morfológico de las plantas en el desarrollo, evita que las plantas sufran por estrés hídrico y exceso de humedad al momento del trasplante donde

puede llegar a prevenir enfermedades (Legal, Dicoovski y Valenzuela, 2001; citado por Sagastume, 2015).

Diseño de los tratamientos. Este proyecto enmarcó las diferencias que existen entre el tratamiento de 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P y 100 kg/ha de K; más 1,500 kg/ha de lombricompost, y la fertilización tradicional que actualmente usan los agricultores en el municipio de Catarina, San Marcos, la cual consiste en 672 kg/ha de N y 120 kg/ha de P, que fue la que se aplicó en este proyecto. En la investigación es muy común evaluar las diferencias entre tratamientos distintos. En el caso sencillo de comparar únicamente dos tratamientos, se analizó el proyecto mediante muestras independientes por medio de la prueba de T de Student. Debido a la naturaleza del muestreo y de las poblaciones, el tamaño de las muestras puede ser igual o distinto y las varianzas respectivas pueden, asimismo, ser iguales o diferentes (Fernández, Trapero, & Domínguez, 2010).

Manejo del proyecto. Se describen a continuación las actividades que se realizaron.

Análisis de suelo. Previo a establecer las parcelas se procedió a recolectar muestras de suelo y posteriormente enviarlas a un laboratorio donde fueron analizadas, estos resultados demostraron que los niveles de pH en el suelo se encontraban en un rango óptimo para el establecimiento del cultivo de hierba mora; de esta manera, se considera que en rangos óptimos de pH los nutrientes aplicados al suelo son asimilables de mejor manera por el cultivo, esto permite determinar los efectos de un tratamiento de fertilización en cada una de las parcelas, este análisis se realizó en el mes de febrero del 2019. (Ver anexo tabla 19).

Preparación del suelo. Se procedió a limpiar el área que ocuparon las parcelas, las cuales debían estar libres de malezas, piedras, tocones, restos de cosecha, residuos sólidos; también fue necesario realizar labranza al suelo por medio de un azadón, a una profundidad de 25 cm aproximadamente; esta actividad se realizó la tercera semana del mes de abril de 2019.

Trazo de parcelas. Se realizó utilizando cinta métrica para establecer las dimensiones mencionadas de cada parcela, los distanciamientos de surcos, estacas para señalar el inicio y el final de cada uno de los surcos y una pequeña cuerda para lograr que las plantas mantuvieran trayectoria en línea recta; esta actividad se realizó la tercera semana del mes de abril de 2019.

Trasplante. Se realizó en las horas más frescas de la tarde para evitar demasiado estrés en las plantas, las cuales fueron compradas a un agricultor de la localidad que se dedica a cultivar y comercializar hierba mora, previo al trasplante se realizó un riego, se colocó una planta por postura, esta actividad se realizó la última semana del mes de abril de 2019.

Fertilización. En el caso de la parcela a la que se le aplicó un lombricompost comercial, con un análisis aproximado de la composición química de la empresa que lo comercializa aporta los siguientes elementos (Nitrógeno 0.546 % p/p; Fósforo 1.309 % p/p; Potasio 1.209 % p/p; Calcio 1.461 % p/p; Magnesio 0.364 % p/p; Azufre 0.277 % p/p; Sodio 0.124 % p/p; Hierro 0.37 % p/p; Manganeso 0.029 % p/p; Zinc 0.012 % p/p; Boro 0.0028 % p/p; Materia Orgánica 23.83 % p/p; Carbono Orgánico 13.82 % p/p), se realizó una sola aplicación al suelo 10 días antes del trasplante y se incorporó superficialmente durante la preparación del suelo, esta actividad se realizó la tercera semana del mes de abril de 2019, y los fertilizantes químicos de la siguiente manera: el Nitrógeno 50%, Fósforo y Potasio el 100% al momento del trasplante y el otro 50% de N, 15 días después del trasplante, esta se realizó la segunda semana del mes de mayo de 2019. En la otra parcela se aplicó 120 kg/ha de N y 120 kg/ha de P cinco días después del trasplante esto se realizó en la primera semana del mes de mayo de 2019 posteriormente se realizaron dos aplicaciones de 276 kg/ha de N, cada una, un día después del primer y segundo corte, respectivamente, realizadas la última semana de mayo y la última semana del mes de junio del 2019. Para ambas parcelas se aplicó un fertilizante foliar al momento de aplicar insecticidas y fungicidas.

Control de malezas. Para evitar la competencia entre plantas y malezas en las parcelas, el método fue el mismo en ambas, manualmente con la ayuda de herramientas como machetes y azadones, esto se realizó en los meses de abril a junio de 2019.

Control de plagas y enfermedades. Este tipo de control se realizó desde la semana del trasplante para prevenir daños que representan pérdidas en el cultivo, ya que el cultivo desde una etapa fenológica temprana es atacado por plagas del suelo y del follaje, dentro las más importantes se pueden mencionar: Gallina ciega (*Phyllophaga* sp.), Tortuguilla (*Diabrotica balteata*), Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), Gusanos cortadores (*Spodoptera* sp.), de las plagas mencionadas con anterioridad, no se observó presencia de gallina ciega, de las otras sí; una plaga que incidió fuertemente en el cultivo fue el Caracol terrestre o de jardín (*Helix aspersa*), ya que se encontraban en grandes cantidades en ambas parcelas. Las enfermedades se monitorearon y controlaron desde que se realizó el trasplante una de las más comunes y severas es el mal de talluelo (*Pythium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Fusarium equiseti*). Los insecticidas que se aplicaron fueron los siguientes: *Thiacloprid*, *Beta-Ciflutrina* con la dosis recomendada en su ficha técnica 1 lt/ha; *Deltametrina* con la dosis recomendada en su ficha técnica 100 ml/ha, se utilizó un fungicida Fosfónico especialmente para el mal de talluelo, con la dosis recomendada en su ficha técnica 2.5 lt/ha en aplicación al suelo y 2 lt/ha en aplicación al follaje y un fungicida con ingrediente activo Propineb para controlar hongos en el follaje, con la dosis recomendada en su ficha técnica 2 kg/ha; se aplicó un producto orgánico para controlar los caracoles y un molusquicida químico con la dosis recomendada en su ficha técnica 7 kg/ha y en tiempo de lluvia se recomienda incrementar el doble de la dosis, ya que el producto orgánico tuvo pocos resultados; estas actividades se realizaron en los meses de abril a julio de 2019.

Riego. Se realizó únicamente un riego en ambas parcelas horas antes del trasplante, el cual se realizó la última semana del mes de abril de 2019, posteriormente ya no fue necesario realizar actividades de riego, debido a que dio inicio la época lluviosa.

Gira de campo. Se realizó esta actividad de transferencia de tecnología, con el propósito de compartir con un grupo de agricultores la experiencia obtenida durante el manejo que se le dio al cultivo de hierba mora en las dos parcelas, para que observaran los resultados obtenidos con el establecimiento de un plan de fertilización al suelo, con fertilizantes químicos y lombricompost; esta actividad se desarrolló el día que se realizó el segundo corte, en la tercera semana de junio de 2019.

Cosecha. Se realizaron cuatro cortes comerciales al cultivo, el primer corte se realizó a los 31 días posteriores al trasplante, a una altura de 15 centímetros del nivel del suelo, esto la última semana de mayo, y los tres cortes posteriores se realizaron a un intervalo de 21 días entre corte, en la base del rebrote, el segundo corte se realizó la tercera semana de junio de 2019, el tercero la segunda semana de julio de 2019; y el último corte la primera semana de agosto de 2019, cada uno de los cortes se realizó sin herramientas, ya que el criterio de los agricultores en el municipio es realizarlo de manera manual.

Registro de datos. Toda la información recopilada y de importancia para el proyecto se documentó en una libreta de campo, bitácoras, hojas Excel y fotografías, esto durante cada una de las actividades descritas en el manejo del proyecto febrero - agosto de 2019.

2.2. Indicadores y medios de verificación

Para determinar la viabilidad de la transferencia de esta tecnología, se procedió a medir los siguientes indicadores:

2.2.1. Indicadores de rendimiento

Previo a la recolección de información, después de cada uno de los cortes se pesó todo el material vegetal cosechado, lo cual sirvió para obtener los datos de los indicadores propuestos.

Rendimiento en kg/ha. Para determinar el rendimiento de biomasa fresca en kg/ha que cada una de las parcelas presentó, se cosechó todo el material vegetal (hierba mora) disponible en cada una de ellas, a una altura de 15 centímetros de la base del tallo, separadas con su respectiva identificación, para el posterior pesado se utilizó una balanza análoga.

2.2.2. Indicadores de crecimiento vegetativo

Previo a la toma de datos se seleccionaron 20 plantas por parcela neta, las cuales fueron identificadas, éstas sirvieron para obtener los datos de los indicadores propuestos.

Altura de planta. Se tomaron un total de 20 plantas al azar por parcela neta, para poder determinar las diferencias entre una y otra, la medida se realizó desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta, utilizando una cinta métrica, esto se realizó un día antes de la cosecha previo a cada uno de los cortes.

Número de rebrotes por planta. Previo a la cosecha se realizó el registro del número de tallos promedio por plantas en cada parcela neta, tomando 20 plantas para poder registrar y digitalizar los datos para su análisis.

Número de hojas por tallo. De las 20 plantas seleccionadas con anterioridad, se contabilizaron el número de hojas que presentó cada una por tallo.

Días a cosecha. Se tomó en cuenta los días que transcurrieron, desde el trasplante a cada uno de los cortes realizados, los cuales fueron a los 31 días, 52 días, 73 días y 94 días después del trasplante respectivamente.

Como medios de verificación de los indicadores descritos anteriormente, se procedió a llevar un registro a través de la libreta de campo, bitácora de seguimiento y expediente de calidad, este último contempló un registro fotográfico de todas las etapas del proyecto.

2.2.3. Indicadores económicos

Para medir la viabilidad económica del proyecto, se tomaron en cuenta los siguientes indicadores:

Costos totales por unidad de producción o por unidad de área de terreno. Cada una de las parcelas presentó costos diferentes debido a la diferencia de sus tratamientos, es así como los costos variables que se ajustan al tipo de tratamiento y los costos fijos determinaron el costo total de cada parcela, toda esta información tuvo que ser documentada en una ficha de recopilación de datos para su posterior análisis, la fórmula a utilizar fue la siguiente: $[\text{Costos en efectivo} + \text{Costos distintos del efectivo} + \text{Costos del terreno} + \text{Costos de capital (costos de reposición y de oportunidad del capital)} + \text{gastos generales de la granja}] / \text{Área total de terreno (en hectáreas)}$ (Lys & Cachia, 2016).

Rentabilidad neta por medición de producción. Este indicador brindó información sobre el escenario económico en el que se desarrolló el cultivo de hierba mora, pues mediante el análisis de la producción se pudo determinar si la adaptación de esta tecnología en este cultivo presentó mayor rentabilidad que el tratamiento tradicional, esto pudo determinarse según los costos de producción de cada parcela en contraste con los ingresos por producción. Con la siguiente fórmula se pudo estimar este indicador: $\text{Valor de la producción} - \text{Costos totales} / \text{Tm de producción}$ (Lys & Cachia, 2016).

Precio de equilibrio por unidad de producción. Este precio lo representó el precio mínimo y la cantidad mínima que se debe vender la producción en las parcelas, pues, si está por

debajo de este precio, esto representa una pérdida, y al estar por encima de este precio representa rentabilidad, la fórmula para realizar el cálculo fue la siguiente: Costos Totales / Producción total (Lys & Cachia, 2016).

2.3. Metodología de evaluación del proyecto

Para la evaluación del proyecto, se tomaron en cuenta los siguientes indicadores:

2.3.1. Indicadores de resultados

Indicadores de logros. Con la aplicación de 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P y 100 kg/ha de K; más 1,500 kg/ha de lombricompost al suelo, se logró reducir las cantidades de fertilizantes químicos aplicados al suelo para la producción de hierba mora; con la incorporación al suelo de este tratamiento, también se logró mejorar el rendimiento en kg en el primer y segundo corte y se observó mayor aceptación en el proceso de comercialización por unidad de medida del material obtenido en la parcela con dicho tratamiento.

Indicadores de impacto. Se logró demostrar un cambio positivo en cuanto a la aplicación y dosificación de fertilizantes en el cultivo de hierba mora, esto mediante la realización de una gira de campo con agricultores del municipio, en donde se pudo observar el interés de parte de los agricultores, al escuchar la explicación de la viabilidad técnica y financiera del proyecto, se espera por consecuencia que el agricultor implemente esta tecnología que combina el uso de abono orgánico y fertilizantes químicos, mediante un plan de fertilización combinada al suelo, lo cual resultara en beneficio para él, en los aspectos antes mencionados.

2.3.2. Indicadores de gestión

Indicadores de procesos. Se planificaron todas las actividades que llevaron a cabo durante el desarrollo del proyecto, considerando algunos documentos que hacían referencia al manejo del cultivo. Se llevó un registro de cada una de las actividades contempladas en el manejo del proyecto, así como el cumplimiento de acuerdo al cronograma de ejecución, toda la información se registró en una libreta de campo y bitácoras de seguimiento, esto permitió valorar la efectividad con que se realizaron las actividades en el desarrollo del proyecto.

Indicadores de recursos. Fueron todos los recursos naturales, materiales, químicos y económicos, que se utilizaron durante la ejecución del proyecto, para determinar la viabilidad económica del mismo, los cuales fueron proporcionados por el titular del proyecto, así como el desempeño técnico para la realización de este proyecto, seguimiento desde su inicio hasta su finalización.

2.4. Presupuesto del proyecto

Para la ejecución de este proyecto en el que se realizaron las actividades descritas en la parte correspondiente al manejo de las parcelas; se contemplaron de manera general para la parcela con el tratamiento de fertilización combinada los siguientes costos: costos variables Q 954.92 y costos fijos Q 205.05; el total de costos de esta parcela fue de Q 1, 159.97.

De igual manera en la parcela con el tratamiento de fertilización tradicional se contemplaron de manera general los siguientes costos: costos variables Q 1,057.50 y costos fijos Q 205.05; el total de costos de esta parcela fue de Q 1, 262.55.

2.5. Cronograma de trabajo

El proyecto dio inicio a partir de la fecha 12/02/2019 con la actividad de análisis de suelo, y finalizó el 03/08/2019 con la actividad de cosecha de material vegetal, posteriormente se realizaron las actividades de análisis de resultados y elaboración de informe final.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación del proyecto

3.1.1. Aspectos técnicos

Rendimiento en kg/ha. La medición de este indicador tiene por objetivo, determinar si existe diferencia estadística entre cada uno de los tratamientos sobre el rendimiento en kg/ha, como efecto de los fertilizantes propuestos en cada tratamiento, ya que en la parcela con fertilización combinada se aplicó potasio, según información descrita en este documento es un elemento nutricional necesario para mejorar los rendimientos en los cultivos, también en esta parcela se aplicó lombricompost, aportando a esta parcela mayor diversidad de nutrientes. A continuación, se presentan los resultados del peso de biomasa fresca por corte, realizado al cultivo de hierba mora, expresado en kg/ha, en las condiciones edafoclimáticas de Catarina, San Marcos; al someterlos a la comparación de dos muestras por medio del cálculo de muestras independientes.

Tabla 3.

Comparación de dos muestras por el método de muestras independientes para la variable rendimiento de biomasa fresca, de cuatro cortes al cultivo de hierba mora, de la parcela con fertilización combinada y de la parcela con fertilización tradicional, expresados en kg/ha; Catarina, San Marcos, 2019.

No. de corte	Fertilización tradicional (X_1)	Fertilización combinada (X_2)	Diferencia (X_1-X_2)	$(X_1-\bar{X}_1)^2$	$(X_2-\bar{X}_2)^2$
1	9977	12727	-2750	15719242.56	633616.00
2	16320	17450	-1130	5656073.06	15421329.00
3	16820	13335	3485	8284323.06	35344.00
4	12650	10580	2070	1668618.06	8661249.00
N	4	4			
Total	55767	54092	1675		
Media	13941.75	13523	418.75		
S ²	10442752.25	8250512.67			

En la tabla número tres, se puede observar una diferencia promedio 418.75 kg/ha en el rendimiento de biomasa fresca, a favor de la parcela con el tratamiento de fertilización tradicional que consiste en aplicar 672 kg/ha de N y 120 kg/ha de P, en comparación con la parcela donde se aplicó la fertilización combinada de 1,500 kg/ha de lombricompost más 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P y 100 kg/ha de K. Por los altos aportes de nitrógeno y fósforo que recibe el suelo, en la parcela donde se aplicó el tratamiento tradicional al criterio del agricultor, se ha logrado un aumento en el rendimiento de biomasa fresca, esto concuerda con lo citado por FAO, & IFA. (2002), cuando describe al nitrógeno como el motor del crecimiento de la planta y que este elemento es el que está involucrado en todos los procesos de desarrollo y rendimiento; así también que el fósforo transfiere energía, por lo que es esencial para la fotosíntesis, para el desarrollo de los tejidos, logrando el crecimiento en las plantas.

Para determinar si hubo diferencia estadística, se procedió a realizar la prueba de T para muestras independientes.

Tabla 4.

Cálculo de t de Student al cinco por ciento de error para la variable rendimiento de biomasa fresca, de cuatro cortes al cultivo de hierba mora, de la parcela con fertilización combinada y de la parcela con fertilización tradicional, expresados en kg/ha; Catarina, San Marcos, 2019.

	SD	S\bar{D}	t calculada	t tab 0.05	Significancia
FC-FT	9346632.458	2161.785	0.194	2.447	*

N=4

*No existe diferencia estadística significativa. Ttab= gl; 2(4-1), 5%.

Considerando un nivel de significancia del cinco por ciento de error, estadísticamente se refleja en la tabla cuatro, que la t calculada con un valor de 0.194 es menor que la t tab 0.05 con valor de 2.447, esto significa que se acepta la hipótesis nula ($\mu D=0$), por lo tanto, la aplicación de la

fertilización combinada no influye estadísticamente sobre el rendimiento en kg/ha de biomasa fresca del cultivo de hierba mora.

La hipótesis nula fue aceptada en la variable de rendimiento en kg/ha, por lo tanto, la aplicación de la fertilización combinada al suelo no influyó significativamente al unir el peso total de los cuatro cortes realizados al cultivo de hierba mora. Es importante mencionar que al comparar los totales de los cuatro cortes en esta variable, la aplicación de la fertilización combinada no presentó diferencia a favor en el rendimiento de kg/ha; sin embargo el resultado de cada uno de los cortes demuestra que en los primeros dos cortes realizados en la parcela con tratamiento de fertilización combinada tiene mayor rendimiento, que disminuye en el tercer y cuarto corte realizado, comparado con los resultados obtenidos de la parcela testigo, en donde se utilizó el tratamiento de fertilización 672 kg/ha de N y 120 kg/ha de P. Se logra determinar que los efectos de la fertilización combinada al suelo no logran extenderse hasta los cortes número tres y cuatro, debido a que los fertilizantes químicos en este tratamiento se aplicaron al momento del trasplante y 15 días después del trasplante, después de esta aplicación ya no existe otro aporte de nutrientes al suelo. La parcela que se le aplica la fertilización tradicional recibe dosis más altas de fertilizantes por aplicación, las aplicaciones se realizaron de la siguiente manera, los primeros cinco días después del trasplante y un día después del primero y segundo corte, aportando de esta manera, nutrientes específicamente nitrógeno, que la planta aprovecha para el tercer y cuarto corte.

Importancia de medir los indicadores de crecimiento vegetativo: La medición obliga al operador a mirar detalladamente el cultivo y el campo, ayuda a ver cosas que de otra manera no se apreciarían. La medición obliga a ser objetivo. La medición conduce a una descripción numérica del cultivo. No sólo ayuda a identificar un problema sino también a decidir si el problema es lo suficientemente importante como para prestarle atención o si es pequeño como para ignorarlo. ¿Es

el problema mayor o menor que el año anterior? ¿Tiene el vecino un cultivo en mejor estado? No se mide el rendimiento a simple vista: es necesario pesarlo (Rawson & Helena, 2001). Al realizar la medición de los indicadores de crecimiento vegetativo: altura de planta, brotes por planta, número de hojas, se logra definir numéricamente, los valores para cada uno de los indicadores mencionados en ambas parcelas con su respectivo tratamiento, los valores numéricos posteriormente se comparan y se someten a pruebas estadísticas en las que se puede determinar cuál de los tratamientos da mejores resultados.

Altura de planta. La altura de planta es una de las variables que permite conocer que tan buena nutrición ha tenido la misma, ya que la nutrición de las plantas es uno de los factores que determinan su desarrollo, por lo que existe relación directa entre nutrición y altura, en este experimento el objetivo de medir este indicador, es determinar si existe diferencia estadística entre el tratamiento de fertilización combinada al suelo y el tratamiento de fertilización tradicional. Los resultados obtenidos en ambas parcelas sobre altura de planta, fueron sometidos a la comparación de dos muestras, por medio del cálculo de muestras independientes. A continuación, se detallan las tablas de resultados por cada uno de los cuatro cortes realizados en ambas parcelas, al final se presenta una explicación de los resultados obtenidos en esta variable.

Tabla 5.

Comparación de dos muestras por el método de muestras independientes para la variable altura por planta (cm), en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, primer corte en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.

Par	Fertilización combinada (X1)	Fertilización tradicional (X2)	Diferencia (X1-X2)	(X1-\bar{X}_1)²	(X2-\bar{X}_2)²
1	78	67	11	21.623	0.002
2	72	68	4	1.822	1.102
3	76	71	5	7.023	16.403
4	70	65	5	11.223	3.803
5	71	67	4	5.522	0.002
6	73	69	4	0.122	4.202
7	77	72	5	13.323	25.503
8	73	67	6	0.122	0.002
9	74	69	5	0.423	4.202
10	68	65	3	28.622	3.803
11	74	68	6	0.423	1.102
12	80	64	16	44.223	8.703
13	71	69	2	5.522	4.202
14	69	67	2	18.922	0.002
15	72	62	10	1.822	24.503
16	75	65	10	2.723	3.803
17	74	69	5	0.423	4.202
18	77	67	10	13.323	0.002
19	74	66	8	0.423	0.903
20	69	62	7	18.922	24.503
N	20	20			
Total	1467	1339	128		
Media	73.35	66.95	6.40		
S²	10.345	6.892			

En la tabla número cinco, se puede observar una diferencia promedio 6.40 centímetros en la altura de plantas del cultivo de hierba mora, a favor de la parcela con el tratamiento de fertilización combinada de 1,500 kg/ha de lombricompost y 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P y 100 kg/ha de K, en comparación con la parcela donde se aplicó la fertilización tradicional que consiste en aplicar 672 kg/ha de N y 120 kg/ha de P. La diferencia en altura que existe entre ambas parcelas está relacionada a la cantidad de elementos nutricionales que cada parcela presenta, porque en la

parcela que presentó mayores resultados se había aplicado lombricompost y NPK, proveyendo así para las plantas una mejor oferta de nutrientes que fueron asimilados. Esto concuerda con FAO & IFA, (2002), cuando describe que al ser amplio el suministro de nutrientes en el suelo, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Con los fertilizantes se pueden producir más alimentos y cultivos comerciales, y de mejor calidad. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos los nutrientes del suelo que están faltando. El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales.

Para determinar si hubo diferencia estadística, se procedió a realizar la prueba de T para muestras independientes.

Tabla 6.

Cálculo de t de Student al cinco por ciento de error para la variable altura por planta (cm), en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, primer corte en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.

	SD	S\bar{D}	t calculada	t tab 0.05	Significancia
FC-FT	8.618	0.928	6.894	2.0246	*

N=20

*Existe diferencia estadística significativa. Ttab= gl; 2(20-1), 5%.

Considerando un nivel de significancia del cinco por ciento de error, estadísticamente se refleja en la tabla seis, que la t calculada con un valor de 6.894 es mayor que la t tab 0.05 con valor de 2.0246, esto significa que se rechaza la hipótesis nula ($\mu D=0$), por lo tanto, la aplicación de la fertilización combinada influye directamente en el crecimiento sobre la altura de la planta en centímetros. La toma de datos para esta variable se realizó un día antes del primer corte, es decir 30 días después del trasplante. Como se mencionó con anterioridad, que al mejorar el suministro de nutrientes en el suelo se logran mejores resultados, en crecimiento como en rendimiento, se ha

comprobado en este experimento que al incorporar abono orgánico y fertilizantes químicos NPK, las plantas aumentan su crecimiento, en comparación con la parcela donde solamente se aplicó nitrógeno y fósforo.

Tabla 7.

Comparación de dos muestras por el método de muestras independientes para la variable altura por planta (cm), en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, segundo corte en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.

Par	Fertilización combinada (X1)	Fertilización tradicional (X2)	Diferencia (X1-X2)	(X1-\bar{X}_1)²	(X2-\bar{X}_2)²
1	91	83	8	13.690	1.00
2	84	82	2	10.890	4.00
3	88	88	0	0.490	16.00
4	83	80	3	18.490	16.00
5	87	83	4	0.090	1.00
6	86	86	0	1.690	4.00
7	90	89	1	7.290	25.00
8	87	85	2	0.090	1.00
9	85	84	1	5.290	0.00
10	86	84	2	1.690	0.00
11	88	82	6	0.490	4.00
12	91	82	9	13.690	4.00
13	88	88	0	0.490	16.00
14	89	86	3	2.890	4.00
15	87	82	5	0.090	4.00
16	88	84	4	0.490	0.00
17	86	87	-1	1.690	9.00
18	88	81	7	0.490	9.00
19	86	82	4	1.690	4.00
20	88	82	6	0.490	4.00
N	20	20			
Total	1746	1680	66		
Media	87.3	84	3.3		
S²	4.326	6.632			

En la tabla número siete, se puede observar una diferencia promedio 3.3 centímetros en la altura de plantas del cultivo de hierba mora, a favor de la parcela con el tratamiento de fertilización combinada de 1,500 kg/ha de lombricompost y 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P y 100 kg/ha de K,

en comparación con la parcela donde se aplicó la fertilización tradicional que consiste en aplicar 672 kg/ha de N y 120 kg/ha de P. Nuevamente se observan, mejores resultados en el cultivo de la parcela que combinó abono orgánico lombricompost y fertilizantes químicos NPK, ya que en esta parcela al medir la altura se obtuvieron mejores resultados en comparación con la otra que solo recibió N y P como aporte nutricional al suelo. Esto concuerda con FAO & IFA, (2002), cuando describe que la combinación de abono orgánico y fertilizantes minerales (Sistema Integrado de Nutrición de las Plantas, SINP) ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, cuando el abono orgánico mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales provee los nutrientes que las plantas necesitan. No obstante, el abono orgánico por sí solo no es suficiente (y a menudo no es disponible en grandes cantidades) para lograr el nivel de producción que el agricultor desea. Los fertilizantes minerales tienen que ser aplicados adicionalmente.

Para determinar si hubo diferencia estadística, se procedió a realizar la prueba de T para muestras independientes.

Tabla 8.

Cálculo de t de Student al cinco por ciento de error para la variable altura por planta (cm), en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, segundo corte en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.

	SD	\bar{SD}	t calculada	t tab 0.05	Significancia
FC-FT	5.479	0.740	4.458	2.0246	*

N=20

*Existe diferencia estadística significativa. Ttab= gl; 2(20-1), 5%.

Considerando un nivel de significancia del cinco por ciento de error, estadísticamente se refleja en la tabla ocho, que la t calculada con un valor de 4.458 es mayor que la t tab 0.05 con valor de 2.0246, esto significa que se rechaza la hipótesis nula ($\mu D=0$), por lo tanto, la aplicación de la fertilización combinada influye directamente en el crecimiento sobre la altura de la planta en

centímetros. La toma de datos para esta variable se realizó un día antes del segundo corte, es decir 51 días después del trasplante. En la explicación técnica de la tabla anterior, se menciona que la diferencia de altura sigue siendo a favor de la parcela donde se combinó la fertilización orgánica y química, ya que a mayor diversidad de nutrientes en el suelo mejor desarrollo de la planta, lo que se puede cuantificar al medir la altura, la diferencia significativa no fue tan amplia como en la toma de muestra anterior, pero la fertilización combinada presentó mejores resultados.

Tabla 9.

Comparación de dos muestras por el método de muestras independientes para la variable altura por planta (cm), en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, tercer corte en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.

Par	Fertilización combinada (X1)	Fertilización tradicional (X2)	Diferencia (X1-X2)	(X1-\bar{X}_1)²	(X2-\bar{X}_2)²
1	76	82	-6	65.61	0.25
2	69	81	-12	1.21	2.25
3	64	87	-23	15.21	20.25
4	65	82	-17	8.41	0.25
5	66	78	-12	3.61	20.25
6	68	83	-15	0.01	0.25
7	74	82	-8	37.21	0.25
8	66	84	-18	3.61	2.25
9	62	87	-25	34.81	20.25
10	70	83	-13	4.41	0.25
11	71	85	-14	9.61	6.25
12	75	81	-6	50.41	2.25
13	69	85	-16	1.21	6.25
14	71	88	-17	9.61	30.25
15	66	80	-14	3.61	6.25
16	67	85	-18	0.81	6.25
17	68	81	-13	0.01	2.25
18	67	78	-11	0.81	20.25
19	62	82	-20	34.81	0.25
20	62	76	-14	34.81	42.25
Total	1358	1650	-292		
Media	67.9	82.5	-14.6		
S²	16.832	9.947			

En la tabla número nueve, se puede observar una diferencia promedio -14.6 centímetros en la altura de plantas del cultivo de hierba mora, a favor de la parcela con el tratamiento de fertilización tradicional que consiste en aplicar 672 kg/ha de N y 120 kg/ha de P, en comparación con la parcela donde se aplicó la fertilización combinada de 1,500 kg/ha de lombricompost y 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P y 100 kg/ha de K. En la toma de datos del corte número tres se observó que la parcela donde se aplicó la fertilización tradicional alcanzó mejores resultados, esto derivado de la aplicación de nitrógeno que recibió dicha parcela, se sabe que por ser un cultivo donde la parte comercial son las hojas y tallos, este responde muy bien a las aplicaciones de nitrógeno, concordando lo antes mencionado con lo descrito por Paz (1995), cuando menciona que el cultivo de hierba mora responde muy bien a la aplicación de nitrógeno, derivado de eso se alcanzan buenos resultados en crecimiento y rendimiento.

Para determinar si hubo diferencia estadística, se procedió a realizar la prueba de T para muestras independientes.

Tabla 10.

Cálculo de t de Student al cinco por ciento de error para la variable altura por planta (cm), en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, tercer corte en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.

	SD	S\bar{D}	t calculada	t tab 0.05	Significancia
FC-FT	13.389	1.157	-12.617	2.0246	*

N=20

*No existe diferencia estadística significativa. Ttab= gl; 2(20-1), 5%.

Considerando un nivel de significancia del cinco por ciento de error, estadísticamente se refleja en la tabla 10, que la t calculada con un valor de -12.617 es menor que la t tab 0.05 con valor de 2.0246 esto significa que se acepta la hipótesis nula ($\mu D=0$), por lo tanto, la aplicación de la fertilización combinada no influye directamente en el crecimiento sobre la altura de la planta en

centímetros. La toma de datos para esta variable se realizó un día antes del tercer corte, es decir 72 días después del trasplante. Se acepta la hipótesis nula, ya que la parcela donde se aplicó la fertilización tradicional recibió un aporte de nitrógeno un día después del segundo corte, lo que provocó un mejor desarrollo en la planta, comprobándose lo antes mencionado cuando se midió la altura de las plantas.

Tabla 11.

Comparación de dos muestras por el método de muestras independientes para la variable altura por planta (cm), en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, cuarto corte en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.

Par	Fertilización combinada (X₁)	Fertilización tradicional (X₂)	Diferencia (X₁-X₂)	(X₁-\bar{X}_1)²	(X₂-\bar{X}_2)²
1	69	70	-1	39.69	0.00
2	62	69	-7	0.49	0.90
3	58	71	-13	22.09	1.10
4	59	69	-10	13.69	0.90
5	60	66	-6	7.29	15.60
6	61	69	-8	2.89	0.90
7	67	71	-4	18.49	1.10
8	64	68	-4	1.69	3.80
9	58	75	-17	22.09	25.50
10	63	71	-8	0.09	1.10
11	74	73	1	127.69	9.30
12	70	59	11	53.29	119.90
13	66	73	-7	10.89	9.30
14	64	74	-10	1.69	16.40
15	61	69	-8	2.89	0.90
16	59	79	-20	13.69	81.90
17	62	69	-7	0.49	0.90
18	58	68	-10	22.09	3.80
19	59	70	-11	13.69	0.00
20	60	66	-6	7.29	15.60
Total	1254	1399	-145		
Media	62.7	69.95	-7.25		
S²	20.116	16.261			

En la tabla número 11, se puede observar una diferencia promedio -7.25 centímetros en la altura de plantas del cultivo de hierba mora, a favor de la parcela con el tratamiento de fertilización

tradicional que consiste en aplicar 672 kg/ha de N y 120 kg/ha de P, en comparación con la parcela donde se aplicó la fertilización combinada de 1,500 kg/ha de lombricompost y 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P y 100 kg/ha de K. En los datos anteriores se observa que en la parcela donde se aplicó la fertilización combinada ya no existe la misma vigorosidad en las plantas, debido a que desde el último aporte de nutrientes al suelo en esta parcela y la toma de datos número cuatro transcurrieron 78 días, en comparación con la parcela donde se aplicó la fertilización tradicional, donde el último aporte de N, tuvo lugar 40 días antes de esta medición.

Para determinar si hubo diferencia estadística, se procedió a realizar la prueba de T para muestras independientes.

Tabla 12.

Cálculo de t de Student al cinco por ciento de error para la variable altura por planta (cm), en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, corte número cuatro en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.

	SD	S\bar{D}	t calculada	t tab 0.05	Significancia
FC-FT	18.188	1.349	-5.376	2.0246	*

N=20

*No existe diferencia estadística significativa. Ttab= gl; 2(20-1), 5%.

Considerando un nivel de significancia del cinco por ciento de error, estadísticamente se refleja en la tabla 12, que la t calculada con un valor de -5.376 es menor que la t tab 0.05 con valor de 2.0246 esto significa que se acepta la hipótesis nula ($\mu D=0$), por lo tanto, la aplicación de la fertilización combinada no influye directamente en el crecimiento sobre la altura de la planta en centímetros. La toma de datos para esta variable se realizó un día antes del cuarto corte, es decir 93 días después del trasplante. Existió esta diferencia en la altura de plantas a favor de la parcela con fertilización tradicional, debido a que un día después del segundo corte, recibió un aporte de N, es sabido que el nitrógeno afecta positivamente el crecimiento de las plantas, se pudo observar

que el cultivo de hierba mora respondió positivamente al aporte de este nutriente, esto concuerda con lo citado por Paz (1995), cuando describe al nitrógeno como un nutriente indispensable para el buen desarrollo de la planta, favoreciendo el crecimiento de esta, porque interviene en la formación de células y forma parte de la clorofila y proteínas.

Brotos por planta. Evaluar esta variable es importante en el cultivo de hierba mora, porque la parte comercial de este cultivo consta de brotes y hojas; una planta vigorosa, visiblemente presentará mayor cantidad de brotes en comparación con otra que tiene bajos niveles de nutrición, en este proyecto el objetivo de medir esta variable, es determinar si existe diferencia estadística entre el tratamiento de fertilización combinada al suelo y el tratamiento de fertilización tradicional. Los resultados fueron sometidos a la comparación de dos muestras, por medio del cálculo de muestras independientes. En la tabla siguiente, se detallan los resultados de las medias de los cuatro cortes en ambas parcelas.

Tabla 13.

Comparación de medias por el método de muestras independientes para la variable brotes por planta, en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, en cuatro cortes en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.

No. de corte	Fertilización combinada (X1)	Fertilización tradicional (X2)	Diferencia (X1-X2)	(X1- \bar{X}_1) ²	(X2- \bar{X}_2) ²
1	8.2	7.2	1	0.68	1.76
2	12	7.5	4.5	8.85	1.05
3	7.8	8.45	-0.65	1.50	0.006
4	8.1	10.95	-2.85	0.86	5.88
N	4	4			
Total	36.1	34.1	2		
Media	9.025	8.525	0.50		
S²	3.9625	2.8975			

En la tabla número 13, se observan las medias de brotes por planta por cada uno de los cortes realizados al cultivo de hierba mora, en el primer corte hay una diferencia de un brote por planta a favor de la parcela con fertilización combinada, en el segundo corte existe una diferencia

de cuatro punto cinco brotes a favor de la parcela con fertilización combinada, en el tercer corte existe una diferencia de 0.65 a favor de la parcela con fertilización tradicional y en el cuarto corte la diferencia de 2.85 es a favor de la parcela con fertilización tradicional. En los cortes tres y cuatro la planta manifestó mejor vigorosidad en la parcela con fertilización tradicional, esto debido al aporte de nitrógeno que recibió esta parcela después del segundo corte, esto concuerda con lo citado por Paz (1995), cuando describe que el aporte de nitrógeno es necesario en los cultivos para que se puedan formar células dentro de los mismos, y que este elemento contribuye al desarrollo de la parte aérea del vegetal, es decir hojas y tallos, puesto que el nitrógeno forma parte de la clorofila y proteínas.

Para determinar si hubo diferencia estadística, se procedió a realizar la prueba de T para muestras independientes.

Tabla 14.

Cálculo de t de student al cinco por ciento de error, de las medias para la variable brotes por planta, en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, en cuatro cortes en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.

	SD	S\bar{D}	t calculada	t tab 0.05	Significancia
FC-FT	3.43	1.3095	0.3818	2.447	*

N=4

*No existe diferencia estadística significativa.

Ttab= gl; 2(4-1), 5%.

Considerando un nivel de significancia del cinco por ciento de error, estadísticamente se refleja en la tabla 14, que la t calculada con un valor de 0.3818 es menor que la t tab 0.05 con valor de 2.447, esto significa que se acepta la hipótesis nula ($\mu D=0$), por lo tanto, la aplicación de la fertilización combinada al suelo no influye directamente en el número de brotes por planta. La toma de datos para esta variable se realizó un día antes de cada uno de los cuatro cortes. Cuando

un suelo tiene la cantidad de nutrientes que una planta necesita, favorece el proceso de desarrollo fenológico de la misma, en el caso de la variable número de brotes por planta, se puede observar la importancia de una fertilización a tiempo y en dosis adecuadas, los resultados obtenidos demuestran que, después de la aplicación de fertilizantes en ambas parcelas, existe un efecto en el desarrollo de brotes por planta, los cuales sometidos a una comparación de muestras independientes, indica en sus resultados que en el primero y segundo corte, la diferencia es a favor de la parcela con tratamiento de fertilización combinada, siendo la más alta en la segunda toma de datos, ya que la aplicación de fertilizantes químicos en esta, se realizó durante el trasplante y 15 días después del mismo; difiriendo así de la parcela en la que se utilizó el tratamiento de fertilización tradicional, donde la última fertilización a base de nitrógeno tuvo lugar 53 días después del trasplante, lo que se puede considerar como el factor influyente para que las plantas en esta parcela produjeran mayor cantidad de brotes en el tercer y cuarto corte realizado.

Número de hojas. El objetivo de medir esta variable, es determinar si existe diferencia estadística entre el tratamiento de fertilización combinada al suelo y el tratamiento de fertilización tradicional. Los resultados fueron sometidos a la comparación de dos muestras, por medio del cálculo de muestras independientes. En la tabla siguiente, se encuentran los resultados de las medias por cada uno de los cuatro cortes realizados en ambas parcelas.

Tabla 15.

Comparación de medias por el método de muestras independientes para la variable número de hojas por tallo, en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, en cuatro cortes en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.

No. de corte	Fertilización combinada (X₁)	Fertilización tradicional (X₂)	Diferencia (X₁-X₂)	(X₁-\bar{X}_1)²	(X₂-\bar{X}_2)²
1	67.35	62	5.35	4.10	70.77
2	73.45	66.95	6.50	16.61	11.99
3	72.20	75.15	-2.95	7.98	22.44
4	64.50	77.55	-13.05	23.77	50.94
N	4	4			
Total	277.5	281.65	-4.15		
Media	69.375	70.4125	-1.04		
S²	17.48	52.05			

En la tabla número 15, se puede observar que la diferencia promedio de hojas por tallo, es a favor de la parcela con el tratamiento de fertilización tradicional que consiste en aplicar 672 kg/ha de N y 120 kg/ha de P, en comparación con la parcela donde se aplicó la fertilización combinada de 1,500 kg/ha de lombricompost y 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P y 100 kg/ha de K, al medir este indicador en el cultivo de hierba mora, se logró observar que al igual que en los otros indicadores se encontraron mejores resultados para la parcela con fertilización tradicional, en los cortes tres y cuatro, en cuanto a número de hojas en los cortes ya mencionados existe mayor número de hojas y de mejor calidad, se puede decir que el nitrógeno propició a que se obtuvieran estos resultados a favor de la parcela con fertilización tradicional, se puede confirmar lo antes mencionado, ya que con anterioridad se han realizado estudios en el mismo cultivo, donde se han documentado experiencias de como el nitrógeno favorece el crecimiento de hojas y tallos, concordando así con Rodríguez F. y Chonay J. (1993), citados por Castro (1997), cuando describe que al aplicar nitrógeno previo al corte se obtienen buenos resultados en el rendimiento de biomasa, es decir hojas y tallos.

Para determinar si hubo diferencia estadística, se procedió a realizar la prueba de T para muestras independientes.

Tabla 16.

Cálculo de t de student al cinco por ciento de error, de las medias para la variable número de hojas por tallo, en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, en cuatro cortes en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.

	SD	\bar{SD}	t calculada	t tab 0.05	Significancia
FC-FT	34.766	4.169	-0.2488	2.447	*

N=4

*No existe diferencia estadística significativa.

Ttab= gl; 2(4-1), 5%.

Considerando un nivel de significancia del cinco por ciento de error, estadísticamente se refleja en la tabla 16, que la $t_{calculada}$ con un valor de -0.2488 es menor que la $t_{tab 0.05}$ con valor de 2.447, esto significa que se acepta la hipótesis nula ($\mu D=0$), por lo tanto, la aplicación de la fertilización combinada al suelo no influye directamente en el número de hojas por tallo. La toma de datos para esta variable se realizó un día antes de cada uno de los cuatro cortes, nuevamente se puede mencionar que la aplicación de nitrógeno favoreció notablemente el desarrollo de las plantas en la parcela con la fertilización tradicional, esto se ha sustentado con otros estudios que se han citado anteriormente.

Tabla 17.

Resultados de rendimiento y crecimiento vegetativo, en la parcela con fertilización combinada y en la parcela con fertilización tradicional, en cuatro cortes en el cultivo de hierba mora; Catarina, San Marcos, 2019.

No. de Cortes	Fertilización Combinada				Fertilización Tradicional			
	Kg/ha	Altura (cm)	No. Brotes	No. Hojas	Kg/ha	Altura (cm)	No. Brotes	No. Hojas
1	12727	73.35	8.2	67.35	9977	66.95	7.2	62
2	17450	87.3	12	73.45	16320	84	7.5	66.95
3	13335	67.9	7.8	72.2	16820	82.5	8.45	75.15
4	10580	62.7	8.1	64.5	12650	69.95	10.95	77.55
Total	54092	291.25	36.1	277.5	55767	303.4	34.1	281.65

En la tabla anterior se presenta un resumen de los resultados obtenidos en la medición de los indicadores de rendimiento expresados en Kg/ha, en los cuatro cortes, también los indicadores de crecimiento vegetativo de cuales se presentan las medias de altura de planta, numero de brotes y número de hojas, en los cuatro cortes realizados al cultivo de hierba mora.

Todos los indicadores medidos presentan mejores resultados en la parcela con la aplicación de fertilización combinada, en el primer y segundo corte, los cuales pueden mejorar a largo plazo al seguir aplicando abonos orgánicos, ya que, cuando se aplicó abono orgánico lombricompost y NPK en las dosis recomendadas, esta fertilización influyó en rendimiento y en crecimiento vegetativo, esto debido a que el lombricompost aporta macro y micronutrientes, los cuales están descritos en el manejo de este proyecto en la parte correspondiente a fertilización, aunque hay que considerar que en concentraciones bajas, al incorporar múltiples nutrientes en el suelo se logró mejorar la nutrición de las plantas, según FAO & IFA, (2002), el abono orgánico mejora las propiedades del suelo, en muchos casos el abono orgánico crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes químicos, en cuanto a la aplicación de 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P y 100 kg/ha de K, en esta misma parcela, según el estudio realizado por Rosales (2011), la hierba mora, sí responde

a la aplicación de esos niveles de nitrógeno y fósforo en el primero, segundo y tercer corte, pero los niveles de potasio son significativos solamente en el primero y segundo corte, habiendo obtenido buen rendimiento en materia fresca.

La diferencia a favor de la parcela con el tratamiento de fertilización tradicional, según los resultados obtenidos en el tercer y cuarto corte, está relacionada al efecto que el nitrógeno causa, favoreciendo el desarrollo de las plantas, es decir mayor altura, más brotes y más hojas por planta, lo cual se observó en los cortes mencionados, ya que se aplicaron 276 Kg/ha de N a los 53 días después del trasplante, es decir al día siguiente del segundo corte, mejorando la vigorosidad de la parte foliar del cultivo. La hipótesis nula fue aceptada en el corte número tres y número cuatro de material vegetal, en el análisis de las tres variables de crecimiento vegetativo (altura de planta, número de brotes por planta y número de hojas por tallo), por lo tanto, la aplicación de la fertilización combinada no influyó significativamente en estas variables en los cuatro cortes, concordando así con Rodríguez F. y Chonay J. (1993), citados por Castro (1997), cuando describen que para obtener buenos resultados de rendimiento en el cultivo de hierba mora, la aplicación de N debe ser fraccionada y aplicada antes de cada corte, otro estudio que sustenta lo anterior es el de Paz (1997), cuando describe la necesidad del nitrógeno en el crecimiento de este cultivo, y que al existir deficiencia de este nutriente en el cultivo de hierba mora provoca crecimiento lento en las plantas.

3.1.2. Aspectos económicos

Costos totales por unidad de producción o por unidad de área de terreno. Se realizó este cálculo, tomando en cuenta los costos variables y los costos fijos en el proyecto, estos costos unidos representan los egresos en la ejecución del proyecto.

Para establecer y darle manejo a una hectárea de cultivo de hierba mora, aplicando al suelo un programa de fertilización combinada con el tratamiento de 1,500 kg/ha de lombricompost y 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P y 100 kg/ha de K, y llevar el cultivo hasta el corte número cuatro en las condiciones edafoclimáticas de Catarina, San Marcos; los costos totales de producción por hectárea ascienden a Q 74,270.38.

Para establecer y darle manejo a una hectárea de cultivo de hierba mora, aplicando al suelo un programa de fertilización tradicional, es decir aplicando 672 kg/ha de N y 120 kg/ha de P, y llevar el cultivo hasta el corte número cuatro en las condiciones edafoclimáticas de Catarina, San Marcos; los costos totales de producción por hectárea ascienden a Q 82,693.89

Los resultados obtenidos para cada una de las parcelas con su tratamiento, difieren el uno del otro, ya que en cada tratamiento los fertilizantes que se aplicaron tienen diferente dosificación y por lo tanto el costo también es diferente, siendo la parcela con el tratamiento de fertilización tradicional la que proyecta mayor costo por hectárea, porque se tendrían que aplicar 1,800 kg de fertilizantes químicos, en comparación con el tratamiento de la fertilización combinada, que proyecta la aplicación de 557.97 kg de fertilizantes químicos y 1,500 kg de lombricompost.

Rentabilidad neta por medición de producción. La rentabilidad de un cultivo en la mayoría de casos que se refiere a inversión agrícola, es un atractivo que motiva al productor en la toma de riesgos y adaptación de nuevas tecnologías, ya que, la continuidad de futuras producciones dependerá de los ingresos que se puedan generar en cada ciclo productivo de un cultivo. El cultivo de hierba mora a través de este proyecto, demuestra que su importancia no solamente radica en el aspecto nutricional, sino que, puede convertirse en un potencial económico para quienes lo producen y comercializan. En la siguiente tabla se encuentran los datos obtenidos cuando se realizó el análisis económico (ver anexo Tabla 20 y 21).

Tabla 18.

Rentabilidad neta por Tm de producción por hectárea del proyecto establecimiento de un plan de fertilización en el cultivo de hierba mora (Solanum sp); Catarina, San Marcos, 2019.

Descripción	Parcela con fertilización combinada		Parcela con fertilización tradicional	
Ingresos por hectárea	Q	108,184.00	Q	111,534.00
Costos por hectárea	Q	74,270.38	Q	82,693.89
Utilidad por hectárea	Q	33,913.62	Q	28,840.11
Producción (Tm)		54.09		55.76
Rentabilidad por Tm de producción	Q	626.98	Q	517.22
% Rentabilidad		45.66		34.88

En la tabla del análisis económico se observa que los rendimientos de biomasa fresca fueron menores en el tratamiento de fertilización combinada 54.09 Tm, comparado con los obtenidos en la parcela de fertilización tradicional 55.76 Tm. Considerando el precio de comercialización por kg, los ingresos de la parcela con fertilización combinada fueron Q 108,184.00 y de la parcela de fertilización tradicional Q 111,534.00; lo que influye para que la rentabilidad sea mayor en el tratamiento donde se aplicó fertilización combinada, es el bajo costo que este tratamiento representa en su implementación, el cual disminuye por las dosis de fertilizantes químicos utilizadas, según la recomendación de Rosales (2011) en comparación con el tratamiento de la parcela de fertilización tradicional, donde se aplican dosis mayores de fertilizantes químicos; los costos totales proyectados para una hectárea fueron obtenidos al realizar un presupuesto para cada uno de los tratamientos, para el tratamiento de fertilización combinada los costos totales ascienden a Q 74,270.38 y para el tratamiento de fertilización tradicional Q 82,693.89; logrando una

diferencia en la rentabilidad del 10.78% a favor de la parcela con tratamiento de fertilización combinada, a largo plazo la utilización de abonos orgánicos permite aumentar la fertilidad del suelo, lo cual representa mejores rendimientos y mayor utilidad.

Precio de equilibrio por unidad de producción. Cada unidad de producción presenta diferencias en cuanto a los datos económicos, se determinó que el precio mínimo de comercialización del cultivo de hierba mora, para cubrir los costos totales en cada uno de los tratamientos es el siguiente: precio de equilibrio en el tratamiento de fertilización combinada Q. 1.37 por kg de hierba mora comercial y el precio de equilibrio en el tratamiento de fertilización tradicional es de Q. 1.48 de hierba mora comercial. Esto quiere decir que en ambas parcelas un precio menor que los anteriores representa pérdida, y al comercializar a un precio mayor de los ya mencionados representa ganancia.

3.2. Medios de verificación del proyecto

Para dejar constancia de las actividades realizadas en la ejecución de este proyecto de adaptación, se utilizaron los siguientes medios de verificación:

Libreta de campo: Esta libreta fue autorizada por la Coordinación Académica de Facultad, en ella se anotaron todas las actividades realizadas durante la ejecución del proyecto, cada una de ellas con su respectiva fecha.

Bitácoras mensuales: Estas se realizaron de forma electrónica y se anotaron las actividades realizadas durante cada mes, se adjuntaron fotografías de las actividades que tuvieron lugar en el mes correspondiente; para posteriormente enviarlas a coordinación académica.

Expediente de Calidad: Consistió en la elaboración de una carpeta electrónica, a la que se le asignó el nombre de: Expediente de Calidad, el cual contiene una serie de carpetas en las que se

documentaron todas las actividades realizadas en base al cronograma de ejecución del proyecto. En cada carpeta se archivaron fotografías y videos que sustentan la ejecución del proyecto, así como también un documento de Excel, donde se realizó la tabulación de datos y el cálculo de diferencias estadísticas. La carpeta de expediente de calidad fue grabada en un disco compacto (CD-ROM), el cual fue entregado a Coordinación Académica de la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, para su respectivo archivo.

3.3. Análisis de impactos del proyecto

3.3.1. Económico

El proyecto se perfila económicamente atractivo para los agricultores de la comunidad, ya que en la parcela con tratamiento de fertilización combinada se proyectó una producción de 54.09 Tm con una rentabilidad económica de 45.66% por hectárea; en la parcela con tratamiento de fertilización tradicional se proyectó una producción de 55.76 Tm con una rentabilidad económica de 34.88% porque difiere económicamente con la parcela de fertilización combinada en los costos de producción, siendo para la parcela con tratamiento de fertilización combinada Q 74,270.38 los costos totales por hectárea y para la parcela con tratamiento de fertilización tradicional estos son: Q 82,693.89. En cuanto a las exportaciones de este cultivo, no han sido potencializadas en la región, hacen falta actividades de marketing en las que se logre involucrar a la mayoría de productores de este cultivo, también existe un mercado local que absorbe la producción de los agricultores.

3.3.2. Social

En este proyecto se planificó realizar una gira de campo con agricultores de la comunidad donde se realizó el experimento, con la finalidad de dar a conocer la adaptabilidad y los resultados

obtenidos en la implementación del tratamiento de fertilización combinada al suelo, lo que para ellos representa una nueva tecnología agrícola, porque en la comunidad los agricultores no acostumbran a combinar abonos orgánicos y fertilizantes químicos; en esta actividad se contó con la presencia de nueve agricultores, a quienes se les dio a conocer el manejo de ambas parcelas y el tratamiento de fertilización que se aplicó en las mismas; los resultados obtenidos en la parcela con aplicación de fertilización combinada produjo un impacto social positivo en los presentes, por la relación costo beneficio que se obtiene lo cual le permite a los agricultores obtener una rentabilidad mayor y un uso racional de los fertilizantes químicos.

3.3.3. Ambiental

El uso de abonos orgánicos en agricultura es de suma importancia para el medio ambiente, la incorporación de estos permite aumentar la actividad de los microorganismos presentes en el suelo, se aumenta la cantidad de materia orgánica del suelo, dando lugar al desarrollo de procesos de suma importancia ambiental, como la fijación de carbono en el suelo y ayuda en el proceso de asimilación de nutrientes provenientes de los fertilizantes químicos. En el caso del lombricompost es un abono que no genera contaminación al momento de aplicarlo, no acidifica los suelos, no genera malos olores, incrementa la capacidad de retención de agua en el suelo, lo que permite reducir el consumo de agua en la agricultura, entre muchos beneficios más; el uso de este abono reduce en buena medida el impacto ambiental del cultivo de hierba mora. Por lo que la implementación de un plan de fertilización combinada al suelo es de beneficio ambiental, puesto que no son las mismas cantidades de fertilizantes químicos que se aplican como se hace en la fertilización tradicional. Aún cuando el contenido de nutriente del material orgánico sea bajo y variable, el abono orgánico es muy valioso porque mejora las condiciones del suelo en general. La

materia orgánica mejora la estructura del suelo, reduce la erosión del mismo, tiene un efecto regulador en la temperatura del suelo y le ayuda a almacenar más humedad, mejorando significativamente de esta manera su fertilidad. Además la materia orgánica es un alimento necesario para los organismos del suelo, (FAO & IFA, 2002).

4. CONCLUSIONES

En el tratamiento de fertilización combinada al suelo, se acepta la hipótesis nula para la variable Kg/ha; en el caso de la variable altura de planta en los cortes uno y dos, se rechaza la hipótesis nula, en los cortes tres y cuatro se acepta la hipótesis nula, para las variables número de brotes por planta y número de hojas por tallo se analizaron las medias de los cuatro cortes, estas medias al ser sometidas al análisis estadístico permiten aceptar la hipótesis nula.

El análisis de los indicadores económicos permite demostrar que, en la parcela con tratamiento de fertilización combinada al suelo, los costos totales proyectados para una hectárea son menores a los costos para una hectárea con aplicación de fertilización tradicional, por lo que se rechaza la hipótesis nula, y que la implementación de un plan de fertilización combinada al suelo es factible económicamente en las condiciones edafoclimáticas de Catarina, San Marcos.

Al realizar la gira de campo con los agricultores comunitarios, se logró hacer la transferencia de la nueva tecnología, basada en el uso combinado de abono orgánico y fertilizantes químicos, la cual tuvo aceptación de parte de los agricultores, ya que se reduce el uso de fertilizantes químicos y la aplicación de abono orgánico mejora gradualmente la fertilidad de los suelos, mostrando gran interés en adoptar esta tecnología en la que se reducen costos y aumenta la producción.

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda la implementación del plan de fertilización combinada al suelo para el cultivo de hierba mora, la aplicación de abonos orgánicos no representa un impacto negativo para el ambiente, ya que es de importancia para mejorar las condiciones físicas del suelo a través del aumento de materia orgánica, lo cual permite mayor retención de humedad, entre otros beneficios, esta combinación permite una reducción en el uso de fertilizantes químicos lo que económicamente se refleja en la reducción de costos.

Se recomienda realizar una investigación para determinar la factibilidad económica de la fertilización combinada al suelo, al realizar cinco cortes de material vegetal para poder comercializarlos utilizando una dosis de lombricompost de 3,000 kg/ha, y de esta manera comprobar si existe mayor rendimiento y rentabilidad en el cultivo de hierba mora.

Se recomienda realizar una investigación, para determinar, si es factible mejorar los resultados de rendimiento en kg/ha alcanzados en este proyecto, al utilizar la fertilización combinada, realizando la aplicación del nitrógeno 50% al momento del trasplante y 50% al día siguiente del segundo corte.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andreu, J., Betrán, J., Delgado, I., Espada, J., Gil, M., Iguácel, F., . . . Yagüe, M. (2006). *CitaREA*. (G. d. Aragón, & D. d. Alimentación, Edits.) Recuperado el 17 de Septiembre de 2018, de https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/868/1/10532-105_11.pdf
- Anffe. (2 de Junio de 2008). *La importancia de los fertilizantes*. Recuperado el 11 de Agosto de 2018, de www.anffe.com Web site: <http://www.anffe.com/noticias/2008/2008-06-02%20La%20importancia%20de%20los%20fertilizantes%20en%20una%20agricultura%20actual%20productiva%20y%20sostenible/LA%20IMPORTANCIA%20DE%20LOS%20FERTILIZANTES.pdf>
- Barneond, J. (1999). *Evaluación de nitrógeno y materia organica sobre el rendimiento de biomasa en el cultivo de chipilín (Crotalaria spp. L.) San Lorenzo, Suchitepequez*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Bellon, M. R. (2002). *Métodos de investigación participativa para evaluar tecnologías: Manual para científicos que trabajan con agricultores*. D.F., México: CIMMYT.
- Borrayo, J. (1995). *Estudio de la germinación y emergencia de la semilla de chipilín (Crotalaria spp.) sometida a varios tratamientos pregerminativos*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Cajamarca, D. (2012). *Procedimiento para la elaboración de abonos orgánicos*. Monografía, Ingeniero Agrónomo, Universidad de Cuenca, Facultad de ciencias agropecuarias, Cuenca, Ecuador.
- Caravantes, A. (2014). *Evaluación de riesgo de plagas para la importación de follaje fresco de chipilín (Crotalaria longirostrata Hook & Arn) procedentes de Guatemala en los Estados*

- Unidos*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Guatemala.
- Castillo, M. (1991). *Efecto de cuatro frecuencias de corte en chipilín (Crotalaria longirostrata Hook & Arn) sobre rendimiento foliar y el de proteína*. Tesis de grado, Ingeniero agronomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Castro, L. (1997). *Evaluación de la fertilización con Nitrógeno, Fósforo y estiércol bovino sobre el rendimiento de biomasa del cultivo de Hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal) aldea Pacután, Santa Apolonia, Chimaltenango*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Cepeda, J. (2010). *Fertilidad de Suelos I*. Recuperado el 14 de Agosto de 2018, de academic.uprm.edu Web site:
http://academic.uprm.edu/dsotomayor/agro6505/Cepeda_CAPITULOS_1-7_511.pdf
- Chang, L. (Octubre de 2013). Caracterización fitoquímica y la evaluación de la actividad antibacteriana in vitro de los extractos de hojas y tallos de *Solanum nigrum* L. que crece en Cuba. *Revista mexicana de ciencia farmaceutica*, XLIV(4).
- Cobon, N. (1988). *Caracterización agronómica, morfológica y bromatológica de 27 cultivares de chipilín (Crotalaria spp.) nativos de Guatemala, en San Miguel Panan, Suchitepequez*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- CONAP. (2015). *Plan operativo anual POA 2016*. Consejo nacional de áreas protegidas, Guatemala.
- Domínguez, A. (1997). *Evaluación de distancias de siembra sobre el rendimiento de biomasa del cultivo de chipilín (Crotalaria longirostrata Hook & Arn) en el municipio de San Antonio*,

- Suchitepequez*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Estrada, E. (2010). *Manual elaboración de abonos orgánicos sólidos, tipo compost* (Primera ed.). (J. Rivera, D. Danilo, A. Orellana, W. Quemé, & E. de León, Edits.) Quetzaltenango, Guatemala: Compuimpresos, S.A.
- Estrada, M. (19 de Julio de 2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Lasallista de investigación*, Vol 2(1), 43-48.
- FAO, & IFA. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. (F. & Org., Ed.) Recuperado el 26 de Noviembre de 2018, de FAO Web site: <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- Fernández, R., Trapero, A., & Domínguez, J. (2010). *Experimentación en agricultura*. Sevilla, España: Junta de Andalucía Consejería de Agricultura y Pesca.
- Girón, C. (2006). *Eficacia del tratamiento contra la viruela cutánea aviar utilizando la pomada elaborada a base de hierba mora (Solanum americanum, Solanum nigrescens)*. Tesis de grado, Médico Veterinario., Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Guatemala.
- González, A. (17 de Febrero de 2013). Al rescate de las hierbas nativas. *Diario Prensa Libre*.
- González, E. (2015). *Efecto de ácido indolebutírico sobre el rendimiento en diferentes densidades de siembra de camote; San Marcos*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Coatepeque. Recuperado el 8 de Octubre de 2018
- Guerra, D., Valdez, J., Aquino, E., & López, J. (2015). *Hacia la seguridad alimentaria para los campesinos pobres de Guatemala: Evaluación de la producción de alimento en un sistema acuapónico de tilapias y plantas autóctonas de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Guatemala.

- Hernández, J. (1997). *Evaluación del rendimiento de materia seca del cultivo de chipilin (Crotalaria vitellina Ker in Lindl.) por efecto de nitrógeno, fósforo y potasio, en un suelo típico de la zona de los departamentos*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- IDAE. (Julio de 2007). *Ahorro, eficiencia energética y fertilización nitrogenada*. (IDAE, Ed.) Recuperado el 18 de Septiembre de 2018, de Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía Web site: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10418_Fertilizacion_nitrogenada_07_e65c2f47.pdf
- INCAP. (2012). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica*. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Guatemala: Serviprensa.
- Insivumeh. (2018). *Datos meteorológicos de los departamentos*. Recuperado el 09 de Octubre de 2018, de Insivumeh Web site: <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTADISTICAS.htm>
- Lavarreda, C. (2010). *Costos y rentabilidad de unidades pecuarias (crianza y engorde de ganado bovino)*. Tesis de grado, Contador Público y Auditor, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, Guatemala.
- López, C. (2014). *Sistematización de las experiencias en la enseñanza agrícola y ambiental a nivel de educación básica en Antigua Guatemala, Sacatepéquez*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- López, E. (2012). *Efectos de tres niveles de lombricompost y tres distanciamientos de siembra sobre el rendimiento de hierba mora (Solanum sp. solanaceae), Quetzaltepeque*,

- Chiquimula*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Zacapa.
- Lys, P., & Cachia, F. (Febrero de 2016). *Manual de estadísticas sobre costos de producción agrícola, lineamientos para la recolección, compilación y difusión de datos*. Recuperado el 5 de Noviembre de 2018, de Global Strategy Improving Agricultural & Rural Statistics Web site: <http://gsars.org/wp-content/uploads/2016/06/Handbook-on-ACPS-ES-WEBFILE-280616.pdf>
- Martínez, A. (2012). *Hierba mora, chipilin, jícama y bledo*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Editorial Universitaria.
- Martinez, A. (23 de Marzo de 2017). AGRITRADE el inicio de la exportación de productos nativos guatemaltecos. *Diario La República*.
- Martínez, V., Cóbar, O., Paz, A., Esteban, M., Saravia, A., Gaitán, I., & Cruz, S. (2006). *Determinación fitoquímica y de actividad antifúngica de cultivares de Solanum americanum Miller y caracterización de preparaciones para la industria fitofarmacéutica*. Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala.
- Mejia, A. (1989). *Evaluación agronómica de 10 cultivares de chipilín (Crotalaria spp.) bajo dos sistemas de siembra en dos localidades de la cuenca del río Achiguate, Escuintla*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Mejicanos, S. (2009). *Efecto de la Hierba mora (Solanum americanum, Solanum nigrescens) como prevención de la anemia ferropénica en lechones del nacimiento al destete*. Tesis de grado,

Médico Veterinario, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia, Guatemala.

Morales, I., Escalante, W., & Galdeames, I. (Diciembre de 2014). *Biblioteca Agroecología: Fundesyram*. Recuperado el 3 de Octubre de 2017, de Fundesyram Web Site: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=1200>

Ochoa, K. (2016). *Evaluación agroeconómica de fertilización N-P-K en frijol arbustivo variedad ICTA superchiva, en el altiplano central de Guatemala*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Sede Regional de Escuintla, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Escuintla.

Paz, M. (1995). *Evaluación de nitrógeno, fósforo y estiércol bovino sobre el rendimiento de biomasa en materia seca de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal); en la aldea Xesiguan, Santa Apolonia, Chimaltenango*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.

Periódico Prensa Libre. (viernes 31 de de octubre de 2014). Exportan chipilín y flores comestibles a Estados Unidos. *Año LXIV*, pág. 33. Recuperado el 8 de Septiembre de 2018, de <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/exportan-chipilin-y-flores-comestibles-de-guatemala-estados-unidos>

Periódico Prensa Libre. (17 de Junio de 2014a). La importancia de los fertilizantes. *Redacción Buena Vida*. Recuperado el 11 de Agosto de 2018, de <http://www.prensalibre.com/vida/fertilizantes-plantas-hojas-abono-0-1158484217>

Quintana, F. (2013). *Implementación del cultivo y aprovechamiento de la hierba mora (Solanum americanum, S. nigrescens y S. nigricans) en la escuela oficial rural mixta del caserío Caculjá, municipio de San Andrés Sajcabajá, departamento de Quiché*. Tesis de grado,

Licenciado en Pedagogía con especialidad en medio ambiente, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades, Quiché.

Rawson, H., & Helena, G. (2001). *Trigo Regado*. FAO, Dirección de Producción y Protección Vegetal, ROMA. Recuperado el 07 de Enero de 2021, de <http://www.fao.org/3/X8234S/x8234s00.htm#Contents>

Recinos, M. (1998). *Valor nutritivo de hierba mora (Solanum sp) cultivada con diferentes niveles de fertilización química y orgánica*. Tesis de grado, Nutricionista, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala.

Rodas, E. (2015). *Evaluación de fuentes de fertilización orgánica para el incremento de proteína en chipilín (Crotalaria longirostrata)*. Tesis de Grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Campus Quetzaltenango, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Quetzaltenango.

Rodriguez, A. (2016). *Evaluación del extracto de Quilete (Solanum americanum Miller) como insecticida y larvicida contra el vector transmisor del dengue (Aedes aegypti)*. Tesis de grado, Ingeniero Químico, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala.

Rodriguez, R. (2008). *Estudio de las plantas medicinales conocidas por la población de la comunidad de Primavera, del municipio de Ixcán, Quiché, utilizando técnicas etnobotánicas*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.

Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor experiencias en América latina*. FAO, Oficina regional para América latina y el Caribe, Santiago de Chile.

- Rosales, C. (2011). *Evaluación de niveles de nitrógeno, fósforo, potasio y cuantificación de la absorción de macronutrientes en cuatro cortes para el cultivo de hierba mora (Solanum americanum Miller) en Tecpán, Chimaltenango, Guatemala, C.A.* Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Sagastume, E. (2015). *Evaluación de lombricompost de coqueta roja en la producción de chile dulce.* Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Facultad de ciencias ambientales y agrícolas, La Fragua.
- Segeplan. (2001). *Variable Fisiografica, cobertura geográfica municipios del departamento de San Marcos.* Recuperado el 16 de 10 de 2018, de www.segeplan.gob.gt Web site: http://ide.segeplan.gob.gt/tablas/tablas_municipal/pdfs/12_Tablas_SanMarcos/tabla_43_12.pdf
- Segeplan. (2010). *Plan de Desarrollo Municipal Catarina San Marcos: Segeplan.* Recuperado el 8 de Octubre de 2018, de Segeplan Web site: <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/municipio-de-catarina>
- Solís, C. (2014). *Experiencias en la producción comercial de hierba mora (Solanum americanum Mill, Solanacea); Tactic, Alta Verapaz.* Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Zacapa.
- Trujillo, R. (2001). *Evaluación de Fertilización con N, P y gallinaza con tres modalidades de aplicación de P sobre el rendimiento de materia seca de hierba mora (Solanum nigricans) en el centro experimental docente de agronomía.* Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.

- Vásquez, F. (1983). *Recolección y caracterización del germoplasma de hierba mora (Solanum sp.) de la vertiente del pacífico de la república de Guatemala*. Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Vásquez, J. (1984). *Estudio del proceso germinativo en la semilla de Hierba mora (Solanum sp.)*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Velásquez, M. (1986). *Caracterización agromorfológica y bromatológica de 35 cultivares de hierba mora (Solanum sp.) nativos de Guatemala, en el valle de la asunción, Guatemala*. Tesis de grado, Ingeniero Agrónomo, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.
- Vides, A. (30 de Octubre de 2014). *Pacaya, hojas frescas de chipilín y flores comestibles de izote y chufle se suman a la oferta agrícola guatemalteca, para el mercado de Estados Unidos*. Recuperado el 22 de Septiembre de 2018, de Agexport hoy Web site: <http://agexporthoy.export.com.gt/sectores-de-exportacion/sector-servicios/pacaya-hojas-frescas-de-chipilin-y-flores-comestibles-de-izote-y-chufle-se-suman-a-la-oferta-agricola-guatemalteca-para-el-mercado-de-estados-unidos/>
- Yac, E. (1993). *Caracterización agroeconómica del cultivo de Loroco (Fernaldia pandurata Woodson) en las zonas seca y muy seca de El Progreso y Zacapa*. Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Guatemala.

7. ANEXOS

Tabla 19.

Resultados de análisis de suelo antes de aplicación de la fertilización combinada al suelo, en la parcela con aplicación y sin aplicación, 2019.

14 Avenida 19-50 Condado El Naranjo
Oficinas San Sebastián, Bodega 23
Zona 4 de Mixco, Guatemala.
PBX.: 2416-2916 Fax: 2416-2917
info@solucionesanaliticas.com
www.solucionesanaliticas.com



Lotificación El Relicario, Lote 6
Carretera al Pacífico, Km. 91
Santa Lucía Cotz, Escuintla.
PBX: 7882-2428
sedesl@solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

Cliente	: BEDER SAUL AGUIRRE GARCIA (13556)	Número de orden	: 110559
Persona Responsable	: BEDER SAUL AGUIRRE GARCIA	Código de muestra	: 19.02.13.04.02
Finca	: (26961)	Fecha de ingreso	: 13/02/2019
Localización	: Catarina, SAN MARCOS	Fecha del informe	: 18/02/2019
Referencia Cliente	: MUESTRA DE SUELO, CULTIVO: HIERBA MORA	Asesor	: RECEPCION AGRICOLA
Cultivo	: GENERALES (87)		

PARAMETROS DE SUELOS		RANGO ADECUADO
pH	5.78	5.50 _ 7.20
Concentración de Sales (C.S.)	0.11 dS/m	0.2 _ 0.8
Materia Orgánica (M.O.)	3.27 %	2.0 _ 4.0
C.I.C.e	7.6 meq/100 ml	5.0 _ 15.0
Saturación K	11.64 %	4% _ 6%
Saturación Ca	66.14 %	60% _ 80%
Saturación Mg	22.22 %	10% _ 20%
Saturación Al+H	0.00 %	< 20%

ELEMENTO	CONC. ppm (p/v)	NIVELES			RANGO ADECUADO ppm (p/v)	DOSIS Kg/Ha *
		BAJO	ADECUADO	ALTO		
Fósforo	P	18.6	XXXXXX		30 - 75	100 P ₂ O ₅
Potasio	K	346.5	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		150 - 300	K ₂ O
Calcio	Ca	1010.0	XXXXXXXXXX		1000 -2000	
Magnesio	Mg	203.6	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		100 - 250	
Azufre	S	8.8	XXXXXXXXXX		10 - 100	50 S
Cobre	Cu	4.5	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX		1 - 7	
Hierro	Fe	100.4	XXXXXXXXXXXXXX		40 - 250	
Manganeso	Mn	23.0	XXXXXXXXXXXXXX		10 - 250	
Zinc	Zn	3.6	XXXXXXXXXXXXXX		2 - 25	
Aluminio	Al	< 8.0	X		< 20% Sat Al	

** No se tienen datos del rango adecuado para este elemento. * Kg/Ha x 1.54 = lbs/mz

Metodología con base en:
Sparks D.(ed) (1996). Methods of Soil Analysis Part 3: Chemical Methods.
Soil pH(1:2). Soil: Water Ratio Method.

Western States Laboratory Proficiency Testing program Soil and Plant Analytical Methods. Versión 4.10.1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original

Revisado: _____
Gerente de Laboratorios



Tabla 20.

Costos de producción por hectárea de la parcela con fertilización combinada al suelo; Catarina, San Marcos, 2019.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
I. EGRESOS				Q 74,270.38
A. Costos Directos (Variables)				Q 71,086.16
1. Insumos Agrícolas				Q 23,666.16
a. Plantas				Q 8,400.00
Pilones de hierba mora	Unidad	120,000.00	Q 0.07	Q 8,400.00
b. Fertilizantes				Q 6,191.66
Químicos				Q 3,291.66
Fertilizante 46-0-0	Kilogramo	260.87	Q 5.50	Q 1,434.79
Fertilizante 0-46-0	Kilogramo	130.43	Q 6.25	Q 815.19
Fertilizante 0-0-60	Kilogramo	166.67	Q 6.25	Q 1,041.69
Orgánicos				Q 2,250.00
Lombricompost	Kilogramo	1,500.00	Q 1.50	Q 2,250.00
Foliares				Q 650.00
Fertilizante completo	Litro	10.00	Q 65.00	Q 650.00
c. Trazo de parcelas				Q 625.00
Pita plástica	Rollo grande	5.00	Q 65.00	Q 325.00
Estacas de madera	Unidad	100.00	Q 3.00	Q 300.00
d. Insecticidas				Q 1,879.50
Thiacloprid, Beta-Ciflutrina	Litro	5.30	Q 315.00	Q 1,669.50
Deltametrina	Decilitro	6.00	Q 35.00	Q 210.00
e. Molusquicida				Q 700.00
Metaldehído	Kilogramo	14.00	Q 50.00	Q 700.00
f. Fungicidas				Q 3,730.00
Fosetil Aluminio + Propomocarb	Litro	8.00	Q 380.00	Q 3,040.00
Propineb	Kilogramo	6.00	Q 115.00	Q 690.00
g. Adherentes				Q 120.00
Adherente, penetrante, dispersante, humectante	Litro	3.00	Q 40.00	Q 120.00
h. Insumos varios				Q 2,020.00
Guantes	Unidad	30.00	Q 15.00	Q 450.00
Mascarilla	Unidad	30.00	Q 20.00	Q 600.00
Gafas	Unidad	30.00	Q 15.00	Q 450.00
Pita plástica	Rollo grande	8.00	Q 65.00	Q 520.00
2. Mano de Obra				Q 47,420.00
a. Trazo de parcelas				Q 240.00
Medición de área del proyecto	Jornal	3.00	Q 80.00	Q 240.00
b. Preparación del terreno				Q 2,460.00
Limpieza del terreno y labranza	Jornal	25.00	Q 80.00	Q 2,000.00
Surqueado del suelo	Hectárea	1.00	Q 460.00	Q 460.00

Concepto	Unidad de medida	Cantidad		Valor unitario	Valor total
c. Riego					Q 160.00
Regador	Jornal	2.00	Q	80.00	Q 160.00
d. Trasplante					Q 7,200.00
Trasplante a campo definitivo	Jornal	90.00	Q	80.00	Q 7,200.00
e. Fertilización					Q 7,200.00
Aplicación de fertilizantes y abono	Jornal	90.00	Q	80.00	Q 7,200.00
f. Control Plagas y enfermedades					Q 1,360.00
Aplicación de insecticidas	Jornal	10.00	Q	80.00	Q 800.00
Aplicación de fungicidas	Jornal	5.00	Q	80.00	Q 400.00
Aplicación de molusquicida	Jornal	2.00	Q	80.00	Q 160.00
g. Control malezas					Q 4,800.00
Desmalezado manual y mecánico	Jornal	60.00	Q	80.00	Q 4,800.00
h. Cosecha					Q 24,000.00
Corte del material vegetal	Jornal	300.00	Q	80.00	Q 24,000.00
B. Costos Indirectos (Fijos)					Q 3,184.22
1. Análisis de laboratorio					Q 382.50
Análisis de Suelo	Unidad	1.00	Q	382.50	Q 382.50
2. Arrendamiento					Q 1,380.00
Costo por uso de suelo	Hectárea	1.00	Q	1,380.00	Q 1,380.00
3. Imprevistos					Q 1,421.72
2% sobre costos directos					Q 1,421.72
II Ingresos					Q 108,184.00
Hierba mora primer corte comercial	Kilogramo	12,727.00	Q	2.00	Q 25,454.00
Hierba mora segundo corte comercial	Kilogramo	17,450.00	Q	2.00	Q 34,900.00
Hierba mora tercer corte comercial	Kilogramo	13,335.00	Q	2.00	Q 26,670.00
Hierba mora cuarto corte comercial	Kilogramo	10,580.00	Q	2.00	Q 21,160.00
Utilidad Neta					Q 33,913.62
Rentabilidad %					45.66

Tabla 21.

Costos de producción por hectárea de la parcela con fertilización tradicional al suelo; Catarina, San Marcos, 2019.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
I. EGRESOS				Q 82,693.89
A. Costos Directos (Variables)				Q 79,344.50
1. Insumos Agrícolas				Q 28,324.50
a. Plantas				Q 8,400.00
Pilones de hierba mora	Unidad	120,000.00	Q 0.07	Q 8,400.00
b. Fertilizantes				Q 10,850.00
Químicos				Q 10,200.00
Fertilizante 20-20-0	Kilogramo	600.00	Q 6.00	Q 3,600.00
Fertilizante 46-0-0	Kilogramo	1,200.00	Q 5.50	Q 6,600.00
Foliales				Q 650.00
Fertilizante completo	Litro	10.00	Q 65.00	Q 650.00
c. Trazo de parcelas				Q 625.00
Pita plástica	Rollo grande	5.00	Q 65.00	Q 325.00
Estacas de madera	Unidad	100.00	Q 3.00	Q 300.00
d. Insecticidas				Q 1,879.50
Thiacloprid, Beta-Ciflutrina	Litro	5.30	Q 315.00	Q 1,669.50
Deltametrina	Decilitro	6.00	Q 35.00	Q 210.00
e. Molusquicida				Q 700.00
Metaldehído	Kilogramo	14.00	Q 50.00	Q 700.00
f. Fungicidas				Q 3,730.00
Fosetil Aluminio + Propomocarb	Litro	8.00	Q 380.00	Q 3,040.00
Propineb	Kilogramo	6.00	Q 115.00	Q 690.00
g. Adherentes				Q 120.00
Adherente, penetrante, dispersante, humectante	Litro	3.000	Q 40.00	Q 120.00
g. Insumos varios				Q 2,020.00
Guantes	Unidad	30.00	Q 15.00	Q 450.00
Mascarilla	Unidad	30.00	Q 20.00	Q 600.00
Gafas	Unidad	30.00	Q 15.00	Q 450.00
Pita plástica	Rollo	8.00	Q 65.00	Q 520.00
2. Mano de Obra				Q 51,020.00
a. Trazo de parcelas				Q 240.00
Medición de área del proyecto	Jornal	3.00	Q 80.00	Q 240.00
b. Preparación del terreno				Q 2,460.00
Limpieza del terreno y labranza	Jornal	25.00	Q 80.00	Q 2,000.00
Surqueado del suelo	Hectárea	1.00	Q 460.00	Q 460.00
c. Riego				Q 160.00
Regador	Jornal	2.00	Q 80.00	Q 160.00

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
d. Trasplante				Q 7,200.00
Trasplante a campo definitivo	Jornal	90.00	Q 80.00	Q 7,200.00
e. Fertilización				Q 10,400.00
Aplicación de fertilizantes	Jornal	130.00	Q 80.00	Q 10,400.00
f. Control Plagas y enfermedades				Q 1,360.00
Aplicación de insecticidas	Jornal	10.00	Q 80.00	Q 800.00
Aplicación de fungicidas	Jornal	5.00	Q 80.00	Q 400.00
Aplicación de molusquicida	Jornal	2.00	Q 80.00	Q 160.00
g. Control malezas				Q 4,800.00
Desmalezado manual y mecánico	Jornal	60.00	Q 80.00	Q 4,800.00
h. Cosecha				Q 24,400.00
Corte del material vegetal	Jornal	305.00	Q 80.00	Q 24,400.00
B. Costos Indirectos (Fijos)				Q 3,349.39
1. Análisis de laboratorio				Q 382.50
Suelo	Unidad	1.00	Q 382.50	Q 382.50
2. Arrendamiento				Q 1,380.00
Costo por uso de suelo	Hectárea	1.00	Q 1,380.00	Q 1,380.00
3. Imprevistos				Q 1,586.89
2% sobre costos directos				Q 1,586.89
II Ingresos				Q 111,534.00
Hierba mora primer corte comercial	Kilogramo	9,977.00	Q 2.00	Q 19,954.00
Hierba mora segundo corte comercial	Kilogramo	16,320.00	Q 2.00	Q 32,640.00
Hierba mora tercer corte comercial	Kilogramo	16,820.00	Q 2.00	Q 33,640.00
Hierba mora cuarto corte comercial	Kilogramo	12,650.00	Q 2.00	Q 25,300.00
Utilidad Neta				Q 28,840.11
Rentabilidad %				34.88