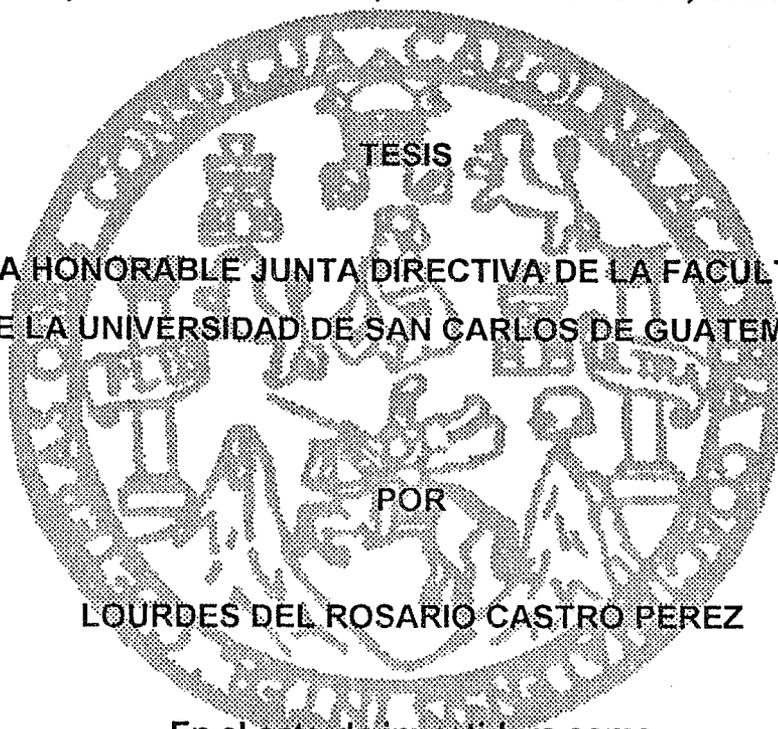


FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DE LA FERTILIZACION CON NITROGENO, FOSFORO Y ESTIERCOL BOVINO
SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA DEL CULTIVO DE HIERBA MORA (Solanum
nigrescens Mart y Gal) ALDEA PACUTAN, SANTA APOLONIA, CHIMALTENANGO 1996.



TESIS
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR
LOURDES DEL ROSARIO CASTRO PEREZ

En el acto de investidura como

INGENIERA AGRONOMA
EN
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADA

GU ATEMALA, NOVIEMBRE DE 1997.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

| | |
|---------------|---|
| DECANO | Ing.Agr. José Rolando Lara Alecio |
| VOCAL PRIMERO | Ing.Agr. Juan José Castillo Mont |
| VOCAL SEGUNDO | Ing.Agr. William Roberto Escobar López |
| VOCAL TERCERO | Ing.Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa |
| VOCAL CUARTO | Br. Estuardo Enrique Lira Prera |
| VOCAL QUINTO | P. Agr. Edgar Danilo Juárez Quim |
| SECRETARIO | Ing. Agr. Guillermo Edilberto Méndez Beteta |

Guatemala, noviembre de 1997.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Señores Representantes:

En cumplimiento a las normas establecidas en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DE LA FERTILIZACION CON NITROGENO, FOSFORO Y ESTIERCOL BOVINO SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA DEL CULTIVO DE HIERBA MORA (Solanum nigrescens Mart y Gal), ALDEA PACUTAN, SANTA APOLONIA, CHIMALTENANGO. 1996.

Como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos para su aprobación, agradezco la atención a la presente.

Atentamente,



Lourdes del Rosario Castro Pérez

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS Por darme el tiempo y sabiduría para alcanzar esta meta.
- MIS PADRES José Rolando Castro Castañaza (Q.E.P.D)
Nohelia Elizabet Pérez Alfaro
- MIS HIJOS Jessica Alejandra, José Manuel y César Hernán
que mi triunfo sea ejemplo para buscar su superación
- MIS HERMANOS Con cariño, especialmente a Genaro Rolando que mi esfuerzo sea un orgullo
para él
- MIS FAMILIARES Con aprecio y respeto
- MIS AMIGOS Con afecto sincero

AGRADECIMIENTOS

Quiero hacer patente mi agradecimiento sincero a mis Asesores Ing.Agr. M.C. José Jesús Chonay Pantzay e Ing.Agr. M.C. Víctor Manuel Alvarez Cajas, por su valiosa colaboración en la asesoría del presente trabajo.

Al Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por el apoyo brindado en la realización de la presente investigación.

A Byron Gonzalez, Ezequiel López, Wener Fuentes, Jorge Lucero, Alexei Dominguez, Gonzalo Barrientos y Eduardo Ramírez por el apoyo incondicional brindado para el presente trabajo.

A Fidel Moxín por brindarme la oportunidad de haber realizado la presente investigación.

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron para la realización de la presente investigación.

Todos los resultados presentados en esta investigación, fueron generados por el Proyecto "Desarrollo de prácticas agronómicas para el cultivo de hortalizas nativas o tradicionales" promovido por el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía y la Dirección General de Investigaciones de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

| CONTENIDO | PAG. |
|---|-------------|
| INDICE DE FIGURAS | ix |
| INDICE DE CUADROS | x |
| RESUMEN | xii |
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 2 |
| 3. MARCO TEORICO | 3 |
| 3.1 MARCO CONCEPTUAL | 3 |
| 3.1.1 Características bótanicas del cultivo de hierba mora | 3 |
| 3.1.2 Importancia del cultivo de hierba mora | 4 |
| 3.1.3 Analisis bromatológico | 4 |
| 3.1.4 Importancia de la fertilización en la producción agrícola | 6 |
| 3.1.5 Materia orgánica del suelo | 6 |
| 3.1.6 Fertilización orgánica con estiércol bovino | 7 |
| 3.1.7 Relación carbono-nitrógeno | 8 |
| 3.1.8 Nitrógeno | 9 |
| 3.1.9 Fósforo del suelo y su fertilización | 9 |
| 3.1.10 Antecedentes del trabajo | 10 |
| 3.2 MARCO REFERENCIAL | 15 |
| 3.2.1 Descripción del área experimental | 15 |
| 3.2.1.1 Ubicación geográfica | 15 |
| 3.2.1.2 Características climáticas | 15 |
| 3.2.1.3 Características edáficas | 15 |
| 3.2.1.4 Características del material experimental | 16 |
| 4. OBJETIVOS | 17 |
| 5. HIPOTESIS | 18 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6. | METODOLOGIA | 19 |
| 6.1 | Características químicas del suelo | 19 |
| 6.2 | Composición química del estiércol bovino | 20 |
| 6.3 | Selección de los tratamientos | 21 |
| 6.4 | Diseño experimental | 23 |
| 6.5 | Tamaño de la unidad experimental | 23 |
| 6.6 | Variables respuesta | 23 |
| 6.7 | Manejo del ensayo | 24 |
| 6.7.1 | Preparación del semillero | 24 |
| 6.7.2 | Preparación del suelo para el establecimiento del ensayo | 24 |
| 6.7.3 | Trasplante | 24 |
| 6.7.4 | Fertilización | 24 |
| 6.7.5 | Control de malezas | 25 |
| 6.7.6 | Control de plagas y enfermedades | 25 |
| 6.7.7 | Cosecha | 25 |
| 6.8 | ANALISIS DE LA INFORMACION | 25 |
| 6.9 | ANALISIS ECONOMICO | 27 |
| 7. | RESULTADOS Y DISCUSION | 28 |
| 8. | CONCLUSIONES | 38 |
| 9. | RECOMENDACIONES | 39 |
| 10. | BIBLIOGRAFIA | 40 |
| 11. | APENDICE | 43 |

INDICE DE FIGURAS

| FIGURA | CONTENIDO | Pagina. |
|--------|--|---------|
| 1 "A" | Distribución de la precipitación en el período de realización del experimento. | 46 |

INDICE DE CUADROS

| | CUADRO | PAG. |
|----|--|------|
| 1 | Análisis bromatológico de la hoja de hierba mora. | 5 |
| 2 | Contenido de nutrientes del suelo, área experimental, Pacután. | 19 |
| 3 | Analisis de la concentración de nutrientes del estiércol bovino. | 20 |
| 4 | Composición nutrimental promedio de estiércol bovino, en el área de influencia de Chapingo. | 21 |
| 5 | Tratamientos, dosis de fertilización con nitrógeno, fósforo y estiércol bovino. Aldea Pacután, Chimaltenango. | 22 |
| 6 | Distribución de las cantidades de fertilizante y estiércol bovino aplicadas al experimento. | 25 |
| 7 | Valores de F y nivel de significancia observado para las dosis de fertilización química y orgánica del rendimiento de materia fresca y su significancia. | 28 |
| 8 | Valores de F y nivel de significancia observado para las dosis de fertilización química y orgánica del rendimiento de materia seca y su significancia. | 29 |
| 9 | Valores de F y nivel de significancia observado para la variable altura de planta. | 29 |
| 10 | Comparación de medias de rendimiento de materia fresca, utilizando la prueba de DUNCAN. | 31 |

- 11 Comparación de medias de rendimiento de materia seca, utilizando la prueba de DUNCAN. 32
- 12 Comparación de medias de rendimiento total del cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal) en materia fresca y seca por efecto de la fertilización química y orgánica. 34
- 13 Contrastes para evaluar el efecto de la fertilización química con respecto a la fertilización con estiércol bovino en la variable materia fresca. 35
- 14 Contrastes para evaluar el efecto de la fertilización química con respecto a la fertilización con estiércol bovino en la variable materia seca. 36
- 15 Análisis económico del rendimiento de materia fresca de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal) obtenidos con la aplicación de nitrógeno, fósforo y estiércol bovino. Aldea Pacután, Santa Apolonia, Chimaltenango. 37
- 16"A" Datos de campo del cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal) para el primer corte. 43
- 17 "A" Datos de campo del cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal) para el segundo corte. 44
- 18 "A" Datos de campo del cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal) para el tercer corte. 45

EVALUACION DE LA FERTILIZACION CON NITROGENO, FOSFORO Y ESTIERCOL BOVINO SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA DEL CULTIVO DE HIERBA MORA (Solanum nigrescens Mart y Gal) ALDEA PACUTAN, SANTA APOLONIA, CHIMALTENANGO.

FERTILIZER'S EVALUATION WITH NITROGEN, PHOSPHOROUS AND BOVINE RECIDUE, CONCERNING HOW BIOMASA FROM CULTIVATION OF HIERBA MORA (Solanum nigrescens Mart y Gal) ALDEA PACUTAN, SANTA APOLONIA, CHIMALTENANGO.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Aldea Pacután, Santa Apolonia, Chimaltenango, y forma parte del proyecto "**Desarrollo de prácticas agronómicas para el cultivo de hortalizas nativas o tradicionales**", que viene desarrollando el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía (IIA), y la Dirección General de Investigaciones (DIGI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El objetivo del ensayo consistió en 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 (Solanum nigrescens Mart y Gal), en el período comprendido de mayo a octubre de 1996. El diseño que se utilizó fue el de bloques al azar con 15 tratamientos y 3 repeticiones de cada unidad experimental.

Se realizó un análisis de varianza para rechazar o aceptar la hipótesis planteada, con un nivel de significancia del 5%. La prueba de comparación de medias de DUNCAN sirvió para seleccionar el nivel de fertilización con el cual se obtiene el mayor rendimiento.

Al analizar los resultados obtenidos de materia fresca y seca en el tercer corte se observó que con la aplicación de 100 kg/ha de nitrógeno y 40 kg/ha de fósforo aplicados después del trasplante, primero y segundo corte, se obtiene un rendimiento de 10532 kg/ha de materia fresca y 1242.8 kg/ha de materia seca.

1. INTRODUCCIÓN

La hierba mora (*Solanum* spp) también conocida como "quilete" o "macuy" es una hortaliza de importancia económica para el altiplano central y occidental de Guatemala y es consumida por su alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales sobresaliendo el hierro, entre estos últimos. (1)

En Guatemala, se encuentran especies que se adaptan a alturas que van desde 350 a 4000 msnm. por lo cual se le puede encontrar en cualquier población de la república. Se reportan 3 especies *Solanum americanum* Miller, *Solanum nigrescens* Mart y Gal y *Solanum nigricans*. La demanda de esta planta se manifiesta a nivel nacional por las características que presenta. (1)

Esta planta ha sido objeto de estudio por parte de investigadores de la Dirección General de Investigación y el Instituto de Investigaciones de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, como parte del proyecto "Desarrollo de prácticas agronómicas para el cultivo de hortalizas nativas o tradicionales", con el propósito de obtener información básica que permita generar tecnología apropiada para su cultivo.

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y estiércol bovino, sobre el rendimiento de materia fresca, seca y altura de planta en 3 cortes comerciales.

El ensayo se realizó de mayo a octubre de 1996, en la Aldea Pacutan, municipio de Santa Apolonia, Chimaltenango, para lo cual se utilizó un diseño de bloques al azar con 15 tratamientos y 3 repeticiones.

Con base a los resultados se concluyó que el cultivo de hierba mora (*Solanum nigrescens* Mart y Gal) responde a la aplicación de 100 kg N/ha, 40 kg P₂O₅/ha después del trasplante, primero y segundo corte, y se obtiene un rendimiento de 10532 kg/ha de materia fresca y 1242.8 kg/ha de materia seca en el tercer corte.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El cultivo de hierba mora (Solanum spp), es una hortaliza nativa que crece en forma silvestre, que al igual que otros vegetales de consumo tradicional, son fuente de nutrientes esenciales para el hombre como proteínas, vitaminas y minerales, y que forman parte de la dieta alimenticia de la población rural. (21)

Esta hortaliza por las bondades que presenta, puede constituir además del consumo alimenticio una fuente alternativa de ingresos económicos, por lo cual se pretende introducirlo a nivel de plantaciones comerciales. Dentro de la generación de la tecnología del manejo del cultivo es importante evaluar varios aspectos, para este caso interesa determinar la dosis de fertilización química y orgánica para incrementar los rendimientos del cultivo de hierba mora.

Es por ello que la Facultad de Agronomía y la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala han realizando trabajos de investigación en hortalizas nativas en diferentes áreas del país como lo son: Caracterización agromorfológica y bromatológica de cultivares, Evaluación de la germinación, Evaluación preliminar de 16 cultivares, Evaluación de 25 distancias de siembra, Evaluación de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento de materia seca, Evaluación de niveles de nitrógeno, fósforo y materia orgánica sobre el rendimiento de materia seca; como parte del proyecto "Desarrollo de prácticas agronómicas de hortalizas nativas".

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Marco Conceptual.

3.1.1 Características botánicas del cultivo de hierba mora.

Gentry Jr y Standley (13), mencionan que 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 1500 msnm, raramente arriba de esta altitud. Estudios realizados por Vásquez y Vásquez señala que el cultivo de hierba mora o macuy puede localizarse a alturas de 2700 msnm. En Guatemala es posible localizarla casi en todos sus departamentos.(29). Azurdia y González (1) reportan que 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 pueden encontrar en Petén, Alta Verapaz, Zacapa, Sacatepéquez, Chimaltenango, Huehuetenango, Baja Verapaz, Jutiapa, Santa Rosa, 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 vernicinitens se extiende de 1200 a 2700 msnm, en matorrales húmedos o 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 1500 a 3900 msnm, en Chiquimula , Progreso, Sacatepéquez, Huehuetenango, Escuintla, San Marcos, Sur de México y Costa Rica.

Vásquez y Vásquez (29), describió 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 los 40 a 71 días, período de floración de 41 a 79 días, inflorescencia por planta de 55 a 669 flores por inflorescencia de 7 a 11, días de fructificación de 54 a 98, días a

maduración del fruto 7 a 12, número de frutos por planta de 301 a 409, frutos por infructescencia 6 a 10, número de semillas por fruto de 38 a 94, número de semillas por gramo 3076 a 5539, rendimiento bruto de 2645.3 a 4073.3 kg/ha y rendimiento neto de 806 a 2039.7 kg/ha. Esta planta pertenece a la familia Solanaceae, del género Solanum, y en Guatemala se reportan tres especies: S. americanum, S. nigrescens y S. nigricans.

3.1.2 Importancia del cultivo de hierba mora.

La búsqueda de nuevas alternativas de fuentes de proteínas complementarias, conlleva al conocimiento botánico y bromatológico de las plantas nativas y de su consumo, que se encuentran dentro de la flora guatemalteca, de las cuales existe una cantidad considerable de especies útiles para la alimentación humana.

La hierba mora (Solanum sp) tiene una amplia utilización por las comunidades con las que esta asociada. Se ha llegado a comprobar que las especies de hierba mora son fuente de proteínas, vitaminas y minerales sobresaliendo el hierro entre estos.

En los mercados del altiplano central y occidental de Guatemala, la hierba mora (Solanum sp) y el Bledo (Amaranthus sp) que son usados como alimento, proceden de áreas cultivadas con maíz, frijol y cucurbitas o bien del huerto familiar.

Delgado (8), cita que la hierba mora (Solanum spp), desde la antigüedad ha sido utilizada en diferentes formas y para diferentes usos, alimenticios y medicinales. En Guatemala son consumidos los folíolos jóvenes en cantidades bastante apreciables.

3.1.3 Análisis bromatológico

En el cuadro 1 se reporta el análisis bromatológico del cultivo de hierba mora, (Solanum spp) según el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP.

Cuadro 1. Análisis bromatológico de 10 gr. de hoja de hierba mora:

| | |
|----------------------------|-----------|
| Valor energético | 45.0 Cal |
| Humedad | 85.0 % |
| Proteína | 5.0 mgs |
| Grasa | 0.8 mgs |
| Hidratos de Carbono | 7.4 mgs |
| Fibra | 1.4 mgs |
| Ceniza | 1.8 mgs |
| Calcio | 199.0 mgs |
| Fósforo | 60.0 mgs |
| Hierro | 9.9 mgs |
| Vitamina A | 230.0 meq |
| Tiamina | 0.2 mgs |
| Rivoflamina | 0.4 mgs |
| Niacina | 0.1 mgs |
| Acido Ascórbico | 61.0 mgs |

Fuente: Tabla de composición de Alimentos de Centro América y Panamá; de Flores M. (12) .INCAP.

3.1.4 Importancia de la fertilización en la producción Agrícola

Las plantas obtienen sus nutrientes del aire, agua, suelo; los cuales en presencia de radiación solar son utilizados como materia prima para la síntesis de fotosintatos (27).

El nitrógeno, fósforo y potasio son necesitados en grandes cantidades por los cultivos que poseen un alto rendimiento. Las plantas extraen del suelo año con año altas cantidades de los mismos, de aquí que el suministro de ellos por el suelo, sea cada vez más limitado (27).

El uso continuo de abonos inorgánicos trae como consecuencia la disminución del contenido de humus del suelo. Respecto a ello Villanueva (31), menciona que los suelos de Guatemala en su mayoría han sido trabajados por cientos de años de manera que no han considerado su conservación para las futuras generaciones, lo que ha deteriorado los mismos y como consecuencia de ello los rendimientos son bajos. Barreda (2) menciona que se debe fomentar el manejo del suelo mediante la incorporación de materia orgánica con adición de nutrientes para las plantas, y que el uso de fertilizantes inorgánicos sin haber realizado un análisis de suelo y sin tomar en cuenta los requerimientos del cultivo pueden causar desbalance de nutrientes. Carbajal (4), cita que una de las primeras técnicas empleadas por el hombre fue la utilización de abonos orgánicos, ya que desde tiempos muy remotos han incorporado los desperdicios agrícolas para mejorar la calidad del suelo.

3.1.5 Materia Orgánica del suelo.

La materia orgánica es definida, por la Soil Society of América, como la fracción orgánica del suelo que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición tejidos y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas por los habitantes del suelo. (3)

Fassbender, (11), indica que la materia orgánica juega un papel importante en los procesos químicos e influye sobre sus características físicas. Allison, citado por Bornemisza (3), argumenta que es el centro de casi toda la actividad biológica del mismo, incluyendo la microflora y

hasta el sistema de raíces de plantas superiores. Entre los procesos químicos en que interviene la materia orgánica están:

- a. Suministro de elementos nutritivos por la mineralización, en particular la liberación de nitrógeno, fósforo, azufre y micronutrientes disponibles para las plantas.
- b. Estabilización de la reacción del suelo por su poder amortiguador.
- c. Aumento de la capacidad de intercambio catiónico del suelo.
- d. Regulación de los niveles de disponibilidad de los nutrientes principales y elementos menores, formando sustancias orgánicas solubles.

Carrillo (5), cita que una aplicación de estiércol por lo regular muestra un efecto positivo sobre el rendimiento de un cultivo por varios años. Estos efectos benéficos están distribuidos en un período de tiempo más prolongado que el efecto de los fertilizantes químicos.

También cita que entre los factores que afectan la velocidad de descomposición de la materia orgánica están: la temperatura del suelo, la aireación, la humedad, la reacción del suelo y la descomposición química inicial de la materia orgánica. Los materiales orgánicos suministran nutrimentos para la mayoría de los microorganismos del suelo, éstos proveen energía para la descomposición de la materia orgánica.

3.1.6 Fertilización orgánica con estiércol de origen bovino.

Rodríguez (22), menciona que la utilización del estiércol como fertilizante del suelo es el más antiguo que se conoce, y en nuestros días es el más usado como fertilizante orgánico. En el suelo realiza una doble función como lo es la nutrición y la enmienda, beneficiando las condiciones físicas del suelo. Es un abono rico en nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y microelementos. Estos tienen la capacidad de asimilarse con más lentitud que los contenidos en los abonos comerciales (con excepción del nitrógeno y fósforo de la orina).

Teuscher et al,(24) reporta los siguientes valores promedio de la composición mineral del estiércol bovino: 0.55% N, 0.25% P₂O₅, 0.60% K₂O, 0.80% CaO, 0.02% MgO. Además indica que

estos valores pueden cambiar dependiendo de los siguientes factores: raza, edad, estado de salud, tipo de alimentación que consume el bovino.

Scharrer, citado por Carrillo (5), menciona que el estiércol se compone de excreciones sólidas y líquidas que contienen compuestos de nitrógeno, fósforo, potasio y que la orina es más pobre en ácido fosfórico contiene solamente nitrógeno y potasio. Por el contenido de agua que posee el estiércol bovino es el más importante. A medida que la temperatura va siendo mayor en el suelo, se logra una descomposición rápida.

El adicionar sustancias orgánicas al suelo se basa en que éstos devuelven los nutrimentos que el cultivo extrae. (5)

Gudiel, citado por Carrillo (5), indica que el estiércol debe poseer por lo menos 4 meses de descomposición para que la aportación de nutrimentos al suelo sea más efectiva, ya que de no ser así puede dañar la planta, por el proceso de descomposición.

No se debe aplicar estiércol fresco al suelo, pues elimina ácidos dañinos y los nutrientes están disponibles hasta que la descomposición se haya realizado. (5)

3.1.7 Relación Carbono-Nitrógeno (C:N)

Tisdale (25), indica que la relación C:N de la materia orgánica estable en el suelo es aproximadamente 10:1 y cuando esta relación es mayor de 30, el nitrógeno queda inmóvil durante el proceso de descomposición inicial, para las relaciones 20:1 a 30:1 puede que no se realice la inmovilización ni liberación mineral de nitrógeno.

Marín, citado por Carrillo (5), indica que es importante investigar la relación C:N ya que en la descomposición de la materia orgánica, las bacterias utilizan el carbono como fuente de energía y el nitrógeno para formar nuevas células. Por lo cual se necesita más carbono que nitrógeno.

Residuos vegetales y animales, con relación C:N de 20:1 ó más bajos, aportan nitrógeno suficiente para suministrarle a los microorganismos, y a las plantas. Cuando la relación C:N es mayor de 30:1 los residuos se descomponen lentamente, pues carecen de nitrógeno suficiente para ser utilizado por los microorganismos para su reproducción. Esto provoca el uso de nitrógeno del suelo. Para que la descomposición de los residuos sea rápida, se deben presentar las condiciones ambientales favorables. (5)

3.1.8 Nitrógeno

El nitrógeno tiene vital importancia para la nutrición de la planta y su suministro puede ser controlado por el hombre. En el suelo se le puede encontrar en estado orgánico e inorgánico (25). Las formas inorgánicas incluyen NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , NO , y N_2 . Desde el punto de vista de la fertilidad del suelo, las tres primeras formas son de mayor importancia, mientras que la última se encuentra inerte en el suelo a excepción de uso por Rhizobia. Las formas orgánicas se hallan como aminoácidos, proteínas consolidadas, aminoácidos libres y aminoazúcares. (25)

3.1.9 Fósforo del suelo y su fertilización

En las plantas el fósforo se encuentra presente en los tejidos. En el suelo se encuentra en cantidades menores que el nitrógeno y el potasio. Las cantidades pequeñas de fósforo en los terrenos y su tendencia a reaccionar con los componentes del suelo para formar compuestos relativamente insolubles y no ser utilizables por las plantas, provoca que sea un elemento de mayor importancia en la fertilidad del suelo. (25)

Según Tisdale (25), el contenido total del fósforo es más alto en los suelos vírgenes jóvenes, en áreas donde la lluvia no es excesiva, pero esto puede variar dependiendo el tipo de suelo.

El fósforo disponible se refiere a la cantidad de éste elemento que puede ser absorbido del suelo por las plantas del cultivo. Es de gran importancia para el crecimiento de las plantas. (25)

Las cantidades totales de fósforo en el suelo son más altas que el fósforo disponible. Los niveles de éste último pueden aumentarse por adiciones prolongadas de fertilizantes que posean este elemento. (25)

Rodríguez (22), indica que el fósforo se encuentra presente en todos los órganos vegetales, el cual se acumula en mayor parte en la flor, fruto y especialmente en la semilla. Cuando el fósforo se encuentra ausente en el suelo, provoca la no conversión del almidón en azúcar, no hay división celular adecuada, no se efectúa la formación de grasa o provoca un sistema radicular poco desarrollado. Para que las plantas tengan un crecimiento robusto y las células se encuentren en actividad, es necesario que el fósforo este presente.

3.1.10 Antecedentes del trabajo

Vásquez Vásquez, F.J. (29), estudió la recolección y caracterización del germoplasma de hierba mora (Solanum spp.), de la vertiente del pacífico de la república de Guatemala. Pero de las 35 muestras sometidas a evaluación, únicamente 20 germinaron adecuadamente.

Vásquez Solórzano, J. A. (28), estudió el proceso germinativo en la semilla de hierba mora (Solanum spp.), utilizando la metodología a nivel de invernadero y a nivel de cámara germinativa en laboratorio. Los cultivares se almacenaron a temperatura ambiente bajo dos condiciones diferentes: Almacenamiento en recipiente de vidrio y en recipiente de plástico. El cultivar proveniente de Siquinalá, Escuintla, presentó los mayores porcentajes de germinación indiferente del tipo de almacenamiento utilizado, mientras que el cultivar proveniente de El Socorro, Jutiapa, presentó los menores resultados; esto a nivel de invernadero. El vigor de la semilla aumentó conforme mayor tiempo se almacena (para este caso 7 meses); ya que tanto la altura de tallo como área foliar se incrementó de la primera a la tercera prueba de germinación en el invernadero. El almacenaje en vidrio parece ofrecer mayores ventajas que el almacenamiento en plástico, ya que en forma general la semilla almacenada en éste material tuvo una mejor capacidad germinativa.

Delgado Girón, F.J. (8), realizó la evaluación de rendimiento y contenido de proteína de hierba mora (Solanum spp.), a diferente número de días a cosecha y número de cortes. La época de corte a 40 días produjo un rendimiento más alto en materia verde neta, lo que incide directamente

en un mayor rendimiento de proteína. Se recomienda realizar únicamente 4 cortes, ya que a partir del quinto corte el rendimiento en peso bruto y neto se reduce. En cuanto al contenido de proteína, no hay una diferencia significativa en las tres épocas de corte, ni entre el número de cortes dentro de cada época.

Velázquez Miranda, M (30) realizó el estudio caracterización agromorfológica y bromatológica de 35 cultivares de hierba mora (Solanum spp.), nativos de Guatemala, en el valle de la Asunción, Guatemala, aunque cada uno de los cultivares fueron manejados de igual forma, 12 de ellos tuvieron muy bajo porcentaje de germinación.

Se detectó variabilidad en los aspectos morfológicos y bromatológicos, tanto a nivel inter como intra cultivares, siendo ésta mayor en las variables área foliar, inflorescencias por planta, frutos por planta, frutos por 100 gr. y semilla por gramo. (30)

De acuerdo con el análisis bromatológico realizado, se estableció que los materiales caracterizados poseen cantidades de proteína y minerales que se encuentran dentro del rango obtenido en otros estudios similares. En general, la composición nutritiva de los materiales es alta, en relación a las hortalizas tradicionales que se consumen actualmente.

Zamora González, I.A. (32) realizó el estudio: Evaluación preliminar de 16 variedades de hierba mora (Solanum spp.), bajo las condiciones de la ciudad capital y Sacatepéquez. Los resultados obtenidos en las dos localidades indican que el contenido de proteína es bastante similar, a pesar de la diferencia en altitud (900 m.s.n.m.). Para la capital se obtuvo un contenido de proteína de 20.26% y para San Mateo Milpas Altas, Sacatepéquez un 26%.

El material genético proveniente de Laguna Cuache, La Libertad, Petén (123 m.s.n.m.) fue el que presentó la más alta producción en peso seco de material vegetal comestible (69.74 kg/ha.) de proteína y 18.32 kg/ha. de proteína en la ciudad capital. (32)

Para la localidad de San Mateo Milpas Altas, el material sobresaliente fue el de Pajapita, San Marcos (200 m.s.n.m) con 66.09 kg/ha. de materia fresca, 26.28% de proteína y 17.37 kg/ha. de proteína.

Rodríguez et.al. (21), reporta el rendimiento de biomasa en hierba mora, en las condiciones ecológicas de Tecpán Guatemala, el cual no se incrementa por el efecto de la aplicación de P_2O_5 y K_2O , lo contrario ocurre con la aplicación de nitrógeno en dosis de 0-120 kg/ha. Esto se observa para el primer corte no así para los cortes sucesivos, esto podría deberse a que el nitrógeno fue aplicado 25 días después de la siembra; para optimizar se debe fraccionar el fertilizante nitrogenado, de forma que antes de cada corte tenga nutriente suficiente, el nivel que podría aplicarse es el equivalente a 30 kg/ha.

Con la aplicación de P_2O_5 , solo se observa un rendimiento mayor en el segundo corte respecto al primero, esto se puede atribuir al crecimiento radicular de las plantas en una mayor exploración de suelo en la absorción de fósforo por las raíces, además de ser un nutriente poco móvil en el suelo. (21)

Asi también menciona que en relación a la adición de potasio en dosis de 0-100 kg/ha, se observó un comportamiento similar al de fósforo. Con lo cual concluye que la aplicación de 120 kg/ha. de nitrógeno, 0 kg/ha de P_2O_5 y 0 kg/ha de K_2O , producen una máxima acumulación de nitrógeno, bajo las condiciones de Tecpán, Guatemala. (21)

Dicho autor también concluye que el nitrógeno tiende a incrementar el rendimiento de biomasa en kg/ha, especialmente en el primero y segundo corte, que coincide con la etapa de desarrollo vegetativo, y que para el tercer y cuarto corte se reduce debido a que durante estos, ya se tiene la producción o inducción de flores y frutos. (21)

En el tercer corte también se observa un mayor rendimiento de biomasa en kg/ha, como respuesta a la aplicación de P_2O_5 y K_2O , debido a la dinámica del fósforo en el suelo, y su demanda para formación de frutos y flores.

Chonay et.al. (26) reporta el rendimiento de biomasa en hierba mora en cuatro localidades: San Juan Sacatepéquez, Centro Experimental de Agronomía (CEDA), Xesiguan, Santa Apolonia y Parajbey, Santa Apolonia. Para las condiciones de San Juan Sacatepéquez el rendimiento de biomasa en materia seca en 4 cortes comerciales y total, se observó que para el primer corte no

presentó diferencia significativa por el efecto de N, P_2O_5 y gallinaza aplicada al suelo. En el segundo, tercer y cuarto corte presentó efecto significativo debido a la interacción de N, P_2O_5 .

También se observó efecto debido a la interacción fósforo y gallinaza. Por último se apreció efecto significativo por la aplicación de nitrógeno, fósforo y gallinaza en el segundo corte.

En relación a la adición de nitrógeno y fósforo, la mayor producción se obtuvo al aplicar 50 kg/ha de N, y 65 kg P_2O_5 /ha; y 100 kg N/ha y 93 kg K_2O /ha. Además se observó que la relación 1:1 de nitrógeno y fósforo aplicado al suelo tiene efecto sobre el mayor rendimiento de biomasa de materia seca, no así cuando la relación cambia a 1:0.5 que decrece. De lo cual se infiere que existe interacción entre nitrógeno y fósforo a partir del segundo corte. (26)

Además se observó que existe interacción del fósforo y gallinaza para el rendimiento de biomasa en materia seca en el segundo y tercer corte, y que al aumentar el nivel de fósforo, es necesario aumentar el nivel de gallinaza, para no disminuir el rendimiento de biomasa en materia seca. Al aplicar 65 kg P_2O_5 /ha y 670 toneladas de gallinaza/ha, se obtiene un rendimiento de biomasa en materia seca igual al 5% de probabilidad, que con la aplicación de 93 kg P_2O_5 /ha y 1330 kg de gallinaza/ha, ésta respuesta se atribuye al fósforo. (26)

Con respecto a la adición de nitrógeno, fósforo y gallinaza, se observó que en el segundo corte el mayor rendimiento se obtuvo cuando se aplica 100 kg N y 93 kg de P_2O_5 /ha y 1330 kg de gallinaza/ha. Además se pudo apreciar que la materia orgánica no influye en el rendimiento de biomasa en materia seca. (26)

Para las condiciones del Centro Experimental de la Facultad de Agronomía (CEDA-FAUSAC), también se evaluó el efecto de nitrógeno, fósforo y estiércol bovino, para lo cual se observó que existe diferencia significativa en el segundo y tercer corte por la interacción de los factores evaluados. Esta respuesta se atribuye a que los niveles evaluados no afectan el rendimiento de biomasa en materia seca en el primer corte, la respuesta del tercer corte se infiere al proceso de la mineralización de la materia orgánica y desarrollo radicular. (26)

El mayor rendimiento de biomasa en materia seca se obtuvo con la aplicación de 100 kg N/ha, 93 kg P_2O_5 /ha y 670 kg de estiércol bovino/ha; para el segundo y tercer corte estuvo afectado por la deficiencia de fósforo y nitrógeno que presentó el suelo donde se realizó la investigación, siendo estos los factores limitantes en el rendimiento de biomasa. (26)

Para la localidad de Xesiguan, Santa Apolonia, se observó que en el análisis de varianza existe efecto significativo por la aplicación de nitrógeno en cada uno de los cortes comerciales, no así para los otros factores evaluados. También se observó que el rendimiento de biomasa en materia seca del primer corte es mayor cuando se aplica 50 kg N/ha; para el segundo es indiferente aplicar 100 kg N/ha y 50 kg N/ha; mientras que para el tercer y cuarto corte el mayor rendimiento se obtuvo con 100 kg N/ha, esto se atribuye a que la planta desarrolló un sistema radicular profundo. (26)

Al aplicar dosis mayores de 100 kg N/ha, no tiene efecto sobre el rendimiento de biomasa en materia seca. El fósforo y materia orgánica no afectan el rendimiento de biomasa de materia seca, por lo cual la no respuesta al fertilizante fosfatado es debido al contenido de este en el suelo (14 ppm) y la no respuesta de la adición de materia orgánica se debe a la dosis aplicada. (26)

En la localidad de Parajbey, Santa Apolonia, se encontró que existe diferencia significativa debido a la aplicación de nitrógeno y fósforo en el primero y segundo corte. La materia orgánica no afectó el rendimiento de materia seca. En el segundo corte también existe la interacción de nitrógeno y fósforo y presentó diferencia significativa. (26)

Para la interacción nitrógeno y fósforo, se observó que en el segundo corte el mayor rendimiento se obtuvo con 50 kg N/ha y 67 kg P_2O_5 /ha; además con 100 kg N/ha y 93 kg P_2O_5 /ha, al cambiar la relación de la aplicación de nitrógeno y fósforo al suelo disminuye el rendimiento de biomasa en materia seca, se infiere que para aumentar el rendimiento se debe aumentar nitrógeno y fósforo en proporciones 1:1.3 y 1:0.80.

En la interacción nitrógeno, fósforo y estiércol bovino, se observó que en el primer corte los mayores rendimientos se obtienen con 50 kg N/ha, 93 kg P_2O_5 /ha y 670 kg de estiércol bovino/ha

en el segundo y tercer corte con la aplicación de 100 kg N/ha, 93 kg P₂O₅/ha y 2000 kg de estiércol bovino/ha, para esta localidad se infiere el factor limitante es el fósforo y nitrógeno.

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Descripción del área experimental

3.2.1.1 Ubicación geográfica

La investigación se realizó en la Aldea Pacután, del Municipio de Santa Apolonia, Chimaltenango. De acuerdo al Instituto Geográfico Nacional -IGN- (15), se localiza a 3 km. de la cabecera municipal con coordenadas 14° 47'14" de Latitud Norte y 90° 57'00" de Longitud Oeste, y a una altura de 2320 msnm.

3.2.1.2 Características Climáticas

Según Obiols Del Cid (18), basado en el sistema Thorntwaite el clima tiene las siguientes características: templado con invierno benigno húmedo con invierno seco.

De acuerdo al mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento de la República de Guatemala a escala 1:600,000; publicado por el Instituto Nacional Forestal (16), la Aldea Pacután se encuentra dentro de la zona de vida: Bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MB).

De la Cruz (7), describe a la zona con una precipitación pluvial media de 1,500 mm. anuales, distribuidos de mayo a octubre, temperatura media de 12°C a 18°C, humedad relativa promedio de 80%.

3.2.1.3 Características Edáficas

Según la carta agrológica de reconocimiento de los departamentos de Chimaltenango, y Sacatepéquez (23), los suelos del área en estudio pertenecen a la serie de suelos Cauque, con las siguientes características: suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica pomácea firme y gruesa. Ocupan relieves ondulados a inclinados. El suelo superficial es de color pardo muy oscuro, franco a franco arcilloso arenoso, friable, estructura granular fina, espesor de alrededor 15 cm. pH alrededor de 6.0, el suelo inmediato al superficial a una profundidad de 35 cm., es franco arcillo arenoso, friable, color pardo oscuro, estructura granular suave, pH alrededor de 6.0, el subsuelo a una profundidad de 75 cm. es de color pardo a pardo oscuro, franco arcilloso firme, pero friable, estructura cúbica poco desarrollado pH alrededor de 6.0.

3.2.1.4 Características del material experimental

El material utilizado de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal). procedente de San Juan Sacatepéquez, se caracteriza por ser una hierba que presenta una altura que va de 1 a 1.5 m, algunas veces de 3.5 m.; los tallos jóvenes son pilosos algunos esparcidamente, hojas en pares o solitarias de diferentes tamaños, similares en forma, enteras o sinuadas dentadas, las hojas grandes de 3 a 15 cm. de largo, de 1 a 6.5 cm. de ancho, peciolo de 5 a 35 mm. de largo. Inflorescencia lateral o internodal arracimada o subumbelada de pocas a varias flores, pedúnculos de 1 a 3 cm. de largo, pedicelos de 6 a 10 mm. Cáliz de 1 a 1.5 mm. de largo, corola blanca o purpura con una mancha oscura en la base de cada uno de los lóbulos de la corola, anteras de 3 a 4 mm., estilos de 5 a 5.5 mm. de largo, lóbulos de 3.5 a 4 mm., ovario glabro, fruto glabroso de 4.5 a 7 mm. de diámetro, semillas de 1 a 1.5 mm. de largo.(13)

4. OBJETIVOS.

GENERAL

Generar información relacionada con fertilización que contribuya a la formulación de tecnología del cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal).

ESPECIFICO

Evaluar el efecto de 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 (Solanum nigrescens Mart y Gal).

5. HIPÓTESIS

La aplicación de nitrógeno, fósforo y estiércol bovino no tiene efecto sobre el aumento en el rendimiento de biomasa del cultivo de hierba mora (*Solanum nigrescens* Mart y Gal) en cada corte.

6. METODOLOGIA.

6.1 Características químicas del suelo

Para determinar la disponibilidad de nutrientes del suelo donde se estableció el ensayo, se realizó un muestreo, el cual consistió en la toma de 20 submuestras para luego hacer una muestra homogénea, en el área donde se ubicó el experimento, a una profundidad de 0-40 cm. previo a su análisis químico, se procedió a secar la muestra a la sombra y se tamizó a 10 mallas. La extracción de nutrientes se realizó con la solución extractora de Carolina del Norte; en el cuadro 2 se detallan los resultados.

Cuadro 2. Contenido de nutrientes del área experimental, Pacután extraída con la solución de Acido Clorhídrico HCl 0.05 N y Acido Sulfúrico H₂SO₄ 0.025 N.

| | mg/kg | | 100g | | mg/kg | | | | % | | |
|-----|-------|---------|------|------|-------|-----|------|------|------|-------|--------------|
| pH | P | K | Ca | Mg | Cu | Zn | Fe | Mn | M.O. | Ca/Mg | (Ca+Mg) K |
| 5.9 | 8.83 | 40 0 | 6.03 | 1.61 | 2.5 | 2.5 | 19.8 | 31.5 | 2.37 | 3.7:1 | 6.8: 1 |

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo, planta y agua "Salvador Castillo". Facultad de Agronomía.

Al comparar los datos del cuadro 2, con los reportados en el manual del ICTA por Estrada L. (10) se interpreta que el pH se encuentra ligeramente ácido, el contenido de fósforo se encuentra ligeramente bajo, el potasio tiene un nivel alto, la relación Ca/Mg y (Ca+Mg)/K se encuentra balanceada, por lo cual se aplicó 1,000 kg del compuesto comercial Hi-Cal-Mg, que posee 39% de Ca y 19% Mg, lo que equivale a 176% de CaCO_3 . Los resultados obtenidos sirvieron de base para determinar los nutrientes a evaluar.

6.2 Composición química del estiércol bovino.

Para determinar las características químicas del estiércol bovino se tomaron 3 submuestras para luego hacer una muestra homogénea representativa. Posteriormente se tamizó a 5 mallas y realizó la extracción de elementos totales con la metodología de digestión húmeda, utilizando HCl y HNO_3 en relación 3: 1. El fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre, zinc, hierro y molibdeno se determinó a través de espectrofotometría de absorción atómica y para el nitrógeno, por la metodología semi microkjeldhal. Con este procedimiento se determinaron los nutrientes presentes en la muestra. Los resultados se presentan en el cuadro (3)

Cuadro 3. Análisis químico de la concentración de nutrientes del estiércol bovino evaluado, aldea Pacután, Santa Apolonia. 1996.

| pH | POR CIENTO | | | | | ppm | | | |
|------|------------|------|------|------|------|------|-------|--------|-----|
| | N | P | K | Ca | Mg | Cu | Zn | Fe | Mn |
| 7.75 | 2.08 | 0.40 | 0.84 | 0.77 | 0.43 | 52.5 | 112.5 | 8812.5 | 300 |

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelo, planta y agua "Salvador Castillo".
Facultad de Agronomía.

Cuadro 4. Composición nutrimental promedio del estiércol bovino, en el área de influencia de Chapingo.

| Elemento | Cantidad (%) |
|----------|--------------|
| N | 1.22 |
| P | 0.12 |
| K | 3.61 |
| Ca | 1.98 |
| Mg | 1.22 |

Al comparar los datos que aparecen en el cuadro 3, con los reportados por Villanueva (31) cuadro 4 quien reporta la composición elemental de muestras de estiércol bovino de 6 localidades del área de influencia de Champingo, aparece que el nivel de nitrógeno y fósforo se encuentran altos, mientras que para el potasio, calcio y magnesio se encuentran bajos, presenta un pH de 7.75 que se considera alcalino.

6.3 Selección de los tratamientos.

Para determinar los nutrientes a evaluar se tomo como referencia el resultado del análisis químico del suelo (Cuadro 2) y se consideraron los resultados obtenidos por Gutierrez Agustín (17) Las fuentes de los nutrientes evaluados fueron: para nitrógeno Urea (46-0-0), para fósforo Triple Superfosfato (0-46-0) y para materia orgánica estiércol bovino. El propósito de aplicar estiércol bovino es que tiene la propiedad de mejorar las características físicas, químicas del suelo y aporte de nutrientes.

En el cuadro 5 se presentan los tratamientos, dosis de fertilización química y orgánica evaluados en el cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal), aplicados el momento del trasplante y después de cada corte.

Cuadro 5. Tratamientos, dosis de fertilización con nitrógeno, fósforo y estiércol bovino. Aldea Pacután, Chimaltenango.

| No. Tratamientos | Dosis de Fertilizante aplicados al momento del trasplante y de cada corte (kg/ha) | | Dosis de Estiércol Bovino (ton/ha.) aplicados al momento del trasplante |
|------------------|---|-------------------------------|---|
| | N | P ₂ O ₅ | |
| 1 | 50 | 20 | 0 |
| 2 | 50 | 20 | 2.5 |
| 3 | 50 | 20 | 5 |
| 4 | 75 | 25 | 0 |
| 5 | 75 | 25 | 2.5 |
| 6 | 75 | 25 | 5 |
| 7 | 75 | 30 | 0 |
| 8 | 75 | 30 | 2.5 |
| 9 | 75 | 30 | 5 |
| 10 | 100 | 40 | 0 |
| 11 | 100 | 40 | 2.5 |
| 12 | 100 | 40 | 5 |
| 13 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 2.5 |
| 15 | 0 | 0 | 5 |

6.4 Diseño experimental.

En el ensayo realizado se utilizó el diseño bloques al azar con 15 tratamientos y 3 repeticiones para cada unidad experimental.

6.5 Tamaño de la Unidad Experimental.

El área total del ensayo fue de 165 m², para parcela bruta, 2.1 m de largo por 1.05 m de ancho (2.2 m²), y parcela neta 1.8 m de largo por 0.75 de ancho (1.35 m²). Distancia entre plantas y surco de 0.15 m, entre unidad experimental y bloque de 0.50 m. El número total de unidades experimentales fue 45, el número de plantas por unidad experimental fue para la parcela bruta de 98 y para la neta de 60.

6.6 Variables respuesta

Para evaluar el efecto de los tratamientos aplicados se tomaron como variables de respuesta:

- a. altura de planta, la cual consistió en la toma de 5 plantas al azar de cada unidad experimental, las cuales se midieron desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta, al momento del corte y se expresó en metros.
- b. rendimiento de materia fresca, se tomó el peso de la materia fresca por cada unidad experimental al momento del corte, las cuales fueron introducidas en bolsas de papel previamente identificadas.
- c. rendimiento de materia seca, de la materia fresca, se tomó una submuestra de 150 g que fue secada en un horno de convección a 65 °C por 48 horas, luego se tomó la lectura correspondiente y el resultado se expresó en kg/ha.

6.7 Manejo del ensayo.

6.7.1 Preparación del semillero

Se elaboró un tablón de 5 m de largo por 1 de ancho, se preparó el suelo en forma manual con azadón a una profundidad aproximada de 0.20 m, teniendo cuidado de dejarlo bien mullido luego se incorporó Penta Cloro Nitro Benceno (PCNB) para el control de organismos plaga asociados al suelo antes de la siembra. La semilla utilizada proviene de San Juan Sacatepéquez y se distribuyó uniformemente en el suelo. Se aplicó un riego diario.

7.2 Preparación del suelo para el establecimiento del ensayo

La preparación del terreno para el trasplante se efectuó en forma manual con azadón tratando de que quedará uniforme. Se aplicó 1,000 kg/ha de Hi-Cal-Mg; incorporado al suelo, esto con el objeto de corregir el pH que se encuentra ligeramente ácido, así como los niveles de calcio y magnesio que se encuentran ligeramente balanceada de acuerdo a lo reportado en el manual del ICTA por Estrada L. (10)

6.7.3 Trasplante

Se realizó a los 30 días después de la germinación en el semillero, cuando las plantas desarrollaron 4 hojas verdaderas. Se colocó una planta por postura, con distanciamientos de 0.15 m entre plantas y entre surco, y se aplicó un riego después del trasplante.

6.7.4 Fertilización

La aplicación de materia orgánica se efectuó al voleo incorporando la dosis completa al suelo antes del trasplante a una profundidad aproximada de 5 cm. 8 días después del trasplante se aplicó 33% de nitrógeno y fósforo en bandas incorporándolo al suelo, luego 33% de nitrógeno y fósforo después de cada corte como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Distribución de las cantidades de fertilizante y estiércol bovino aplicadas al experimento.

| Aplicaciones | N | P | Est.Bov. |
|----------------------------------|------|------|----------|
| Antes del trasplante | 0 % | 0 % | 100 % |
| 8 días después del trasplante | 33 % | 33 % | 0 % |
| 8 días después del primer corte | 33 % | 33 % | 0 % |
| 8 días después del segundo corte | 33 % | 33 % | 0 % |

6.7.5 Control de malezas

Se realizaron 6 limpiezas en forma manual, la primera a los 20 días después de la siembra y el resto cada 15 días, de manera que las malezas no incidieran en el desarrollo de las plantas.

6.7.6 Control de plagas y enfermedades

Para el control de organismos asociados al suelo se utilizó (Phoxin Granulado al 5%) Volatón 5 G, 10 días antes del trasplante, y para el control de organismos asociados al follaje se aplicó Piretrina (Ambush), a razón de 0.071 l/ha.

6.7.7 Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual y el criterio que se utilizó para realizar los cortes fue cuando se inició el proceso de floración del cultivo, el primer corte se realizó a los 30 días después del trasplante, el segundo a los 60 días y el tercero a los 90 días.

6.8 Análisis de la información

El modelo estadístico lineal que sirvió de base para efectuar el análisis de varianza para las variables materia fresca y seca fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Rendimiento de biomasa obtenido en la ij-ésima unidad experimental.
 μ = Media general del rendimiento de biomasa.
 τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento de fertilización química y orgánica
 β_j = efecto del j-ésimo bloque.
 ϵ_{ij} = error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

Posteriormente se realizó la comparación de medias utilizando la prueba de Duncan para las variables que presentaron significancia al 5%.

También se realizó una comparación de los tratamientos por contrastes para comparar las siguientes subhipótesis:

- 1) Tratamiento con N,P y estiércol bovino versus testigo (sin aplicación).
- 2) Tratamiento con 50 N, 20 P sin estiércol bovino versus solo aplicación de estiércol bovino
- 3) Tratamiento con aplicación de 75 N, 25 P sin estiércol bovino versus solo aplicación de estiércol bovino
- 4) Tratamiento con aplicación de 75 N, 30 P sin estiércol bovino versus solo aplicación de estiércol bovino.
- 5) Tratamiento con aplicación de 100 N, 40 P sin estiércol bovino versus solo aplicación de estiércol bovino.

6.9 Análisis Económico

Para el análisis económico se evaluó la rentabilidad a través del estudio de los costos de producción, para determinar las diferencias de rentabilidad entre los tratamientos. La rentabilidad para cada tratamiento se extrajo de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$R = ((IB - CT) / CT) * 100$$

Donde:

R = Rentabilidad expresada en porcentaje.

IB = Ingreso Bruto.

CT = Costo total (costo fijo + costo variable)

7. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados del rendimiento obtenido en materia fresca y seca del cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal).

CUADRO 7: F calculada y nivel de significancia observado para las dosis de fertilización química y organica del rendimiento de materia fresca (Solanum nigrescens Mart y Gal). Aldea Pacutan. Santa Apolonia 1996.

| F.V. | G.L. | CORTES | | | | | | RENDIMIENTO ACUMULADO | |
|----------|------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|-----------------------|--------|
| | | PRIMERO | | SEGUNDO | | TERCERO | | | |
| | | MATERIA FRESCA | | MATERIA FRESCA | | MATERIA FRESCA | | MATERIA FRESCA | |
| | | F | Pr > F | F | Pr > F | F | Pr > F | F | Pr > F |
| TRAT. | 14 | 1.12 | 0.3849 | 1.17 | 0.3484 | 2.42 | 0.0224 | 1.72 | 0.1078 |
| C.V. (%) | | 58.63 | | 39.87 | | 32.98 | | 31.55 | |

CUADRO 8 F calculada y nivel de significancia observado para las dosis de fertilización química y organica del rendimiento de materia seca (Solanum nigrescens Mart y Gal). Aldea Pacutan. Santa Apolonia 1996.

| F.V. | G.L. | CORTES | | | | | | RENDIMIENTO ACUMULADO | |
|-----------|------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|-----------------------|--------|
| | | PRIMERO | | SEGUNDO | | TERCERO | | | |
| | | MATERIA SECA | | MATERIA SECA | | MATERIA SECA | | MATERIA SECA | |
| | | F | Pr > F | F | Pr > F | F | Pr > F | F | Pr > F |
| TRA T. | 14 | 1.56 | 0.1684 | 1.34 | 0.2576 | 2.09 | 0.0484 | 0.84 | 0.6270 |
| C.V. (%) | | 47.24 | | 38.18 | | 29.67 | | 32.85 | |

CUADRO 9. F calculada y nivel de significancia observado para la variable altura de planta del cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal). Aldea Pacutan. Santa Apolonia 1996.

| F.V. | G.L. | CORTES | | | | | | Altura media | |
|----------|------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|--------------|--------|
| | | Primero | | Segundo | | Tercero | | | |
| | | F Pr > F | | F Pr > F | | F Pr > F | | F Pr > F | |
| | | F | Pr > F | F | Pr > F | F | Pr > F | F | Pr > F |
| TRAT. | 14 | 0.92 | 0.5520 | 0.93 | 0.5367 | 2.24 | 0.338 | 1.49 | 0.1805 |
| C.V. (%) | | 25.17 | | 20.06 | | 13.75 | | 14.18 | |

En los cuadros 7 y 8 se observa que para el primero y segundo corte así como el rendimiento acumulado de los tres cortes no existe diferencia significativa por el efecto de la aplicación de la fertilización química y orgánica. Lo contrario ocurre para el tercer corte donde existen diferencias significativas entre cada uno de los tratamientos evaluados. Esta respuesta puede atribuirse al considerar los datos del cuadro 2 en el cual aparece que el contenido de fósforo es bajo, la relación $(Ca+Mg)/K$ se encuentra desbalanceada, también presenta un pH de 5.9 que se considera ligeramente ácido, el contenido de elementos mayores del estiércol bovino utilizado para este ensayo, es superior a los reportados por Villanueva (31). Los coeficientes de variación obtenidos oscilan entre 30 - 60 %

Al interpretar los resultados del cuadro 9, se observa que para la variable altura de planta, no hubo diferencia significativa entre cada corte.

Dado que en el tercer corte hubo diferencia significativa para las variables materia fresca y seca (cuadros 8 y 9) se procedió a efectuar la prueba de DUNCAN, los resultados aparecen en los cuadros 10 y 11 que a continuación se presentan:

CUADRO 10: Comparación de medias de rendimiento de materia fresca del cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal) en 3 cortes por efecto de la dosis de fertilización química y orgánica. Aldea Pacután, 1996.

| Trat. | Kg/ha ^{1/2} | | Ton/ha ² | Rendimiento de materia fresca kg/ha | | |
|-------|----------------------|-------------------------------|---------------------|--|---------|----------|
| | N | P ₂ O ₅ | Estiércol bovino | Primero | Segundo | Tercero |
| 1 | 50 | 20 | 0 | 5436 | 7903 | 8321 ab |
| 2 | 50 | 20 | 2.5 | 2556 | 10140 | 9407 ab |
| 3 | 50 | 20 | 5 | 2580 | 8849 | 8070 ab |
| 4 | 75 | 25 | 0 | 2595 | 7287 | 8369 ab |
| 5 | 75 | 25 | 2.5 | 2797 | 13594 | 9262 ab |
| 6 | 75 | 25 | 5 | 1284 | 9436 | 8508 ab |
| 7 | 75 | 30 | 0 | 3368 | 10201 | 8666 ab |
| 8 | 75 | 30 | 2.5 | 2639 | 9228 | 6919 ab |
| 9 | 75 | 30 | 5 | 2810 | 11376 | 8651 ab |
| 10 | 100 | 40 | 0 | 4045 | 10349 | 10532 a |
| 11 | 100 | 40 | 2.5 | 2956 | 9536 | 9525 ab |
| 12 | 100 | 40 | 5 | 2811 | 10226 | 8422 ab |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 1998 | 5670 | 1795 c |
| 14 | 0 | 0 | 2.5 | 1370 | 6642 | 5398 abc |
| 15 | 0 | 0 | 5 | 2719 | 4916 | 4200 bc |

* Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes (probabilidad al 5%)

1 Aplicado después del trasplante y cada corte

2 Aplicados antes del trasplante.

CUADRO 11: Comparación de medias de rendimiento de materia seca del cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal) en 3 cortes por efecto de la fertilización química y orgánica. Aldea Pacután, 1996.

| Trat. | kg/ha ¹ | | Ton/ha ² | Rendimiento de materia seca kg/ha | | |
|-------|--------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------|-----------|
| | N | P ₂ O ₅ | Estiércol bovino | Primero | Segundo | Tercero* |
| 1 | 50 | 20 | 0 | 738.5 | 950.8 | 976.7 ab |
| 2 | 50 | 20 | 2.5 | 295.5 | 864.2 | 1153.9 a |
| 3 | 50 | 20 | 5 | 312.7 | 1152.2 | 1039.6 ab |
| 4 | 75 | 25 | 0 | 335.2 | 842.4 | 1082.3 ab |
| 5 | 75 | 25 | 2.5 | 275.4 | 1792.0 | 1169.6 a |
| 6 | 75 | 25 | 5 | 223.6 | 1249.5 | 1031.6 ab |
| 7 | 75 | 30 | 0 | 379.1 | 1194.9 | 1052.4 ab |
| 8 | 75 | 30 | 2.5 | 359.2 | 1062.3 | 897.4 ab |
| 9 | 75 | 30 | 5 | 364.9 | 1320.2 | 1083.4 ab |
| 10 | 100 | 40 | 0 | 453.3 | 1218.1 | 1242.8 a |
| 11 | 100 | 40 | 2.5 | 350.7 | 749.5 | 1150.1 a |
| 12 | 100 | 40 | 5 | 331.7 | 1395.5 | 1050.6 ab |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 267.7 | 397.6 | 329.3 c |
| 14 | 0 | 0 | 2.5 | 178.6 | 856.4 | 715.2 abc |
| 15 | 0 | 0 | 5 | 350.6 | 341.9 | 514.9 bc |

* Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes (probabilidad al 5%)

1 Aplicado después del trasplante y cada corte

2 Aplicados antes del trasplante.

En el cuadro 10 y 11 se presentan los resultados de comparación de medias de rendimiento en materia fresca y seca donde aparece que para el primer corte el mayor rendimiento se obtiene con el tratamiento 1, que responde a la aplicación de 50 kg N/ha, y 20 kg P₂O₅/ha, aplicados después del trasplante. Esta respuesta puede atribuirse a que el sistema radicular y parte aérea del cultivo se encuentra en el periodo de establecimiento y que hubo aporte de nutrientes químicos al suelo. Otro factor que pudo influir fue la precipitación debido a que en julio no fue uniforme y que al inicio del ensayo estuvo escasa, (209.9 mm.)

Para el segundo corte con la aplicación de 75 kg N/ha, 25 P₂O₅/ha aplicados después del trasplante y primer corte y 2.5 ton/ha de estiércol bovino aplicados al momento del trasplante se obtiene el mayor rendimiento de materia fresca y seca, lo cual puede atribuirse a que hubo mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo, y que el cultivo se encontraba bien establecido en su sistema radicular, además en esta etapa el desarrollo de la planta es más homogéneo. Así también la influencia de la precipitación promedio mensual que durante agosto aumentó de 209.9mm a 435.9mm. Los resultados obtenidos en este trabajo fueron menores a los reportados por Paz Ayala (18), quien reporta que el mayor rendimiento lo obtuvo en el segundo corte con niveles de nitrógeno de 75-100 kg/ha, mientras que Concocha Chet (6) y Gutierrez Agustín (17), mencionan que el mayor rendimiento de materia seca se obtiene en el segundo corte con la aplicación de 100-300 kg/ha de nitrógeno.

En el tercer corte el mayor rendimiento de materia fresca y seca se obtuvo con el tratamiento 10 con la aplicación de 100 kg N/ha y 40 kg P₂O₅/ha, aplicados después del trasplante y de cada corte, esta respuesta puede atribuirse a que únicamente influyó la aplicación de la fertilización química y que hubo inmovilización del estiércol bovino. Al comparar estos resultados con respecto al segundo corte se observa que el rendimiento se mantiene aunque no en todos los tratamientos, lo cual puede atribuirse a que las cantidades de nutrientes químicos en el suelo se agotaron por la extracción del cultivo, y que la precipitación promedio de septiembre disminuyó de 435.9 mm a 316.2mm.

Estos datos son similares a los obtenidos por Reyes Rivadeneira (19) quien trabajo con sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.) y reportó que al aumentar el número de cortes los rendimientos en materia fresca y seca disminuyen, aunque los cultivos son diferentes el comportamiento de este concuerda con el obtenido en el cultivo de hierba mora (*Solanum nigrescens* Mart y Gal)

Cuadro 12. Medias de rendimiento total del cultivo de hierba mora (*Solanum nigrescens* Mart y Gal) en materia fresca y seca por efecto de la fertilización química y orgánica.

| kg/ha | | Ton/ha Estiércol bovino | materia fresca | materia seca |
|-------|-------------------------------|----------------------------|----------------|--------------|
| N | P ₂ O ₅ | | | |
| 150 | 60 | 0 | 21660 | 2863.3 |
| 150 | 60 | 2.5 | 21947 | 2402.1 |
| 150 | 60 | 5 | 19498 | 2667.2 |
| 225 | 75 | 0 | 18251 | 2346.5 |
| 225 | 75 | 2.5 | 25653 | 3361.1 |
| 225 | 75 | 5 | 19226 | 2221.4 |
| 225 | 90 | 0 | 22235 | 2727.0 |
| 225 | 90 | 2.5 | 18786 | 2545.2 |
| 225 | 90 | 5 | 22837 | 2863.1 |
| 300 | 120 | 0 | 24925 | 3025.8 |
| 300 | 120 | 2.5 | 22017 | 2228.8 |
| 300 | 120 | 5 | 21459 | 2884.1 |
| 0 | 0 | 0 | 9463 | 1378.1 |
| 0 | 0 | 2.5 | 13410 | 1817.2 |
| 0 | 0 | 5 | 11835 | 943.0 |

Al analizar los resultados obtenidos cuadro 12, se aprecia que el mayor rendimiento acumulado de materia fresca 25653 y seca 3361.1 se obtienen al aplicar 75 kg/ha de nitrógeno, 25 kg/ha de fósforo y 2.5 ton/ha de estiércol bovino, aplicados después del trasplante y de cada corte en forma fraccionada, también se aprecia que cuando no se aplicó fertilización química y orgánica (testigo) los rendimientos disminuyeron.

Además para evaluar el efecto de la aplicación de nitrógeno, fósforo y estiércol bovino con respecto a la no aplicación de estiércol bovino, se realizó la prueba de contrastes, cuyos resultados aparecen en los cuadros 13 y 14.

Cuadro 13. Contrastes para evaluar el efecto de la fertilización química con respecto a la fertilización con estiércol bovino de materia fresca en el cultivo de hierba mora (*Solanum nigrescens* Mart y Gal).

| Tratamientos | | | Comparados | | | Primer Corte | | Segundo Corte | | Tercer Corte | | Total | |
|--------------|-------------------------------|----|---------------|-------------------------------|----|--------------|------|---------------|------|--------------|--------|-------|--------|
| N | P ₂ O ₅ | MO | N | P ₂ O ₅ | MO | Fc | Pr>F | Fc | Pr>F | Fc | Pr>F | Fc | Pr>F |
| 50 | 20 | 0 | 50 | 20 | 5 | 6,18 | 0,02 | 0,36 | 0,55 | 0,1 | 0,81 | 0,05 | 0,83 |
| 75 | 25 | 0 | 75 | 25 | 5 | 0,23 | 0,63 | 2,77 | 0,1 | 0,1 | 0,77 | 0,92 | 0,34 |
| 75 | 30 | 0 | 75 | 30 | 5 | 0,31 | 0,58 | 0 | 0 | 0,2 | 0,62 | 0,11 | 0,74 |
| 100 | 40 | 0 | 100 | 40 | 5 | 1 | 0,32 | 0,03 | 0,85 | 0,8 | 0,39 | 0,53 | 0,47 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0,96 | 0 | 0,96 | 2,8 | 0,1 | 0,52 | 0,47 |
| Aplicación | | | No Aplicación | | | 0,76 | 0,39 | 2,78 | 0,1 | 17 | 0,0003 | 8,6 | 0,0067 |

Cuadro 14. Contrastes para evaluar el efecto de la fertilización química con respecto a la fertilización con estiércol bovino de materia seca en el cultivo de hierba mora (*Solanum nigrescens* Mart y Gal).

| Tratamientos | | | Comparados | | | Primer Corte | | Segundo Corte | | Tercer Corte | | Total | |
|--------------|-------------------------------|----|---------------|-------------------------------|----|--------------|--------|---------------|-------|--------------|--------|-------|-------|
| N | P ₂ O ₅ | MO | N | P ₂ O ₅ | MO | Fc | Pr>F | Fc | Pr>F | Fc | Pr>F | Fc | Pr>F |
| 50 | 20 | 0 | 50 | 20 | 5 | 12,2 | 0,0019 | 0 | 0,92 | 0,3 | 0,56 | 1,36 | 0,258 |
| 75 | 25 | 0 | 75 | 25 | 5 | 0,35 | 0,56 | 3,8 | 0,06 | 0 | 0,93 | 0,15 | 0,702 |
| 75 | 30 | 0 | 75 | 30 | 5 | 0,03 | 0,86 | 0 | 0,98 | 0,1 | 0,77 | 0,01 | 0,930 |
| 100 | 40 | 0 | 100 | 40 | 5 | 0,97 | 0,33 | 0 | 0,9 | 0,5 | 0,49 | 0,28 | 0,21 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0,09 | 0,77 | 0,5 | 0,48 | 2,1 | 0,16 | 0,21 | 0,649 |
| Aplicación | | | No Aplicación | | | 1,09 | 0,306 | 2,6 | 0,120 | 12,3 | 0,0016 | 2,3 | 0,150 |

En los cuadros 13 y 14 se corrobora nuevamente que al comparar el nivel de fertilización con 50 kg N/ha, 20 kg P₂O₅/ha sin estiércol bovino en relación al que contiene el nivel superior de estiércol bovino, el rendimiento de materia fresca y seca es afectado al aplicar 5 ton/ha de estiércol bovino en el primer corte, no así para el segundo, tercero y rendimiento acumulado. También se aprecia que existen diferencias significativas al comparar los niveles de 0 N, 0 P₂O₅ y 5 ton/ha de estiércol bovino con respecto al testigo (sin aplicación) únicamente en el tercer corte, lo cual indica que el rendimiento es afectado por la fertilización química y que el nivel de 5 ton/ha de estiércol bovino llena la demanda de nutrientes para el cultivo.

Cuadro 15. Análisis económico del rendimiento de materia fresca de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal) obtenidos de la aplicación de Nitrógeno, Fósforo y estiércol bovino. Aldea Pacután. Santa Apolonia, Chimaltenango. 1996.

| Tratamientos | IB | CD | CI | CT | IN | R (%) |
|-------------------|-----------|----------|--------|---------|---------|-------|
| Con fertilización | 10,002.66 | 5,805.23 | 507.95 | 5297.28 | 4705.38 | 88 |
| Sin fertilización | 4670.03 | 5026.2 | 439.78 | 4586.42 | 83.61 | 1.82 |

IB = Ingreso bruto

CD= Costos Directos

CI= Costos Indirectos

CT= Costo Total

IN= Ingreso Neto

R= Rentabilidad (%)

En el cuadro 15 se muestra el ingreso bruto, costos directos e indirectos, costo total, ingreso neto y rentabilidad, obtenidos en el análisis económico realizado en la investigación, para lo cual se observa que al aplicar fertilización química y orgánica con respecto a no aplicar (testigo), existe una rentabilidad del 88%.

8. CONCLUSIONES

1. Al realizar el análisis de varianza para las variables materia fresca y seca, se observó que no hubo efecto a la fertilización química y orgánica en el cultivo de cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal), en el primero y segundo corte, lo contrario ocurrió en el tercer corte.
2. En la comparación de medias de rendimiento de materia fresca y seca en el tercer corte se observó que con la aplicación de 100 kg N/ha, 40 kg P₂O₅/ha después del trasplante, primero y segundo corte, se obtiene un rendimiento de 10532 kg/ha de materia fresca y 1242.8 kg/ha de materia seca.
3. La comparación de medias por contrastes presentó diferencia en el rendimiento de materia fresca y seca del cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal), sin fertilización química y orgánica comparado con fertilización en el tercer corte y total.
4. En base al análisis económico se concluye que con fertilización química (50 kg N/ha, 20 kg P₂O₅/ha y sin materia orgánica) se obtiene una rentabilidad de 88% comparado con el testigo (sin fertilización) con una rentabilidad de 1.82%.

9. RECOMENDACIONES

1. Para obtener un rendimiento acumulado de 21660 kg/ha de materia fresca y 2863.3 kg/ha de materia seca del cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal) se recomienda aplicar 50 kg N/ha y 20 kg P₂O₅/ha al momento del trasplante y después de cada corte, cuando el nivel del fósforo en el suelo es menor de 8.83 ppm.

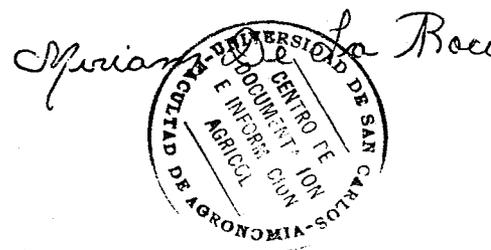
10. BIBLIOGRAFIA

1. AZURDIA, P.C.; GONZALEZ, M. 1986. Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 159-168
2. BARREDA, L. L. 1966. Rehabilitación de los suelos agrícolas de Guatemala, mediante la incorporación de materia orgánica. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 51 p.
3. BORNEMISZA, E. 1983. Introducción a la química de suelos. Costa Rica, OEA. Serie de Química no. 25. 83 p.
4. CARBAJAL, J. F. 1984. Cafeto, cultivo y fertilización. Berna, Suiza, Instituto Internacional de la Potasa. 254 p.
5. CARRILLO, G. C. 1992. Evaluación de tres niveles de abono orgánico, con aplicación de cinco niveles de nitrógeno de compensación, en el rendimiento de grano de maíz (Zea mays L.) en Moyuta, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 52 p.
6. CONCOHA CHET, F.E. 1995. Evaluación de niveles de nitrógeno, fósforo y gallinaza sobre el rendimiento de hierba mora (Solanum sp.) en San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 37 p.
7. CRUZ, J.R. DE LA. 1976. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 24 p.
8. DELGADO, F.J. 1984. Rendimiento y contenido de proteína de hierba mora (Solanum spp) a diferente número de días a cosecha y número de cortes. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 76 p.
9. DONAHUE, R.L.; MILLER, R.W.; SCHICKLUNA, J.C. 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Colombia, Dossat. 616 p.
10. ESTRADA L, L.A; VALLE, B.R. D. 1986 Muestreo de suelos e interpretación de resultados de análisis . Guatemala, ICTA. Folleto Técnico no. 32. 49 p.
11. FASSBENDER, H.W. 1975. Química de suelos con énfasis en suelos de AméricaLatina. Turrialba, Costa Rica, IICA. 398p.

12. FLORES, M. 1960. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica y Panamá. 4 ed. Guatemala, INCAP. 29 p
13. GENTRY JUNIOR, J.L.; STANDLEY, P.C. 1974. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum, Fieldiana Botany v. 24, pte. 10, no. 1-2, 225 p.
14. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. s.f. Mapa de formas de la tierra. Guatemala. Esc. 1:1,000.000.
15. _____. 1983. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. tomo 2, p. 25-27
16. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1983. Mapa de zonas de vida de la República de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Esc. 1:600,000. 4 h.
17. GUTIERREZ AGUSTIN, D.N. 1995. Evaluación del efecto de gallinaza y nitrógeno aplicado en dos modalidades sobre el rendimiento de hierba mora (Solanum nigricans Mart y Gal) San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
18. OBIOLS DEL CID, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala; según el sistema Thorntwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1,000. Color.
19. PAZ AYALA, M.E. 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 Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 40 p.
20. REYES RIVADENEIRA, M.E. 1989. Respuesta de tres variedades de sorgo forrajero (Sorghum vulgare pers), a la fertilización con N-P-K-S- en el área de Nueva Concepción. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 42 p.
21. RODRIGUEZ, F.; CHONAY, J. 1993. Evaluación de niveles de N-P-K y cuantificación de la acumulación de macronutrientes en cuatro cortes comerciales para el cultivo de hierba mora (Solanum spp.) en Tecpán Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 16 p.
22. RODRIGUEZ, R.J. 1988. Evaluación del efecto de diferentes niveles de materia orgánica y de fórmulas químicas de fertilizantes en el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en dos localidades de Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 57 p.

23. SIMMONS, CH., TARANO, J. M., PINTO, J. H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
24. TEUSCHER, H., ADLER, R. 1980. El suelo y su fertilidad. Trad. por Rodolfo Vera Y Zapata México, Continental, 510 p.
25. TISDALE, S.L., NELSON, E.L. 1977. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Madrid, España, Montaner y Simmons. 700 p.
26. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE AGRONOMIA. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS. 1994. Informe del proyecto de desarrollo de hortalizas nativas o tradicionales. Guatemala.
- sin publicar.
27. VADEMECUN DE la potasa; Llave de una fertilización racional. 1978 Hannover. Alemania, Verkautsfemeinschaf Deutscher Kaliewerke. 160 p.
28. VASQUEZ SOLORZANO, J. 1984. Estudio del proceso germinativo de la semilla de hierba mora (Solanum spp). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 68 p.
29. VASQUEZ y VASQUEZ, F.J. 1983. Recolección y caracterización de germoplasma de hierba mora (Solanum spp.) de la vertiente del pacífico de la República de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 68 p.
30. VELASQUEZ, M.M. 1986. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 35 cultivares de hierba mora (Solanum spp.) nativos de Guatemala, en el valle de la Asunción Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 59 p.
31. VILLANUEVA, B.O.; ORTIZ, S.C. 1980. Edafología. 3 ed. México, Universidad Autonoma Chapingo. 331 p.
32. ZAMORA, G.I. 1987. Evaluación preliminar de 16 variedades de hierba mora (Solanum spp.), bajo las condiciones de la ciudad capital y Sacatepéquez. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 39 p.

V.O. B^o.



11. APENDICE

Cuadro 16 "A" Datos de campo, para el primer corte del cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal). Aldea Pacután, Santa Apolonia, Chimaltenango.

| Repetición | kg/ha N. P2O5 | Ton/ha Est. Bovino. | Altura (m) | Materia fresca (kg/ha) | Materia seca (kg/ha) |
|------------|------------------|------------------------|---------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 | 5020 | 0 | 0.67 | 8990.46 | 1107.26 |
| 1 | 50 20 | 2.5 | 0.35 | 3374.63 | 463.27 |
| 1 | 50 20 | 5 | 0.47 | 2004.04 | 266.04 |
| 1 | 75 25 | 2.5 | 0.45 | 3891.04 | 283.32 |
| 1 | 75 25 | 5 | 0.39 | 2391.09 | 310.28 |
| 1 | 75 30 | 0 | 0.59 | 4932.59 | 594.29 |
| 1 | 75 30 | 2.5 | 0.21 | 575.96 | ----- |
| 1 | 75 30 | 5 | 0.55 | 5859.15 | 789.11 |
| 1 | 100 40 | 0 | 0.45 | 4760.11 | 552.83 |
| 1 | 100 40 | 2.5 | 0.58 | 3595.88 | 456.05 |
| 1 | 100 40 | 5 | 0.49 | 4859.18 | 615.95 |
| 1 | 0 0 | 0 | 0.47 | 2511.72 | 374.16 |
| 1 | 0 0 | 2.5 | 0.38 | 1971.19 | 273.52 |
| 1 | 0 0 | 5 | 0.26 | 741.76 | ----- |
| 2 | 50 20 | 0 | 0.34 | 4136.93 | ----- |
| 2 | 50 20 | 2.5 | 0.31 | 2925.98 | 244.47 |
| 2 | 50 20 | 5 | 0.19 | 4163.11 | 484.78 |
| 2 | 75 25 | 0 | 0.45 | 3798.64 | 515.93 |
| 2 | 75 25 | 2.5 | 0.43 | 1951.68 | 226.37 |
| 2 | 75 25 | 5 | 0.37 | 492.80 | ----- |
| 2 | 75 30 | 0 | 0.31 | 3764.76 | 424.81 |
| 2 | 75 30 | 2.5 | 0.25 | 6480.79 | 592.31 |
| 2 | 75 30 | 5 | 0.42 | 1521.51 | 168.16 |
| 2 | 100 40 | 0 | 0.38 | 6013.66 | 677.54 |
| 2 | 100 40 | 2.5 | 0.31 | 4527.57 | 492.78 |
| 2 | 100 40 | 5 | 0.35 | 1985.05 | 242.49 |
| 2 | 0 0 | 0 | 0.23 | 3409.54 | 417.59 |
| 2 | 0 0 | 2.5 | 0.28 | 1057.97 | 127.72 |
| 2 | 0 0 | 5 | 0.39 | 5275.49 | 577.05 |
| 3 | 50 20 | 0 | 0.15 | 3179.57 | 369.72 |
| 3 | 50 20 | 2.5 | 0.25 | 1278.19 | 178.63 |
| 3 | 50 20 | 5 | 0.27 | 1573.36 | 187.30 |
| 3 | 75 25 | 0 | 0.18 | 473.29 | 14.34 |
| 3 | 75 25 | 2.5 | 0.35 | 2547.66 | 316.63 |
| 3 | 75 25 | 5 | 0.30 | 968.14 | 137.01 |
| 3 | 75 30 | 0 | 0.23 | 1408.06 | 118.28 |
| 3 | 75 30 | 2.5 | 0.24 | 858.80 | 125.99 |
| 3 | 75 30 | 5 | 0.28 | 1050.79 | 137.55 |
| 3 | 100 40 | 0 | 0.30 | 1360.32 | 129.51 |
| 3 | 100 40 | 2.5 | 0.26 | 743.30 | 103.18 |
| 3 | 100 40 | 5 | 0.31 | 1588.24 | 136.59 |
| 3 | 0 0 | 0 | 0.27 | 72.89 | 11.29 |
| 3 | 0 0 | 2.5 | 0.23 | 1080.56 | 134.55 |
| 3 | 0 0 | 5 | 0.33 | 2140.59 | 124.21 |

Cuadro 17 "A".

Datos de campo, para el segundo corte del cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal). Aldea Pacután, Santa Apolonia, Chimaltenango.

| Repetición | kg/ha | | Ton/ha Est.Bov. | Altura (m) | Materia Fresca (kg/ha) | Materia Seca (kg/ha) |
|------------|-------|-------------------------------|--------------------|---------------|---------------------------|-------------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | | | | |
| 1 | 50 | 20 | 0 | 0.53 | 15295.69 | 1916.98 |
| 1 | 50 | 20 | 2.5 | 0.25 | 5972.59 | 741.18 |
| 1 | 50 | 20 | 5 | 0.33 | 5222.62 | 633.15 |
| 1 | 75 | 25 | 0 | 0.49 | 5889.95 | 764.37 |
| 1 | 75 | 25 | 2.5 | 0.52 | 6273.92 | 913.24 |
| 1 | 75 | 25 | 5 | 0.46 | 6685.10 | 815.15 |
| 1 | 75 | 30 | 0 | 0.58 | 12892.28 | 1505.91 |
| 1 | 75 | 30 | 2.5 | 0.30 | 7118.35 | 918.79 |
| 1 | 75 | 30 | 5 | 0.44 | 9252.77 | 1152.76 |
| 1 | 100 | 40 | 0 | 0.43 | 6588.59 | 846.44 |
| 1 | 100 | 40 | 2.5 | 0.52 | 7111.16 | 976.97 |
| 1 | 100 | 40 | 5 | 0.40 | 9668.06 | 1242.12 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0.48 | 4982.38 | 661.23 |
| 1 | 0 | 0 | 2.5 | 0.46 | 7757.96 | 1041.88 |
| 1 | 0 | 0 | 5 | 0.51 | 6755.42 | 771.54 |
| 2 | 50 | 20 | 0 | 0.67 | 7802.62 | 862.63 |
| 2 | 50 | 20 | 2.5 | 0.77 | 19418.76 | 1395.62 |
| 2 | 50 | 20 | 5 | 0.70 | 14087.83 | 1671.29 |
| 2 | 75 | 25 | 0 | 0.83 | 9153.19 | 957.89 |
| 2 | 75 | 25 | 2.5 | 0.80 | 20926.92 | 2634.93 |
| 2 | 75 | 25 | 5 | 0.62 | 12749.06 | 1683.84 |
| 2 | 75 | 30 | 0 | 0.64 | 10247.61 | 1194.70 |
| 2 | 75 | 30 | 2.5 | 0.69 | 11825.58 | 1329.23 |
| 2 | 75 | 30 | 5 | 0.81 | 18225.27 | 1991.96 |
| 2 | 100 | 40 | 0 | 0.80 | 17167.30 | 1815.77 |
| 2 | 100 | 40 | 2.5 | 0.78 | 16236.11 | ----- |
| 2 | 100 | 40 | 5 | 0.74 | 14448.19 | 1954.53 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0.67 | 11207.02 | ----- |
| 2 | 0 | 0 | 2.5 | 0.69 | 9543.32 | 1167.30 |
| 2 | 0 | 0 | 5 | 0.53 | 4415.66 | ----- |
| 3 | 50 | 20 | 0 | 0.27 | 610.86 | 72.89 |
| 3 | 50 | 20 | 2.5 | 0.53 | 4649.74 | 455.69 |
| 3 | 50 | 20 | 5 | 0.67 | 7233.33 | ----- |
| 3 | 75 | 25 | 0 | 0.60 | 6816.51 | 805.06 |
| 3 | 75 | 25 | 2.5 | 0.91 | 13582.20 | 1827.83 |
| 3 | 75 | 25 | 5 | 0.55 | 8867.78 | ----- |
| 3 | 75 | 30 | 0 | 0.76 | 7461.76 | 884.02 |
| 3 | 75 | 30 | 2.5 | 0.68 | 8740.98 | 938.85 |
| 3 | 75 | 30 | 5 | 0.49 | 6649.16 | 782.77 |
| 3 | 100 | 40 | 0 | 0.48 | 7290.31 | 991.94 |
| 3 | 100 | 40 | 2.5 | 0.53 | 5261.63 | 521.96 |
| 3 | 100 | 40 | 5 | 0.67 | 6562.41 | 989.71 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0.47 | 819.27 | 133.98 |
| 3 | 0 | 0 | 2.5 | 0.38 | 2624.66 | 359.91 |
| 3 | 0 | 0 | 5 | 0.67 | 3576.37 | 512.26 |

Cuadro 18 "A".

Datos de campo, para el tercer corte del cultivo de hierba mora (Solanum nigrescens Mart y Gal). Aldea Pacután, Santa Apolonia, Chimaltenango.

| Repetición | kg/ha | | Ton/ha Est.Bov. | Altura (m) | Materia Fresca (kg/ha) | Materia Seca (kg/ha) |
|------------|-------|-------------------------------|--------------------|---------------|---------------------------|-------------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | | | | |
| 1 | 50 | 20 | 0 | 69 | 1509960 | 173016 |
| 1 | 50 | 20 | 25 | 61 | 1077890 | 130675 |
| 1 | 50 | 20 | 5 | 49 | 412666 | 52280 |
| 1 | 75 | 25 | 0 | 57 | 747408 | 102738 |
| 1 | 75 | 25 | 25 | 67 | 648130 | 94475 |
| 1 | 75 | 25 | 5 | 66 | 796403 | 101399 |
| 1 | 75 | 30 | 0 | 65 | 884211 | 102909 |
| 1 | 75 | 30 | 25 | 50 | 533761 | 77619 |
| 1 | 75 | 30 | 5 | 56 | 703108 | 86729 |
| 1 | 100 | 40 | 0 | 69 | 1086155 | 128985 |
| 1 | 100 | 40 | 25 | 48 | 823535 | 106316 |
| 1 | 100 | 40 | 5 | 47 | 820301 | 102934 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 41 | 233000 | 29182 |
| 1 | 0 | 0 | 25 | 64 | 812755 | 99301 |
| 1 | 0 | 0 | 5 | 52 | 650286 | 70782 |
| 2 | 50 | 20 | 0 | 67 | 753722 | 87584 |
| 2 | 50 | 20 | 25 | 62 | 1035797 | 124951 |
| 2 | 50 | 20 | 5 | 64 | 1248419 | 155949 |
| 2 | 75 | 25 | 0 | 69 | 865218 | 111176 |
| 2 | 75 | 25 | 25 | 71 | 1061053 | 125912 |
| 2 | 75 | 25 | 5 | 73 | 742173 | 86709 |
| 2 | 75 | 30 | 0 | 72 | 870094 | 110792 |
| 2 | 75 | 30 | 25 | 78 | 988468 | 127842 |
| 2 | 75 | 30 | 5 | 80 | 1211561 | 154667 |
| 2 | 100 | 40 | 0 | 62 | 1195546 | 130713 |
| 2 | 100 | 40 | 25 | 64 | 970194 | 121517 |
| 2 | 100 | 40 | 5 | 71 | 853668 | 102531 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 50 | 253482 | 36670 |
| 2 | 0 | 0 | 25 | 62 | 584016 | 81988 |
| 2 | 0 | 0 | 5 | 50 | 418467 | 56512 |
| 3 | 50 | 20 | 0 | 41 | 232641 | 32397 |
| 3 | 50 | 20 | 25 | 53 | 708293 | 90530 |
| 3 | 50 | 20 | 5 | 58 | 759985 | 103657 |
| 3 | 75 | 25 | 0 | 70 | 898020 | 110764 |
| 3 | 75 | 25 | 25 | 77 | 1069420 | 130486 |
| 3 | 75 | 25 | 5 | 68 | 1013621 | 121368 |
| 3 | 75 | 30 | 0 | 73 | 845455 | 102018 |
| 3 | 75 | 30 | 25 | 58 | 553421 | 63773 |
| 3 | 75 | 30 | 5 | 61 | 680676 | 83616 |
| 3 | 100 | 40 | 0 | 58 | 877794 | 113151 |
| 3 | 100 | 40 | 25 | 64 | 1063825 | 117183 |
| 3 | 100 | 40 | 5 | 74 | 852641 | 109706 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 42 | 52154 | ----- |
| 3 | 0 | 0 | 25 | 41 | 222580 | 33276 |
| 3 | 0 | 0 | 5 | 52 | 191318 | 27169 |

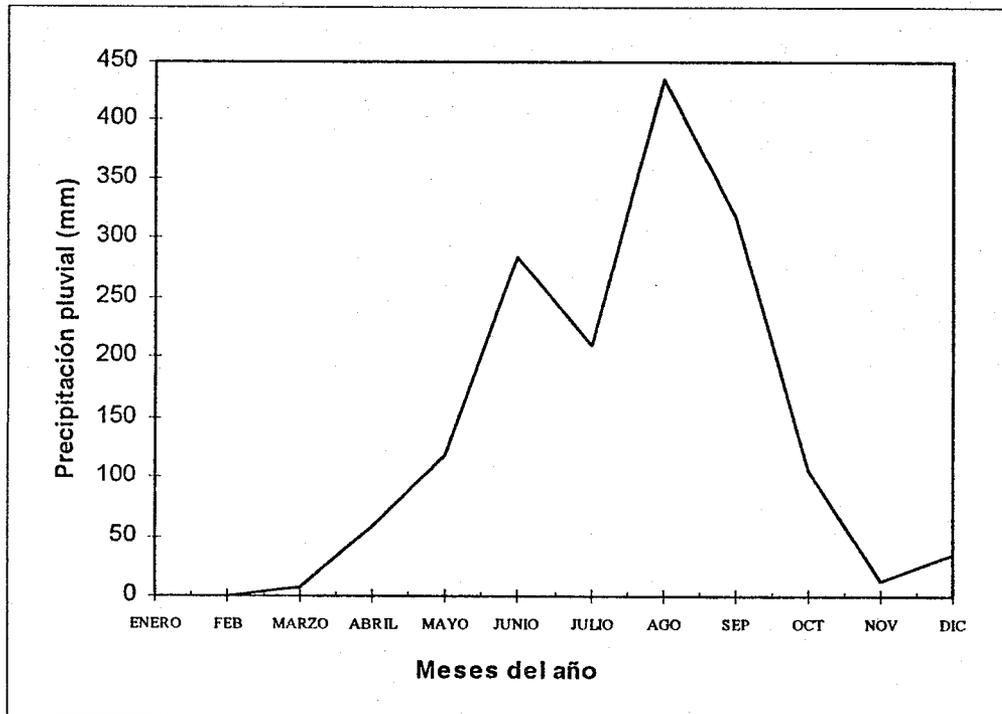


Fig. 1 "A". Distribución de la precipitación promedio mensual durante el año 1996.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 AGRONOMICAS**

Ref. Sem-049/97

LA TESIS TITULADA: **EVALUACION DE LA FERTILIZACION CON NITROGENO, FOSFORO Y ESTIERCOL BOVINO SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA DEL CULTIVO DE HIERBA MORA (Solanum nigrescens Mart y Gal) ALDEA PACUTAN SANTA APOLONIA, CHIMALTENANGO 1996.**

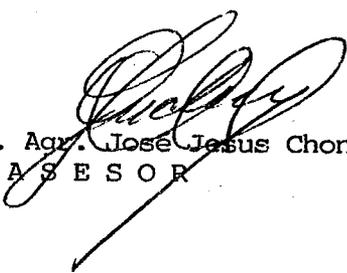
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: **LOURDES DEL ROSARIO CASTRO PEREZ**

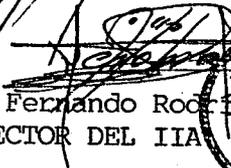
Carnet No: **86-15437**

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: **Ing. Agr. Anibal Sacabajá G.
 Licda. Olga L. Mena M.**

Los asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

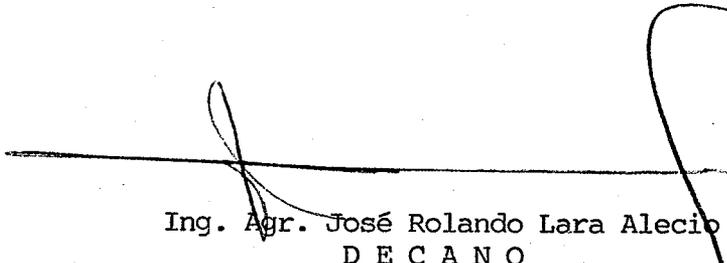
Ing. Agr.  **Victor Alvarez Cajas**
 ASESOR

Ing. Agr.  **José Jesús Chonay P.**
 ASESOR

Ing. Agr.  **Fernando Rodríguez**
 DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E


Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio
 DECANO



CC. Archivo
 Ctrl Acđ.

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770