

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

EVALUACION DEL EFECTO DE GALLINAZA Y NITROGENO APLICADO EN DOS
MODALIDADES SOBRE EL RENDIMIENTO DE HIERBA MORA
(*Solanum nigricans* Mart y Gal) SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.

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

TESIS

POR

DAVID NOEL GUTIERREZ AGUSTIN

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

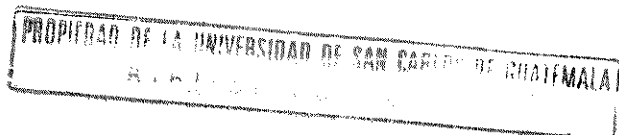
EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1995



01
T(1587)

e.4

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAFETH CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr.	JOSE ROLANDO LARA ALECIO
VOCAL I	Ing. Agr.	JUAN JOSE CASTILLO MONT
VOCAL II	Ing. Agr.	WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL III	Ing. Agr.	CARLOS ROBERTO MOTTA
VOCAL IV	P.A.	HENRY ESTUARDO ESPAÑA MORALES
VOCAL V	Br.	MYNOR JOAQUIN BARRIOS OCHAETA
SECRETARIO a.i.	Ing. Agr.	GUILLERMO EDILBERTO MENDEZ B.

Guatemala, Noviembre de 1995.

Señores
Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

De conformidad con 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 DEL EFECTO DE GALLINAZA Y NITROGENO APLICADO EN DOS MODALIDADES SOBRE EL RENDIMIENTO DE HIERBA MORA (*Solanum nigricans* Mart y Gal) SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA.

Como requisito, previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola; en el grado académico de Licenciado, espero vuestra aprobación

Atentamente



David Noel Gutiérrez Agustin.

ACTO QUE DEDICO

A JESUCRISTO	A quien sea la gloria por siempre.
A MIS PADRES	Máximo Gutiérrez Gómez. Máxima Agustín de Gutiérrez.
A LA MEMORIA DE MI HERMANO.	Ing. Civil Edgar Roberto, por su ejemplo de buscar la superación.
A MIS HERMANOS	Reyna, Elisea, Victor, Armando y a todos los espirituales.
A MIS SOBRINOS	Giovani, Eunice, Lourdes y Roberto.
A MIS FAMILIARES	Con aprecio y respeto.
A MIS AMIGOS	Con afecto.
A los que contribuyen con mi vida espiritual.	Que Dios los bendiga.

TESIS QUE DEDICO

A:

Mi bella Guatemala.

Huehuetenango.

Centro Universitario de Noroccidente.

Universidad de San Carlos.

Facultad de Agronomía.

Todo campesino de mi patria.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento sincero a mis asesores Ing. Agr. M.C. José Jesús Chonay Pantzay e Ing. Agr. M. Sc. Samuel Córdova Calvillo, 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 mi familia por su valioso apoyo económico y moral.

A la familia Concoha Chet, por su valiosa colaboración desinteresada durante la fase de campo en la presente investigación.

Al Ing. Civil Rony Enrique Perdómo Hernández y Ana Victoria Hernández por su hospitalidad y amistad.

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

Todos los resultados obtenidos 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 Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	Página
INDICE DE CUADROS	ii
RESUMEN	iii
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1. MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1. Importancia de la fertilización en la producción agrícola	4
3.1.2. Elementos esenciales para las plantas	5
3.1.2.A. Nitrógeno	6
3.1.3. Materia orgánica	6
3.1.4. La gallinaza	7
3.1.5. El cultivo de hierba mora	10
3.1.6. Antecedentes del trabajo	13
3.2. MARCO REFERENCIAL	15
3.2.1. Descripción del sitio experimental	15
a) Localización	15
b) Características ecológicas	15
c) Condiciones edáficas	16
3.2.2. Descripción del material experimental	18
Hierba mora (<i>Solanum nigricans</i> Mart y Gal)	18
Nitrógeno	18
Materia orgánica	19
4. OBJETIVO	20
5. HIPOTESIS	20
6. METODOLOGIA	21
6.1. Selección de tratamientos	21
6.2. Diseño experimental	23
6.3. Tamaño de la unidad experimental	23
6.4. Variable de respuesta	24
6.5. Manejo del experimento	24
6.5.1. Semillero	24
6.5.2. Preparación del terreno	24
6.5.3. Desinfestación del suelo	24
6.5.4. Siembra	25
6.5.5. Riego	25
6.5.6. Fertilización	25
6.5.7. Control de malezas	25
6.5.8. Prevención y control de plagas	25
6.5.9. Cosecha	26
6.5.10. Análisis de la información	26
6.6. Modelo matemático estadístico	26
7. RESULTADOS Y DISCUSION	28
8. CONCLUSIONES	36
9. RECOMENDACIONES	37
10. BIBLIOGRAFIA	38
11. APENDICE	41

INDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Valor nutritivo de las hojas de hierba mora.	13
2. Rango de concentración y nivel crítico de fósforo bajo tres metodologías en los suelos de la serie Cauqué.	17
3. Resultados del análisis químico de suelo del sitio experimental.	17
4. Resultados del análisis químico de la gallinaza usada en el experimento.	19
5. Nivel de nitrógeno y gallinaza evaluados en el cultivo de hierba mora (<i>Solanum nigricans</i> Mart y Gal).	21
6. Tratamientos evaluados en el experimento de hierba mora (<i>Solanum nigricans</i> Mart y Gal) que se ubicó en San Juan Sacatepéquez.	22
7. Análisis de varianza del rendimiento de materia seca de hierba mora (<i>Solanum nigricans</i> Mart y Gal).	28
8. Comparación de medias del rendimiento de materia seca de hierba mora (<i>Solanum nigricans</i> Mart y Gal).	29
9. Rendimiento de materia seca de hierba mora (<i>Solanum nigricans</i> Mart y Gal) obtenidos por la aplicación de nitrógeno según la modalidad 1 y gallinaza.	30
10. Rendimiento de materia seca de hierba mora (<i>Solanum nigricans</i> Mart y Gal) obtenido por la aplicación de nitrógeno por corte	31
11. Rendimiento de materia seca de hierba mora (<i>Solanum nigricans</i> Mart y Gal) obtenido por la aplicación de gallinaza	31
12. Análisis del rendimiento total de cuatro cortes en materia seca de hierba mora (<i>Solanum nigricans</i> Mart y Gal) por los tratamientos evaluados.	32
13. Comparación de medias de los tratamientos evaluados para el rendimiento total de materia seca de hierba mora (<i>Solanum nigricans</i> Mart y Gal).	33
14. Rendimiento total de materia seca de hierba mora (<i>Solanum nigricans</i> Mart y Gal) obtenido por la aplicación de nitrógeno según modalidad 1.	34
15. Rendimiento total de materia seca de hierba mora (<i>Solanum nigricans</i> Mart y Gal) obtenido por la aplicación de nitrógeno según modalidad 2.	35
16. Comparación de medias de los niveles de gallinaza aplicados para el rendimiento de materia seca total de hierba mora (<i>Solanum nigricans</i> Mart y Gal).	35

EVALUACION DEL EFECTO DE GALLINAZA Y NITROGENO APLICADO EN DOS
MODALIDADES SOBRE EL RENDIMIENTO DE HIERBA MORA
(*Solanum nigricans* Mart y Gal) SAN JUAN SACATEPEQUEZ GUATEMALA

EVALUATION OF THE EFECT OF HEN DROPPINGS AND NITROGEN APPLIED IN
TWO MODALITIES ON HIERBA MORA YIELD (*Solanum nigricans* Mart y Gal)
IN SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.

RESUMEN

La especie de hierba mora que se cultiva en el municipio de San Juan Sacatepéquez es *Solanum nigricans* Mart y Gal. Esta se siembra como cultivo alternativo al de las flores, por lo que el área dedicada a su cultivo ha aumentado en los últimos años.

El objetivo de la presente investigación fué evaluar el efecto de la aplicación de gallinaza y dos modalidades de nitrógeno en el rendimiento de biomasa en materia seca de hierba mora de cuatro cortes realizados a intervalos de treinta días. Para lo cual, se estableció un ensayo en un diseño de bloques al azar con dieciseis tratamientos y cuatro repeticiones. El cultivar de hierba mora que se utilizó fue *Solanum nigricans* Mart y Gal.

Para el nitrógeno se evaluaron nueve niveles aplicados en dos modalidades, los niveles evaluados fueron: 0, 100, 150, 200, 300 400, 600 800 y 1200 kg/ha. Las modalidades de aplicación fueron:

1. Primera modalidad: El nivel se distribuyó en dos aplicaciones: 5 y 15 días después del trasplante.
2. Segunda modalidad: El nivel se distribuyó en ocho aplicaciones: 5 y 15 días después del trasplante; 5 y 15 días después de cada corte.

En relación a la gallinaza se evaluaron cuatro niveles: 800, 1330, 1600

y 2660 kg/ha que fueron aplicados un día antes del trasplante. Con los resultados obtenidos de esta investigación se concluyó que bajo las condiciones de San Juan Sactepéquez:

1. La aplicación de gallinaza en su nivel de 1600 kg/ha fué la que reportó el mayor rendimiento de biomasa en materia seca de hierba mora.
2. El mayor rendimiento de biomasa en materia seca de hierba mora se obtuvo con la aplicación de 2660 kg de gallinaza/ha y 300 kg N/ha aplicados según la modalidad 2; es decir, cuando se aplicaron 37.5 kg N/ha 5 y 15 días después del trasplante y de cada corte.

1. INTRODUCCION.

La hierba mora (*Solanum* sp.) también se conoce con el nombre de quilete y macuy, se le encuentra en México, Centro y Sur América; desde los 350 hasta 3900 msnm (8).

En el país se han reportado tres especies: *Solanum americanum* Miller), *Solanum nigrecens* Mart y Gal y *Solanum nigricans* Mart y Gal (8).

Debido a que la hierba mora es una planta con alto contenido de proteína y minerales, especialmente hierro y tomando en cuenta que es considerada una hortaliza nativa de mucha importancia en la dieta de la población guatemalteca (20), investigadores de la Dirección General de Investigaciones y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala desarrollan el proyecto "Desarrollo de Prácticas Agronómicas para Hortalizas Nativas", con el propósito de obtener la información necesaria para generar la tecnología para el cultivo de esta hortaliza.

Un gran porcentaje de la demanda de hierba mora que existe en la ciudad capital, se satisface con la producción del municipio de San Juan Sacatepéquez, donde la floricultura es la principal actividad agrícola, a pesar de que los precios del mercado de flores presenta fluctuaciones considerables a lo largo del año, y para evitar este riesgo, los agricultores también se dedican al cultivo de la hierba mora, para diversificar su producción agrícola, situación que, entre otros aspectos representa mayores ventajas para el suelo, ambiente, incidencia de plagas, malezas y enfermedades.

Por esta razón, el presente estudio se realizó en San Juan Sacatepéquez en un diseño experimental de bloques al azar con dieciseis tratamientos y cuatro repeticiones, con el propósito de evaluar el efecto de la aplicación de distintos niveles de nitrógeno y gallinaza sobre el rendimiento de biomasa en materia seca de hierba mora.

Con base a los resultados se concluyó que el mayor rendimiento de biomasa en materia seca de hierba mora se obtuvo con la aplicación de 2660 kg gallinaza/ha y 300 kg N/ha según la modalidad 2; es decir, 37.5 kg N/ha aplicados 5 y 15 días después del trasplante y de cada corte.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA.

La tecnificación de la producción de una hortaliza nativa requiere conocer la respuesta de ésta a diferentes condiciones ambientales. Una de estas condiciones es la disponibilidad nutricional del suelo, que juega un papel muy importante en el rendimiento de las plantas, porque si algún elemento se encuentra en bajas cantidades, puede ser causa de la reducción del rendimiento.

Es así como investigadores de la Dirección General de Investigaciones y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, han implementado el proyecto "Desarrollo de Prácticas agronómicas para Hortalizas Nativas o Tradicionales" con el propósito de realizar estudios relacionados con el cultivo de hierba mora, en este caso sobre fertilización con gallinaza y dos modalidades de aplicación de nitrógeno, con el objeto de obtener el mayor rendimiento posible de biomasa en materia seca.

Según el resultado del análisis de suelo de la región donde se desarrolló la investigación, este posee fósforo, potasio, calcio y magnesio en cantidades altas; pero es necesario conocer la respuesta de la hierba mora a diferentes niveles de gallinaza y nitrógeno aplicado en diferentes modalidades.

3. MARCO TEORICO.

3.1. MARCO CONCEPTUAL:

3.1.1. Importancia de la fertilización en la producción agrícola:

Las plantas obtienen sus nutrientes del aire, agua y suelo; los cuales en presencia de radiación solar son utilizados como materia prima para la síntesis de fotosintatos. El nitrógeno, fósforo y potasio son necesitados en grandes cantidades por los cultivos de alto rendimiento. Estos son extraídos del suelo, de aquí que su suministro por el suelo es cada vez más limitado (21).

Según Barreda (2) "El uso de fertilizantes inorgánicos sin haber realizado un análisis de suelo y sin considerar los requerimientos del cultivo, puede causar desbalance en la nutrición de las plantas".

El uso continuo de abonos inorgánicos trae como consecuencia la disminución del contenido de humus del suelo. Respecto a ello Barreda (2) menciona que los suelos de Guatemala, en su mayoría, han sido trabajados usando abonos inorgánicos por muchos años, lo que ha causado una disminución de humus en los suelos. Por lo que se debe fomentar el manejo del mismo, mediante la incorporación de materia orgánica con adición de nutrientes para las plantas.

Carbajal (3) indica que la utilización de abonos orgánicos fue una de las primeras fuentes de nutrientes empleadas por el hombre, ya que desde

tiempos remotos se han incorporado los residuos agrícolas para mejorar la calidad del suelo.

Liebig formuló la "LEY DEL MINIMO", en donde señala que el crecimiento de las plantas esta limitado por el elemento nutritivo presente en la menor cantidad, si los otros elementos están presentes en cantidad adecuada (19).

3.1.2. Elementos esenciales para las plantas:

En ese sentido, Arnon, citado por Tisdale (19), ha definido a un elemento esencial cuando:

- a. La deficiencia del elemento imposibilita que la planta complete su etapa vegetativa o reproductiva.
- b. Los síntomas de deficiencia del elemento pueden ser prevenidos o corregidos solamente mediante el suministro del mismo.
- c. El elemento esta directamente involucrado en la nutrición de la planta.

En la actualidad se reconoce que son 16 los elementos químicos esenciales para el desarrollo de las plantas: Carbóno, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Azúfre, Boro, Manganeso, Cobre, Zinc, Molibdeno y Cloro (18). Según Tisdale (19) el Sodio, Cobalto, Vanadio y Sílice son esenciales para algunas plantas, pero no en todas las especies.

Los elementos Carbóno, Hidrógeno y Oxígeno son obtenidos por la planta del dióxido de carbóno y agua; el Nitrógeno, Fósforo y Potasio son

necesarios en grandes cantidades, por lo que son denominados "nutrimentos principales o primarios". El Calcio, Magnesio, Hierro y Azufre son necesarios en cantidades menores y se designan "nutrimentos secundarios". El resto de elementos son necesarios en cantidades muy pequeñas por lo que se consideran "micronutrientes" (18).

3.1.2.A. 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 inorgánico y orgánico (19). 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 su uso por Rhizobia. Las formas orgánicas se hallan como aminoácidos, proteínas consolidadas, aminoácidos libres y aminoazúcares.

3.1.3. Materia orgánica:

Según Tisdale (19), "materia orgánica" es un término mal definido que se usa para englobar a todos los materiales orgánicos en todos sus estados de descomposición; pero puede ser agrupada en dos categorías:

1. Material relativamente estable, denominado "humus", que es resistente a una rápida descomposición ulterior.
2. Materiales orgánicos que se hallan sujetos a una descomposición rápida, materiales que van desde residuos frescos de cosechas a aquellos que por una cadena de reacciones de descomposición se

aproximan a un cierto grado de estabilidad.

Dos elementos importantes de la materia orgánica son el Carbono y el Nitrógeno, y su contenido en esta , se expresa como "Relación Carbono-Nitrógeno", que define las cantidades relativas de estos elementos en el suelo, humus o material orgánico. La relación Carbóno:Nitrógeno es de aproximadamente 10:1 en un suelo estable (19).

La importancia de la proporción C:N es debido a que los organismos usan el carbóno como fuente de energía y el nitrógeno para formar sus nuevas células. El nitrógeno es necesario para la descomposición de la materia orgánica por los organismos del suelo (18).

Si el material orgánico que se descompone tiene una cantidad de relación C/N alta (paja de trigo, tallos de cereales maduros, etc.) los microorganismos utilizan el NH_4^+ y/o NO_3^- presentes en el suelo, ocurre inmovilización de nitrógeno durante el proceso inicial y la descomposición se torna lenta. Si la R/C es baja a la cantidad de carbóno existente (alfalfa, trebol, etc.) no habrá descenso en el nivel de nitrógeno mineral del terreno, pero la descomposición es rápida (19).

3.1.4. Gallinaza:

Considerando el alto valor nutritivo de los ingredientes usados en la formulación de dietas para aves, se puede esperar que la gallinaza, producto resultante de la acumulación de escretas, plumas y alimento sobre un material usado como cama, contenga un alto valor potencial, especialmente

de nitrógeno (16).

Muchos factores afectan la tasa de producción de gallinaza; sin embargo, es posible obtener estimaciones confiables acerca de su producción. El peso de la excreta despositada por una gallina confinada en jaula durante 24 horas es de 138 gramos, o sea alrededor de 50 kg de excreta por ave por año, equivalente a 12.5 kg de materia seca al año por ave (15).

Una gallina ponedora produce anualmente 62 kg de gallinaza, con un contenido aproximado de 4% de nitrógeno, 3% de fósforo y 1% de potasio; y aporta otros nutrientes como: calcio, magnesio, cobre, azúfre; que contiene en pequeñas cantidades, pero que son muy útiles para las plantas; su contenido de materia orgánica, también de alto valor para las plantas, alcanza hasta el 80% (11).

Otros autores mencionan que la gallinaza contiene 2% de nitrógeno, 2% de fósforo y 1% de potasio, de tal manera que al incorporar 5 toneladas métricas de estiércol de gallina a una hectárea, equivale a aplicar 6.66 quintales de nitrato de amonio, 7 quintales de superfosfato y 1.7 quintales de cloruro de potasio. Dicho de otra manera, es lo mismo que aplicar 10 quintales de una fórmula comercial 20-20-10 (9).

La gallinaza no se aplica directamente tal y como se produce, porque los compuestos amoniacales que contiene, que son más o menos cáusticos, pueden causar daño a las plantas. La cantidad que se debe utilizarce es de 7.5 a 25 toneladas por hectárea, dependiendo del tipo de suelo y del cultivo de que se trate. Las aplicaciones se pueden hacer con seguridad siempre que

la gallinaza no quede en contacto directo con las plantas, se debe tomar en consideración que las hortalizas son particularmente sensibles (11).

El valor nutritivo de la gallinaza aumenta, si se le agrega a la escreta depositada por 100 aves, superfosfato a razón de 1,160 a 2,270 kg. El superfosfato no solo aumenta el contenido de ácido fosfórico del material, si no que también ayuda a que el mismo conserve su valor original como abono agrícola.

A menudo se añade cal apagada a la gallinaza, según los cultivos a los que se aplicará; por ejemplo, un cultivo de papa no se beneficiará con este tipo de abono; mientras que el maíz y los cultivos con abundantes hojas responderán con excelentes resultados. Agregar 100 kg de cal también sirven para secar la gallinaza más a prisa y evita la atracción de las moscas e induce que el olor sea menos repelente (12).

Hay varios métodos, para procesar la gallinaza los más comunes son: la deshidratación y el ensilado. El deshidratado se hace generalmente para el comercio, por lo que se puede pagar por el servicio o comprarla deshidratada. Las ventajas al usarla deshidratada son el almacenaje, manipuleo, mezclado y transporte; las desventajas son el mayor costo de energía y equipos necesarios, y posiblemente, mayores pérdidas de nutrientes. El ensilado es la forma más común de proceso en la finca, en especial para gallinaza húmeda. Se necesita húmeda, para una apropiada fermentación, aunque mucha humedad es indeseable. Además de humedad, el ensilado requiere la presencia de suficientes cantidades de azúcares fermentables para una adecuada producción de ácido láctico por las

bacterias. Una fermentación buena se produce si los elementos secos convencionales son mezclados con la gallinaza antes de ensilarla (5).

En los últimos años ha habido un mercadeo muy activo para el estiércol y la gallinaza envasados en pequeños sacos, a menudo estos materiales se secan rápidamente y se les muele para obtener un material uniforme y fácil de manejar convenientemente sobre prados y huertos pequeños. Algunos de los abonos envasados se han equilibrado con otros elementos nutritivos para las plantas (12).

3.1.5. El cultivo de hierba mora:

Ecología y distribución del cultivo de hierba mora:

Según Gentry y Standley (8), la hierba mora, quilete o macuy se encuentra en Guatemala como maleza en varios cultivos o en terrenos baldíos en una amplia variedad de climas fríos o cálidos.

Azurdia y González (1), reportan que esta planta es posible encontrarla en cualquier parte del país. Las especies que se encuentran en Guatemala son (8):

Solanum americanum Miller, conocida como hierba mora en Chimaltenango y Jutiapa, como macuy en Alta Verapaz y Santa Rosa. Esta especie se puede encontrar en Guatemala en los departamentos de Petén, Alta Verapaz, Zacapa, Baja Verapaz, Sacatepéquez, Chimaltenango, Huehuetenango, San Marcos, Belice, y a nivel continental desde el Oeste de E.U.A.; México, Centro América y América del Sur, desde los

350 a 1500 msnm, encontrándose en matorrales húmedos y bosques, en laderas y campos abiertos.

Solanum nigrescens Mart y Gal, conocida como hierba mora en Quetzaltenango y como macuy en Sacatepéquez. Se encuentra desde los 1500 a 3900 msnm, en Chiquimula, Progreso, Sacatepéquez, Huehuetenango, Escuintla, San Marcos, y desde el Sur Este de México hasta Costa Rica.

Solanum nigricans Mart y Gal, crece desde los 1200 a 2700 msnm en matorrales húmedos o bosques húmedos densos, a menudo en bosques de Abies y Cupresus; en bosques abiertos de pino y encino en Alta Verapaz, Zacapa, Baja Verapaz, Jalapa, Guatemala, Chimaltenango, Sololá, El Quiché, Totonicapán, Quetzaltenango, Huehuetenango, Suchitepéquez, San Marcos, y desde el Sur Este de México a Honduras.

Características de la hierba mora:

Vásquez (22) estableció las siguientes características para la hierba mora: altura de planta de 19.7 a 69.4 cm, área foliar de 6.3 a 22.4 cm², pecíolo de 5.4 a 20.2 mm de diámetro, emergencia de 7 a 17 días, floración de los 40 a 71 días, período de floración de 41 a 79 días, de 55 a 669 flores por inflorescencia, la fructificación ocurre en 7 a 11 días, la fructificación ocurre a los 54 a 98 días, la maduración del fruto ocurre a los 7 a 12 días, el número de frutos por 100 gramos de peso es de 440 a 478, el número de semillas por fruto es de 38 a 94, el número de semillas por gramo de peso es de 3076 a 5539 y el rendimiento neto es de 806 a 2039

kg/ha.

Importancia del cultivo de hierba mora:

La búsqueda de nuevas alternativas de fuentes de proteína conllevan al 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 la falta de conocimiento por parte de técnicos de las ramas agrícolas y nutricional, 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 la hierba mora es fuente de proteína, vitaminas y minerales, sobresaliendo el hierro entre estos últimos (20).

En los mercados del altiplano central y occidental de Guatemala, la hierba mora y el bledo que son comercializados como alimento, proceden de áreas cultivadas con maíz, frijol y cucurbitas o bien del huerto familiar (20).

A continuación se presenta un cuadro donde se indica el contenido de nutrimentos en las hojas de hierba mora, para tener una idea de su valor nutritivo. El cual fué obtenido por Martin citado por Vásquez (22).

Cuadro 1. Valor nutritivo de las hojas de hierba mora.

Nutriente	Rango		Significado
Proteína (g)	1.00	- 9.00	Alto
Carbohidratos (g)	4.00	- 15.00	Bajo
Grasa (g)	0.10	- 2.00	Muy alto
Vitamina A (unidades)	1000	- 25000	Muy alto
Vitamina C (mg)	10.00	- 300.00	Alto
Vitamina B-1 (mq)	0.02	- 0.03	Mediano
Vitamina B-2 (mg)	0.02	- 0.26	Alto
Vitamina B-3 (mg)	0.05	- 0.20	Mediano
Calcio (mg)	90.00	- 800.00	A veces alto
Hierro (mg)	1.00	- 15.00	A veces alto

Fuente: F.W. Martín.

3.1.6. Antecedentes del trabajo:

Dentro de las investigaciones realizadas en relación con programas de recursos fitogenéticos de Guatemala, se encuentra el de la hierba mora, que por la importancia alimenticia que tiene, de 1982 a 1984 se realizaron las caracterizaciones agromorfológicas y bromatológicas (24), y la recolección y caracterización del germoplasma (22); con esta información se principiaron a desarrollar investigaciones aplicadas.

Azurdia P. y González (1), manifiestan que la hierba mora está ampliamente distribuida en el país, siendo una especie abundante que se presenta como maleza en el cultivo de maíz y frijol.

Investigadores del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía (20) y Velásquez (24), indican que la hierba mora es una planta con alto contenido de proteína y su cultivo tiene menor costo en comparación con otras hortalizas.

Delgado (7), reporta que la época de corte a 40 días produce el mayor rendimiento por corte individual; en relación al contenido de proteína no encontró diferencia significativa entre las épocas de corte ni entre el número de cortes dentro de cada época; así mismo determinó que el número máximo de cortes que se pueden hacer es 4, ya que a partir del quinto corte hay descenso en el rendimiento.

Vásquez (23), en su estudio concluye que el cultivar colectado en Siquinalá Escuintla, presentó los mayores porcentajes de germinación; así mismo, que el almacenaje de las semillas en vidrio parece ofrecer mayores ventajas que el almacenamiento en plástico, ya que obtuvo una mejor capacidad germinativa al utilizar recipientes de vidrio para el almacenamiento, también indica que el nitrato de potasio (KNO_3) al 0.02% rompe la latencia que presenta la semilla.

Zamora (25), hizo una evaluación preliminar de 16 variedades bajo las condiciones de la ciudad capital y Sacatepéquez, y concluyó que el contenido de proteína para ambas localidades es bastante similar, a pesar de la diferencia en altitud (900 msnm) entre localidades; así mismo, determinó que hubo mejor adaptación de los cultivares a las condiciones de la capital, debido a las facilidades existentes para el manejo del ensayo, sin embargo, estadísticamente, no hubo diferencia significativa entre localidades.

Velásquez (24), realizó un estudio de caracterización agromorfológica y bromatológica de 35 cultivares. Este autor concluyó que existe variabilidad en los aspectos morfológicos y bromatológicos, tanto a nivel inter como intra cultivar.

Vásquez (22), en su estudio de recolección y caracterización de germoplasma de la vertiente del pacífico, concluye que las variables: días a emergencia, altura de planta, número de frutos por planta y días a maduración del fruto tienen una alta variabilidad, y menciona que estas variables pueden ser manejadas en programas de mejoramiento genético. También concluye que según el hábito de crecimiento los materiales evaluados se clasificaron en: rastreros, semirastreros y erectos. En cuanto a los días a floración, los materiales se pudieron agrupar en: precoces (40 a 42 días), tardíos (56 días) y muy tardíos (71 días). Así mismo concluye que la composición nutritiva de los materiales estudiados es alta en relación a las hortalizas tradicionales que se consumen actualmente.

3.2. MARCO REFERENCIAL.

3.2.1. Descripción del sitio experimental:

A. Localización:

La investigación se realizó en el municipio de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala, localizado en las coordenadas: 90° 38' 34'' longitud oeste y 14° 43' 02'' latitud norte, a una altura sobre el nivel del mar de 1845 metros (10) y dista de la ciudad capital aproximadamente a 32 kms.

B. Características ecológicas:

Según De La Cruz (6), el área se encuentra en una zona de vida Bosque

húmedo Montano bajo Subtropical (bh-MB). Según Obiols (14) el área posee clima templado, con invierno benigno húmedo, época lluviosa seca y vegetación característica de bosque (B'2 b' B1). El lugar posee una biotemperatura que va de 15 a 23 °C, la precipitación pluvial anual oscila entre 1057 y 1588 mm, con un promedio de 1344 mm anuales.

C. Condiciones edáficas:

Según Simmons, Tarano y Pinto (17) los suelos de la región pertenecen al grupo de suelos de la Altiplanicie Central, de la Serie Cauqué, que son suelos profundos, bien drenados, desarrollados en un clima húmedo seco, sobre ceniza volcánica pomácea firme y gruesa. Ocupan relieves de ondulados a inclinados. El suelo superficial es franco o franco arcillo-arenoso, friable de color pardo muy oscuro, de un espesor aproximado de 20 a 40 cm. El subsuelo es franco arcilloso, friable, de color pardo amarillento oscuro, con un espesor aproximado de 60 a 75 cm.

Las características que influyen en su uso son: el declive dominante de 15-19 %, drenaje regular, capacidad de abastecimiento de humedad alta, no tiene capas que limiten la penetración de las raíces, el peligro de erosión alta, la fertilidad natural alta. Los problemas especiales en el manejo del suelo son: el control de la erosión y el mantenimiento de la materia orgánica (17).

Márquez (13), estudió los límites críticos y rangos de concentración de fósforo de los suelos de la Serie Cauqué bajo tres diferentes metodologías de análisis, sus resultados se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Rango de concentración y nivel crítico de fósforo bajo tres metodologías en los suelos de la Serie Cauqué.

Metodología	ppm'		Nivel
	Rango de concentración		
Carolina del norte	6.62	- 8778	7.4
Olsen modificado	3.00	- 3.40	3.2
Bray	5.00	- 6.40	5.7

Muestreo de suelos:

Previo al experimento se realizó un análisis del suelo por medio de una muestra representativa del sitio experimental, la cual fue analizada en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se utilizó como solución extractora la de Carolina del norte. Los resultados se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados del análisis químico de la muestra de suelo del sitio experimental. San Juan Sacatepéquez. 1994.

	mg/kg		meq/100 g		mg/Kg				%	Relación
	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	M.O.	Ca/Mg (Ca+Mg)/K
pH 6.9	12.48	345	9.36	2.62	2.0	2.5	24.0	11.0	3.70	3.57:1 13.5:1

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo, planta y agua Ing. Agr. "Salvador Castillo" FAUSAC.

Según el análisis, el pH es neutro, y el suelo tiene un contenido medio de materia orgánica, alto contenido de fósforo, potasio y calcio, magnesio adecuado, y las relaciones calcio/magnesio y (calcio+magnesio)/potasio se consideran balanceadas; con base a estos resultados es recomendable aplicar nitrógeno y materia orgánica.

3.2.2. Descripción del material experimental:

3.2.2. La hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal):

Esta especie es propia del lugar donde se realizó el estudio y se caracteriza por ser un arbusto de 19.7 a 69.4 cm de altura, las ramas jóvenes, hojas, pedúnculos y pedicelos están densamente cubiertos de pelos ramificados y comprimidos de color blanquecino-amarillento; las hojas solitarias son firmes, elípticas, angostamente elípticas o elíptico ovaladas, raramente ovaes y ovaladas, de 6 a 15 cm de largo, de 2 a 5.5 cm de ancho, raramente 1 cm, el ápice acuminado, la base cortante atenuada o cuneada; el peciolo es de 5 a 15 mm de largo; la inflorescencia es lateral y opuesta a las hojas, cimosa con varias flores, pedúnculo muy corto de 2 a 5 mm de largo, raramente 10 mm, esparcidamente pubescentes o glabrescentes; el cáliz es densamente pubescente a glabro, de 1 a 1.5 mm de largo, las anteras son de 3 a 3.5 mm de largo; el estilo excede a los estambres, es de 5.5 a 6 mm de largo el ovario es glabro, el fruto es globoso y negro, de 1 a 1.5 cm de diámetro y las semillas son de 3.5 a 5 mm de largo. Esta especie es un arbusto común en el occidente del país (8).

3.2.3. El Nitrógeno:

La fuente de nitrógeno que se usó fue Urea, que se produce mediante la reacción del amoníaco con dióxido de carbono bajo presión y temperatura elevada. Es un excelente material fertilizante, pero posee una rápida hidrólisis a carbonato amónico que puede perderse por volatilización, por lo que su colocación en el suelo debe ser adecuada. También puede perderse por lixiviación durante los 3 a 4 días después de su aplicación (19).

3.2.4. La materia orgánica:

La fuente de materia orgánica que se usó fue gallinaza. El análisis de la misma se presenta en el cuadro 4. El pH fué de 8.2 de reacción alcalina, las cantidades de fósforo, potasio, calcio se encontraron bajas, la cantidad de nitrógeno que contenía era baja y la relación C/N es normal (9 y 12). El análisis se realizó después de tamizar la muestra a 60 mesh (0.25 mm).

Cuadro 4. Resultados del análisis químico de la gallinaza usada en el experimento. Guatemala. 1994.

	%					ppm				C/N
pH	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	
8.2	2.96	0.68	1.44	1.94	0.53	35	195	6250	350	10:1

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo, planta y agua Ing. Agr. "Salvador Castillo" FAUSAC.

4. OBJETIVO.

Comparar el rendimiento de materia seca de cuatro cortes de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal) obtenido por el efecto de la aplicación de niveles de gallinaza y nitrógeno aplicado en dos modalidades

5. HIPOTESIS.

Al menos uno de los tratamientos influirá en el cultivo de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal) para obtener un mayor rendimiento de biomasa en materia seca.

6. METODOLOGIA.

6.1. Selección de tratamientos:

Para definir los niveles de nitrógeno y gallinaza se consideró el análisis químico del suelo y de la gallinaza (Cuadro 3 y 4); así como también, los niveles con que se ha obtenido el más alto rendimiento en otros trabajos de investigación (4) y las cantidades utilizadas por el agricultor de la región donde se desarrolló el estudio. En el cuadro 5 se detallan los niveles evaluados.

Las fuentes utilizadas fueron: de nitrógeno Urea al 46% y de materia orgánica, gallinaza utilizada por el agricultor de la región.

Cuadro 5. Niveles de nitrógeno y gallinaza evaluados en el cultivo de hierba mora (*Solanun nigricans* Mart y Gal). San Juan Sacatepéquez 1994.

Elemento	Fuente y comp. química	Niveles en kg/ha				
Nitrógeno	Urea, al 46 % de N.	0	100	150	200	300
		400	600	800	1200	
Materia Orgánica	Gallinaza	800	1330	1600	2660	

Los tratamientos resultaron de aplicar cada uno de los niveles de gallinaza y nitrógeno aplicado en tres modalidades, para obtener un total de 16 tratamientos, los cuales se detallan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Tratamientos evaluados en el experimento de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal) que se ubicó en San Juan Sacatepéquez. 1994.

Tratamiento	Niveles Kg/Ha		Modalidad de Aplicación	
	Nitrógeno	Gallinaza	Nitrógeno	Gallinaza
1	0	800		Antes del Trasplante e incorporada
2	100	800	1	
3	100	800	2	
4	400	800		
5	0	1330		
6	150	1330	1	
7	150	1330	2	
8	600	1330		
9	0	1600		
10	200	1600	1	
11	200	1600	2	
12	800	1600		
13	0	2660		
14	300	2660	1	
15	300	2660	2	
16	1200	2660		

El material vegetal evaluado fué *Solanum nigricans* Mart y Gal, que es propio del lugar donde se realizó el estudio. Los niveles de nitrógeno evaluados fueron 0, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 800 y 1200 Kg/Ha, con su respectiva modalidad y los niveles de gallinaza utilizados fueron 800, 1330, 1600 y 2660 Kg/Ha. los niveles de gallinaza se incorporaron al suelo antes del trasplante. Las modalidades de aplicación del nitrógeno fueron las siguientes:

1. Primera modalidad: El nivel se distribuyó en dos aplicaciones: 5 y 15 días después del trasplante.

2. Segunda modalidad: El nivel se distribuyó en ocho aplicaciones: 5 y 15 días después del trasplante, y 5 y 15 días después de cada uno de los primeros cortes.

6.2. Diseño experimental:

Los tratamientos seleccionados se evaluaron en un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones para cada unidad experimental.

6.3. Tamaño de la unidad experimental:

La unidad experimental tuvo una área total de 2.205 m^2 , 1.05 metros de ancho por 2.10 metros de largo. La distancia entre surcos y plantas fué de 15 cm. Cada unidad experimental contó con 7 surcos de 14 plantas cada uno, haciendo un total de 98 plantas

La parcela neta de donde se tomaron los datos de rendimiento (Kg/Ha) tuvo un área de 1.35 m^2 , distribuidos en cinco surcos de diez plantas cada uno, con un total de 50 plantas.

6.4. Variable de respuesta:

La variable de respuesta que se midió para los cuatro cortes realizados a un intervalo de 30 días entre ellos fué el rendimiento de materia seca en Kg/Ha. Para obtener esta variable, la biomasa fresca (peso fresco) se deshidrató en un horno de convección a $65 \text{ }^\circ\text{C}$ por 48 horas.

6.5. Manejo del experimento:

6.5.1. Semillero:

Se preparó un semillero de 10 m², el suelo se barbechó en forma manual con azadón a una profundidad aproximada de 25 cm, teniendo el cuidado de dejarlo bien mullido, luego se aplicó Carbofuran (Furadan 10G) para dejarlo libre de microorganismos dañinos, y se sembró 10 días después.

6.5.2. Preparación del terreno:

La preparación del terreno para realizar el trasplante se efectuó por medio de una limpieza de los residuos de cosecha, luego se barbechó en forma manual con azadón a una profundidad de aproximadamente 30 cm, para dejar bien mullida cada terraza de banco o tablón.

6.5.3. Desinfestación del suelo:

Se aplicó al voleo Foxim (Volatón granulado 5G), 3 días antes del trasplante a razón de 34 Kg/Ha.

6.5.4. Siembra:

El trasplante se realizó 30 días después de haber germinado las semillas en el semillero, se sembró una plántula por postura a 15 cm entre surco y 15 cm entre planta.

6.5.5. Riego:

El riego se hizo de acuerdo a la forma usada por el agricultor del área: 2 veces por semana.

6.5.6. Fertilización:

La materia orgánica se aplicó antes del trasplante; superficialmente e incorporándola después, con azadón. El nitrógeno se aplicó en bandas a una profundidad aproximada de 5 cm, utilizando las cantidades establecidas para cada tratamiento y modalidad.

6.5.7. Control de malezas:

El control de malezas se hizo de forma manual, las limpias se hicieron a los 10 días después del trasplante y de cada corte, y otra a los 25 días después del trasplante y de cada corte.

6.5.8. Prevención y control de plagas:

Para la prevención de plagas se aplicó, a partir de los 10 días después del trasplante y de cada corte, insecticida Endosulfan (Thiodan 35 EC), se hicieron un total de 4 aplicaciones.

6.5.9. Cosecha:

Se realizó de forma manual y se inició a los 30 días después del trasplante y luego se hicieron otros tres cortes a intervalos de 30 días,

para hacer un total de cuatro cortes. Se trasplantó el 15 de Octubre de 1994, el primer corte se hizo el 16 de Noviembre de 1994 y se terminó de cortar el 16 de Febrero de 1995.

6.5.10. Análisis de la información:

Para medir el efecto de los tratamientos en estudio se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) a un nivel de significancia del 5% y pruebas de comparación de medias por medio de Tukey al 5% de significancia, para los tratamientos que resultaron significativos.

6.6. Modelo matemático-estadístico:

El modelo que sirvió para efectuar el análisis de varianza de los 16 tratamientos evaluados fué:

$$Y_{i,j} = U + T_i + B_j + E_{i,j}..$$

donde:

$Y_{i,j}$ = Variable respuesta de la ij -ésima unidad experimental.

U = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

B_j = Efecto del j -ésimo bloque.

$E_{i,j}$ = Error experimental en la ij -ésima unidad experimental.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 7, se presentan los resultados del análisis de varianza del rendimiento de biomasa en materia seca de cuatro cortes de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal) obtenido en San Juan Sacatepéquez por el efecto de niveles de gallinaza y nitrógeno aplicados en dos diferentes modalidades.

Cuadro 7. Análisis de varianza del rendimiento de materia seca de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal). San Juan Sacatepéquez, 1994.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	F calculadas para 4 cortes							
		10.		20.		30.		40.	
		Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F
Repeticiones	3	5.94*	0.0017	0.18	0.91	3.94*	0.0160	0.26*	0.0001
Tratamientos	15	129.28*	0.0001	204.71*	0.0001	394.74*	0.0001	71.35*	0.0001
Error	45								
Total	63								
Coef. Var.		7.98 %		5.95 %		4.71 %		9.88 %	

El análisis que se presenta en cuadro 7 indica que existieron diferencias significativas entre los rendimientos de biomasa en materia seca de hierba mora obtenidos por cada uno de los tratamientos que se evaluaron. Debido a este resultado se realizó una prueba de comparación de medias (Tukey) para determinar por qué se dieron estas diferencias.

En el cuadro 8 se presenta esta prueba, en la misma se puede apreciar que cuando se aplicaron 300 kg de N/ha según la modalidad 2 y 2600 kg de gallinaza/ha, se obtuvo, en cada corte, el mayor rendimiento de biomasa, mientras que con los demás tratamientos, no se observó un rendimiento constante; es decir, que el rendimiento en estos tratamientos disminuyó.

En cuadro 8 también se puede observar que en los tratatamientos donde no se aplicó nitrógeno se obtuvieron invariablemente los menores rendimientos

Cuadro 8. Comparación de medias del rendimiento de materia seca hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal) kg/ha. San Juan Sacatepéquez. 1995.

Kg/Ha		Rendimiento en kg/ha de 4 cortes.			
Nitrógeno	Gallinaza	C 1	C 2	C 3	C 4
0	800	271.25 e	820.25 de	344.00 i	225.50 f
100 ¹	800	793.00 d	864.75 d	818.25 g	282.50 f
100 ²	800	747.00 d	919.25 d	863.00 g	419.25 cd
400 ²	800	823.75 d	1593.25 e	1207.00 ef	408.75 cde
0	1330	356.75 e	502.00 f	330.75 i	248.00 f
150 ¹	1330	1503.00 bc	1519.50 c	561.50 h	306.00 def
150 ²	1330	759.00 d	1696.75 bc	1198.25 f	409.00 cde
600 ²	1330	1463.25 bc	2121.75 a	1371.00 cd	723.50 a
0	1600	696.50 d	646.75 ef	608.25 h	313.75 def
200 ¹	1600	1475.75 bc	1517.25 c	1196.75 f	462.75 bc
200 ²	1600	720.25 d	1667.25 c	1410.50 bc	696.75 a
800 ²	1600	1565.00 ab	2138.00 a	1496.00 b	569.00 b
0	2660	781.25 d	518.2 f	419.50 i	297.75 ef
300 ¹	2660	1333.50 c	1626.75 c	1269.25 def	576.2 b
300 ²	2660	1715.50 a	2213.50 a	1704.25 a	811.50 a
1200 ²	2660	1584.25 ab	1895.25 b	1325.50 cde	753.50 a

Los rendimientos con la misma letra estadísticamente son iguales al 5% de probabilidad.

1] Modalidad 1, 2] Modalidad 2.

Ahora bien para determinar si el efecto de la modalidad y cantidad de cada nivel de nitrógeno fué afectado por cada uno de los niveles de gallinaza utilizados, se agruparon los datos obtenidos de acuerdo a la modalidad de aplicación del nitrógeno.

Para el caso de la respuesta a los niveles de nitrógeno aplicados según la modalidad 1, que se presenta en el cuadro 9, el mayor rendimiento se obtuvo cuando se utilizó el nivel mayor (300 kg/ha); aunque, en el primer corte, el mayor rendimiento se obtuvo cuando se utilizó el nivel de 150 kg/ha. En este cuadro también se evidencia que

el menor rendimiento se obtuvo cuando se utilizó el nivel menor (100 kg/ha.)

Cuadro 9. Rendimiento de materia seca de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal) obtenido por la aplicación de nitrógeno según la modalidad 1 y gallinaza. San Juan Sacatepéquez. 1994.

kg/ha		Rendimiento de en kg/ha de 4 cortes			
N	G	1o.	2o.	3o.	4o.
100	800	793.00	864.75	818.25	282.50
150	1330	1503.00	1519.50	561.50	306.00
200	1600	1475.75	1517.25	1196.75	462.75
300	2660	1333.50	1626.75	1269.25	576.25

Ahora bién, cuando se aplicaron los niveles de nitrógeno según la modalidad 2, cuadro 10, el mayor rendimiento se obtuvo cuando se utilizó el nivel de 300 kg N/ha y 2660 Kg gallinaza/ha. Así mismo, que, en términos generales, conforme se utiliza un menor nivel, el rendimiento decrece. En este cuadro también se observa que con cantidades mayores, los rendimientos de materia seca decrecen en menor proporción que cuando se utilizan los niveles menores que 300 kg de N/ha.

Cuadro 10. Rendimiento de materia seca de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal) obtenido por la aplicación de nitrógeno según modalidad 2. San Juan Sacatepéquez. 1994.

Kg/ha		Rendimiento en kg/ha de 4 cortes			
N	G	1o.	2o.	3o.	4o.
100	800	747.00	919.25	863.00	419.25
150	1330	759.00	1696.75	1198.25	409.00
200	1600	720.00	1667.25	1410.50	697.75
300	2660	1715.00	2213.50	1704.25	811.50
400	800	823.75	1593.25	1207.00	408.75
600	1330	1463.25	2121.75	1371.00	723.50
800	1600	1565.00	2138.00	1496.00	569.00
1200	2660	1584.25	1895.25	1325.50	753.50

En el cuadro 11 se presentan los resultados del rendimiento de biomasa en materia seca obtenidos por el efecto de la aplicación de distintos niveles de gallinaza. También se observa que el mayor rendimiento se obtuvo con la aplicación de 1660 Kg/Ha y el menor rendimiento se obtuvo con la aplicación de 800 kg/ha. Se infiere que el efecto de la menor cantidad de gallinaza aplicada se agota en el segundo corte, mientras que con los niveles mayores los rendimientos se mantienen por el aporte de nutrientes. Así mismo, se observa que los rendimientos son inferiores a los obtenidos cuando se adiciona al suelo combinada con nitrógeno inorgánico (cuadros 9 y 10).

Cuadro 11. Rendimiento de materia seca de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal) obtenido por la aplicación de gallinaza. San Juan Sacatepéquez. 1994.

Kg/ha		Rendimiento en kg/ha de 4 cortes.			
N	G	10.	20.	30.	40.
0	800	271.25	820.25	344.00	225.50
0	1330	356.75	502.00	320.75	248.00
0	1600	696.50	646.75	608.25	313.75
0	2660	781.25	518.20	419.50	297.75

Cuando se realizó el análisis de varianza, cuadro 12, para comparar los rendimientos totales de materia seca de hierba mora obtenidos por el efecto de la aplicación de distintos niveles de gallinaza y nitrógeno en distintas modalidades, se corroboró que hubo diferencias significativas entre los los distintos tratamientos utilizados.

Cuadro 12. Análisis de varianza del rendimiento total de cuatro cortes en materia seca de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal) obtenido por los tratamientos evaluados. San Juan Sacatepéquez. 1994.

Fuente de variación	Grados de libertad	F	Pr>F
Repetición	3	4.78*	0.0057
Tratamientos	15	556.04*	0.0001
Error	45		
Total	63		
C.V. %	3.42		

C.V. = Coeficiente de variación.

Con el propósito de determinar el origen de estas diferencias se realizó la prueba de comparación de medias (Tukey al 5%) que se presenta en el cuadro 13.

Cuadro 13. Comparación de medias de los tratamientos evaluados para el rendimiento total de materia seca de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal). San Juan Sacatepéquez. 1994.

Trat.	kg/ha		media
	N	G	
1	0	800	1661.00 g
2	100 ¹	800	2758.50 e
3	100 ²	800	2948.50 e
4	400 ²	800	4032.75 d
5	0	1330	1437.50 g
6	150 ¹	1330	3890.00 d
7	150 ²	1330	4063.00 d
8	600 ²	1330	5679.50 b
9	0	1600	2265.25 f
10	200 ¹	1600	4652.50 c
11	200 ²	1600	4495.75 c
12	800 ²	1600	5768.00 b
13	0	2660	2016.75 f
14	300 ¹	2660	4805.75 c
15	300 ²	2660	6444.75 a
16	1200 ²	2660	5558.50 b

Tratamientos con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad.

1] Modalidad 1, 2] Modalidad 2.

Esta prueba demostró, de nuevo, que el tratamiento 15 (300 kg/ha de nitrógeno aplicados según la modalidad 2 y 2660 kg/ha de gallinaza) fue el que mayor rendimiento produjo, situación que concuerda con los resultados obtenidos en anteriores análisis que se presentan en el presente trabajo.

Al analizar la aplicación de nitrógeno con la modalidad 1, en el cuadro 14, se observa que el mayor rendimiento se obtuvo con la aplicación de 300 kg de N/ha y 2660 kg/ha de gallinaza. También se aprecia que a niveles menores disminuye el rendimiento.

Cuadro 14. Rendimiento total de materia seca de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal) obtenido por la aplicación de nitrógeno según modalidad 1. San Juan Sacatepéquez. 1994.

N	Kg/ha	G	Rendimiento total Kg/Ha
100		800	2758.50
150		1330	3890.00
200		1600	4652.50
300		2660	4805.75

Los rendimientos obtenidos con la aplicación de las cantidades totales de nitrógeno según la modalidad 2, y los distintos niveles de gallinaza que se presentan en el cuadro 15, el mayor rendimiento se obtuvo cuando se aplicó el nivel 300 Kg de N/Ha. También se observa un efecto decreciente sobre la producción de materia seca a niveles superiores de nitrógeno; es decir que el rendimiento se mantiene constantemente inferior al rendimiento obtenido con el nivel 300 Kg de N/Ha aplicado según la modalidad 2.

De los resultados obtenidos en los cuadros 14 y 15 se deduce que en términos generales, las aplicaciones de nitrógeno y gallinaza favorecen el incremento de la producción de materia seca en el cultivo de hierba mora; ahora bien, en el caso del nitrógeno, los resultados indican que su incremento, no necesariamente se traduce en un aumento del rendimiento de materia seca.

En el cuadro 15, también se puede observar que cuando se aplicó el nitrógeno de forma fraccionada es cuando hay mayor eficiencia.

Cuadro 15. Rendimiento total de materia seca de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal) obtenido por la aplicación de nitrógeno según modalidad 2. San Juan Sacatepéquez. 1994.

Niveles N	Kg/Ha G	Rendimiento total Kg/Ha
100	800	2948.50
150	1330	4063.00
200	1600	4495.75
300	2660	6444.75
400	800	4032.75
600	1330	5679.50
800	1600	5768.00
1200	2660	5558.50

Cuando se comparó el rendimiento total de materia seca de hierba mora obtenido por el efecto de la aplicación de distintos niveles de gallinaza, cuadro 16, se corroboró el hecho de que con el nivel de 1600 Kg/Ha de gallinaza se obtuvo el mayor rendimiento. Así mismo, que conforme el nivel de gallinaza aplicado se disminuye y aumenta respecto a este nivel, el rendimiento que se obtiene decrece.

Cuadro 16. Comparación de medias de los niveles de gallinaza aplicados para el rendimiento de materia seca total de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal). San Juan Sacatepéquez. 1994.

Kg/Ha	media
800	1661.00
1330	1437.50
1600	2265.25
2660	2016.75

8. CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en el presente trabajo y su relación al objetivo e hipótesis planteados se derivan las siguientes conclusiones:

1. Los rendimientos promedio de biomasa en materia seca obtenidos por la aplicación de 800, 1330, 1600 y 2660 Kg/Ha de gallinaza fueron menores que cuando se aplicó combinada con nitrógeno.
2. Cuando se aplicó únicamente gallinaza, con la aplicación de 1600 Kg/Ha de gallinaza se obtuvo el mayor rendimiento de materia seca en los cuatro cortes evaluados.
3. Con la aplicación de 2660 Kg de gallinaza/Ha antes del trasplante y de 300 Kg de N/Ha según la modalidad dos, se produjo el mayor rendimiento de materia seca en los cuatro cortes de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal).
4. Por los resultados obtenidos se deduce que la planta de hierba mora responde a las aplicaciones de nitrógeno y gallinaza.

9. RECOMENDACIONES

1. Bajo condiciones edáficas y climáticas similares en las cuales se realizó el ensayo, se debe aplicar al cultivo de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal) los niveles de 2660 Kg de gallinaza/Ha antes del trasplante y 300 Kg de N/Ha según la modalidad 2, para obtener el mayor rendimiento de materia seca.
2. Para futuras investigaciones se deben evaluar diferentes niveles y fuentes de materia orgánica aplicada antes del trasplante con aplicaciones de niveles de nitrógeno de 75 a 100 Kg/Ha aplicados después del trasplante y de cada corte.

10. BIBLIOGRAFIA

1. AZURDIA, C.A.; 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. CARBAJAL, J.F. 1984. Cafeto, cultivo y fertilización. Suiza, Instituto Internacional de la Potasa. 254 P.
4. CONCOHA, 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.
5. COOPE, D.P. 1984. Métodos de procesamiento de gallinaza. Informador Avícola (Gua) Marzo 1984: 1-2.
6. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 P.
7. DELGADO, F.C. 1984. Rendimiento y contenido de proteína de hierba mora (*Solanum sp.*) 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.
8. GENTRY, J.L.; STANDLEY, P.C. 1974. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany v. 24 pte 10, no. 1-2. 255 P.
9. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. 1967. Situación de la avicultura. Informe Estadístico (Gua) 14 (2): 23-46.
10. _____. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. 2 ed. Guatemala, Tipografía Nacional. tomo 1. 833 P.
11. _____. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1984. La gallinaza como abono. Guatemala, Desplegable.
12. HOHU, W.R.; DAVID, C.T. 1979. Industria avícola de la explotación en grande y pequeña escala. México D.F., Herrero Hermanos. 482 P.

13. MARQUEZ, J.M. 1987. Determinación del rango y nivel de concentración crítico de fósforo con tres metodologías de extracción en las series de suelos Cauqué y Tecpán. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 46 P.
14. OBIOLS, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la República de Guatemala, según el Sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:1,000,000. Color.
15. RUIZ, M.E. 1977. Utilización de la gallinaza en alimentación de bovinos, disponibilidad, composición química y digestibilidad de la gallinaza en C.R. Turrialba (CR) 27 (4):361-369.
16. SACBAJA, G.O. 1991. Evaluación de tres fuentes de materia orgánica con diferentes relaciones carbono:nitrógeno, con cuatro niveles de nitrógeno de compensación en trigo (*Triticum aestivum* L.) en Tecpán Guatemala, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 37 P.
17. SIMMONS, C.S.; 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. p 38-41.
18. TAMHANE, R.V.; MOTIRAMANI, D.P.; BALI, Y.P. 1970. Suelos su química y fertilidad en zonas tropicales. México, Ed. Diana. 483 P.
19. TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. 1982. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. México, UTEHA. 760 P.
20. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE AGRONOMIA. 1993. Investigación integral en hierba mora (*Solanum* sp.). Guatemala. 8 P.
21. VADEMECUM DE LA POTASA. 1978. Llave de una fertilización racional. Ed. por Hannover. Alemania, Verkautsfemelschaf Deutscher Kaliewerke. 160 P.
22. VASQUEZ, F.J. 1983. Recolección y caracterización del germoplasma de hierba mora (*Solanum* sp.) de la Vertiente del Pacífico de la república de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 183 P.
23. VASQUEZ S., J. 1985. Estudio del proceso germinativo en la semilla de hierba mora (*Solanum* sp.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 47 P.

24. VELASQUEZ, 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 Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 59 P.
25. ZAMORA, I.A. 1987. Evaluación preliminar de 16 variedades de hierba mora (*Solanum* sp.) bajo las condiciones de la ciudad capital y Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 38 P.



cb. 130.
R. Valle

11. APENDICE.

11.A. Rendimiento promedio de biomasa en peso fresco expresado en Kg/Ha para cuatro cortes del cultivo de hierba mora (*Solanum nigricans* Mart y Gal) por efecto de nitrógeno y gallinaza. San Juan Sacatepéquez. 1994.

Kg/Ha		Rendimiento de biomasa en fresco de 4 cortes.			
N	G	1o.	2o.	3o.	4o.
0	800	1349.5	4048.0	1704.0	1136.0
100	800	3906.3	4261.0	4048.0	1491.0
100 ^{1]}	800	3764.0	4545.3	4263.5	2094.5
400 ^{2]}	800	4119.3	7883.3	5965.3	2059.3
0	1330	1776.0	2485.5	1633.0	1242.5
150	1330	7457.3	7529.3	2769.3	1526.7
150 ^{1]}	1330	3764.0	8380.5	5894.3	2059.3
600 ^{2]}	1330	7528.3	10511.2	6747.0	3622.0
0	1600	3409.0	3196.0	2982.5	1562.5
200	1600	7279.5	7528.5	5894.3	2307.3
200 ^{1]}	1600	3551.0	8239.0	6960.0	3480.0
800 ^{2]}	1600	7741.5	10546.5	7350.5	2840.3
0	2660	3835.0	2557.0	2059.0	1491.0
300	2660	6605.0	8025.3	6249.8	2876.3
300 ^{1]}	2660	8523.0	10937.0	8380.0	4012.5
1200 ^{2]}	2660	7883.8	10546.5	6534.0	3764.0

1] Modalidad 1. 2] Modalidad 2.

11.B. Rendimiento promedio de biomasa en materia seca expresada en kg/ha para cuatro cortes del cultivo de hierba mora (*Solanum nigrkans* Mart y Gal) por efecto de nitrógeno y gallinaza. San Juan Sacatepéquez. 1994.

Kg/Ha		Rendimiento en kg/ha de 4 cortes.			
Nitrógeno	Gallinaza	C 1	C 2	C 3	C 4
0	800	271.25	820.25	344.00	225.50
100 ¹	800	793.00	864.75	818.25	282.50
100 ²	800	747.00	919.25	863.00	419.25
400 ²	800	823.75	1593.25	1207.00	408.75
0	1330	356.75	502.00	330.75	248.00
150 ¹	1330	1503.00	1519.50	561.50	306.00
150 ²	1330	759.00	1696.75	1198.25	409.00
600 ²	1330	1463.25	2121.75	1371.00	723.50
0	1600	696.50	646.75	608.25	313.75
200 ¹	1600	1475.75	1517.25	1196.75	462.75
200 ²	1600	720.25	1667.25	1410.50	696.75
800 ²	1600	1565.00	2138.00	1496.00	569.00
0	2660	781.25	518.2	419.50	297.75
300 ¹	2660	1333.50	1626.75	1269.25	576.2
300 ²	2660	1715.50	2213.50	1704.25	811.50
1200 ²	2660	1584.25	1895.25	1325.50	753.50

1] Modalidad 1. 2] Modalidad 2.



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

Ref. Sem.076-95

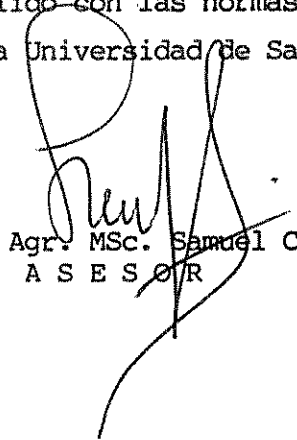
LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DEL EFECTO DE GALLINAZA Y NITROGENO APLICADO EN DOS MODALIDADES SOBRE EL RENDIMIENTO DE HIERBA MORA (Solanum nigricans Mart y Gal) SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: DAVID NOEL GUTIERREZ AGUSTIN


CARNET No: 8440107

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Francisco Vásquez
 Ing. Agr. Aníbal Sacbajá

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. MSc. Samuel Córdova
 ASESOR


 Ing. Agr. MSc. José Jesús Chonay
 ASESOR


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



IMPRIMASE


 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DECANO



cc: Control Académico
 Archivo
 FR/prr.

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770