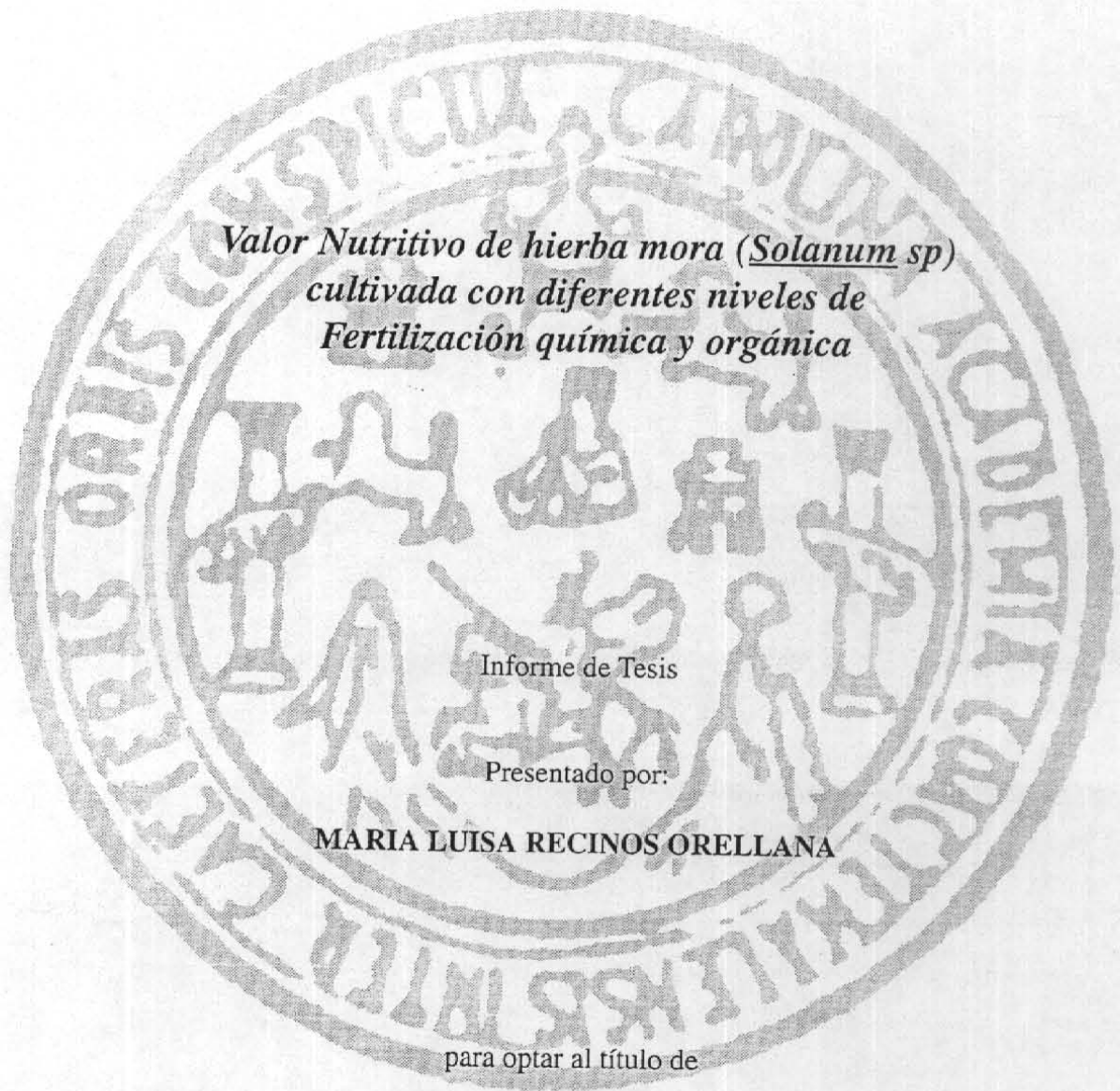


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA



*Valor Nutritivo de hierba mora (Solanum sp)  
cultivada con diferentes niveles de  
Fertilización química y orgánica*

Informe de Tesis

Presentado por:

**MARIA LUISA RECINOS ORELLANA**

para optar al título de

**NUTRICIONISTA**

Guatemala, mayo de 1998

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**DECANO:** *Lic. Jorge Rodolfo Pérez Folgar*

**SECRETARIO:** *Lic. Oscar Federico Nave Herrera*

**VOCAL I:** *Dr. Oscar Manuel Cobar Pinto*

**VOCAL II:** *Lic. Gerardo Leonel Arroyo Catalán*

**VOCAL III:** *Lic. Rodrigo Herrera San José*

**VOCAL IV:** *Br. Herberth Raúl Arévalo Alvarado*

**VOCAL V:** *Br. Manola Anleu Fortuny*

## AGRADECIMIENTOS

**Hago extensivo mi agradecimiento:**

**A mi Asesora Licenciada Julieta Salazar de Ariza**, por su orientación profesional y paciencia durante cada etapa del desarrollo de la investigación.

**A mi Revisor Ingeniero Agrónomo José Jesús Chonay**, por su apoyo incondicional y compartirme su experiencia profesional .

Al Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía (IIA) de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Al Ingeniero Agrónomo Anibal Sacbaja y al personal del Laboratorio de Suelos y Plantas "Ing. Salvador Castillo", de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por su apoyo.

Al personal del Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina y Zootecnia.

A todas aquellas personas que contribuyeron en la realización del presente estudio de investigación.

## **ACTO QUE DEDICO**

**Al Todopoderoso y a la Virgen María:**  
Por concederme su gracia, manifestándose en  
cada momento de mi vida universitaria.

**A mi patria natal El Salvador**

**A mis padres:**  
**Julio Alberto y Paz Abigail**  
y  
**A mi abuela materna María Luisa**  
Por sus esfuerzos, sacrificios y dedicación en mi formación

**A mi esposo:**  
**Julio Selvyn**  
Por su comprensión y apoyo  
decidido para la culminación de mi carrera.

**A mis hermanos: Ana María, Julio Alberto y René David**  
Que mi triunfo sea ejemplo para alcanzar su superación.

**A mi sobrino Luis Enrique y A mi cuñado Ricardo**  
Que mi esfuerzo sea un orgullo para ustedes.

**A mis familiares:** con aprecio y respeto

**A mis compañeras:** con afecto sincero.

## INDICE

Resumen	03
I Introducción	04
II Antecedentes	05
A. Generalidades	05
B. Hierba Mora en Guatemala	05
C. Características de la Hierba Mora (Solanum sp.)	09
1. Características Taxonómicas de la Hierba Mora	09
2. Características Nutricionales de la Hierba Mora	09
D. Los Fertilizantes en la Producción Agrícola	11
E. Usos de la Hierba Mora	12
F. Análisis Químico de los Alimentos	13
1. Análisis químico proximal	13
2. Análisis de minerales	15
III Justificación	17
IV Objetivos	18
A. Objetivo General	18
B. Objetivo Específico	18
V. Hipótesis	18
VI. Materiales y Métodos	19
A. Población	19
B. Muestra	19
C. Tipo de Estudio	19
D. Materiales	19
1. Instrumento para registrar y calcular los resultados	19
2. Instrumento para la tabulación de los datos	20
3. Instrumento para el análisis de los resultados	20
E. Metodología	20
1. Metodología de muestreo	20

2. Metodología para el análisis de las muestras en el laboratorio	21
3. Metodología para calcular el valor nutritivo de la hierba mora	21
4. Metodología para tabular los datos	22
5. Metodología para analizar los resultados	22
VII. Resultados	24
VIII. Discusión de resultados	30
IX. Conclusiones	34
X. Recomendaciones	35
XI. Bibliografía	36
XII. Anexos	39

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de determinar el efecto de la fertilización química y orgánica sobre la composición química proximal y de minerales de la porción comestible de la hierba mora (*Solanum sp*); se aplicaron 15 tratamientos diferentes de fertilización química y orgánica en un cultivar en la Aldea Pacután, Santa Apolonia, Chimaltenango.

Por medio de muestreo aleatorio simple se tomaron 400 gramos de material fresco y crudo de hierba mora de cada unidad experimental, 60 días después del trasplante. Las muestras se sometieron a análisis químico proximal (humedad, cenizas, fibra cruda, proteína y grasa), según el esquema de Weende; posteriormente se calculó matemáticamente el contenido de energía y carbohidratos. Además, se cuantificó P por medio de colorimetría; K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn; utilizando la técnica de espectrofotometría de absorción atómica.

Al analizar los datos obtenidos en el laboratorio por medio de análisis de varianza y comparación de medias con la técnica de diferencias mínimas significativas al 5%, se detectó diferencia significativa en los contenidos de proteína, calcio y zinc de la hierba mora cultivada con fertilización.

La hierba mora presenta mayor contenido de proteína cuando se fertiliza con 100 kg N/ha, 40 kg de  $P_2O_5$ /ha y 5 toneladas de estiércol bovino/ha. Las concentraciones de calcio son mayores cuando se aplican 75 kg N/ha, 25 kg de  $P_2O_5$ /ha y 2.5 toneladas de estiércol bovino/ha. El contenido de zinc es mayor cuando se aplican 50 kg de N/ha, 20 kg de  $P_2O_5$ /ha.

## I. INTRODUCCION

Uno de los objetivos fundamentales de la Universidad de San Carlos de Guatemala es la promoción de la investigación en todas las áreas del conocimiento, para contribuir al estudio y solución de los problemas nacionales.

Entre los problemas que afronta la población guatemalteca se encuentra la limitada disponibilidad y accesibilidad a los alimentos, esto agregado a los problemas educativos, ambientales y de salud; lo cual deteriora su estado nutricional.

En este contexto el Instituto de Investigaciones Agronómicas -IIA- de la Facultad de Agronomía y la Dirección General de Investigaciones de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha llevado a cabo investigaciones en cultivos de hortalizas nativas tales como hierba mora (Solanum sp.), chipilín (Crotolaria spp.) y bledo (Amaranthus spp.), con el objeto de generar conocimiento y tecnología que, al ser trasladadas a agricultores, contribuya a la solución de la problemática alimentaria-nutricional del país.

Hasta el momento se han estudiado las características agronómicas de la hierba mora (Solanum spp.), pero no se ha determinado la influencia del uso de diferentes niveles de fertilizantes en su valor nutritivo, por lo que el presente estudio tuvo como propósito determinar el valor nutritivo de hierba mora cultivada con 15 niveles de fertilizantes químicos y materia orgánica, en la Aldea Pacután, Santa Apolonia, Chimaltenango.

PROPIEDAD DE  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE AGRICULTURA  
Y GANADERIA



## I. ANTECEDENTES

### A. Generalidades

Una de las actividades más primitivas del hombre es la agricultura, a través de la cual ha domesticado una gran variedad de vegetales útiles para su existencia.

Las hortalizas son productos de la agricultura destinadas para el consumo humano, existen una amplia gama de colores, sabores, aromas y texturas. Existen diversas formas de clasificar las hortalizas, algunas de ellas son:

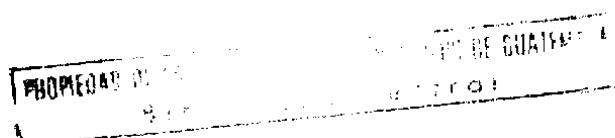
- Por el clima en el que se cultivan
- Por la familia a la que pertenecen
- Por su uso culinario
- Por la parte de la planta que se aprovecha en la alimentación.

(8, 19, 22)

### B. Hierba Mora en Guatemala

En la actualidad Centro América se considera como una de las regiones de origen de la especie Solanum spp. ó hierba mora, la cual forma parte de las 1,500 especies del género Solanum que se encuentran distribuídas en zonas tropicales y subtropicales.

En la flora guatemalteca se reportan 3 especies herbáceas de follaje comestible y medicinal: Solanum americanum, Solanum nigriscans y Solanum Nigriscens ( 3, 4, 20); las cuales se pueden encontrar en asocio con cultivos, terrenos baldíos, terrenos abiertos a cultivo y en una variedad de climas.



La hierba mora puede encontrarse en cualquier región del país, desde el nivel del mar hasta los 4,000 metros de altura.

Según Gentry y Standley (14), se encuentra hierba mora en los departamentos de Petén, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Zacapa, Sacatepéquez, Chimaltenango, Huehuetenango, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Retalhuleu y San Marcos.

La hierba mora se conoce con diferentes nombres según la región del país. En el área del altiplano central, altiplano occidental y Jutiapa se conoce como "Hierba Mora o Yerba Mora", en el área de las verapaces se conoce como "macuy" y en el área de Santa Rosa se conoce como "quilete". (3)

Azurdía (4), cita especies de *solanum* que se pueden encontrar en las tres regiones del país: en la región oriental y costa sur es más frecuente la especie S. americanum debido a que esta especie se cultiva a una altura menor de los 2000 msnm, en el altiplano central y occidental la especie más frecuente es S. nigriscens ya que la favorecen las alturas mayores de los 2000 msnm.

La región donde se produce más la hierba mora es en el altiplano central, encontrándose como maleza en cultivos de maíz y frijol, en huertos familiares o bien cultivada en forma similar a las hortalizas de origen europeo.

En las poblaciones del oriente, en las verapaces y en el Petén, la hierba mora es menos cultivada debido al relieve de las zonas y a las condiciones climáticas, aunque se puede encontrar como maleza o a nivel de huerto familiar.

Probablemente debido a las condiciones naturales de estas regiones, sumado a los hábitos alimentarios; su producción y consumo es muy limitado en comparación con el altiplano central y occidental del país.

En la costa sur es menos frecuente encontrar hierba mora en monocultivo debido a que en esta región se practica agricultura tecnificada orientada a cultivos de exportación, que requieren de la eliminación de las malezas, con lo que queda poco hábitat para ella; sin embargo, para satisfacer la demanda de esta población, parte de la producción de la región occidental se comercializa en esta zona.(4)

Hasta la fecha no se ha prestado atención a la hierba mora como un cultivo, se desconoce el volumen de producción anual, los porcentajes de población dedicada a este cultivo, así como porcentajes de tierra que se ocupan en su siembra .

Sin embargo el Instituto de Investigaciones Agronómicas -IIA-, ha realizado investigaciones conjuntamente con la Dirección General de Investigaciones -DIGI- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en relación a plantas nativas entre las que se encuentra la hierba mora; el objetivo es generar conocimientos sobre el manejo técnico y científico de este cultivo y ponerlos a disposición de agricultores para lograr mayor producción y disponibilidad de hierba mora en los mercados del país. (4)

En otras investigaciones se han estudiado las características de la hierba mora, dentro de ellas se puede citar a Vásquez (20), en su investigación sobre recolección y caracterización del germoplasma de hierba mora (Solanum spp), en la vertiente del pacífico, mostró la composición bromatológica de la hierba mora en base seca, la cual refleja un alto contenido de proteína y minerales, como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO No. 1**  
**Composición Bromatológica de 100 g de Hierba mora (*Solanum* sp) en base seca**

NUTRIENTE	VALOR
Proteína	22.8 - 28.5 g
Hierro	67.9 - 189.9 mg
Fósforo	505.0 - 777 mg
Calcio	589.0 - 2691 mg.
Magnesio	139.0 - 246 mg
Potasio	1046 - 2094 mg
Sodio	10.5 - 45.15 mg
Cenizas	12.38 - 32.33 %

Fuente: Vasquez, V, F.J. (20)

Estos resultados se convirtieron en incentivo para estudios posteriores de este cultivo.

Delgado (13), estudió la influencia que tiene la época de cosecha y el número de cortes, sobre el rendimiento y contenido de proteína de la hierba mora, determinando que el mayor rendimiento se obtuvo cuando se realizó el segundo corte a 40 días después del primer corte; paralelamente, también se encontró un mayor contenido de proteína. A la vez se determinó que al cultivo se le pueden aprovechar únicamente 4 cortes comerciales, ya que a partir del corte 5 la producción se reduce considerablemente.

Paz Ayala (16), evaluó la influencia de fertilizantes químicos (Nitrógeno , Fósforo) y materia orgánica (estiércol bovino) sobre el rendimiento de materia seca de hierba mora. Los resultados indican que bajo las condiciones del área de investigación y los niveles de fertilización evaluados, existe mayor producción de hierba mora en el segundo corte y en este corte, la parcela a la cual se le aplicó una mezcla de fertilizantes químicos (100 kg/ha de Nitrógeno y 120 de Fósforo) y materia orgánica (1330 kg/ha de estiércol bovino). Es importante resaltar que el rendimiento de hierba mora es directamente proporcional a las aplicaciones de nitrógeno, pues en los tratamientos donde este elemento no es parte de la dosis, la producción decrece considerablemente.

## C. Características de la Hierba Mora

### I. Características Taxonómicas

La hierba mora (Solanum spp), es una planta perenne o anual, erecta decumbente, de un metro de alto aproximadamente, con tallos jóvenes pubescentes. Las hojas están dispuestas en pares o solitarias de diferentes tamaños, de forma similar enteras o sinuadas, de 3.5 a 14 cm. de largo y de 1.5 a 5.5 cm., de ancho; con ápice angostamente agudo y acuminado; pecíolos de 5 a 30 cm de largo, con inflorescencias laterales e internodales; limbo de 5 a 8 mm de ancho partido, corola blanca; presenta flores en cálices de 1 a 2 mm., estas flores se presentan de manera muy escasa en la planta .

El cáliz es de 1 a 2 mm. de largo, ovario glabro; fruto en forma de baya globoso de 4 a 8 mm. de diámetro, cuando se encuentra maduro toma un color negro, las semillas miden cerca de 1 mm. de largo. (14,20)

Las características morfológicas, anatómicas, bromatológicas y organolépticas están sujetas a modificaciones por la influencia de factores ambientales y del cultivo; como la temperatura, textura del suelo, viento, precipitación pluvial, manejo del suelo, nutrición mineral, densidad de plantación, riego y control de plagas (8, 15, 21).

### 2. Características Nutricionales

Según la Tabla de composición de Alimentos para uso en América Latina (22), 100g de hierba mora fresca, tiene el siguiente contenido nutricional:

## CUADRO No. 2

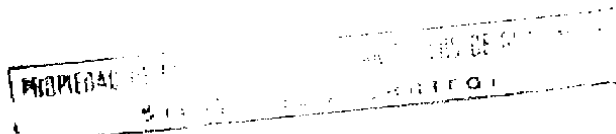
Valor Nutritivo de 100 gramos de Hierba Mora (solanum nigriscens), en base fresca

NUTRIENTE	VALOR
Energía	45 kcal
Humedad	85 %
Proteína	5.01 g.
Grasa	0.8 g.
Hidratos de Carbono	7.4 g.
Fibra	1.4 g.
Ceniza	1.8 g.
Calcio	199 mg.
Fósforo	60.0mg
Hierro	9.9 mg
Vitamina A	230.0 mcg.
Tiamina	0.18 mg.
Riboflavina	0.35 mg.
Niacina	1.0 mg.
Acido Ascórbico	61.0 mg

Fuente: Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina (22)

Como puede observarse, 100 gramos de hierba mora en base fresca tiene cantidades importantes de proteína, vitaminas y minerales; sin embargo, desde el punto de vista de biodisponibilidad, se sabe que la proteína de origen vegetal es de menor calidad en relación a las provenientes de alimentos de origen animal, debido a que no contiene todos los aminoácidos esenciales. (1, 10)

Según Anderson (1), una ración de 75 gramos de hojas verdes comestibles crudas, aportan 2 gramos de proteína donde un 10% aproximadamente se destruye en el proceso de digestión.



Por otro lado, el calcio, fósforo y hierro no son aprovechables totalmente, debido a que los ácidos oxálico y tartárico que se encuentran en el mismo alimento, fijan estos minerales para formar compuestos insolubles no absorbibles en el intestino humano.

El nutriente que puede considerarse como más importante en la hierba mora es la vitamina A, ya que los índices de deficiencia de esta vitamina en la población guatemalteca se ha estimado alrededor del 11%, dato alarmante para salud pública (12). Esta vitamina se encuentra presente en la hierba mora en forma de carotenos, los cuales son absorbidos en el organismo.(1,10)

#### **D. Los Fertilizantes en la Producción Agrícola**

La investigación agrícola ha tenido por objeto principal elevar la producción, mejorar el valor nutritivo, aumentar la resistencia de las plantas contra fenómenos físicos y biológicos por medio del uso de diferentes recursos entre los cuales se encuentran los abonos. Se llaman abonos a las “sustancias que proveen alimentación a las plantas”. (15)

Desde tiempos muy remotos el hombre ha utilizado desperdicios agrícolas como el estiércol bovino (abono agrícola) para mejorar la calidad del suelo, este abono presenta beneficios cuando se usa en períodos prolongados. (21)

El nitrógeno es un elemento inorgánico que puede ser utilizado como abono químico, ya que ayuda a que la planta sea fuerte, contribuye a desarrollar raíces, crecimiento del tallo, hojas, frutos y a garantizar un buen rendimiento; además es la base para la formación de proteínas.

Otro mineral utilizado como fertilizante es el fósforo en forma de óxido de fósforo  $P_2O_5$ . Ayuda a que las plantas sean robustas. “Cuando se encuentra ausente en el suelo, es

casi nula la conversión de almidón en azúcar, además no hay conversión de grasa o provoca un sistema radicular poco desarrollado". (15, 18)

Pantástico (15), señala que la calidad nutritiva y la firmeza de las hortalizas, ya sea en forma seca o procesada puede ser afectada por las aplicaciones de fertilizantes. Este autor menciona que cuando las dosis de nitrógeno son altas en el cultivo de espinaca, el contenido de tiamina, riboflavina y carotenos se elevan, mientras que baja el contenido de vitamina C. Además indica que los resultados de los estudios donde ha sido utilizado nitrógeno como fertilizante puede variar de región en región.

#### **E. Usos de la Hierba Mora**

La hierba mora ha sido utilizada en la alimentación y para uso medicinal.

En la alimentación se utilizan las hojas jóvenes como verdura en sopas, guisos, etc.; ya sea como plato principal o como complemento con otros alimentos (8,21).

Es importante hacer notar que el consumo de hierba mora en la ciudad capital y algunas otras poblaciones grandes se ha elevado, debido principalmente a la divulgación de su valor nutritivo y a los bajos precios para el consumidor. El altiplano central y occidental del país se caracteriza por ser la región de mayor consumo de hierba mora y en menor proporción el área de la costa sur, Petén y las verapaces. (3)

Se utilizan en medicina tradicional las hojas y semillas inmaduras, cocidas, aplicadas por vía tópica en el tratamiento de abscesos, acné, dermatitis, eczema, erisipela, exantema, heridas, leucorrea, llagas, mezquinos, pústulas y úlceras. Por vía oral, se usan en casos de asma, amigdalitis, anemia, cólico, diarrea, dolor de muelas, escorbuto, estreñimiento, gastritis, hinchazón, meningitis, nerviosismo, presión alta, retención urinaria y como



desinflamante. Su acción médica se atribuye a la Solanina, un alcaloide de estructura terpenoide con actividad calmante. (7)

## **F. Análisis Químico de los Alimentos**

Actualmente se encuentran disponibles una serie de metodologías para la determinación química de los nutrientes que se encuentran en los alimentos.

La metodología denominada análisis químico proximal incluye la determinación de proteína, fibra, grasa, ceniza y humedad; estos dos últimos no se consideran nutrientes sin embargo es importante cuantificarlos. Para el análisis de minerales como fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre, zinc, hierro, sodio; se dispone de la espectrofotometría de absorción atómica y colorimetría. (5, 6,17)

### **I. Análisis Químico Proximal**

El análisis químico proximal originalmente fue desarrollado en la estación agrícola de Weende, Alemania a mediados del siglo XIX, como una metodología para caracterizar alimento para animales, pero su uso se ha extendido para todas las sustancias alimenticias que puedan convertirse en harina.

Esta metodología ha sufrido modificaciones en el transcurso del tiempo para reducir las posibilidades de variaciones y a la vez forman parte de los métodos analíticos internacionales de la AOAC (Association of Official Analytical Chemist). (5, 2)

El análisis químico proximal incluye las siguientes determinaciones:

a) **Materia Seca.** La determinación del contenido de agua en los alimentos es importante, a pesar de no considerarse como nutriente. El método utilizado comúnmente es

la eliminación de agua y compuestos volátiles por medio de calor, seguido por la determinación de peso en seco.

b) Cenizas. Representan la parte inorgánica del alimento, o sea la porción mineral, las cenizas se obtienen al someter la muestra a altas temperaturas (400 - 600)°C, para asegurar la eliminación de todos los compuestos orgánicos presente en los alimentos y obtener la parte inorgánica que son los minerales.

c) Proteína. La proteína es un macronutriente cuyas unidades básicas son aminoácidos, estos se caracterizan por poseer nitrógeno en su estructura molecular; midiendo la cantidad de nitrógeno que contiene la muestra se puede calcular el contenido total de proteína. Para la determinación de proteína el método más utilizado es el conocido como Kjeldahl por su costo relativamente bajo y fácil aplicación en comparación con otros métodos existentes como el de electroforesis, espectrofotométrico, colorimétrico y cromatografía.

El método de Kjeldahl se basa en la simulación del proceso de digestión humana, exponiendo la muestra del alimento a una digestión ácida y alcalina para posteriormente proceder a la determinación del nitrógeno desprendido en forma de amoniaco. Se ha estimado que el nitrógeno presente en una proteína vegetal se encuentra alrededor de un 16%, por lo que el factor que se utiliza es de 6.25 para convertir a proteína el nitrógeno cuantificado.

d) Fibra cruda. La fibra se caracteriza por ser la fracción insoluble de los carbohidratos entre los cuales se pueden citar la celulosa, la hemicelulosa, las pectinas, la lignina, la suberina, los alginatos; los cuales pueden ser determinados por medio del análisis de fibra cruda en el que se simula la digestión humana, realizando digestiones ácidas y alcalinas a la muestra, al igual que en el análisis de proteína.

Por otro lado la fracción soluble puede ser determinada matemáticamente y se conoce como extracto libre de nitrógeno (ELN). En términos biológicos el análisis de fibra cruda tiene muchas críticas debido a que es un procedimiento empírico; sin embargo, se sigue usando por que otros métodos existentes son complicados y de alto costo. El procedimiento analítico para determinar carbohidratos no es sencillo, puesto que está integrado por numerosas entidades químicas que carecen de una característica analítica común, de manera que para fines prácticos la determinación del contenido de este nutriente se realiza de forma indirecta, conociendo los valores de humedad, fibra , proteína, grasas y cenizas. (ver fórmula en anexo No. 6)

e) Grasa. El análisis denominado extracto etéreo, determina en una muestra de alimentos el conjunto de compuestos lipídicos que este contiene; su determinación se realiza por medio de lavado continuo con solventes orgánicos. (2, 5, 6)

## 2. Análisis de Minerales

Los elementos inorgánicos son fundamentales en la estructura de todos los organismos vivos, debido a que cumplen funciones como catalíticos en diversos mecanismos metabólicos.

Existen varias formas para agrupar los minerales y de esta manera estudiarse analíticamente. Uno de estos métodos es la formación de dos grupos: macroelementos y microelementos. Los macroelementos lo conforman calcio, fósforo, magnesio, cloro, azufre y sodio. El grupo de los microelementos esta compuesto por el hierro, cobre, yodo y zinc.

Estos dos grupos requieren de la misma preparación de la muestra, ya sea por incineración o por digestión ácida, para proceder por separado al análisis de los grupos por fotometría de llama, absorción atómica o por métodos volumétricos.(2, 5, 17)

La determinación de los minerales a través de la metodología de absorción atómica presenta ventajas en costos, tiempo, y en el aprovechamiento de muestra pequeñas. Esta técnica se realiza a través de muestras incineradas, en las cuales se ha eliminado humedad, proteínas, carbohidratos y compuestos volátiles como las grasas. Las cenizas son recuperadas con HCl, ya que este compuesto solubiliza la muestra, transformándolas de compuestos elementales a cloruros, los cuales son sensibles en los aparatos. Posteriormente se realiza una serie de diluciones las cuales tienen por objeto garantizar una lectura lineal en el espectrofotómetro y colorímetro, ya que de no ser así se obtendrían lecturas logarítmicas o exponenciales.

### III. JUSTIFICACION

Guatemala es un país con condiciones ecológicas que permiten la existencia de una gran diversidad genética de plantas útiles para la alimentación humana como lo son las hortalizas nativas o tradicionales, las cuales se producen a baja escala en parte porque no se ha tecnificado su cultivo.

Por ésta razón, el Instituto de Investigaciones Agronómicas - IIA - de la Universidad de San Carlos de Guatemala, está realizando actualmente investigaciones tendientes a mejorar la producción de hortalizas nativas entre las cuales perfila la hierba mora (Solanum spp), con el objeto de generar tecnología que, al ser trasladada a los agricultores, contribuya a aumentar la disponibilidad de alimentos y con ello aportar solución a la problemática alimentaria-nutricional del país.

Hasta el momento se han estudiado las características agronómicas de la hierba mora pero no existen estudios que determinen el efecto del uso de diferentes niveles de fertilizantes químicos (nitrógeno y fósforo) y materia orgánica en el valor nutritivo de la hierba mora, razón por la cual se plantea el presente estudio.

#### ***IV. OBJETIVOS***

##### **A. Objetivo General**

Determinar el valor nutritivo de hierba mora (Solanum spp.) cultivada con 15 tratamientos diferentes de fertilización química y orgánica, en la aldea Pacután, Municipio de Santa Apolonia; Chimaltenango.

##### **B. Objetivo Especifico**

Comparar la humedad, energía, proteínas, grasa, fibra, carbohidratos, cenizas, fósforo, calcio, potasio, cobre, hierro, zinc, magnesio y manganeso; en muestras de hierba mora (Solanum spp) cultivada con diferentes niveles de fertilización química y materia orgánica.

#### ***V. HIPOTESIS***

La aplicación de diferentes niveles de fertilización química (nitrógeno, fósforo) y de materia orgánica en el cultivo de hierba mora, provocará diferencias significativas en su valor nutritivo.

## **VI. MATERIALES Y METODOS**

### **A. Universo**

La hierba mora (Solanum sp) cultivada con diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y materia orgánica por el Proyecto de Prácticas Agronómicas para Cultivo de Hortalizas Nativas, del Instituto de Investigaciones Agronómicas, en la Aldea Pacután; Municipio de Santa Apolonia, Chimaltenango.

### **B. Muestra**

400 gramos de hierba mora cruda de cada nivel de fertilización, se utilizaron para realizar el análisis químico proximal y análisis de minerales

### **C. Tipo de Estudio**

Es un estudio experimental, debido a que se sometió a prueba el cultivo de hierba mora con diferentes niveles de fertilizantes químicos y de materia orgánica, para determinar su influencia en el valor nutritivo.

### **D. Materiales**

#### **1. Instrumento para registrar y calcular los resultados**

Para registrar los datos de los resultados del análisis químico proximal se utilizó la hoja de control de análisis del Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Veterinaria



y Zootecnia, en el cual se registraron los cálculos que se indican en este formulario, además para el cálculo de minerales se utilizó el instrumento que se usa en el laboratorio de análisis de plantas, suelos y agua “Ing. Salvador Castillo” de la Facultad de Agronomía, los cuales se presentan en el anexo No.6.

## 2. Instrumento para la tabulación de los datos

Se tabularon los datos, en una hoja electrónica (office'95) para que pudieran ser sometidos posteriormente al análisis estadístico.

## 3. Instrumento para el análisis de los resultados

Se utilizó el paquete estadístico “SAS” para el análisis de varianza, comparación medidas estadísticas con las diferencias mínimas significativas al 5% de probabilidades, para determinar en qué tratamientos existe diferencias para las variables evaluadas por la utilización de fertilizantes químicos y orgánicos en el cultivo de hierba mora.

## **E. Metodología**

### 1. Metodología de muestreo

El muestreo se realizó por el método aleatorio simple, donde se tomaron al azar 400 gramos de material fresco comestible de hierba mora (hojas y tallos tiernos) de cada unidad experimental cultivada con 15 tratamientos de fertilización, las cuales fueron sembradas en 3 bloques de cada tratamiento. Se obtuvo un total de 45 muestras.

Las muestras recolectadas fueron colocadas en bolsas de papel kraft identificadas según el tratamiento y repetición y luego trasladadas al laboratorio de suelos de la



Facultad de Agronomía, donde se sometieron a una temperatura de 65 °C para determinar el contenido de humedad de la hierba mora y proseguir a los otros análisis químicos.

## 2. Metodología para el análisis de las muestras en el laboratorio

Se utilizó el Sistema de Weende para el análisis químico proximal el cual se aplica de rutina en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, que se fundamenta en los métodos del AOAC (2), No. 2.049 y 2.050 (para determinación de proteína por medio del método de Kjeldhal), No.7.050 al 7.054 (para análisis de fibra cruda), No. 7.045 (para análisis de grasa por medio del método de Goldfish) y No. 7.010 (para determinación de cenizas). Los procedimientos aplicados para el análisis químico proximal se encuentran en los anexos No. 2,3,4, los valores de energía y carbohidratos se obtuvieron indirectamente por medio de las fórmulas expresadas en el anexo . El análisis de las muestras se hizo por duplicado. (Anexo No. 6)

Se realizó el análisis de minerales por medio de la técnica de combustión seca y cuantificación química por el método de colorimetría para cuantificar fósforo (No. 3.062 al 3.064 del AOAC), y espectrofotometría de absorción atómica para cuantificar K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn (No. 2.096 al 2.10 del AOAC); en el laboratorio de la sub-área de Manejo de suelos y aguas de la Facultad de Agronomía. (anexos 5)

## 3. Metodología para Calcular el Valor Nutritivo de la Hierba Mora

Los datos obtenidos en el laboratorio se transformaron a miligramos o gramos de cada nutriente en 100 gramos de hierba mora fresca. (ver anexo No.6 )

#### 4. Metodología para tabular los datos

Se tabularon los datos obtenidos en los análisis químico proximal y análisis de minerales en hoja electrónica para el análisis estadístico.

#### 5. Metodología para analizar los resultados

Se utilizó análisis de varianza para las variables: porcentaje de humedad, energía, proteínas, grasa, fibra, carbohidratos, cenizas, calcio, potasio, fósforo, sodio, cobre, hierro, zinc, magnesio y manganeso; con el modelo estadístico:

$$Y_{ij} = U + B_j + T_i + E_{ij}$$

Donde:  $Y_{ij}$  = (humedad, proteínas, grasa, fibra, fósforo, hierro, calcio, sodio, hierro, zinc, magnesio, manganeso)%

$U$  = Media general

$B_j$  = Efecto  $j$ -ésimo del bloque

$T_i$  = Efecto  $i$ -ésimo tratamiento (Niveles de fertilizantes evaluados N,  $P_2O_5$  y materia orgánica)

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

La comparación de medias del análisis de varianza se realizó utilizando el estadístico de diferencias mínimas significativas al 5%.

Para establecer las diferencias entre tratamientos con fertilización química y orgánica se establecieron las siguientes sub-hipótesis de prueba utilizando la técnica de contrastes:

- a) Tratamiento con N,  $P_2O_5$  y materia orgánica versus testigo (sin aplicación)

b) Tratamiento con 50 kg de N/ha , 20 kg de  $P_2O_5$  /ha y 2.5 toneladas de estiércol bovino/ha contra tratamientos de 50 kg de N/ha, 20 kg de  $P_2O_5$  /ha y 0 toneladas/ha de estiércol bovino.

c) Tratamiento con aplicación de 75 kg de N/ha, 30 kg de  $P_2O_5$  /ha y 2.5 toneladas de estiércol bovino/ha versus aplicación de 75 kg de N/ha, 30 kg de  $P_2O_5$  /ha y 0 ton/ha de estiércol bovino.

d) Tratamiento con aplicación de 100 kg de N/ha , 40 kg de  $P_2O_5$  /ha y 2.5 toneladas de estiércol bovino/ha versus aplicación de 100 kg de N/ha , 40 kg de  $P_2O_5$  /ha y 0 ton/ha de estiércol bovino.

## V. RESULTADOS

La composición química proximal de la hierba mora (*Solanum sp*) cruda, cultivada sin fertilización (tratamiento 13) tiene 86% de humedad, 46 kilocalorias, 4 g % de proteína, 1.5g % de fibra, 6 g % de carbohidratos, 0.5 g % de grasa y 1 g % de ceniza. (cuadro No. 3)

La hierba mora cultivada con fertilización química y orgánica (14 combinaciones diferentes), contiene entre 77-86 % de humedad, 56-75 kilocalorias, 5-8 g % de proteína, 7-10 g % de carbohidratos, 1.3 g% -1.85 g% de fibra, 0.33-0.6 g % de grasa y de 2.4 a 3.5 g % de ceniza. (cuadro No. 3)

El análisis de minerales de la muestra control (13), reporta un contenido de 63 mg de P, 766 mg % de K, 188mg % de Ca, 74 mg % de Mg, 0.03mg % de Cu, 3.8 mg % de Fe, 0.07 mg % de Zn y 0.22 mg % de Mn. (cuadro No. 3)

En los tratamientos donde se aplicó fertilización química y orgánica se encontró un contenido de minerales en rangos de 80-116mg % de P, 910 – 1415mg % de K, 265 – 451 mg % de Ca, 61-94 mg % de Mg, 0.3 a 0.6 mg % de Cu, 4.6 a 9.3 mg % de Fe, 0.07-0.21 mg % de Zn y 0.12 a 0.31mg % de Mn. (cuadro No. 3)

Al realizar el análisis de varianza de los datos del análisis proximal de hierba mora se encontró que hay diferencia significativa en el contenido de proteína cuando se aplica fertilización química y orgánica (cuadro No. 4), presentando mayor acumulación de proteína en el tratamiento donde se fertilizó con 100 kg de N/ha , 40 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 5 toneladas de estiércol bovino/ha (tratamiento 12), según se demuestra en la prueba de diferencias mínimas significativas (cuadro No. 5).

El análisis de varianza realizado a los resultados del contenido de minerales, muestran que se encuentra diferencia significativa en la concentración de calcio y zinc (cuadro No. 4), obteniendo mayor acumulación para el caso del calcio en el tratamiento 5 donde se aplicaron 75 kg de N/ha, 25 kg de  $P_2O_5$ /ha y 2.5 toneladas de estiércol bovino/ha; y para el zinc en el tratamiento 1, al aplicar 50 kg N/ha de , 20 kg de  $P_2O_5$ /ha; según la prueba de diferencias mínimas significativas .(cuadro No. 5)

Al comparar la fertilización química con la fertilización orgánica, se observó que existe diferencia significativa, en el contenido de energía, cenizas, fibra y proteína, no así para los contenidos de carbohidratos y grasa (cuadro No. 6).

Por otro lado al comparar la fertilización química versus la fertilización orgánica se observa que existe diferencia significativa en P, K, Ca, Mg y Zn . (cuadro No. 6)

Cuadro No. 3

medios de la composición química proximal y mineral de 100 gramos de hierba mora (*solanum* sp), cruda cultivada con 15 tratamientos de fertilización Julio de 1997

Tra.	Ka/ha Ton/h			Gramos de nutriente en 100 gramos							miligramos de nutrientes en 100 gramos							Rendimiento kg/ha *		
	N	P	M.O.	Humedad	Calorías	Proteína	Fibra	Carbohidratos	Grasa	Cenizas	P	k	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn	Mat. Fresca	mat. Seca
1	50	20	0	79.25	70	7.14	1.59	8.78	0.69	2.53	103	1290	338	89	0.04	5.4	0.21	0.12	7903	950.8
2	50	20	2.5	82.82	56.28	5.22	1.33	7.91	0.41	2.29	80	955	296	65	0.03	6.5	0.08	0.18	10140	864.2
3	50	20	5	82.82	56.26	5.15	1.3	7.57	0.63	2.43	77	910	266	61	0.03	4.6	0.12	0.14	8849	1152.2
4	75	25	0	82.19	55.85	5.78	1.63	7.26	0.51	2.61	92	1071	267	68	0.04	9.3	0.1	0.21	7287	842.4
5	75	25	2.5	77.02	75.69	7.39	1.85	10.08	0.64	2.99	114	1201	451	92	0.04	6.1	0.1	0.21	13594	1792
6	75	25	5	77.96	72.2	7.22	1.81	9.49	0.59	2.91	116	1312	385	82	0.04	5.6	0.13	0.19	9436	1249.5
7	75	30	0	80.46	63.91	6.81	1.54	7.84	0.58	2.75	94	1283	371	88	0.03	7	0.09	0.22	10201	1194.9
8	75	30	2.5	79.5	67.29	7.23	1.5	8.29	0.57	2.88	100	1259	338	79	0.04	6.7	0.12	0.22	9228	1062.3
9	75	30	5	77.02	74.77	7.93	1.81	8.94	0.8	3.47	112	1415	394	89	0.06	4.6	0.1	0.31	11376	1320.2
10	100	40	0	81.01	61.72	6.69	1.35	7.82	0.4	2.71	96	1134	361	75	0.04	7.5	0.1	0.22	10349	1218.1
11	100	40	2.5	79.53	65.39	7.71	1.54	7.91	0.33	2.98	85	1062	313	76	0.03	6.2	0.09	0.13	9536	749.5
12	100	40	5	76.99	75.25	8.18	1.65	9.44	0.53	3.19	109	1418	373	94	0.05	6.2	0.09	0.24	10226	1395.5
13	0	0	0	85.47	46.6	4.04	1.55	6.4	0.53	1.17	63	766	189	74	0.03	3.8	0.07	0.22	5670	397.6
14	0	0	2.5	82.78	55.92	5.27	1.21	7.96	0.33	2.44	82	1039	265	80	0.03	5.1	0.08	0.17	6642	856.4
15	0	0	5	81.39	58.64	6.07	1.31	7.54	0.46	3.2	89	1147	301	78	0.03	5.4	0.09	0.14	4916	341.9

\* Datos obtenidos de la tesis de Caceres Pérez, Lourdes del Rosario (9)

Cuadro No. 4

Análisis de Varianza de la composición química proximal y mineral de 100 gramos hierba mora (*Solanum* sp), cruda, cultivada con 15 niveles de fertilización química y orgánica. Julio de 1997.

		Composición química proximal						Composición química de minerales								
		Humedad	Energía	Cenizas	Fibra	Proteína	Grasa	Carbohidratos	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn
<b>Fuente</b>	Gl	5% de probabilidad = Pr>F														
<b>Tratamiento</b>	14	0.11	0.17	0.06	0.1	0.01*	0.59	0.59	0.09	0.1	0.01*	0.34	0.21	0.38	0.02*	0.06
<b>Repetición</b>	2	0.4	0.46	0.33	0.02	0.02	0.24	0.9	0.4	0.3	0.32	0.36	0.68	0.76	0.09	0.51
<b>C.V. %</b>	4.43	4.2	18.1	17.87	24.63	17.99	44.14	20.73	19.5	19	19.33	23.1	33.36	35.46	29.6	30.37
<b>Error</b>	26															
<b>Total</b>	42															

\* = Nutrientes que reportaron diferencia significativa.

Cuadro No. 5

Tratamientos de fertilización y nutrientes en los que se presentó diferencia significativa  
Julio de 1997

Tratamientos	Porcentaje en base húmeda		
	Proteína	Calcio	Zinc
1	7.14	338	0.21*
2	5.22	296*	0.08
3	5.15	266	0.12
4	5.78	267	0.1
5	7.39	451*	0.1
6	7.22	385	0.13
7	6.81	371	0.09
8	7.23	338	0.12
9	7.93*	394	0.1
10	6.69	361	0.1
11	7.71*	313	0.09
12	8.18*	373	0.09
13	4.04	189	0.07
14	5.27	265	0.08
15	6.07	301	0.09

\* Nutrientes en los que se reportó diferencia significativa



Cuadro No. 6

Comparación de medias del efecto de la fertilización química versus fertilización orgánica en la composición química proximal y mineral de 100 gramos crudos de hierba mora (*Solanum* sp) Julio de 1997

Fertilización química contra fertilización orgánica	Pr>F para el análisis proximal							Pr>F para el análisis de minerales							
	Energía	Humedad	cenizas	Fibra	Carbohidratos	Proteína	Grasa	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn
50-20 Versus M.O.	0.25	0.33	0.73	0.74	0.56	0.15	0.25	0.24	0.16	0.61	0.22	0.73	0.55	0.004	0.36
75-25 Versus M.O.	0.17	0.23	0.85	0.83	0.14	0.3	0.64	0.22	0.46	0.003*	0.13	0.9	0.34	0.62	0.85
75-30 Versus M.O.	0.38	0.37	0.68	0.38	0.24	0.67	0.99	0.17	0.87	0.81	0.69	0.34	0.8	0.24	0.48
100-40 Versus M.O	0.79	0.85	0.99	0.93	0.63	0.82	0.66	0.66	0.94	0.78	0.54	0.5	0.17	0.58	0.22
Fert. química vrs. M.O.	0.02*	0.007*	0.004*	0.02*	0.12	0.013*	0.77	0.01*	0.1	0.002*	0.03*	0.14	0.1	0.05*	0.71
2.5 vrs. 5 M.O.	0.77	0.62	0.07	0.73	0.76	0.41	0.48	0.62	0.56	0.51	0.88	0.9	0.89	0.53	0.51

\* = Nutrientes que reportaron diferencia significativa.

## VII. DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo a los objetivos planteados para este estudio, se determinó por medio del sistema de Weende, que se basa en la metodología de la Association of Official Analytical Chemist (AOAC), la composición química proximal y contenido de minerales de hierba mora (Solanum sp) cultivado con 15 tratamientos diferentes de fertilización a base de N, P y Materia orgánica. Los tratamientos de fertilización se seleccionaron de manera que se equilibrara la composición química del suelo, ya que su pH era ligeramente ácido, su contenido de P era ligeramente bajo, el Potasio alto y la relación Ca/Mg y (Ca+Mg)/ K estaba balanceada. ( 9 )

La semilla utilizada para el cultivo es originaria de San Juan Sacatepéquez donde se plantó en semillero durante 30 días y posteriormente fue trasplantada a la Aldea Santa Apolonia, Chimaltenango. Se obtuvieron 3 cosechas del cultivo en estudio; para el análisis se tomaron muestras de la parte comestible (hojas) a los 60 días de cultivo, que corresponde al segundo corte que es en el que se espera mayor producción, por lo tanto es el corte comercial para este cultivo.(16)

En los resultados de la composición química proximal y de minerales de la hierba mora resaltan los valores del tratamiento control, ya que se encuentran alrededor del 40-60% por debajo de la media de los reportados en los tratamientos donde se utilizó fertilización química y orgánica; además, estos valores experimentales son similares a los reportados en la Tabla de Composición de Alimentos para América Latina (cuadro No.2) (22), a excepción del Fe, pues el valor promedio de este nutriente es 3 veces menor de lo esperado. Es posible que esto se deba al pH ácido del suelo, y a su alto contenido de Mn, K, Mg, Ca, Zn que interfieren en la fijación del Fe en la planta. Otro aspecto importante que hay que señalar es que el hierro no circula en las hojas tiernas e inmaduras que fueron las que se usaron para el análisis, por ser la parte comestible.

( 11 )

Cabe mencionar que en el análisis de varianza, los coeficientes de variación revelan rangos muy amplios tanto para el análisis proximal como para el análisis de minerales, lo cual refleja la heterogeneidad del material genético utilizado, pues este no fue manipulado o domesticado genéticamente (Cuadro No. 4).

Los resultados indican que existe diferencia significativa en las concentraciones de proteína, calcio y zinc (Cuadro No.5). La diferencia en el contenido de proteína en los tratamientos donde se aplicaron niveles de fertilización química y orgánica se puede explicar por la eficiencia de la planta para recuperar nitrógeno, la cual se ha estimado que se encuentran cerca de un 50%. Por otra parte, el nitrógeno se desplaza con facilidad, transportándose libremente desde las raíces a todas las partes de la planta. (11)

En el caso del calcio y el zinc, sus diferencias significativas pueden asociarse al fenómeno relacionado con la proporción de la materia seca, y a la acumulación de minerales en la hoja, lo cual se evidencia en el tratamiento 5 que es donde se produce mayor cantidad de materia seca y a la vez mayor contenido de calcio.

Por otro lado, las cantidades variantes de calcio se atribuyen al uso de nitrógeno y fósforo como fertilizantes, ya que estos elevan la absorción de calcio en la planta. Otro aspecto que cabe mencionar es la disponibilidad relativamente alta de zinc en suelos ácidos, por lo que la planta extrae del suelo cantidades de zinc para ser utilizado como componente estructural de enzimas indispensables para su metabolismo (11).

En respuesta a las subhipótesis planteadas en la metodología de estudio, por medio de la comparación de medias con el estadístico de diferencias mínimas significativas al 5% de probabilidades (cuadro No. 6), se comprobó que la fertilización química versus la fertilización orgánica, modifican los valores de concentración de los nutrientes, a excepción de la reportada para las concentraciones de carbohidratos y grasa; ya que en los

vegetales se encuentran en cantidades muy bajas, realizando funciones orgánicas y no de reserva y crecimiento.

Al analizar el efecto de la fertilización en las concentraciones de nutrientes que reportaron diferencia significativa, se observa que el contenido de éstos aumenta en un 100% en relación al tratamiento control (proteína 4g % en el tratamiento control y 8 g% en el tratamiento 12, calcio 451% mg tratamiento 5 y 189% mg tratamiento control y para el calcio 0.21% mg tratamiento 1 y 0.08 %mg tratamiento control).

En relación a las recomendaciones dietéticas diarias (RDD), 100 gramos de hierba mora representan el 23% de las recomendaciones de proteína para un niño, el 15% para un hombre adulto y un 20% para una mujer adulta (19). Según datos inéditos de un estudio realizado en Chiquimula por Maricruz Escobar, la porción promedio de caldo de hierba mora para un adulto contiene 56 gramos de hojas de hierba mora; y para un niño la porción contiene 30 gramos de hojas de hierba mora, por lo que una porción para un adulto aporta 4.48 gramos de proteína y una porción para un niño aporta 2 gramos de proteína. No se debe olvidar que la calidad proteínica de los vegetales es baja, ya que su composición de aminoácidos es deficiente en lisina, metionina y triptofano; además su digestibilidad se encuentra entre un 75% y 85%. (19)

Por otro lado, 56 gramos de hojas de hierba mora cubren cerca de un 17% de las recomendaciones dietéticas diarias de calcio para un hombre adulto y 28% para una mujer adulta. A pesar que el calcio es mejor asimilado en pequeñas cantidades, el alto contenido de oxalatos y fitatos en las hojas, reduce su absorción. Este mismo efecto reduce también la absorción del zinc, sumado a esto su aporte cubre cerca de un 1% de las recomendaciones dietéticas diarias para un adulto.

Aunque existen algunas limitaciones en cuanto al contenido de nutrientes en la hierba mora cultivada con fertilización, el análisis económico de este cultivo indica que en los

tratamientos donde se fertilizó se obtuvo una rentabilidad del 80% y en el tratamiento testigo 1.82%. El aumento de biomasa en los cultivo donde se fertiliza aumenta la disponibilidad de hierba mora en el mercado y por ende aumenta los ingresos del productor. Reconociendo que la mayoría de los productores son personas del área rural con mayor riesgo a sufrir problemas nutricionales y que el ingreso es una condicionante directa del estado nutricional, este cultivo podría incrementar los ingresos de las familias productoras, por lo que se esperaría un impacto positivo en su estado nutricional.

## *IX. CONCLUSIONES*

- A. La aplicación de diferentes niveles de fertilización aumenta la cantidad de macronutrientes y minerales de la hierba mora de un 40 a 60% en comparación con el tratamiento sin fertilización.
- B. La fertilización química y orgánica aumenta las concentraciones de nutrientes a excepción del contenido de carbohidratos y grasa, comparada con el tratamiento sin fertilización.
- C. Las concentraciones de proteína, calcio y zinc se elevan en un 100% en comparación del tratamiento control.
- D. El contenido de hierro en el tratamiento control de la hierba mora es 3 veces más bajo en comparación con la concentración reportada en las Tablas de Composición de Alimentos para uso en América Latina (22).

## X *RECOMENDACIONES*

En base a los resultados del estudio se recomienda lo siguiente:

- A. Realizar estudios sobre el valor nutritivo de hortalizas nativas cultivadas con diferentes niveles de fertilización, en preparaciones cocidas de uso popular, pues de esa manera se conocerá el aporte de nutrientes que proporcionan las hortalizas nativas, en la dieta y en particular el de la hierba mora.
- B. Investigar las concentraciones de vitaminas en preparaciones a base de hierba mora para ampliar la información nutricional existente.
- C. Llevar a cabo investigaciones sobre la digestibilidad real de la hierba mora cultivada con diferentes niveles de fertilización química y orgánica.

## XI. BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSON, L., et, al. 1985. Dieta de Cooper. Verduras. 17 Ed. Trad. Peccina, H.J. México. Edición Interamericana. P 51-62
2. Association of Official Analytical Chemists. 1975. Official Methods of Analysis. 12th. Ed. Winsconsin, USA. Editorial George Banta Company Inc. p.40-90
3. AZURDIA, P. C., et, al. 1995. Caracterización de algunos cultivos nativos de Guatemala. Estudio Integral de Hierba Mora. Guatemala. Edición del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala. p. 40 - 46
4. AZURDIA, P. C. Y GONZALEZ, M. 1986. Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Hierba Mora. Guatemala. Edición Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Instituto de Ciencias y Agrícola ICTA, Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos. 256 p.
5. BATEMAN, J.V. 1970. Nutrición Animal. Manual de Métodos Analíticos. Centro Regional de Ayuda Técnica. México Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). 467 p.
6. BERNAL de R., Y. 1993. Análisis de los Alimentos. Farináceas. Bogotá. Academia de las Ciencias Exactas y Naturales. (No. 2): 1-18p. Colección Julio Carriozosa Valenzuela.
7. CACERES, A. et, al. 1991. Actividad Antibacteriana de Plantas Usadas en Guatemala para el Tratamiento de Infecciones. Guatemala. Cuadernos de la Dirección General de Investigaciones de la Universidad de San Carlos de Guatemala. -DIGI- No. 4-9. pp 56-57.
8. CACERES, E. 1980. Productos de Horticultura. Clasificación de las Hortalizas. 3ra. Edición. San José, Costa Rica. Ed. IICA. (No. 42):13-19p. Serie de libros educativos.

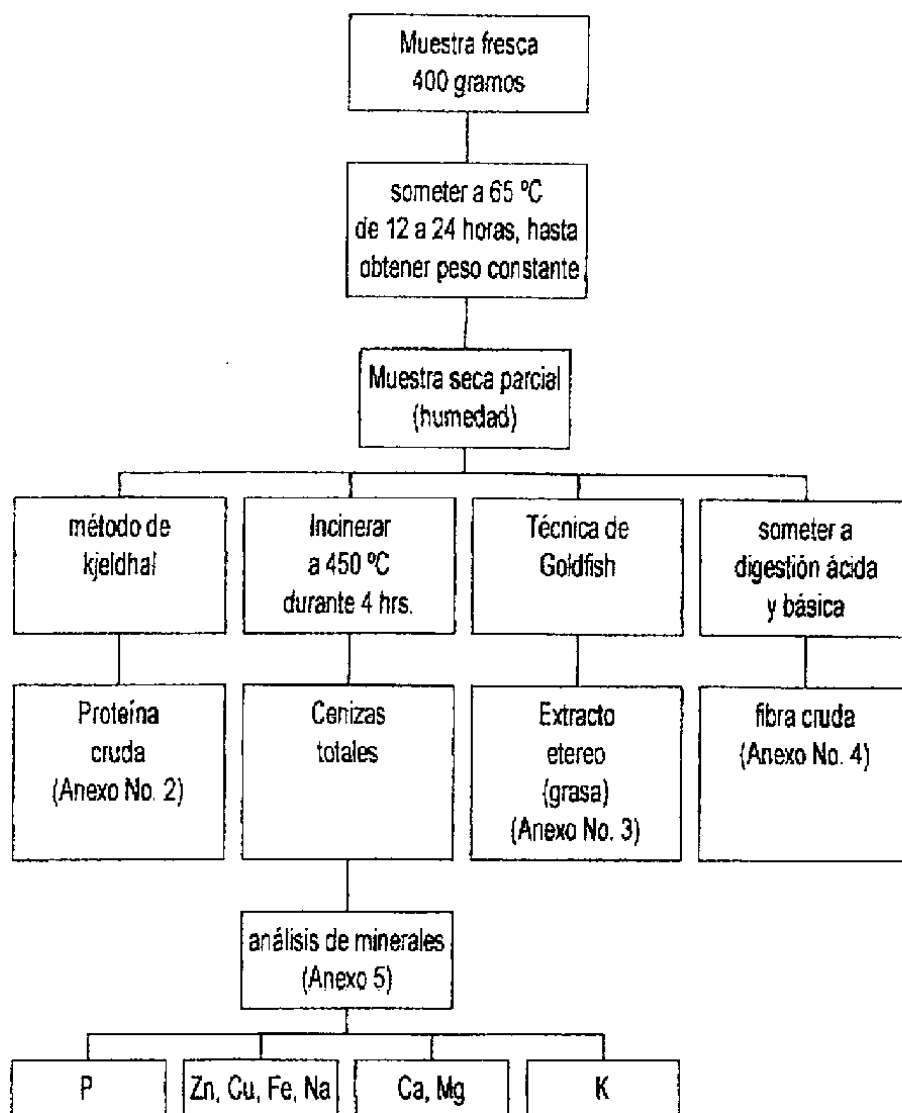


9. CACERES P, L. R. 1997 Evaluación de la fertilización con Nitrógeno, Fósforo y Estiercol Bovino sobre el rendimiento de biomasa del cultivo de Hierba Mora (Solanum nigrescens Mart y Galt) Aldea Pacután, Santa Apolonia, Chimaltenango 1996. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 46 p.
10. CHARLEY, H. 1990. Preparación de los Alimentos. Verduras. México. Editorial Limusa. Vol. 4. 477 p.
11. CHRISTIANSEN, M.N. 1987. Mejoramiento de plantas en ambientes poco Favorables. México Trad. Castro R, F. J. Edi. Limusa. 459p.
12. De GALINDO, M. et, al. 1991. Situación Alimentaria Nutricional de Guatemala. Factores que condicionantes del problema nutricional. Guatemala. O.P.S.- INCAP. 11-25p.
13. DELGADO G, 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. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 76p.
14. GENTRY J, J.L; STANDLEY, P.C. 1974. Flora of Guatemala. In Chicago Natural History Museum. USA Fieldana Botany. Chicago. v. 24, pte 10. no. 1-2 255p.
15. PANTASTICO, E.B. 1984. Fisiología de la Post-recolección, Manejo de las Frutas y Hortalizas Tropicales y Subtropicales. Trad Ing. Agr. Marino A, A. 2ª. Ed. México. Ediciones Continental, 17-157p.
16. PAZ A, M. E. 1995. Evaluación de Nitrógeno, Fósforo y Estiercol Bovino Sobre Rendimiento de Biomasa en Materia Seca de hierba mora (Solanum sp nigrescens Mart y Gal); en la Aldea Xesiguan, Santa Apolonia; Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 40 p.
17. SALINAS, J.G. ; GARCIA R. 1979. Métodos Analíticos para Suelos Acidos y Plantas. Suelos-Nutrición de Plantas. Programa de Pastos Tropicales. Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT. 54p.

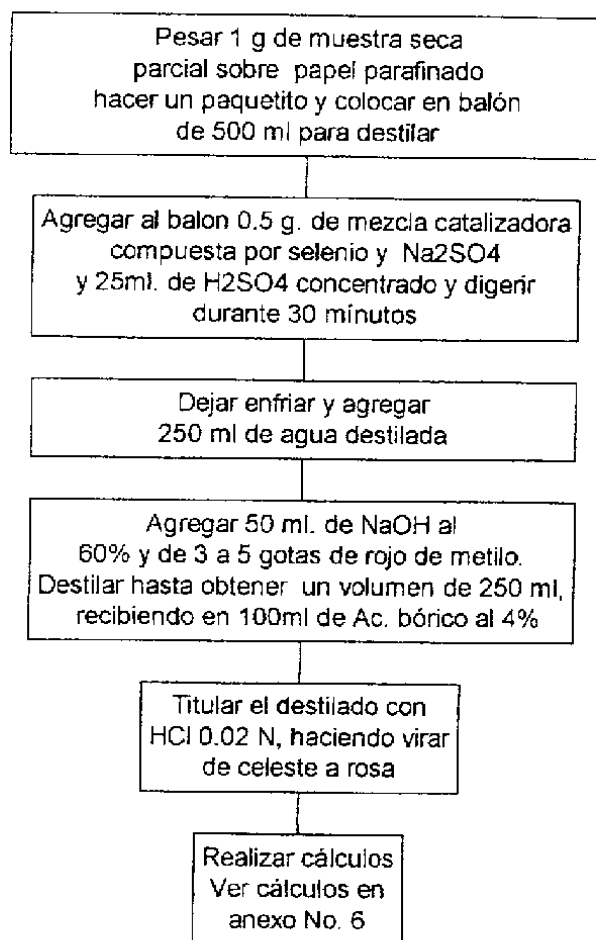
18. TAMARO, D. 1981. Manual de Horticultura. Trad. Caballero, A. 9ª. Edición. México. Ediciones G. Gali S. A. 40-60 pp.
19. TORUN, B. et. al. 1996. Recomendaciones dietéticas diarias del Incap. Guatemala. INCAP/OPS 057. Edición 45 aniversario. 141p.
20. VASQUEZ V, F.J. 1983. Recolección y Caracterización del Germoplasma de Hierba Mora (Solanum spp.) de la Vertiente del Pacífico de la República de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 68 p.
21. VAN, H. J. Et. al. 1978. Horticultura. México. Dirección General de Ediciones Tecnológicas Agropecuarias. 130-136p.
22. WOOT-TSEUN, W. 1960. Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina. Guatemala. Talleres gráficos INCAP. 7 pp.

## ***XII. ANEXOS***

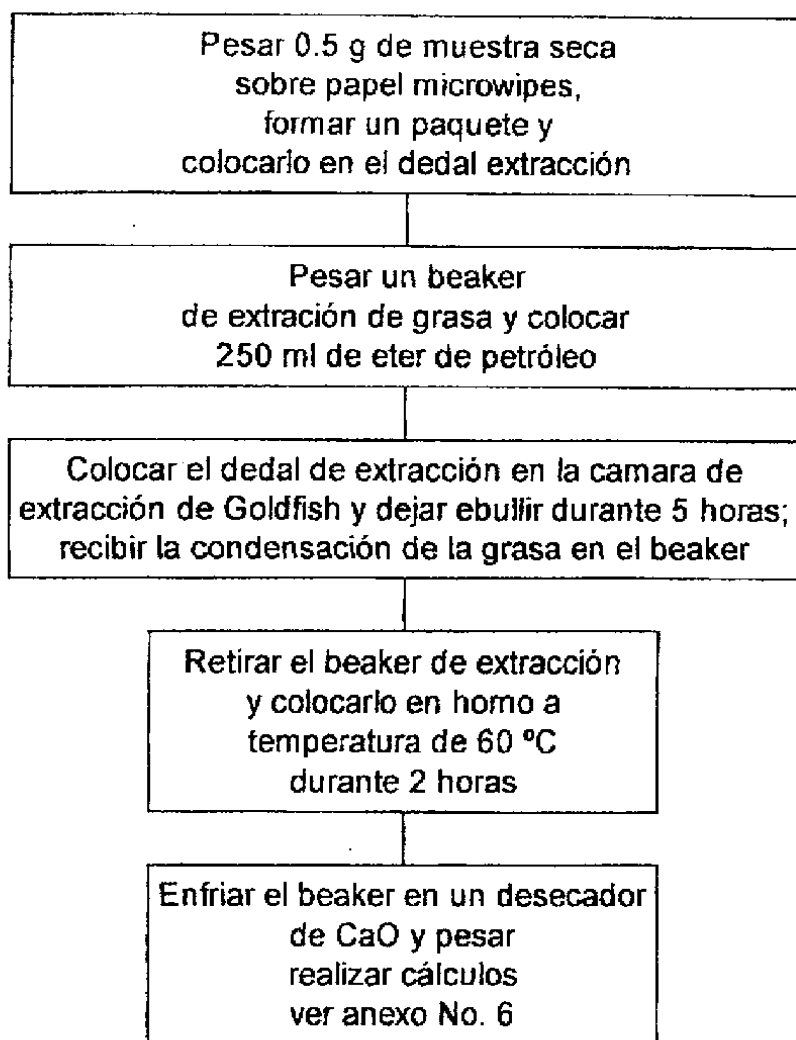
Anexo No. 1  
Diagrama de flujo  
del análisis químico proximal y de minerales



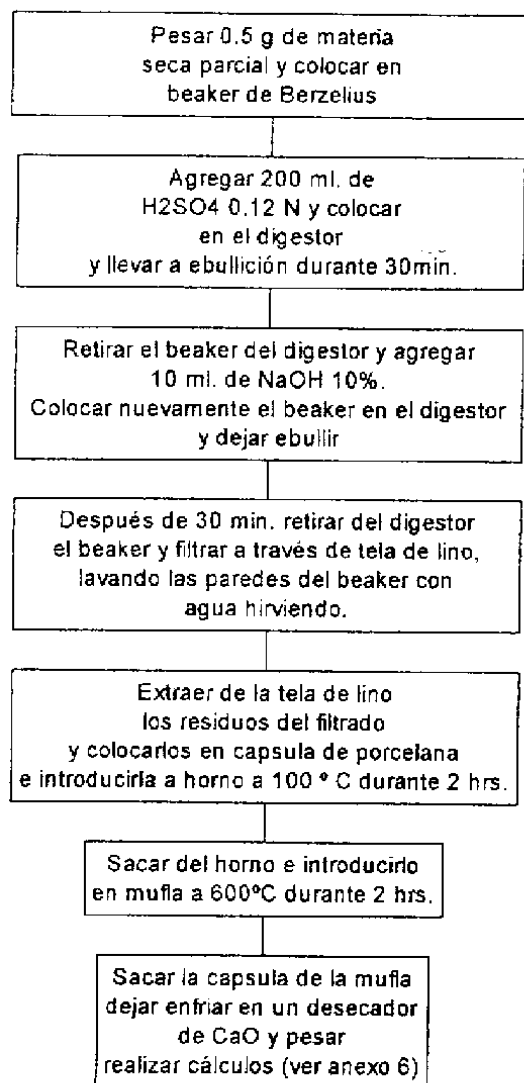
Anexo No. 2  
Diagrama de flujo para la determinación de Proteína Cruda



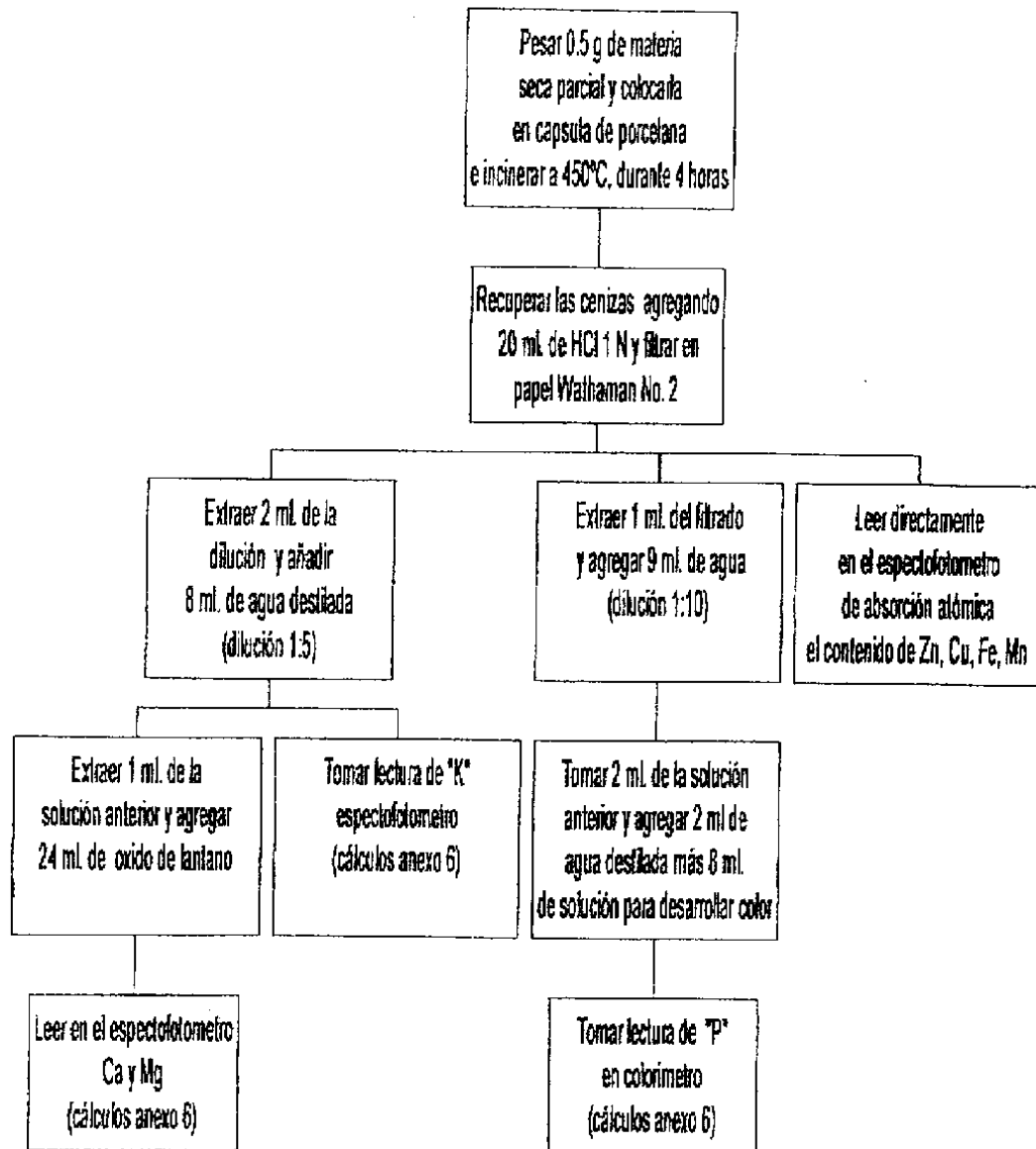
Anexo No. 3  
Diagrama de flujo para el análisis  
de extracto etéreo



Anexo No.4  
Diagrama de flujo para la determinación de fibra Cruda



Anexo No. 5  
Diagrama de flujo para la determinación de minerales





## Anexo No. 6

## Formulario para la recolección de resultados

## 1. hoja utilizada para registrar análisis proximal

Muestra Número \_\_\_\_\_ Fecha de Recepción \_\_\_\_\_ Trabajada por \_\_\_\_\_

## a. Materia Seca Parcial

(1) TARA	(2) MUESTRA Y TARA	(3) PESO INICIAL DE LA MUESTRA	(4) PESO FINAL Y TARA	(5) PESO FINAL MUESTRA
_____	_____	_____	_____	_____
(2)	(1)	(3)	(4)	(1) (5)

El porcentaje de Materia Seca Parcial es =  $100 \times \frac{\text{(5)}}{\text{(3)}} = \text{_____} \%$

## b. Materia Seca Total

(1) TARA	(2) MUESTRA Y TARA	(3) PESO INICIAL DE LA MUESTRA	(4) PESO FINAL Y TARA	(5) PESO FINAL MUESTRA
_____	_____	_____	_____	_____
(2)	(1)	(3)	(4)	(1) (5)

El porcentaje de Materia Seca Total es =  $100 \times \frac{\text{(5)}}{\text{(3)}} = \text{_____} \%$

## c. Cenizas

(1) TARA	(2) MUESTRA Y TARA	(3) PESO INICIAL DE LA MUESTRA	(4) PESO FINAL Y TARA	(5) PESO FINAL MUESTRA
_____	_____	_____	_____	_____
(2)	(1)	(3)	(4)	(5)

El porcentaje de Ceniza es =  $100 \times \frac{\text{(5)}}{\text{(3)}} = \text{ \_\_\_\_\_\%}$

## d. Extracto Etéreo

(1) TARA	(2) MUESTRA Y TARA	(3) PESO INICIAL DE LA MUESTRA	(4) PESO FINAL Y TARA	(5) PESO FINAL MUESTRA
_____	_____	_____	_____	_____
(2)	(1)	(3)	(5)	(4)

El porcentaje de Extracto etéreo es =  $100 \times \frac{\text{(5)}}{\text{(3)}} = \text{ \_\_\_\_\_\%}$

c. **Proteína Cruda**

(1) TARA	(2) MUESTRA Y TARA	(3) PESO INICIAL DE LA MUESTRA	(4) PESO FINAL Y TARA	(5) PESO FINAL MUESTRA
_____	_____	_____	_____	_____
(2)	(1)	(3)	$\frac{(5) \times (4)}{(3)}$	(6)
El porcentaje de Proteína Cruda es = $100 \times \frac{\text{_____}}{(6)} \div 6.25 \text{ Factor N} = \text{_____}\%$				

f. **Fibra Cruda**

(1) TARA	(2) MUESTRA Y TARA	(3) PESO INICIAL DE LA MUESTRA	(4) PESO FINAL Y TARA	(5) PESO FINAL MUESTRA
_____	_____	_____	_____	_____
(2)	(1)	(3)	(5)	(6)
El porcentaje de Fibra cruda es = $100 \times \frac{\text{_____}}{(7)} \div \frac{\text{_____}}{(3)} = \text{_____}\%$				

g. **Determinación indirecta**

$$\text{Carbohidratos} = 100 - (\text{Humedad} + \text{Fibra cruda} + \text{Proteína} + \text{Grasa} + \text{Cenizas})$$

$$\% \text{ Energía} = (\text{Carbohidratos} + \text{Proteína}) \times 4 \text{ kcal} + (\text{grasa}) \times 9 \text{ kcal}$$

## 2. Hoja para registrar los datos del análisis de minerales

### a. Cálculos para determinación de Ca, Mg y K

Lectura del espectrofotómetro  $\times 20 \text{ ml.}^* / 0.5 \times 10/2^{**} \times 25/1 =$

Lectura del espectrofotómetro  $\times 0.05 = \% \text{ de Ca, Mg y K}$

\* Mililitros de HCl agregados, divididos 0.5 gramos de muestra

\*\* Mililitros de agua agregados, dividido 2 mililitro de extracto utilizado

### b. Cálculos de determinación de Fósforo

(Lectura del espectrofotómetro)  $\times (20/0.5)^* \times (1/9)^{**} =$

(Lectura)  $\times (0.04) = \% \text{ de Fósforo}$

\* Mililitros de HCl agregados, dividido 0.5 gramos de muestra utilizada

\*\* Mililitro de extracto, dividido mililitros de agua

### c. Cálculos para determinar Zn, Cu, Fe, Mn.

Se utilizó factor común para los cuatro elementos.

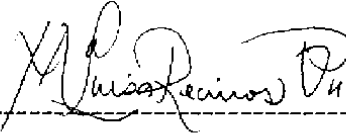
Lectura espectrofotómetro  $\times (20 \text{ ml}/0.5) \times (1)^* = \% \text{ de Zn, Cu, Fe, Mn}$

\* Mililitros de HCl agregados, dividido 0.5 gramos de muestra utilizada

\*\* Mililitros de extracto utilizados en el espectrofotómetro.

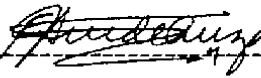
### d. Conversión de a base seca a fresca

$\% \text{ Materia Fresca} = (\% \text{ nutriente en base seca}) \times (\text{Mat. Seca Parcial}) / 100$



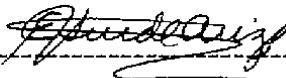
---

*Maria Luisa Recinos Orellana*  
*Autora*



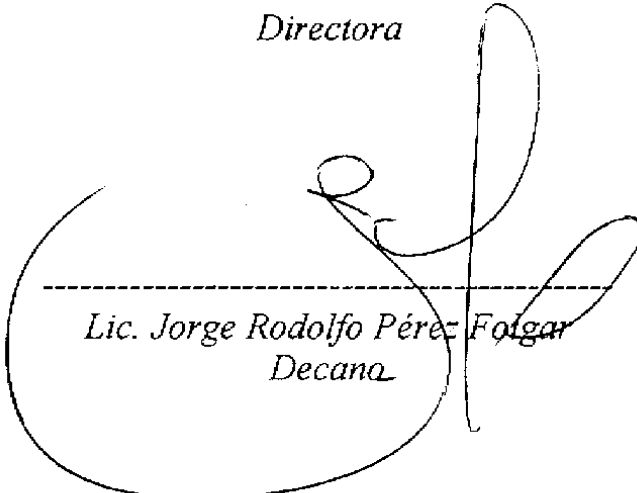
---

*Lic. Julieta Salazar de Ariza*  
*Asesora*



---

*Lic. Julieta Salazar de Ariza*  
*Directora*



---

*Lic. Jorge Rodolfo Pérez Folgar*  
*Decano*