

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

**CONTENIDO DE MACRONUTRIENTES, MINERALES Y  
CAROTENOS EN PLANTAS COMESTIBLES  
AUTÓCTONAS DE GUATEMALA**

Informe de Tesis

Presentado por:

**JULIA RAQUEL CAMPOS OLIVA**

Para optar el título de

Nutricionista

Guatemala, octubre de 2003

## INDICE

CONTENIDO	PAGINA
I. Resumen	1
II. Introducción	3
III. Antecedentes	4
A. Las plantas en la Alimentación	4
B. Importancia de los Vegetales en la Salud Humana	8
C. Manejo de Muestras de Vegetales para Análisis	15
D. Estudios Realizados en Plantas Autóctonas	17
E. Análisis de Alimentos	18
IV. Justificación	27
V. Objetivos	28
VI. Materiales y Métodos	29
A. Población	29
B. Muestra	29
C. Materiales	29
D. Metodología	31
VII. Resultados	34
VIII. Discusión de Resultados	38
IX. Conclusiones	42
X. Recomendaciones	43
XI. Bibliografía	44
XII. Anexos	49

## I. RESUMEN

En varias poblaciones guatemaltecas existen plantas propias de la región que han sido utilizadas como alimento, se consumen tanto los frutos como raíces, hojas, tallos o flores. La forma en que se prepara cada uno de éstos es característica de cada región; sin embargo se desconoce su valor nutritivo, por lo tanto es importante estudiar la composición química de estas plantas para determinar si constituyen una fuente importante de nutrientes.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar el contenido de macronutrientes, minerales y de carotenos en seis plantas comestibles autóctonas, consumidas en una región habitada por la etnia Quiché, Guatemala. En el estudio se incluyeron cinco hojas y un bulbo, siendo éstas: anillito (*Rytidostylis gracilis*), barba san nicolás (*Calandrinia micrantha*), chipilín (*Crotalaria longirostrata*), hierba seca (*Bidens alba*), quixcamote (*Xanthosoma violaceum*), quixtán (*Solanum wendlandii*); las cuales se analizaron tanto en su forma cruda como en la preparación más común.

Para el análisis de macronutrientes se utilizó el esquema de Weende, para minerales por Espectrofotometría de Absorción Atómica, únicamente el fósforo por colorimetría y carotenos por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC).

Los resultados obtenidos muestran que las plantas tienen un alto contenido de humedad entre 79.1 y 97.3 por ciento, bajo contenido de energía (entre 9 y 72 Kcal), grasa (desde 0 hasta 4.2 gramos) y proteína (entre 0.6 y 3.7 gramos) por 100 gramos de alimento; como es característico en las hortalizas. En cuanto a los carbohidratos solamente una de las plantas tuvo un alto contenido, el quixcamote cocido con 14.3 gramos en 100 gramos de alimento.

En cuanto al contenido de carotenos se observó que tres de las plantas (anillito, el chipilín y la hierba seca) en crudo presentaron 259, 334 y 651 ER, respectivamente por lo que se pueden considerar fuente de  $\beta$ -carotenos; en las preparaciones se encuentran en menores proporciones, pero todavía se pueden considerar cantidades importantes.

Los resultados de las plantas analizadas concuerdan con lo que las demás hortalizas presentan en cuanto a su contenido de nutrientes; por lo tanto ésta información puede servir como base para promover su producción y consumo.

## II. INTRODUCCION

Los productos naturales de origen vegetal son recursos de múltiple uso para el hombre, siendo uno de éstos el de proporcionar alimentos para su subsistencia (1).

Guatemala es un país muy rico en vegetales comestibles. Numerosas plantas crecen de forma silvestre en los bosques y en campos abiertos, por lo que en poblaciones rurales las plantas constituyen un componente principal de su dieta (2).

Cada grupo de población tiene en su alimentación diaria algo que la caracteriza, lo cual está determinado, entre otros aspectos, por la disponibilidad, accesibilidad y costumbres. La alimentación de la población guatemalteca en general se caracteriza por el consumo de maíz, frijol, vegetales y frutas (2).

El valor nutritivo de los vegetales nativos de Guatemala ha sido poco investigado, por ello es importante estudiar el contenido de macronutrientes, minerales y vitaminas en las plantas comestibles autóctonas, tanto en su estado crudo como en las preparaciones tradicionales. De esta forma se estaría promoviendo la producción y consumo de las plantas de mejor calidad nutricional, con el fin de contribuir a mejorar la alimentación y nutrición de poblaciones rurales.

En el presente estudio se cuantificó el contenido de energía, macronutrientes, minerales y carotenos, estos últimos por su importancia como precursores de vitamina A; tanto en su forma cruda como en preparaciones más comunes en plantas comestibles autóctonas consumidas en poblaciones de la etnia Quiché.

### III. ANTECEDENTES

#### A. Las Plantas en la Alimentación

El rasgo más notable de las plantas alimenticias es su consumo desde la antigüedad. La mayoría de ellas fueron adaptadas al cultivo mucho antes de iniciarse el periodo histórico y todo indica que las plantas eran para los pueblos del mundo antiguo tan familiares como para nosotros (3).

El alimento es necesario para la existencia de todos los seres vivos. Las diversas sustancias que constituyen el alimento de las plantas y de los animales son utilizadas por ellos para la formación de protoplasma vivo, para la construcción de su estructura o como fuentes de energía. Se ha señalado que solo las plantas verdes son capaces de asimilar las sustancias inorgánicas. El hombre y los animales, en cambio, necesitan ingerir sustancias orgánicas y por lo tanto dependen directa o indirectamente de las plantas (3).

Afortunadamente para el mundo animal, las plantas elaboran una cantidad de alimentos mucho mayor que la que deben utilizar ellas mismas enseguida, el sobrante lo almacenan como reserva alimenticia. El hombre se apropia de estas sustancias de reserva (3).

Los nutrientes esenciales: carbohidratos, grasas y proteínas, cada una con su importancia particular en el metabolismo humano, se encuentran almacenados y disponibles en las plantas, de la misma forma que las sales minerales, los ácidos orgánicos, las vitaminas y las enzimas, necesarios para el organismo. Por ello el hombre puede, si quiere, subsistir perfectamente con una dieta vegetariana (3).

Las plantas utilizan en mayor o menor grado las raíces, tallos, hojas, frutos y semillas para el almacenamiento de sustancias alimenticias. Los órganos de reserva más importantes, desde el punto de la alimentación humana, son los frutos secos y las semillas. En esta categoría entran los cereales y las leguminosas. Todos ellos contienen una gran cantidad de materias nutritivas y, por tanto, un contenido muy bajo de agua. Las raíces, tubérculos y bulbos siguen en importancia como fuentes de alimento para el hombre y para los animales. Las partes foliares de las plantas, las verduras y las hortalizas que se consumen crudas, poseen relativamente poco alimento de reserva; no obstante, son necesarias por las vitaminas y sales minerales que suministran y el efecto mecánico de la materia celulósica indigerible. Lo mismo puede decirse de los frutos carnosos, que pueden también contener varios ácidos orgánicos (3, 4, 5, 6).

Resulta imposible estudiar y ni siquiera mencionar todas las plantas usadas como alimento alrededor del mundo. Hay cientos de especies, cultivadas o silvestres, que solo son utilizadas por pequeños grupos de población (2).

## 1. Cereales

a) Generalidades - Los cereales son, sin duda alguna, la fuente más importante de alimento vegetal para el hombre y para los animales inferiores (3, 7).

Los cereales pertenecen a la gran familia de las gramíneas, todos ellos poseen un fruto característico llamado cariósipide. En esta clase de fruto la envoltura de la semilla se fusiona con la del ovario para formar los cascabillos (3, 4).

Son muchas las razones que pueden aducirse a favor de la importancia de los cereales como plantas alimenticias; por ejemplo, para cada tipo de clima existe uno o más cereales disponibles, constituyen la principal fuente de

energía en la dieta de los países en desarrollo debido a su alto valor energético y a su bajo costo en comparación con otros alimentos. El consumo de cereales es mayor que el de cualquier otro alimento, ya sea en forma natural o transformados en harina, almidón, aceite, salvado, jarabes de azúcar y un gran número de ingredientes adicionales empleados en la fabricación de otros alimentos (3, 4).

Los cereales se cultivan con facilidad, necesitan poca labor y proporcionan gran rendimiento. Los granos son fáciles de transportar, pueden almacenarse por largo tiempo a causa de su bajo contenido de agua; además, su preparación para consumo es fácil (3, 4).

b) Valor Nutritivo - Poseen un gran valor nutritivo. Contienen de 58 a 72 por ciento de carbohidratos, una cantidad considerable de proteínas ( 8 a 13 por ciento), algunas grasas (2 a 5 por ciento), de 10 a 14 por ciento de humedad y de 2 a 11 por ciento de fibra no digerible. Contienen también vitaminas y minerales (3, 4).

## 2. Leguminosas

a) Generalidades - Las leguminosas siguen en importancia a los cereales como fuentes de alimento para el hombre. Pertenecen a la familia de las leguminosas, se caracterizan por poseer un tipo especial de fruto llamado legumbre, que consiste en una cápsula que se abre por dos suturas laterales cuando las semillas están maduras. Se conocen casi 11,000 especies de leguminosas y muchas de ellas son de interés como plantas industriales, medicinales o alimenticias (3).

b) Valor Nutritivo - Contienen más proteínas que otros productos vegetales, su contenido oscila entre 17 y 25 por ciento. Sin embargo, la calidad de estas proteínas no es tan buena, dado que son deficientes en aminoácidos



azufrados, pero aportan satisfactoriamente los demás aminoácidos. Posee además carbohidratos 60 por ciento, grasas 1 a 3 por ciento, un alto contenido energético (340 a 360 kilocalorías por cada 100 gramos) y de 3 a 7 por ciento de fibra. Además contienen importantes vitaminas y minerales (5).

### 3. Hortalizas

a) Generalidades - Este término se aplica a las plantas comestibles que almacenan alimento de reserva en las raíces, tallos, hojas o frutos y que se comen crudas o cocidas. Las verduras u hortalizas constituyen un amplio y variado grupo de alimentos (3, 8, 9).

b) Valor Nutritivo - Las hortalizas contienen gran cantidad de agua del 70 al 95 por ciento. A pesar de ello, siguen en importancia a los cereales como fuente de hidratos de carbono. Estos suelen presentarse en forma de almidón, azúcar, celulosa, pectinas y otras sustancias. Las proteínas son escasas y las grasas están almacenadas en muy pequeña cantidad. Sin embargo, el valor alimenticio de las hortalizas aumenta por la presencia de sales minerales y vitaminas (3, 5, 6, 10).

c) Clasificación - Las hortalizas se pueden clasificar en tres grupos, según la parte comestible:

i) Hortalizas que acumulan el alimento en órganos subterráneos - Morfológicamente los órganos de almacenamiento pueden ser muy diferentes. Algunos son raíces verdaderas mientras que otros representan tallos modificados tales como los rizomas, tubérculos y bulbos. Todas estas estructuras están bien adaptadas al almacenamiento por su especial situación. Muchas plantas tanto silvestres como cultivadas, poseen órganos subterráneos carnosos. A pesar de que almacenan menos material nutritivo que los frutos secos y semillas, las

hortalizas resultan muy valiosas por ser fácilmente digeribles y por contener gran cantidad de energía. Las raíces y tubérculos son ricos en carbohidratos y pobres en proteínas, grasa, minerales y vitaminas (3, 6).

ii) Hortalizas cuya parte nutritiva son los órganos verdes - Estas hortalizas acumulan el alimento en las partes que se desarrollan sobre el suelo. Son las verduras y las plantas para ensalada. Casi todos los órganos del aparato aéreo de la planta pueden emplearse para almacenamiento. Por su composición química y su valor nutritivo estas hortalizas no difieren mucho de las anteriores; sin embargo, contienen más agua y, en consecuencia, menor proporción de hidratos de carbono. Su contenido proteínico es mayor. Poseen también una considerable cantidad de sales minerales y de vitaminas que las hace indispensables en la dieta del hombre (3, 6).

La vitamina A se encuentra en las verduras en forma de caroteno. Por su contenido de vitamina A, las verduras se han dividido en dos grupos: los vegetales verdes y amarillos intensos que son buena fuente de carotenos y los otros vegetales que no son fuente de este nutriente (3, 9).

iii) Hortalizas cuya parte nutritiva son los frutos - Estos frutos raramente se comen crudos, excepto en ensaladas; por lo general deben ser cocinados. Es decir, se utilizan más bien como verduras que como frutos. En cuanto a su valor nutritivo y a otras propiedades se parecen a las demás hortalizas (3,6).

## **B. Importancia de los Vegetales en la Salud Humana**

Generalmente, los vegetales son bajos en energía y son buena fuente de fibra, vitaminas, minerales y otros micro constituyentes bioactivos, los cuales pueden tener un efecto positivo en la prevención de diferentes enfermedades (11, 12, 13).

## 1. Fibra

La fibra dietética es un componente esencial de la dieta normal y parece tener importancia tanto en la prevención como en el tratamiento de ciertas enfermedades. Hoy día se acepta la importancia de la dieta rica en fibra como parte de la terapia para pacientes con estreñimiento y diverticulosis. Además puede desempeñar un papel importante en el tratamiento de la hipercolesterolemia y la diabetes; además puede reducir el riesgo de desarrollar ciertos tipos de cáncer (11, 13).

La fibra dietética se define como la porción de las células vegetales que no puede digerirse mediante enzimas digestivas humanas y, por lo tanto, no puede absorberse. La fibra dietética se clasifican según su solubilidad en agua, dado que la solubilidad de la fibra determina, en parte, sus efectos fisiológicos. En general, las fibras solubles (pectinas y gomas) ejercen efectos hipolipemiantes y pueden disminuir la hiperglucemia postprandial. Las fibras no solubles (celulosa, hemicelulosa y lignina) carecen de dichos efectos. Se piensa que las fibras insolubles se comportan fundamentalmente como formadoras de volumen, incrementando el peso de las heces y disminuyendo tiempo el tránsito intestinal (11).

## 2. Vitaminas

Las vitaminas se definen como nutrientes esenciales, no energéticos y orgánicos, necesarias en pequeñas cantidades en la dieta. El rol de las vitaminas es participar en el metabolismo de otros nutrientes. Estas son digeridas, absorbidas y metabolizadas o construidas dentro de la estructura del organismo (12).

Algunas vitaminas están presentes en los alimentos en una forma conocida como precursoras o pro vitaminas. Una vez dentro del organismo, éstas son transformadas químicamente a una o más formas de vitaminas activas (12).

En la naturaleza se encuentran dos clases de vitaminas: las solubles en grasa y las solubles en agua. De la solubilidad de las vitaminas dependen muchas de las características de su funcionamiento y determina cómo ellas son absorbidas y transportadas por el torrente sanguíneo además, determina si pueden almacenarse o si se excretan fácilmente. En general, las vitaminas solubles en grasa son absorbidas dentro del sistema linfático y son transportadas en la sangre ligadas a transportadores proteicos. Las vitaminas solubles en agua generalmente son absorbidas directamente dentro del torrente sanguíneo y son transportadas libremente (12).

El organismo humano está formado por átomos que se agrupan en moléculas. Una molécula estable contiene átomos con electrones emparejados mientras que una molécula inestable (un radical libre) tiene un electrón no emparejado o libre. Estas moléculas inestables recorren el organismo intentando robar un electrón a otra molécula para recuperar su estabilidad electroquímica, esto las hace muy peligrosas porque para conseguirlo atacan moléculas estables. Una vez que el radical libre ha conseguido el electrón que necesita para emparejar su electrón libre, la otra molécula se convierte a su vez en radical libre, iniciándose así un ciclo destructivo para las células (14, 15).

Los radicales libres no son del todo dañinos. De hecho, el organismo los fabrica en cantidades moderadas para luchar contra bacterias y virus. Los radicales libres producidos por el organismo para llevar a cabo determinadas funciones, son neutralizados fácilmente por enzimas que tienen la capacidad de desactivar los radicales libres sin desestabilizar su propio estado (14, 15).

El problema para las células del organismo, se produce cuando se da un exceso sostenido (durante años) de radicales libres en el sistema. El exceso tiende a ser producido mayormente por contaminantes externos que penetran en nuestro cuerpo. La contaminación atmosférica, el humo del tabaco, los herbicidas, pesticidas o ciertas grasas, son algunos ejemplos de elementos generadores de radicales libres que se ingieren o se inhalan (15).

En su labor de captar electrones, los radicales libres dañan las membranas de las células, llegando a destruir y mutar su información genética, facilitando así el camino para que se desarrollen diversos tipos de enfermedades. La incapacidad del organismo humano para neutralizar los radicales libres a los que se expone diariamente, obliga a recurrir a sustancias con la propiedad de neutralizarlos. Estas sustancias actúan liberando electrones en la sangre que son captados por los radicales libres convirtiéndose así en moléculas estables. Los compuestos con esta capacidad reciben el nombre de antioxidantes (15).

Algunas vitaminas actúan como antioxidantes en el organismo. Por ejemplo, el  $\beta$ -caroteno y la vitamina "E", protege las membranas que contienen lípidos; la vitamina "C" protege los componentes líquidos, como la sangre. Varios estudios han demostrado que niveles adecuados de estos nutrientes en la sangre, pueden proteger contra diversos tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares (13, 16).

### 3. Minerales

Los minerales se encuentran en el organismo y en los alimentos principalmente en su forma iónica. Los metales como el sodio, potasio y calcio, forman iones positivos y los no metálicos constituyen iones negativos (cloro, azufre y fósforo). Los minerales que se necesitan en mayor cantidad se les

denomina macro minerales y los que se necesitan en menor cantidad, oligoelementos o minerales traza (12).

Los minerales tienen muchas funciones importantes, tanto en su forma de iones disueltos en los líquidos corporales, como de constituyentes de compuestos esenciales. Una de sus funciones más importantes es formar parte del sistema antioxidante del organismo; por ejemplo, el zinc, el cobre y el manganeso forman parte de la enzima superóxido dismutasa, el selenio forma parte de las enzimas catalasas y glutatión peróxidasa y el azufre forma parte de proteínas antioxidantes. El equilibrio de iones minerales en los líquidos corporales regula la actividad de muchas enzimas, conserva el equilibrio de ácidos y bases y la presión osmótica, facilita el transporte de membrana de compuestos esenciales y conserva la irritabilidad nerviosa y muscular. En algunos casos, los iones minerales son constituyentes estructurales de los tejidos corporales. Muchos minerales también participan de manera indirecta en el crecimiento (12).

#### 4. Compuestos Bioactivos

Los vegetales contienen muchos compuestos bioactivos, además de los micro constituyentes que convencionalmente se identifican como nutrientes, como las vitaminas y los minerales. Estos compuestos bioactivos se les conoce como fitoquímicos, los cuales pueden tener efectos fisiológicos en el cuerpo, capaces de cambiar funciones básicas de la célula en un nivel metabólico cuando el cuerpo se puede ver afectado por alguna enfermedad (12, 13).

Los fitoquímicos pueden actuar de diferentes maneras para reducir el riesgo de enfermedades: reducen la formación de la aterosclerosis, porque actúan como antioxidantes, incrementan la actividad de las enzimas que destruyen carcinógenos o suprimen enzimas que forman o activan carcinógenos ya que los fitoquímicos pueden modificar la expresión genética de las enzimas; estimulan el

sistema inmune para responder a células anormales; interfieren en la estimulación hormonal de algunos cánceres; reducen el riesgo de infección porque actúan como agentes antimicrobiales. Muchas de estas funciones tienen implicaciones para el desarrollo de enfermedades del corazón, cáncer y otras enfermedades (12).

a) Clasificación de los Fitoquímicos - Los fitoquímicos no están clasificados como nutrientes, ya que son sustancias indispensables para generar energía o construir estructuras. No obstante, existe la evidencia de que los fitoquímicos pueden desempeñar otras funciones importantes relacionadas con la prevención de enfermedades (12).

A continuación se enumeran algunos fitoquímicos y se describen sus funciones (12):

i. Capsaicina - Se cree que tiene un efecto en la modulación de la coagulación de la sangre, posiblemente reduce el riesgo de coágulos a nivel del corazón y enfermedades arteriales. Se encuentra presente en el chile.

ii. Carotenoides - En estos se incluyen a los beta-carotenos y el licopeno. Pueden actuar como antioxidantes. Sus fuentes alimenticias son: frutas y vegetales como brócoli, zanahoria, guicoy, espinacas, camote, tomate, albaricoque.

iii. Curcumina - Puede inhibir enzimas que activan cancerígenos. Puede encontrarse en especias amarillas.

iv. Flavonoides - Muchos flavonoides pueden actuar como antioxidantes; ligar nitratos en el estómago previniendo la conversión a nitrosaminas e inhibir la proliferación de células. Estos se encuentran en fresas,

cerezas, moras, apio, frutas cítricas, olivos, cebolla, orégano, uvas moradas, jugo de uvas, frijol de soya y sus derivados, vegetales, trigo entero, vino.

v. Indoles - Pueden aumentar la producción de enzimas que bloquean el daño causado por los carcinógenos en el ADN y pueden inhibir la acción de los estrógenos. Se encuentran presentes en el brócoli, las bruselas, el repollo, coliflor.

vi. Isotiocianatos - Inhiben enzimas que activan carcinógenos. Se encuentran presentes en alimentos: el brócoli, col de bruselas, el repollo y coliflor.

vii. Monoterpenos - Pueden producir enzimas que decodifican los carcinógenos e inhibir el cáncer y la proliferación de las células. Se encuentra en las frutas cítricas y aceites.

viii. Compuestos Organosulfurados - Pueden acelerar la producción de enzimas destructoras de carcinógenos y disminuir la producción de enzimas que activan los carcinógenos. Se encuentran presentes en el ajo, el puerro y la cebolla.

ix. Ácidos Fenólicos - Pueden producir enzimas que hacen carcinógenos solubles en agua, facilitando la excreción. En las frutas como las manzanas, moras, uvas, naranjas, peras, así como en la avena, las papas y en el frijol de soya, se pueden encontrar estos compuestos.

x. Fitoesteroles - La inhibición de los estrógenos pueden producir la reducción del riesgo de cáncer de mama, colon, ovario, próstata y otros, así como de osteoporosis. Se pueden encontrar en el frijol de soya y derivados, en la proteína vegetal texturizada y otras leguminosas.



xi. Inhibidores de Proteasa - Pueden suprimir enzimas que producen células cancerosas, disminuir el crecimiento de tumores e inhibir cambios malignos en las células. Estos compuestos se pueden encontrar en el brócoli, las papas, en las leguminosas y productos de soya.

xii. Saponinas - Pueden interferir con la replicación del ADN, prevenir la multiplicación de células cancerígenas, estimular la respuesta inmune. Se encuentran en la alfafa, en los vegetales verdes, las papas y en los tomates.

xiii. Taninos - Pueden inhibir la activación de carcinógenos, actuando como antioxidantes. Se pueden encontrar en las uvas, lentejas, en el vino tinto y blanco y en el té.

Mencionadas las ventajas del consumo de estos constituyentes, se puede decir que la ingesta prolongada y constante de vegetales que contengan estos constituyentes, representa una posibilidad de mejoramiento de la salud y de prevención de enfermedades (12).

### **C. Manejo de Muestras de Vegetales para Análisis**

#### **1. Recolección de muestra**

Debido a la variabilidad encontrada entre una sola especie, se recomienda obtener cinco muestras de cada planta (17, 18, 19).

Es importante que al momento de la recolección de las muestras, éstas luzcan frescas, con una textura adecuada, color natural vivo y un óptimo nivel de hidratación (19).

Si las plantas se obtienen directamente del campo no tiene mayor importancia la hora de la recolección, mientras que si recolectan cuando ya han sido cortadas, es preferible que la recolección de las muestras sea durante las horas de la mañana para obtener plantas en condiciones óptimas (19).

## 2. Registro de datos

Se debe utilizar un formulario para anotar datos de cada muestra, tales como: Fecha y hora de recolección, nombre de la comunidad, nombre de la planta, parte de la planta recolectada, lugar exacto de recolección; si es comprada, es importante anotar la unidad de compra y precio, así como otros datos proporcionados por los habitantes de la comunidad (19).

## 3. Manejo de muestras

En el período después del muestreo y antes de comenzar el análisis de laboratorio, las muestras deben ser almacenadas de forma tal que se eviten cambios importantes en la composición química de las plantas. Esto significa que luego del muestreo es recomendable refrigerar la muestra, en algunos casos hasta por debajo de 0°C si ha de transcurrir mucho tiempo antes del secado; este período debe ser muy corto, ya que aún con temperaturas de 3°C, pueden ocurrir algunas transformaciones bioquímicas importantes en las plantas (18).

Se ha estudiado el efecto que tiene la temperatura sobre los nutrientes, sin embargo, es importante tomar en cuenta el efecto del oxígeno y la luz sobre ellos. Por estas razones, las muestras ya recolectadas deben ser introducidas en contenedores cubiertos y/o envueltas en bolsas plásticas negras antes de ser refrigeradas o congeladas, de esta manera se controla parcialmente el crecimiento microbiano y la velocidad de varias reacciones químicas. Además de esta forma se conserva el color, el aroma y el valor nutritivo (17, 18).

#### D. Estudios Realizados en Plantas Autóctonas

En 1998, Solórzano, E. (20) realizó el estudio “Análisis Proximal y Mineral de Tres Plantas Nativas Comestibles de Guatemala”, en donde se analizaron las siguientes plantas: Chomtee (Lycianthes synanthera B.), Olla Nueva (Galinsoga uticaefolia) y Madre de Maíz (Dioscorea convolvulaceae) en su preparación más común. En este estudio se encontró que debido a que a las plantas se le agregaron otros ingredientes, los datos de energía, humedad, proteína, carbohidratos y grasa varían en comparación con los datos teóricos de las plantas, además de que el contenido de minerales fue inferior a lo esperado con excepción de sodio y potasio.

En 1999, Cotto, I. (21) llevó a cabo el estudio “Contenido de Cuatro Vitaminas en Chomtee (Lycianthes synanthera B.), Gushnay (Spathiphyllum phrynifolium) y Madre de Maíz (Dioscorea convolvulaceae)”, en el cual se analizó el contenido de carotenos, ácido ascórbico, tiamina y riboflavina, tanto en crudo como en su preparación más común, encontrándose que en el Chomtee (Lycianthes synanthera B.), tanto en su forma cruda como en la preparación, el contenido de tiamina no pudo ser cuantificado y por el contrario en Madre de Maíz (Dioscorea convolvulaceae) su contenido de tiamina fue elevado, considerándose por lo tanto un alimento fuente de esta vitamina.

En el mismo año, Gisbert, et al. (22) realizó el “Estudio Preliminar de las Plantas Nativas de Uso Alimenticio de la Etnia Quiché”, en comunidades de Suchitepéquez, Quetzaltenango, Totonicapán y Huehuetenango. Este estudio contiene información etnobotánica de las plantas comestibles de la etnia mencionada e incluye un total de 68 plantas, de las cuales 32 son conocidas popularmente y 36 son conocidas sólo en las regiones cercanas a donde se producen.

## E. Análisis de Alimentos

Antes de realizarse cualquier análisis a la muestra, ésta necesita prepararse, secarse, pulverizarse y algunas veces extraerse. El método de análisis se escoge de acuerdo con la sustancia que se va a determinar (23).

### 1. Humedad

La determinación de humedad es uno de los procedimientos más importantes y más ampliamente estudiadas en la evaluación de alimentos. La humedad indica el contenido de agua del material de estudio. La determinación del contenido de humedad es necesario para calcular el valor nutritivo de un producto alimenticio y para expresar los resultados de las determinaciones analíticas en una base uniforme (23, 24, 25, 26).

El agua existe en los alimentos al menos en tres formas: cierta cantidad puede estar presente como agua libre en los espacios intergranulares y dentro de los poros del material. Además hay agua que se emplea por sus propiedades físicas y sirve como un medio de dispersión para sustancias coloidales y como un solvente para los cristaloides. Parte del agua es absorbida en la superficie de las macromoléculas coloidales (almidones, pectinas, celulosa y proteínas). Finalmente, parte del agua está en forma ligada, en combinación con varias sustancias, ej. como agua de hidratación (23, 26).

Los métodos para la determinación de humedad se clasifican en: secado, procedimientos de destilación, análisis químicos e instrumentales (23).

Los procedimientos para la determinación del contenido de humedad específicamente en alimentos, generalmente incluyen métodos de secado. El material es calentado bajo condiciones cuidadosas y la pérdida de peso es tomada

como una medida de la humedad contenida en la muestra. La determinación de humedad por la pérdida de peso debido al calentamiento, necesariamente involucra una selección empírica del tipo de horno, la temperatura y la duración del secado. Por lo tanto, los valores de humedad obtenidos dependen arbitrariamente de las condiciones seleccionadas. Sin embargo, los métodos de secado, son simples, relativamente rápidos y permiten que se analicen varias muestras simultáneamente (23, 26, 27).

El secado se puede lograr de diferentes formas. Con horno de aire, se pueden secar únicamente alimentos sin compuestos volátiles o que no se descompongan a 100°C. Con horno al vacío se puede secar muestras a temperatura menor de 100°C. Al utilizar la mufla, hay buenos resultados, pero es necesario dejar enfriar el equipo utilizado, ya que puede que este haya recogido una cantidad de humedad en el desecador. Existen otros métodos indirectos para la determinación de humedad, entre los cuales se pueden mencionar: Estufas con lámparas secadoras de radiación infrarroja y secado por microondas, este último método es más rápido que los anteriores (23, 26, 27).

En cuanto a la determinación de humedad por medio de destilación, se pueden mencionar dos tipos de procedimientos. En uno, se solubiliza la muestra en un solvente inmiscible con el agua con un alto punto de ebullición y una menor gravedad específica; el agua de reflujo cae debajo del solvente en un tubo graduado. En el segundo tipo, se mezcla el agua con un solvente inmiscible (xileno, tolueno), se destilan y son colectados en un aparato especial, en donde el agua es separada y su volumen puede ser medido (26, 27).

Varias dificultades pueden ocurrir en la determinación de humedad por el método de destilación. Estas incluyen, relativamente baja precisión del aparato de medición, dificultades en la lectura de los meniscos, adherencia de gotas de humedad en el cristal, sobrecalentamiento, solubilidad del agua con el líquido de

destilación, evaporación incompleta del agua y por lo tanto una subestimación del contenido de humedad y una destilación de componentes solubles en agua (26).

El método químico de Karl Fisher, es particularmente aplicable en alimentos con baja cantidad de humedad. El método se basa en la reducción de yodo por medio del dióxido de sulfuro en solución de piridina y metanol en un sistema de cuatro componentes. La titulación se realiza utilizando un equipo volumétrico con electrodos de platino. El agua extraída es guardada con solventes como metanol, foramida, piridina, dioxano y dimetilformamida (23, 26, 27).

Los métodos instrumentales utilizan los principios fisicoquímicos para la determinación de humedad, entre los cuales podemos mencionar: Secado por rayos infrarrojos, medición de la conductividad eléctrica y la constante dieléctrica, determinación refractométrica, cromatografía de gas, resonancia magnética nuclear, densimetría y métodos polarimétricos (24).

## 2. Ceniza

La ceniza es el residuo inorgánico de la incineración de la materia orgánica. Su composición depende de la naturaleza del alimento y el método de determinación de ceniza utilizado. La ceniza puede estar compuesta de óxidos, sales que contienen aniones como fosfatos, cloruros, sulfatos y otros halógenos y cationes como sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, etc (23, 25, 26, 27, 28).

La ceniza se puede obtener por medio del método de ceniza seca, en el cual la muestra es pesada en un recipiente y la materia orgánica es quemada sin flama y calentada por un período de tiempo fijo o hasta que obtenga un peso constante. El residuo tiene que estar libre de carbono. El recipiente es enfriado en un desecador y la cantidad de ceniza total es determinada por el peso final.

Existen también otros métodos de determinación de ceniza, como el método de ceniza húmeda, el cual es utilizado principalmente para la digestión de muestras para determinar elementos traza o metales. Este método consiste en colocar la solución en agua, se hierve, se filtra, se enfría y por último se pesa; obteniéndose ceniza soluble por diferencia. El residuo es tratado con ácido, ésta se hierve, se filtra, enfría y se pesa, obteniéndose materia arenosa presente en hierbas y especias (26).

### 3. Proteína

El procedimiento más común para análisis de proteína, se basa en determinar un elemento o un grupo de la proteína, y se calcula el contenido de proteína por medio de un factor establecido experimentalmente (23, 26).

La determinación de nitrógeno para la cuantificación de proteína es el procedimiento más comúnmente utilizado. El método de nitrógeno y proteína cruda de Kjeldahl para proteína total, convierte el nitrógeno en sulfato de amonio utilizando ácido sulfúrico, la solución se hace alcalina, el amonio es destilado en ácido estándar y se estima por titulación (volumetría). Generalmente se asume que la mezcla de proteínas contiene 16% de nitrógeno, por lo que la proteína contenida en una muestra se obtiene por la multiplicación del nitrógeno determinado por el factor 6.25 (25, 26, 27, 28).

Existen otros métodos para la determinación de proteína, entre los que se pueden mencionar: el método colorimétrico, el cual funciona tras digerir el producto transformando el nitrógeno orgánico a amonio, se agregan reactivos para una coloración azul, medido a cierta longitud de onda. Este método tiene la desventaja que el contenido de grasa presente en la muestra puede formar espuma, por lo que es necesario eliminarla previamente. En el método de Biuret

se mide la concentración de proteína por medio de la medición de su densidad óptica en el colorímetro al obtener color azul-violeta con sulfato de cobre (23).

#### 4. Grasa

El material lípido puede incluir triglicéridos, diglicéridos, monoglicéridos, fosfolípidos, esteroides, ácidos grasos libres, vitaminas liposolubles, carotenoides, clorofila, etc (23).

La grasa es conveniente determinarla en los alimentos por extracción de la muestra seca con petróleo o n-hexano en un aparato de extracción de tipo Soxhlet. Otro método utilizado para la extracción de grasa de alimentos semisólidos o líquidos, es el de mezclar el material con sulfato de calcio o sulfato de sodio anhidro en un mortero. Después de molerla hasta polvo es transferida a un aparato de extracción (26, 27).

Los métodos directos de extracción, determinan la grasa libre y tienden a excluir la grasa combinada, a menos que se haga una mezcla con cloroformo y metanol. Para estimar el total de grasa presente es necesario digerir el material con un ácido o con un álcali. En el método ácido (Método de Werner-Schmid) el material se calienta con ácido clorhídrico para destruir la proteína, la grasa se separa y se forma como una capa en la superficie del líquido ácido. La grasa se puede extraer moviendo por lo menos tres veces con éter, luego se seca, enfría y se pesa, este proceso es menos conveniente que el método alcalino. Para la extracción utilizando álcali (Método de Rose-Gottlieb), el material es tratado con hidróxido de amonio y alcohol, la grasa es extraída con éter de petróleo, luego se destila, se seca, se enfría y se pesa (25, 26).



## 5. Carbohidratos

Existen varias pruebas para la determinación cualitativa de carbohidratos, una es la espectrometría de resonancia magnética nuclear con la cual se puede seguir el progreso de una reacción o determinar la composición de una mezcla al observar si aparecen o no señales de resonancia magnética nuclear, los cuales son los únicos para compuestos individuales de la mezcla. También se emplean métodos cromatográficos (gas-líquido, de intercambio iónico y exclusión), electroforesis y métodos ópticos (refractometría, polarimetría) (24, 26).

## 6. Fibra

La fibra es la medida de la cantidad de celulosa, pentosas, ligninas y otros componentes indigeribles presentes en los alimentos (23).

La técnica más comúnmente utilizadas para la determinación del contenido de fibra en los alimentos, es el método de la fibra cruda, el cual consiste en que la muestra es tratada en condiciones estandarizadas con petróleo, con ácido sulfúrico, una solución de hidróxido de sodio calientes, una dilución de ácido clorhídrico, alcohol y éter; el residuo insoluble es la fibra cruda, después de incinerada la muestra, se calcula la cantidad de fibra por diferencia de peso (23, 25, 26, 27, 28).

La fibra cruda no representa exactamente la fibra dietética, ya que no incluye fibra soluble. Para cuantificar fibra dietética se han propuesto varios métodos los cuales pueden ser divididos en dos categorías: 1. en métodos gravimétricos en donde la fibra dietética es determinada por el peso obtenido después de haber sido removidos los demás componentes de la muestra y 2. en métodos en donde los componentes de la fibra dietética son medidos específicamente por calorimetría, cromatografía de gas líquido o por cromatografía

líquida de alta resolución, los que deben sumarse para obtener el total de fibra dietética (29).

Los métodos gravimétricos son capaces de medir el total de fibra dietética y fracciones de ella, como componentes solubles e insolubles y lignina. Los otros métodos son utilizados para obtener información sobre la composición monomérica de los polisacáridos de la fibra dietética (29).

## 7. Energía

Los métodos más utilizados para el cálculo de energía son: el método de cálculo de factores, en donde la energía metabolizable se calcula aplicando los siguientes factores: proteína 4.0 Kcal/g, grasa 9.0 Kcal/g, almidón 4.1Kcal/g, carbohidratos expresados como monosacáridos, glucosa y fructosa 3.75 Kcal/g, sacarosa 3.9 Kcal/g, y alcohol 7.0 Kcal/g. El otro método es el que utiliza la bomba calorimétrica, la cual requiere correcciones por el calor producido por solubilización de los óxidos de azufre y nitrógeno. La calibración se realiza generalmente con ácido benzoico como patrón termoquímico. Los valores obtenidos son los valores de combustión y que deben diferenciarse de los valores de energía metabolizable. El valor de una caloría es de 4.184 Kilojoule, la cual es la medida que emplea la bomba (23).

## 8. Minerales

Para el análisis de minerales, el método más utilizado es el de Espectrofotometría de Absorción Atómica, el cual consiste en que los átomos libres producidos en un atomizador a partir de una muestra pueden absorber radiación de su longitud de onda específica de resonancia generada por una fuente externa (cátodo hueco o una lámpara de descarga sin electrodos). Si la luz

de esta longitud de onda específica pasa a través del atomizador que contiene el vapor atómico del elemento, parte de la luz será absorbida, y el grado de absorción será proporcional a la densidad de átomos en el paso de la luz. Es un método práctico y sensible por el que se pueden determinar macroelementos (calcio, magnesio, sodio, potasio, cloro y azufre) y microelementos (hierro, manganeso, cobre y zinc), luego de ser liberados de material orgánico por residuo seco. Se diluye el residuo ácido y la solución se aplica a la llama del aparato de absorción atómica, analizando la emisión del metal a una longitud de onda específica (26).

Existen otros métodos para el análisis de minerales, los cuales son: Espectrofotometría, fluorometría, espectrometría de absorción atómica de llama, espectrometría de absorción atómica de horno de grafito, espectrometría de absorción atómica por generación de hidruros, espectrometría de absorción atómica de plasma acoplado inductivamente, espectrometría de masa de plasma acoplado inductivamente (26).

Existe un método alternativo para el fósforo, el cual es la colorimetría, en donde se hacen reaccionar las cenizas con molibdato de amonio en solución ácida, reduciendo el compuesto a un color azul intenso medido en el colorímetro (25, 26).

## 9. Carotenos

La cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), es considerada la técnica más avanzada para la separación y análisis de carotenos. La cromatografía líquida es una técnica de separación en la cual los compuestos son repartidos entre dos fases: una estacionaria que tiene una gran superficie y una fase líquida móvil que fluye sobre la fase estacionaria. En el HPLC, mediante el

uso de materiales de soporte de tamaño pequeño y uniforme, se pueden obtener áreas de superficie grandes permitiendo separaciones cromatográficas en columna altamente eficientes. El material para análisis se extrae en solventes apropiados y se inyecta a presión dentro de las columnas de diámetro angosto. El solvente pasa por un detector que mide una propiedad específica de la solución que está pasando, tal como su naturaleza química, su fluorescencia o su absorbancia. Estas son registradas en una tira de papel o monitor electrónico como picos y se pueden medir manualmente (30, 31).

#### IV. JUSTIFICACION

En Guatemala, por su diversidad de climas y suelos, existe gran variedad de vegetales, a los cuales algunas se les atribuyen propiedades medicinales y nutritivas. Dichos vegetales son consumidos comúnmente, son de bajo costo y forman parte de los hábitos alimentarios de la población (32).

Para conocer el valor nutritivo e identificar cuales son los vegetales más promisorios, es necesario estudiar su contenido de nutrientes.

Recientemente se han realizado estudios para identificar las plantas comestibles autóctonas consumidas en poblaciones de la etnia Quiché. Algunos de estos vegetales son pocos conocidos y se desconoce su valor nutritivo. Por tal motivo fue importante estudiar la composición química de estas plantas, tanto en su forma cruda como cocida, para determinar si éstas constituían una fuente importante de nutrientes y si existía algún cambio en la composición por la forma de preparación. Se analizaron macronutrientes, minerales y carotenos, estos últimos por su actividad provitamina A. La información obtenida de este estudio permitirá promover el cultivo y consumo de las plantas comestibles autóctonas de la etnia Quiché.

## V. OBJETIVOS

### A. Objetivo General

Determinar la composición química proximal, mineral y contenido de carotenos en plantas comestibles autóctonas de Guatemala.

### B. Objetivos Específicos

1. Seleccionar seis plantas nativas comestibles de la etnia Quiché, Guatemala, de las que se desconozca su valor nutritivo.
2. Cuantificar energía, carbohidratos, proteínas, grasa, humedad, fibra y cenizas en muestras de las plantas seleccionadas, tanto en crudo como en la preparación más común.
3. Cuantificar los minerales en muestras de las plantas seleccionadas, en crudo y en la preparación más común.
4. Cuantificar alfa y beta carotenos en muestras de las plantas seleccionadas, en crudo y en la preparación más común.

## VI. MATERIALES Y METODOS

### A. Población

Plantas comestibles autóctonas consumidas por las poblaciones de la etnia Quiché.

### B. Muestra

La muestra estuvo constituida por seis plantas comestibles autóctonas consumidas por las poblaciones de la etnia Quiché, de las cuales se desconocía su valor nutritivo.

### C. Materiales

#### 1. Instrumentos

- a) Para la recolección de las plantas (Anexo 1)
- b) Para la obtención de datos durante la elaboración de las preparaciones comunes de las plantas (Anexo 2)
- c) Para el registro de datos del análisis químico proximal (Anexo 3)
- d) Para el registro de datos del análisis mineral (Anexo 4)
- e) Para el registro de datos del análisis de carotenos (Anexo 5)
- f) Para la presentación de resultados (Anexo 10)

#### 2. Recursos Físicos y Materiales

- a) Físicos
  - i. Bibliotecas
  - ii. Laboratorio de Bromatología de la Escuela de Zootecnia, Facultad

de Veterinaria, USAC.

iii. Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía, USAC.

iv. Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

b) Equipo de laboratorio y cristalería

- Horno eléctrico marca Machine modelo 1205020
- Molino de cuchillas
- Balanza analítica digital marca Denver Instrument modelo AA250
- Campana de vacío
- Mufla marca Labline
- Aparato Macro Kjeldahl marca Tecator Kjeltex Auto Analyzer modelo 1030.
- Pipeta volumétrica
- Agitador magnético
- Pinzas
- Aparato de Goldfish marca Labconco modelo 35,001
- Beacker de Berzelius
- Bomba de vacío
- Probeta
- Aparato de reflujo
- Espectrofotómetro de absorción atómica marca Perkin-Elmer serie 2380.
- Tubos de ensayo
- Bureta
- Balón aforado
- Colorímetro marca Perkin-Elmer Lambda 11/Bio 34044.
- Mortero y pistilo de porcelana.
- Vidrio de reloj
- Embudo Buchner



- Ampolla de decantación
- Enlenmeyer (50, 250 ml)
- Sistema de HPLC Merk-Hitachi constituido por: Bomba de HPLC modelo 620 A, Inyector Reodyne modelo 715, Detector modelo L-7,400, Integrador D- 2500, Columna LiChrospher C8, 250X4 mm.
- Fibertec System 1010 Heat Extractor Foss Tecator

c) Reactivos

Los reactivos utilizados se encuentran en el anexo 7.

## D. Metodología

1. Para la selección del número de plantas a estudiar

El número de plantas se determinó en base a los recursos disponibles.

2. Para la selección de la muestra

En base al documento “Estudio Preliminar de las Plantas Nativas de Uso Alimenticio de la Etnia Quiché” elaborado por Gisbert, I., et al (22), se seleccionaron seis plantas que cumplieran con los siguientes criterios:

- a) Que no existieran datos sobre su contenido de nutrientes.
- b) Que fuera factible la recolección de las muestras durante el período de realización del presente estudio.

### 3. Para la determinación del número de muestras a analizar

El análisis proximal y de minerales se realizó por duplicado (28); el contenido de carotenos se analizó en triplicado de acuerdo a lo recomendado por Carvalho, P.R. et al (35), tanto en crudo como en la preparación más común.

### 4. Metodología para la recolección de la muestra

Se obtuvo una muestra de aproximadamente 1 kilogramo de la parte comestible de la planta a estudiar.

### 5. Para la determinación de la forma de preparación más común

Se determinaron por medio de entrevistas a personas de los lugares en donde se encontraron las plantas seleccionadas.

### 6. Para determinar el valor nutritivo

Los macronutrientes de las plantas y sus preparaciones se determinaron por medio del análisis químico proximal, utilizando el esquema de Weende (Anexo 6), en donde se analizó proteína por el método de Kjeldhal (No. 2049 y 2050 AOAC), grasa por el método de Goldfish (No. 7045 AOAC), fibra cruda por refluo e incineración (No. 7050 a 7054 AOAC), cenizas por incineración (No. 7010 AOAC) (33) (Anexo 7), los carbohidratos y energía se calcularon de la siguiente manera:

Carbohidratos (g):  $100 - \% \text{ cenizas} - \% \text{ grasa} - \% \text{ proteína} - \% \text{ fibra}$

Energía (calorías):  $(\text{g carbohidratos} + \text{g proteína}) \times 4 + (\text{g grasa} \times 9)$ .

El análisis de minerales se llevó a cabo por medio de Espectrofotometría de Absorción Atómica (No. 2096 a 2100 AOAC) (1),

únicamente el fósforo se cuantificó por colorimetría (No. 3062 a 3064 AOAC) (Anexo 8).

La determinación de carotenos se hizo por medio de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) con el método recomendado por Carvalho, P.R. et al (35) con modificaciones de Murillo, E. y Velásquez, R. (36) (Anexo 9).

#### 7. Para la presentación de resultados

Los resultados se presentaron en gramos de macronutrientes por 100 gramos de alimento (crudo o preparación), en miligramos de minerales por 100 gramos de alimento y en microgramos ER en 100 gramos de alimento (Anexo 10) (34).

## VII. RESULTADOS

### A. Plantas Seleccionadas

Se analizaron seis plantas en crudo y en la preparación más común, de las cuales se desconocía su valor nutritivo. Las plantas fueron seleccionadas del documento elaborado por Gisbert, I., et al (22), en el que se encuentra información sobre las preparaciones más comunes consumidas en las comunidades y de los lugares en donde las plantas eran conocidas. Las plantas seleccionadas fueron: anillito (*R. gracilis*), barba san nicolás (*C. micrantha*), chipilín (*C. longirostrata*), hierba seca (*B. alba*), quixcamote (*X. violaceum*), quixtán (*S. wendlandii*). La barba san nicolás fue recolectada en la aldea Llano del Pinal, Quetzaltenango y el resto de plantas en San Bernardino, Suchitepéquez.

### B. Preparaciones más comunes de las plantas

Con base al documento elaborado por Gisbert, I., et al (22) y a algunas entrevistas realizadas a los habitantes de las comunidades antes mencionadas se determinó que la preparación más común del anillito es en caldo, para la barba san nicolás es la hoja frita con tomate, para el chipilín es frito con tomate, para la hierba seca es en caldo, para el quixcamote es cocido y para el quixtán es en caldo (Ver Anexo No. 11).

Existen otras preparaciones de estas plantas que fueron reportadas, las cuales son: hojas envueltas en huevo para la barba san nicolás; en tamalito y en caldo con pepitoria para el chipilín; hojas revueltas con pepitoria y fritas con salsa para la hierba seca; y cocidos para el quixtán.

### C. Contenido de Nutrientes de las Plantas

En la tabla No.1 se presenta los resultados obtenidos del análisis químico proximal de las plantas. Los valores reportados de los macronutrientes y otros componentes corresponden a 100 g de la muestra fresca.

Tabla No. 1  
Contenido de Macronutrientes de Seis Plantas Comestibles Autóctonas de Guatemala (100 gramos de alimento). Guatemala, Noviembre de 2001.

Nombre de la planta/ Nombre de la Preparación		Humedad %	Energía Kcal	Proteína g	Grasa g	Carbo- hidrato g	Ceniza g	Fibra g
<b>Anillito</b>	crudo	79.1	72	3.1	0.3	14.0	2.1	1.34
	en caldo	97.3	9	0.6	0.1	0.7	1.0	0.29
<b>Barba San Nicolas</b>	cruda	88.8	38	1.6	0.7	6.5	1.0	1.41
	Hojas fritas	88.7	47	1.3	4.2	1.0	3.1	1.70
<b>Chipilín</b>	crudo	94.9	17	2.3	0.1	1.5	0.6	0.55
	frito con tomate	94.4	30	1.7	2.1	0.9	0.2	0.53
<b>Hierba seca</b>	cruda	79.3	72	3.7	0.4	13.4	2.0	1.21
	en caldo	90.9	28	2.4	0.4	3.8	1.7	0.87
<b>Quixca- mote</b>	crudo	87.8	40	0.9	0.0	9.1	1.3	0.79
	cocido	83.4	63	0.8	0.3	14.3	0.6	0.60
<b>Quixtan</b>	crudo	80.9	63	3.5	0.2	11.8	1.8	1.80
	caldo	96.0	12	1.5	0.2	0.9	0.9	0.43

En la tabla No.2 se presenta los resultados obtenidos del análisis de minerales de las plantas. Los valores reportados de los minerales corresponden a 100 g de la muestra fresca.

Tabla No. 2  
Contenido de Minerales de Seis Plantas Comestibles Autóctonas de Guatemala (100 gramos de alimento). Guatemala, Noviembre de 2002.

Nombre de la planta/ Nombre de la Preparación		Ca mg	P mg	Fe mg	Mg mg	Na mg	K mg	Zn mg	Cu mg	Mn mg
<b>Anillito</b>	crudo	344	31	2.7	50	11	523	0.52	0.11	0.46
	en caldo	62	8	0.4	15	257	122	0.11	0.05	0.09
<b>Barba San Nicolas</b>	cruda	97	63	12.9	70	24	368	1.02	0.18	1.44
	hojas fritas	75	37	2.3	35	932	306	0.42	0.12	0.54
<b>Chipilín</b>	crudo	72	25	0.9	16	5	118	0.19	0.06	0.33
	frito con tomate	57	11	0.8	17	470	147	0.21	0.09	0.27
<b>Hierba seca</b>	cruda	168	41	1.7	54	16	514	1.03	0.32	0.55
	en caldo	107	32	1.0	41	615	366	0.55	0.25	0.35
<b>Quixca- mote</b>	crudo	25	23	0.3	14	32	382	0.78	0.13	0.07
	cocido	34	36	0.4	20	5	282	0.72	0.18	ND*
<b>Quixtan</b>	crudo	121	53	2.5	82	10	653	0.60	0.15	0.37
	en caldo	22	21	0.4	17	212	168	0.22	0.07	0.09

\*ND: No detectado.

En la tabla No.3 se presenta los resultados obtenidos del análisis de carotenos de las plantas. Es importante mencionar que el análisis de  $\alpha$ -carotenos reportó datos “No Detectables”, por lo tanto se reportan datos solo para  $\beta$ -carotenos en 100 g de la muestra fresca. Los valores de  $\beta$ -carotenos se calcularon como mcg ER.

Tabla No. 3  
Contenido de Carotenos de Seis Plantas Comestibles Autóctonas de Guatemala (100 gramos de alimento). Guatemala, Enero de 2003.

Nombre de la planta/ Nombre de la Preparación		mcg ER de $\beta$ -caroteno
<b>Anillito</b>	crudo	259
	En caldo	187
<b>Barba San Nicolas</b>	cruda	36
	hojas fritas	29
<b>Chipilín</b>	crudo	334
	frito con tomate	163
<b>Hierba seca</b>	cruda	651
	En caldo	139
<b>Quixcamote</b>	crudo	ND*
	cocido	ND*
<b>Quixtan</b>	crudo	199
	En caldo	38

\*ND: No Detectado

## VIII. DISCUSION DE RESULTADOS

Para seleccionar las plantas estudiadas, se hizo una investigación de las plantas comestibles autóctonas de Guatemala reportadas por Gisbert, I., et al (22) excluyendo aquellas de las cuales ya se conocía su valor nutritivo y escogiendo las más factibles de recolectar por su disponibilidad y accesibilidad, obteniéndose un total de seis plantas a estudiar. Las plantas seleccionadas fueron: anillito (*R. gracilis*), barba san nicolás (*C. micrantha*), chipilín (*C. longirostrata*), hierba seca (*B. alba*), quixcamote (*X. violaceum*) y quixtán (*S. wendlandii*).

De las cinco plantas recolectadas en el municipio de San Bernardino, Suchitepéquez, el quixtán, el chipilín, la hierba seca y el anillito eran las más consumidas; el quixcamote es una planta con poca disponibilidad, ya que necesita varios años para que produzca sus bulbos; es consumida únicamente por personas mayores, que son el sector de la población con mayores conocimientos sobre plantas comestibles. La barba san nicolás es una planta que crece silvestre cuando se cultiva maíz; sin embargo, los habitantes de la aldea Llano del Pinal reportaron que era poco consumida, ya que el uso de herbicidas para el maíz la erradica, por lo que es poco disponible.

Las muestras de las plantas seleccionadas fueron recolectadas en crudo y para obtener muestras de la planta en la forma de la preparación más común, fue necesario solicitar la colaboración de las personas de la comunidad para que ellas las prepararan. Es importante mencionar que al pedirles a las personas que cocinaran las plantas seleccionadas, se pretendía pesar los ingredientes utilizados en las mismas, sin embargo únicamente mencionaron los ingredientes y no permitieron pesarlos, ya que esto implicaba entrar a sus casas y la investigadora era una persona ajena a la comunidad. Los ingredientes y preparación de cada planta se encuentran en el anexo No. 11.



La forma de preparación más común para el quixcamote es cocido en agua con sal, para las demás plantas que eran hojas verdes, su preparación más común eran cocidas con tomate, sal y consomé (quixtán, hierba seca y anillito) o fritas con tomate y consomé (chipilín y barba san nicolás).

En cuanto al valor nutritivo de las plantas seleccionadas, se pudo observar que éstas son alimentos fuentes, principalmente de minerales y carotenos en su estado crudo; la mayoría de nutrientes (macronutrientes, minerales y carotenos) disminuyeron al someterlas a cocción (Ver tablas No. 2 y 3). Esto era lo esperado, ya que se sabe que los carotenos se destruyen con el calor; por otro lado, la cocción en agua también implica una disminución en la concentración de nutrientes por dilución (8).

En relación al contenido de humedad de las plantas, los datos oscilan entre 79.1 y 94.9 por ciento lo cual se encuentra en el rango esperado, ya que se sabe que las hortalizas tienen de 70 a 95 por ciento de agua. Se observó que en la preparación de anillito, hierba seca y quixtán hubo aumento de su porcentaje de humedad, esto debido a que las tres plantas se prepararon en caldo. En cuanto al contenido de humedad en las preparaciones de barba san nicolás y chipilín no hubo un cambio notable en relación a las plantas en crudo. El quixcamote fue la única planta que disminuyó su porcentaje de humedad; según la literatura (8) cuando se somete a calor una hortaliza con un alto contenido de almidón, se desnaturaliza el citoplasma y las membranas celulares; las células ya no retienen agua, en su lugar pierden agua por difusión a través de las membranas ahora permeables.

El contenido de energía de las plantas estudiadas es bajo, (de 17 a 72 Kilocalorías/100 g en su estado crudo), observándose una disminución de éstas cuando las plantas tenían una preparación en caldo, únicamente aumentaron la

energía las preparaciones que incluían aceite como ingrediente (barba san nicolás y chipilín).

Según la literatura (3,6) las hortalizas cuya parte nutritiva son los órganos verdes tienen un mayor contenido de proteína que las hortalizas que acumulan el alimento en órganos subterráneos; lo que se encontró en este estudio es congruente con la literatura, ya que el quixcamote presentó el contenido más bajo de proteína en relación a las demás plantas. El contenido de proteína de las plantas fue de 0.9 g a 3.7 g por 100 gramos de alimento en su forma cruda, viéndose una disminución en todas las preparaciones. El mismo fenómeno se observa en cuanto a los carbohidratos, aunque con la excepción de quixcamote, que por el proceso de cocción y porque es un bulbo puede ser que la pérdida de humedad haga que los carbohidratos se concentren. Se encontró que la cantidad de fibra de las seis plantas es muy bajo tanto en su forma cruda como en las preparaciones.

Se sabe que los alimentos de origen vegetal son bajos en cuanto a su contenido de grasa, las plantas en estudio no fueron la excepción ya que presentaron de 0 g a 0.7 g de grasa en 100 gramos de alimento en crudo, y se notó un aumento de los valores cuando en las preparaciones se agregó aceite como ingrediente; por ejemplo en la barba san nicolás en crudo tiene 0.7 g y al prepararla frita aumentó a 4.2 g de grasa.

La cantidad de calcio y fósforo en las plantas estudiadas en crudo es relativamente alto. Sin embargo se sabe que las hojas tienen alto contenido de ácido oxálico que forma una sal insoluble con el calcio y fósforo y por lo tanto se disminuye su biodisponibilidad para el organismo humano (37,38). Lo mismo se observa en cuanto a hierro (37,38). A pesar que presentaron valores considerables, en las plantas de hojas verdes se encuentra pequeñas cantidades de ácido fítico, además del ácido oxálico ya mencionado los cuales se saben que

inhiben la absorción de algunos minerales como el calcio, el hierro, el zinc y el magnesio (37,38), por lo que podría decirse que la biodisponibilidad de estos nutrientes es baja en estas plantas estudiadas, ya que el contenido de zinc y magnesio también son bajos tanto en crudo como en las preparaciones de las seis plantas.

En cuanto al contenido de sodio, los valores son altos en las plantas porque se cocinaron con sal y/o consomé, a excepción del quixcamote, ya que este fue cocinado con sal pero con cáscara, por lo que no penetra en la parte comestible. En las otras plantas el contenido de sodio en las preparaciones fue de 212 mg a 932 mg, este aumento fue porque a la preparación se le agregó además de sal, consomé. Es importante tomar en cuenta estos datos, ya que se sabe que el elevado consumo de sodio puede tener implicaciones negativas en la salud.

Las hojas verdes en general contienen  $\beta$ -carotenos, pero debido a su alto contenido de agua se deberían consumir en cantidades grandes (entre 160 y 216 gramos en cocido) para considerarlas fuentes importantes de vitamina A (50 por ciento o más del requerimiento) en relación a las necesidades del organismo (37, 38). Las cantidades de  $\beta$ -carotenos determinadas en anillito, chipilín y hierba seca en crudo, permiten afirmar que son buena fuente de beta carotenos, sin embargo para las preparaciones de estas plantas no se puede decir lo mismo, aunque se puede subrayar que contienen una cantidad considerable, mientras que barba san nicolás y quixtán no son buena fuente de beta carotenos, y en el quixcamote no fue posible cuantificarlo.

## IX. CONCLUSIONES

1. Las plantas nativas comestibles de la etnia Quiché seleccionadas fueron: anillito (*R. gracilis*), barba san nicolás (*C. micrantha*), chipilín (*C. longirostrata*), hierba seca (*B. alba*), quixcamote (*X. violaceum*) y quixtán (*S. wendlandii*).
2. Las plantas estudiadas tienen alta humedad (desde 79.1 hasta 97.3 por ciento), bajo contenido de energía (entre 9 y 72 Kcal) y grasa (desde 0 hasta 4.2 gramos) en 100 gramos de alimento; como es característico en las hortalizas.
3. La hierba seca en crudo es la planta que presentó mayor contenido de proteína, 3.7 gramos en 100 gramos de alimento.
4. El quixcamote cocido, por ser un tubérculo, sobresale por su contenido de carbohidratos 14.3 gramos, en comparación con el anillito que presentó 0.7 gramos en 100 gramos de alimento.
5. El contenido de hierro en la barba san nicolás en crudo fue elevado, 12.9 gramos; en las preparaciones, a excepción del quixcamote, también se encontró un alto contenido de sodio que osciló entre 212 y 932 miligramos en 100 gramos de alimento.
6. El anillito, el chipilín y la hierba seca en crudo presentaron 259, 334 y 651 ER, respectivamente por lo que se pueden considerar fuente de  $\beta$ -carotenos; en las preparaciones se encuentran en menores proporciones, pero todavía se pueden considerar cantidades importantes.

## X. RECOMENDACIONES

1. Incluir los resultados obtenidos en esta investigación en la tabla de composición de alimentos.
2. Realizar estudios sobre conocimientos, prácticas, actitudes y hábitos alimentarios de la población en relación a las plantas estudiadas.
3. Realizar estudios de macronutrientes, minerales, carotenos y de otras vitaminas de estas mismas plantas en otras preparaciones, con el fin de conocer en cual de éstas se encuentran más disponibles los nutrientes, para así promover su consumo en la población guatemalteca.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Domínguez, X. 1973. Métodos de Investigación Fitoquímica. México: Editorial Limusa. (pp. 9 –16).
2. De Poll, E. 1984. Plantas Comestibles y Tóxicas de Guatemala. 2a. ed. Guatemala: CECON, . 111 p. (p.1).
3. Hill, A. 1965. Botánica Económica. "Plantas Útiles y Productos Vegetales". Barcelona: Ediciones Omega S.A. 616 p. (pp. 327- 460).
4. INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, GT). 1991. Contenidos Actuales de Nutrición y Alimentación. Guatemala: INCAP 13 p.(pp. 2-5). (Serie Cadena No. 7).
5. \_\_\_\_\_. Contenidos Actuales de Nutrición y Alimentación. 1991. Guatemala: INCAP. 6 p. (pp. 1-5). (Serie Cadena No. 8).
6. \_\_\_\_\_. Contenidos Actuales de Nutrición y Alimentación. 1991. Guatemala: INCAP. 15 p. (pp. 1-5). (Serie Cadena No. 9).
7. \_\_\_\_\_. Contenidos Actuales de Nutrición y Alimentación. 1991. Guatemala: INCAP. 14 p. (pp. 1-2). (Serie Cadena No. 6).
8. Charley, H. 1989. Tecnología de Alimentos. México, D.F.: Editorial Limusa, 767 p. (pp. 675).
9. Icaza, S., Behar M. 1981 Nutrición. 2a. ed. México: Nueva Editorial Interamericana. 250 p. (pp. 69).

10. Villee, C., et. al. 1992. Biología. 2a. ed. México: Editorial Interamericana Mc Graw-Hill. p. 1404. (pp. 704-733).
11. Nelson, J., et.al. 1996. Dietética y Nutrición, Manual de la Clínica Mayo. 7a. ed. España: Diorki, Servicios Integrales de Edición. 881p. (pp. 16, 230-231).
- 12.Sizer, F., Whitney, E. 2000 Nutrition; Concepts and Controversies. 8a ed. USA: West Publishing Company. (pp. 210-430).
13. WCRF (WORLD Cancer Research Fund, USA).1997. Food, Nutrition and the Prevention of Cancer: A Global Perspective. USA: Banta Book Group. (pp. 421,422,436-441).
14. Hoffman, F.1994. Antioxidant Vitamins. E.E.U.U.: New Age Typographed Inc. 74p. (p. 61).
15. Nutrición. "Radicales Libres". (en línea). Guatemala. Consultado 21 de marzo de 2000. Disponible en <http://www.juver.es/nutricion/articulos/radical>
16. Hegarty, V. 1992.Nutrition Food and Environment. USA: Eagan Press. (pp. 249-250).
17. Harbone, J.B. 1973. Phytochemical Methods. Great Britain: Cox & Wyman. 278 p. (pp. 1 – 27).
18. Henriquez, C., et.al. 1995. Fertilidad de Suelos. Manual de Laboratorio. Costa Rica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 64 p.
19. López, C.1994. Manual para la Preparación de Material de Plantas para

- Análisis Químico de Actividad de Vitamina "A". Guatemala: The International Eye Foundation. 33 p.
20. Solórzano, E. 1998. Análisis Proximal y Mineral de Tres Plantas Nativas Comestibles de Guatemala. Tesis Lic. Nutrición, Guatemala, USAC. 83 p.
  21. Cotto, I. 1999. Contenido de Cuatro Vitaminas en Chomtee (*Lycianthes synanthera* B.), Gushnay (*Spathiphyllum phrynifolium*) y Madre de Maíz (*Dioscorea convolvulaceae*). Tesis Lic. Nutrición, Guatemala, USAC. 74 p.
  22. Gisbert, I., Jiménez, C., Sanchis, G. 1999. Estudio Preliminar de las Plantas Nativas de Uso Alimenticio de la Etnia Quiché. Guatemala: Centro Universitario de Sur Occidente. Ediciones Proyecto Frijol. 74 p.
  23. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1986. Manuals of Food Quality Control: Food Analysis: General Techniques, Additives, Contaminants and Composition. USA. (pp. 33-35).
  24. Baltes, W. 1990. Rapid Methods for Analysis of Food and Food Raw Material. USA: Technomic Publication. (pp. 33-95).
  25. Pearson, David. 1976. The Chemical Analysis of Foods. 7a.ed. New York: Longman Group Limited. 575 p. (pp. 6-16).
  26. Pomeranz, Y., Meloan, C. 1971. Food Analysis: Theory and Practice. USA: The Avi Publishing Company Inc. (pp. 481-641).
  27. Leonard, A., et. al. 1987. Food Composition and Analysis. USA: Van Nostrand Reinhold. 690 p. (pp. 26-31).



28. Bateman, J. 1970. Nutrición Animal. Manual de Métodos Cualitativos. México: Herrero Hnos. 468 p.
29. Asp, N. 1987. Dietary Fibre-Definition, Chemistry and Analytical Determination. Molec.Aspects Med. 9:17-29.
30. Scott, K. 1992. Observations on Some of the Carotenoids in Foods by HPLC F Ch. 45:357-364.
31. Velásquez, R. 1995. Cuantificación de Vitamina "A" en Vegetales. Guatemala: USAC, Doc. Tec. (pp. 15-18).
32. Pahlow, M. 1992. El Gran Libro de las Plantas Medicinales. 6a. ed. España: Editorial Everest. (pp. 12-26).
33. AOAC (Association of Oficial Analytical Chemists, USA). 1975. Official Methods of Analysis. 12a. ed. Wisconsin, USA: Editorial George Banta Company. (pp. 22, 40-49, 459-461).
34. Menchu, M., et.al. 1996. Tablas de Composición de Alimentos para Uso en América Latina. Guatemala: INCAP/OPS.
35. Carvalho, P. R., Collins, C. H., Rodríguez-Amaya, D. B. 1992. Comparison of Provitamin A Determination by Normal Phase Gravity-flow Column Chromatography and Reversed Phase High Performance Liquid Chromatography. Chromatography. 33: 133 -137.
36. Murillo, E., Velásquez, R. Comunicación Personal.

37. Elías, L., Menchú, M. T., Torún. 1994. Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. Guatemala:INCAP/OPS.
38. National Academy of Sciences. 2001. Dietary Referentes Intakes. Washington, D. C. , USA. Institute of Medicine.

## **XII. ANEXOS**

**Anexo No. 1****Instrumento para la recolección de muestras de plantas**

“Contenido de energía, macronutrientes, minerales y alfa y beta carotenos en plantas comestibles autóctonas de Guatemala”

1. Fecha: \_\_\_\_\_

2. Hora de recolección: \_\_\_\_\_

3. Nombre de la comunidad: \_\_\_\_\_

4. Nombre de la planta (común y sinónimos): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Parte de la planta recolectada: \_\_\_\_\_

6. Lugar de recolección: \_\_\_\_\_

7. Si se compra: Unidad de compra \_\_\_\_\_ Precio: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Anexo No. 2****Instrumento para recolección de datos durante la elaboración de  
las preparaciones de las plantas**

“Contenido de energía, macronutrientes, minerales y alfa y beta carotenos en  
plantas comestibles autóctonas de Guatemala”

1. Fecha: \_\_\_\_\_
2. Nombre de la comunidad: \_\_\_\_\_
3. Nombre de la planta: \_\_\_\_\_
4. Nombre de la preparación: \_\_\_\_\_
5. Nombre de la persona que realiza la preparación: \_\_\_\_\_
6. Descripción de la planta antes de iniciar la preparación: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. Hora de Inicio: \_\_\_\_\_ Peso Inicial: \_\_\_\_\_
8. Ingredientes (nombre y cantidad): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
9. Descripción del método de preparación: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
10. Temperatura utilizada: \_\_\_\_\_
11. Peso final de la preparación: \_\_\_\_\_
12. Número de porciones: \_\_\_\_\_

### Anexo No. 3

#### Instrumento para el registro de datos del análisis químico proximal

“Contenido de energía, macronutrientes, minerales y alfa y beta carotenos en plantas comestibles autóctonas de Guatemala”

Fecha: \_\_\_\_\_ Muestra No. \_\_\_\_\_ Planta: \_\_\_\_\_

#### I) MATERIA SECA PARCIAL

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Tara papel aluminio	Muestra y tara	P.I. de la muestra	P.F. y tara	P.F. Muestra

$$\frac{\text{_____}}{(2)} - \frac{\text{_____}}{(1)} = \frac{\text{_____}}{(3)} \qquad \frac{\text{_____}}{(4)} - \frac{\text{_____}}{(1)} = \frac{\text{_____}}{(5)}$$

$$100 \times \frac{\text{_____}}{(5)} / \frac{\text{_____}}{(3)} = \text{_____} \% \text{ Materia seca parcial}$$

#### II) MATERIA SECA TOTAL

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Tara casuela	Muestra y tara	P.I. de la muestra	P.F. y tara	P.F. Muestra

$$\frac{\text{_____}}{(2)} - \frac{\text{_____}}{(1)} = \frac{\text{_____}}{(3)} \qquad \frac{\text{_____}}{(4)} - \frac{\text{_____}}{(1)} = \frac{\text{_____}}{(5)}$$

$$100 \times \frac{\text{_____}}{(5)} / \frac{\text{_____}}{(3)} = \text{_____} \% \text{ Materia seca total}$$

$$100 - \text{_____} \% \text{ Materia seca parcial} = \text{_____} \% \text{ Humedad}$$

## III) CENIZAS

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Crisol	Muestra y crisol	Peso de la muestra	P.F. y crisol	P.F. Muestra

$$\frac{\text{---}}{(2)} - \frac{\text{---}}{(1)} = \frac{\text{---}}{(3)} \qquad \frac{\text{---}}{(4)} - \frac{\text{---}}{(1)} = \frac{\text{---}}{(5)}$$

$$100 \times \frac{\text{---}}{(5)} / \frac{\text{---}}{(3)} = \text{---} \% \text{ Cenizas en base fresca}$$

$$\frac{\% \text{ cenizas en base seca} \times \% \text{ materia seca parcial}}{100} = \text{---} \% \text{ cenizas en base fresca}$$

## IV) EXTRACTO ETereo

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Tara papel facial	Muestra y tara	Peso de la muestra	P.I. beaker	P.F. beaker.

$$\frac{\text{---}}{(2)} - \frac{\text{---}}{(1)} = \frac{\text{---}}{(3)} \qquad \frac{\text{---}}{(5)} - \frac{\text{---}}{(4)} = \frac{\text{---}}{(6)}$$

$$100 \times \frac{\text{---}}{(6)} / \frac{\text{---}}{(3)} = \text{---} \% \text{ Grasa en base seca}$$

$$\frac{\% \text{ grasa en base seca} \times \% \text{ materia seca parcial}}{100} = \text{---} \% \text{ grasa en base fresca}$$

## V) PROTEINA CRUDA

(1)	(2)	(3)	(4)
Tara papel parafinado	Muestra y tara	P.I. muestra	Mililitros gastados de HCl

$$\frac{\text{---}}{(2)} - \frac{\text{---}}{(1)} = \frac{\text{---}}{(3)} \qquad \frac{\text{Normalidad del HCl} \times (4)}{\text{---}} = \frac{\text{---}}{(6)}$$

$$\frac{\text{---}}{(6)} \times 6.25 = \text{---} \% \text{ Proteína cruda en base seca}$$

$$\frac{\% \text{ proteína cruda en base seca} \times \% \text{ materia seca parcial}}{100} = \text{_____} \% \text{ Proteína en base fresca}$$

## VI) FIBRA CRUDA

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tara casuela	Muestra y tara	P.I. muestra	P.I. crisol	crisol y digest.	crisol y cenizas

$$\frac{\text{_____}}{(2)} - \frac{\text{_____}}{(1)} = \frac{\text{_____}}{(3)} \qquad \frac{\text{_____}}{(5)} - \frac{\text{_____}}{(6)} = \frac{\text{_____}}{(7)}$$

$$100 \times \frac{\text{_____}}{(7)} / \frac{\text{_____}}{(3)} = \text{_____} \% \text{ Fibra cruda en base seca}$$

$$\frac{\% \text{ fibra cruda en base seca} \times \% \text{ materia seca parcial}}{100} = \text{_____} \% \text{ fibra en base fresca}$$

Carbohidratos:

$$\text{_____} = 100 - \text{_____} \text{ cenizas} - \text{_____} \text{ grasa} - \text{_____} \text{ proteína} - \text{_____} \text{ fibra}$$

ENERGIA:

$$\text{Energía} = (\text{_____} \% \text{ grasa} \times 9) + [(\text{_____} \% \text{ carbohidratos} + \text{_____} \% \text{ proteínas}) \times 4] = \text{_____} \text{ calorías}$$



### Anexo No. 4

#### Instrumento para el registro de datos del análisis mineral

“Contenido de energía, macronutrientes, minerales y alfa y beta carotenos en plantas comestibles autóctonas de Guatemala”

1. Fecha: \_\_\_\_\_ Muestra No. \_\_\_\_\_ Planta: \_\_\_\_\_

2. Peso muestra + crisol \_\_\_\_\_ - peso de crisol \_\_\_\_\_ = Peso de muestra \_\_\_\_\_

3. Extracto para determinación de cobre, hierro, manganeso, zinc y sodio

D = dilución utilizada

Lectura del espectrómetro para cobre: \_\_\_\_\_ ppm x 50 x D = \_\_\_\_\_ / 10,000 = \_\_\_\_\_% de  
cobre en base seca

Conversión de base seca a base fresca:

$$\frac{\% \text{ cobre en base seca} \times \% \text{ materia seca parcial}}{100} = \text{_____} \% \text{ cobre en base fresca}$$

Lectura del espectrómetro para hierro: \_\_\_\_\_ ppm x 50 x D = \_\_\_\_\_ / 10,000 = \_\_\_\_\_% de  
hierro en base seca

Conversión de base seca a base fresca:

$$\frac{\% \text{ hierro en base seca} \times \% \text{ materia seca parcial}}{100} = \text{_____} \% \text{ hierro en base fresca}$$

Lectura del espectrómetro para manganeso: \_\_\_\_\_ ppm x 50 x D = \_\_\_\_\_ / 10,000 = \_\_\_\_\_% de  
manganeso en base seca

Conversión de base seca a base fresca:

$$\frac{\% \text{ manganeso en base seca} \times \% \text{ materia seca parcial}}{100} = \text{_____} \% \text{ manganeso en base fresca}$$

Lectura del espectrómetro para zinc: \_\_\_\_\_ ppm x 50 x D = \_\_\_\_\_ / 10,000 = \_\_\_\_\_% de  
zinc en base seca

Conversión de base seca a base fresca:

$$\frac{\% \text{ zinc en base seca} \times \% \text{ materia seca parcial}}{100} = \text{_____} \% \text{ zinc en base fresca}$$

Lectura del espectrómetro para sodio: \_\_\_\_\_ ppm x 50 x D = \_\_\_\_\_ / 10,000 = \_\_\_\_\_ % de sodio en base seca

Conversión de base seca a base fresca:

$$\frac{\% \text{ sodio en base seca} \times \% \text{ materia seca parcial}}{100} = \text{\% sodio en base fresca}$$

#### 4. Dilución 1:10 para determinación de fósforo

Lectura de colorímetro: \_\_\_\_\_ ppm x 50 x D = \_\_\_\_\_ / 10,000 = \_\_\_\_\_ % fósforo en base seca

Conversión de base seca a base fresca:

$$\frac{\% \text{ fósforo en base seca} \times \% \text{ materia seca parcial}}{100} = \text{\% fósforo en base fresca}$$

#### 5. Dilución 1:5 para determinación de calcio, magnesio y potasio

-Lectura del espectrómetro para calcio; \_\_\_\_\_ ppm x 50 x 5 x 25 x D = \_\_\_\_\_ / 10,000 = \_\_\_\_\_ % de calcio en base seca

Conversión de base seca a base fresca:

$$\frac{\% \text{ calcio en base seca} \times \% \text{ materia seca parcial}}{100} = \text{\% calcio en base fresca}$$

-Lectura del espectrómetro para magnesio: \_\_\_\_\_ ppm x 50 x 5 x 25 x D = \_\_\_\_\_ / 10,000 = \_\_\_\_\_ % de magnesio en base seca

Conversión de base seca a base fresca:

$$\frac{\% \text{ magnesio en base seca} \times \% \text{ materia seca parcial}}{100} = \text{\% magnesio en base fresca}$$

-Lectura del espectrómetro para potasio; \_\_\_\_\_ ppm x 50 x 5 x 25 x D = \_\_\_\_\_ / 10,000 = \_\_\_\_\_ % de potasio en base seca

Conversión de base seca a base fresca:

$$\frac{\% \text{ potasio en base seca} \times \% \text{ materia seca parcial}}{100} = \text{\% potasio en base fresca}$$

**Anexo No. 5****Instrumento para el registro de datos del análisis de caroteno**

“Contenido de energía, macronutrientes, minerales y carotenos en plantas comestibles autóctonas de Guatemala”

1. Fecha: \_\_\_\_\_ 2. Muestra No.: \_\_\_\_\_ 3. Planta: \_\_\_\_\_

$\beta$ -carotenos:

$$X = \frac{y + a}{b} * 16.67$$

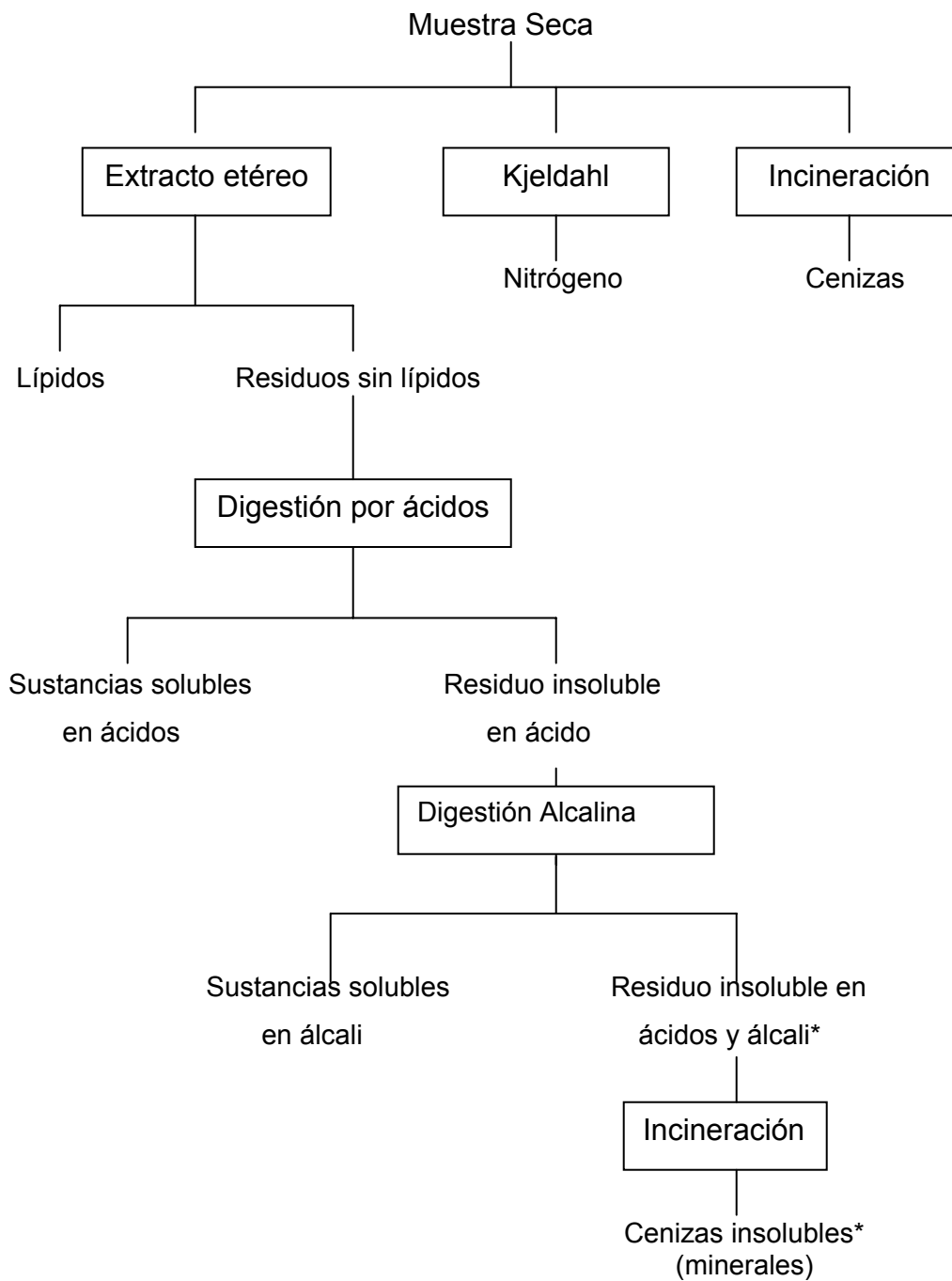
x = mcg ER /100 g de muestra

y = área de  $\beta$ -carotenos  
área de Sudan I

a = - 0.0149 (calculado a partir de estándares)

b = 6.4059 (calculado a partir de estándares)

**Anexo No. 6**  
**Esquema de Weende para el Análisis Químico Proximal**



\*residuo insoluble – ceniza insoluble = Fibra

Muestra – Lípidos + Cenizas + Proteína + Fibra = Extracto No Nitrogenado (E. N. N.)

## Anexo No. 7

### Procedimientos del análisis proximal para la determinación de humedad, ceniza, proteína, grasa y fibra

#### A. Determinación de Humedad

##### 1. Equipo

- a) Papel aluminio
- b) Horno
- c) Molino eléctrico de cuchillas
- d) Balanza analítica
- e) Paleta
- f) Campana de vacío
- g) Cazuela de aluminio
- h) Pinzas

##### 2. Procedimiento

- a) Colocar la muestra en papel aluminio o cazuela, tarada/o y pesar.
- b) Introducir la muestra en un horno a 60°C por 18 a 48 horas.
- c) Sacar la muestra del horno y pesar, calculando la materia seca parcial.
- d) Moler la muestra en el molino y homogenizar.
- e) Pesar de 3 a 5 gramos de la muestra en una balanza analítica y colocarlo en una cazuela de aluminio.
- f) Deshidratar de 105° C durante 24 horas.
- g) Enfriar en una campana de vacío de 10 a 15 minutos.
- h) Pesar la muestra y calcular la materia seca total

## **B. Determinación de Ceniza**

### 1. Equipo

- a) Crisol de hueso o porcelana
- b) Mufla
- c) Campana de vacío
- d) Pinzas
- e) Paleta
- f) Balanza

### 2. Procedimiento

- a) Pesar de 3 a 5 gramos de muestra seca en un crisol previamente tarado.
- b) Introducir en una mufla para incineración de 600° C de 3 a 5 horas.
- c) Extraer el crisol y enfriarlo al aire libre por un período de 2 a 3 minutos
- d) Terminar de enfriar en la campana de vacío.
- e) Pesar el crisol y calcular el porcentaje de ceniza.

## **C. Determinación de Proteína cruda**

### 1. Equipo

- a) Papel parafinado
- b) Balanza analítica
- c) Aparato macro Kjeldahl
- d) Pipeta volumétrica de 50 ml
- e) Agitador magnético

## 2. Reactivos

- a) Sulfato de sodio anhidro
- b) Ácido sulfúrico
- c) Agua destilada
- d) Rojo de metilo
- e) Ácido selenioso
- f) Ácido clorhídrico
- g) Verde de bromocresol
- h) Ácido bórico
- i) Hidróxido de sodio

## 3. Procedimiento

- a) Pesar en una balanza analítica 0.5 gramos de muestra utilizando como tara papel parafinado.
- b) Introducir la muestra en un balón de Kjeldahl de 800 ml con 8 gramos de sulfato de sodio anhidro, 1 ml de ácido selenioso al 2% y 25 ml de ácido sulfúrico al 97% y colocar el balón agregando en el aparato de macro Kjeldahl, agregando 3 núcleos de ebullición, para la digestión ácida.
- c) Realizar la digestión ácida a 350° C por 45 minutos y luego dejar enfriar por 10 a 15 minutos.
- d) Agregar 250 ml de agua destilada agitando, de 3 a 5 gotas de rojo de metilo al 2% y 50 ml de hidróxido de sodio al 60%.
- e) Colocar nuevamente el balón en el aparato de kjeldahl para la destilación alcalina, capturando el nitrógeno durante 20 minutos en una probeta con 100 ml de ácido bórico al 3% rojo de metilo y verde de bromocresol.

- f) Luego determinar la destilación, se debe aforar a 250 ml con agua destilada.
- g) Valorar con ácido clorhídrico de concentración conocida con la ayuda de un agitador magnético.
- h) Calcular el porcentaje de proteína cruda.

#### **D. Determinación de Extracto Etéreo**

##### 1. Equipo

- a) Papel filtro (Kleenex)
- b) Balanza analítica
- c) Aparato de Goldfish
- d) Pipeta
- e) Manta de lino
- f) Horno
- g) Beaker de berzelius
- h) Bomba de vacío
- i) Probeta

##### 2. Reactivos

- a) Ácido sulfúrico 0.255N
- b) Agua destilada
- c) Hidróxido de sodio 10N



### 3. Procedimiento

- a) Pesar en una balanza analítica 1 gramo de muestra utilizando como tara el papel kleenex.
- b) Pesar un beacker de berzelius y agregar 50 ml de bencina o éter de petróleo.
- c) Doblar el papel con la muestra en forma de cigarrillo y colocar con una pinza en un porta dedal de celulosa.
- d) Colocar el dedal en el beacker y este en el aparato de Goldfish.
- e) Encender el aparato de Goldfish en una temperatura de 20 a 25° C y se abre la llave del agua para que enfríe el condensador, y así el éter se vuelve líquido y arrastre la mayor parte de las grasas. Se deja durante 5 a 7 horas, dependiendo del contenido graso de la muestra.
- f) Se quita el porta dedal de celulosa y se coloca uno de vidrio para recuperar el éter.
- g) En el beacker queda la grasa en solución con 2 a 5 ml de éter, para que no se quemé.
- h) El beacker se mete al horno a 69° C por 18 a 24 horas.
- i) Se pesa nuevamente y por diferencia se saca el % de extracto etéreo.

## **E. Determinación de Fibra Cruda**

### 1. Equipo

- a) Balanza analítica
- b) Cazuelas
- c) Beacker de Berzelius
- d) Aparato de reflujo

- e) Crisol
- f) Horno
- g) Campana de vacío
- h) Pipeta volumétrica de 10 ml
- i) Manta de lino
- j) Mufla
- k) Espátula
- l) Bomba de vacío

## 2. Reactivos

- a) Ácido sulfúrico
- b) Agua destilada
- c) Hidróxido de sodio 10N

## 3. Procedimiento

- a) Pesar en una balanza analítica 1 gramo del remanente del extracto etéreo utilizando como tara, papel.
- b) Agregar al beacker de berzelius 200 ml de ácido sulfúrico y el gramo de muestra.
- c) El beacker se coloca en el aparato del reflujo , aquí se difiere la muestra en calor por 30 minutos a partir de la ebullición.
- d) El beacker se seca y se agregan 10 ml de NaOH 10N para cambiar el pH de la muestra.
- e) Se coloca nuevamente en el aparato de reflujo y se le deja en ebullición durante 30 minutos más.
- f) La muestra se filtra en una manta y se lava con 200 ml de agua destilada a 80° C para neutralizar el pH de la muestra.
- g) Se filtran 30 ml de alcohol etílico para disecar la muestra.

- h) Con una espátula se pasa a un crisol de hueso previamente tarado.
- i) Se mete la muestra al horno a 135° C por dos horas, para obtener fibra cruda más minerales.
- j) 15 minutos en campana de vacío para que enfríe y no gane humedad.
- k) Pesar el crisol e introducirlo a la mufla a 600° C por dos horas, aquí se incinera la muestra y desaparece la materia orgánica.
- l) Colocar el crisol sobre la plancha de adbesto 3 minutos para que se enfríe.
- m) Pesar el crisol, cuyo contenido son solamente minerales.
- n) La diferencia del peso de minerales menos el peso de la materia seca es el porcentaje de fibra cruda.

## Anexo No. 8

### Procedimiento para la determinación de minerales

#### A. Equipo

1. Espectrofotómetro
2. Cubetas
3. Tubos de ensayo
2. Pipetas volumétricas
3. Bureta automática
4. Balón aforado de 100 ml
5. Crisol
6. Colorímetro

#### B. Reactivos

1. Ácido clorhídrico 1N
2. Agua destilada
3. Solución de color (ftamolibdato de amonio, tartrato doble de antimonio, potasio y ácido ascórbico).
4. Lantano
5. Ácido nítrico

#### C. Procedimiento

1. Disolver las cenizas con 25 ml de ácido clorhídrico.
2. Tomar 2 ml de filtrado anterior y agregar 18 ml de agua. Tomar 2 ml de la segunda dilución y agregar 1 ml de agua y 8 ml de solución de color (Heptamolibdato de amonio y ácido ascórbico). Esperar 30 minutos. Leer la muestra en colorímetro a 56 nm para determinar fósforo.

3. Tomar otra alícuota de 2 ml del filtrado y agregar 8 ml de agua, luego tomar 1 ml de esta dilución y agregar 24 ml de lantano. Leer en el aparato de absorción atómica a 422.7 nm para calcio y magnesio.

4. Con el resto del filtrado del paso 1 hacer las lecturas a 324.7nm para cobre, 248.3 para hierro, 279.5 para manganeso, 213.9 nm para el zinc y 589 para sodio.

5. Tomar 2 ml del filtrado y agregar 8 ml de agua, de esta dilución tomar 1 ml y agregar 24 ml de agua y leer a 766.5 nm para el potasio.

**Anexo No. 9**  
**Procedimiento para la determinación de carotenos**

**A. Equipo**

1. Equipo para macerar
2. Vidrio de reloj
3. Embudo Buchner
4. Ampolla de decantación
5. Enlenmeyer
6. Probeta
7. Pipetas volumétricas
8. HPLC

**B. Reactivos**

1. Bicarbonato de sodio
2. Acetona
7. Dietil éter-hexano o éter de petróleo
8. Cloruro de sodio al 8%
9. Etanol
10. Hidróxido de Potasio
11. Metanol

**C. Procedimiento**

1. Pesar 3 g de muestra fresca.
2. Agregar 0.3 de bicarbonato y 30 ml de acetona.
3. Macerar y filtrar usando embudo Buchner.
4. Repetir la extracción con acetona hasta que no se extraiga más color.
5. Evaporar con corriente de nitrógeno hasta un volumen aproximado de 10

ml.

6. Transferir cuantitativamente a una ampolla, agregar 10 ml de una mezcla dietil éter-hexano o éter de petróleo (1:1) y 10 ml de cloruro de sodio 8% (p/v). Mezclar cuidadosamente y dejar separar.

7. Separar la fase orgánica (superior).

8. Si la fase acuosa (inferior) queda con color, repetir la extracción con la mezcla éter/hexano.

9. Evaporar la fase orgánica hasta resequedad bajo atmósfera de nitrógeno.

10. Disolver con 20 ml de etanol y agregar 4 ml de hidróxido de potasio 40% (p/v) disuelto en metanol.

11. Mezclar y dejar bajo atmósfera de nitrógeno durante un mínimo de 2 horas en la oscuridad y a temperatura ambiente.

12. Agregar 24 ml de una mezcla dietil éter-hexano o éter de petróleo (1:1) y 24 ml de cloruro de sodio 8% (p/v), mezclar y dejar separar las fases.

13. Si la capa acuosa (inferior) presenta coloración repetir la extracción con éter-hexano.

14. Separar la fase orgánica (superior) y lavar cuatro veces con cloruro de sodio 8% (p/v) hasta que el pH del agua de lavado sea neutro.

15. Evaporar bajo atmósfera de nitrógeno hasta sequedad.

16. Disolver el residuo con 1 ml de la fase móvil utilizado para el análisis por HPLC.

17. Realizar el análisis cromatográfico (HPLC) con las siguientes condiciones generales:

a) Columna: Lichospher 100 C18 5 $\mu$ m (250 x 4 mm.I.D.0.25mm O.D.)

b) Solvente: Metanol:Acetonitrilo:Tetrahidrofurano (56:40:4)

c) Flujo: 2 ml. por minuto

d) Volumen de inyección: 20  $\mu$ l

e) Detección: Ultravioleta visible 470 nm

18. Realizar los cálculos sobre los carotenos en 100 gramos de muestra.





## **Anexo No. 11**

### **Ingredientes y preparaciones**

#### **A. Anillito en caldo:**

Ingredientes:

- Hojas de anillito
- tomate
- cebolla
- sal
- agua

Preparación:

- Limpiar y lavar las hojas de anillito.
- En una olla agregar agua y llevar a ebullición, agregar las hojas, tomate picado, cebolla picada y sal.
- Cocinar por 10 minutos.

#### **B. Barba San Nicolas frita**

Ingredientes:

- hojas de barba san nicolas
- tomate
- cebolla
- aceite
- sal
- consomé

Preparación:

- Lavar las hojas de barba san nicolas y escurrirlas.
- Picar tomate y cebolla.

- En un sartén agregar aceite y freír el tomate y la cebolla.
- Agregar las hojas y condimentar con sal y consomé
- Cocinar por 15 minutos.

### **C. Chipilín frito**

#### Ingredientes

- hojas de chipilín
- tomate
- cebolla
- aceite
- sal
- consomé

#### Preparación:

- Limpiar y lavar las hojas de chipilín y escurrirlas.
- Picar tomate y cebolla.
- En un sartén agregar aceite y freír el tomate y la cebolla.
- Agregar las hojas y condimentar con sal y consomé
- Cocinar por 25 minutos.

### **D. Hierba seca en caldo**

#### Ingredientes:

- hojas de hierba seca
- tomate
- cebolla
- sal
- consomé
- agua

Preparación:

- Limpiar y lavar las hojas de hierba seca.
- En una olla agregar agua y llevar a ebullición, agregar las hojas, tomate, cebolla, sal y consomé.
- Cocinar por 10 minutos.

### **E. Quixcamote cocido**

Ingredientes:

- quixcamote
- sal

Preparación:

- Lavar el quixcamote y cortar en pedazos.
- En una olla agregar agua y llevar a ebullición, agregar el quixcamote y sal.
- Cocinar hasta que se suavice (aproximadamente 1 hora).

### **F. Quixtan en caldo**

Ingredientes:

- hojas de quixtan
- tomate
- cebolla
- sal

Preparación:

- Limpiar y lavar las hojas de quixtan.
- En una olla agregar agua y llevar a ebullición, agregar las hojas, tomate picado, cebolla picada y sal.
- Cocinar por 10 minutos

