

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

**CONTENIDO DE CUATRO VITAMINAS EN CHOMTEE (*Lycianthes synanthera* B.),
GUSHNAY (*Spathiphyllum phrynifolium*)
Y MADRE DE MAIZ (*Dioscorea convolvulaceae*)**

INFORME DE TESIS

Presentado por

IRIS CAROLINA COTTO LEIVA

Para optar al título de
NUTRICIONISTA

Guatemala, marzo de 1999

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

DECANA	Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta
SECRETARIO	Lic. Oscar Federico Nave Herrera
VOCAL I	Dr. Oscar Manuel Cobar Pinto
VOCAL II	Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda
VOCAL III	Lic. Rodrigo Herrera San José
VOCAL IV	Br. David Estuardo Delgado González
VOCAL V	Br. Estuardo Solórzano Lemus

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Porque cada día de mi vida ha guiado mis pasos, permitiéndome alcanzar este triunfo.

Por ser lo más importante en mi vida, a quien dedico todo mi ser y a quien manifiesto gratitud y alabanza.

"Te haré entender, y te enseñaré el camino en que debes andar: sobre tí fijaré mis ojos". Salmo 32:8

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES

Arnaldo y Juanita, por su apoyo y estímulo.
Para que mi triunfo recompense los esfuerzos que han hecho por mi.

A MIS HERMANOS

Arabella y Welfram, por su cariño y comprensión en los momentos difíciles.

A MI NOVIO

Juan Carlos, por su amor, comprensión y la paciencia que necesité en muchos momentos.

A MI ASESOR

Dr. Rubén Velásquez, por sus enseñanzas, asesoría, paciencia y amistad.

A MIS CATEDRATICAS

Licda. Julieta Salazar, Licda. María Eugenia Sánchez y Licda. María Isabel Mazariegos, por su orientación, apoyo y ejemplo en mi desarrollo profesional y personal.

A MIS AMIGAS

Evelyn, Silvia, Aída, Karen, Sandra y Brenda.
Quienes llenaron de gratos momentos todos estos años de estudio.

INDICE

I.	RESUMEN	1
II.	INTRODUCCION	3
III.	ANTECEDENTES	4
	A. Plantas nativas de Guatemala	4
	B. Estudios realizados en plantas nativas de Guatemala.	8
	C. Vitaminas	9
	D. Hipovitaminosis en Guatemala	29
	E. Determinación de vitaminas en muestras vegetales	31
IV.	JUSTIFICACION	36
V.	OBJETIVOS	37
VI.	MATERIALES Y METODOS	38
VII.	RESULTADOS	47
VIII.	DISCUSION DE RESULTADOS	49
IX.	CONCLUSIONES	54
X.	RECOMENDACIONES	55
XI.	BIBLIOGRAFIA	56
XII.	ANEXOS	60

I. RESUMEN

Uno de los factores que condicionan el estado nutricional de una población es la disponibilidad de alimentos, la cual está condicionada a su vez por la producción e importación de alimentos, así como también, por los recursos naturales del país. Dentro de estos recursos, las plantas nativas poseen un gran potencial como fuente alimenticia, por lo que es de gran interés identificarlas, localizarlas, determinar su valor nutritivo y promover su consumo.

El presente estudio fue realizado para determinar el contenido de carotenos, ácido ascórbico, tiamina y riboflavina en las plantas chomtee (*Lycianthes synanthera* B.), gushnay (*Spathiphyllum phrynifolium*) y madre de maíz (*Dioscorea convolvulaceae*), tanto en la planta cruda como en la forma de preparación en que son más consumidas por la población. Dichas especies vegetales son plantas nativas de Guatemala.

Se analizaron tres muestras de cada planta en forma cruda y tres muestras de cada preparación alimenticia. El chomtee fue obtenido en Cobán, Alta Verapaz; el gushnay en Villa Canales, Guatemala y la madre de maíz en Rabinal, Baja Verapaz.

El análisis de carotenos fue realizado por medio de cromatografía líquida de alta presión (HPLC) utilizando el método de Carvalho y colaboradores, la cuantificación de ácido ascórbico se realizó por titulación utilizando el método propuesto por E. Johnson y la determinación de las vitaminas del complejo B (tiamina y riboflavina) fue realizada utilizando HPLC y fluorometría.

En el chomtee crudo el contenido de carotenos, expresado como equivalentes de retinol (E.R.) fue de 51.9 mcg %, el de ácido ascórbico 20.5 mg% y el de riboflavina 0.56 mg%; el contenido de tiamina no pudo ser cuantificado (nivel de detección 0.02 mcg/ml). El contenido de vitaminas del gushnay crudo fue de 1.6 mcg Eq. retinol %, 22.3 mg% ácido ascórbico, 0.41 mg% de tiamina y 0.55 mg% de riboflavina. En el mismo orden descrito, el contenido de vitaminas en la madre de maíz cruda fue de 1.4 mcg% (Eq. retinol), 26.7 mg, 11.3 mg% y 0.06 mg%.

En el chomtee, utilizando las hojas en chirmol (100 g de peso fresco), el contenido de carotenos fue de 3.2 mcg (Eq. retinol), el de ácido ascórbico 21.4 mg, el de riboflavina 0.73 mg y el de tiamina no fue detectado, al igual que en la planta cruda. En el gushnay, utilizando las inflorescencias en chirmol (100 g de peso fresco), el contenido de carotenos, ácido ascórbico y tiamina fue de 7.1 mcg (Eq. retinol), 38.0 mg y 0.43 mg respectivamente; el contenido de riboflavina no pudo ser cuantificado (nivel de detección 0.03 mcg/ml). En la madre de maíz, utilizando la raíz en tortillas (100 g de peso fresco), se determinó un contenido de 0.8 mcg Eq. retinol, 12.1 mg de ácido ascórbico, 9.98 mg de tiamina y 0.07 mg de riboflavina.

II. INTRODUCCION

Con el renovado interés en las fuentes alimenticias tradicionales, se ha prestado atención al potencial de los vegetales nativos de los países en desarrollo. Estas plantas proveen una importante fuente de varias vitaminas y de hierro, constituyéndose en una buena alternativa económicamente accesible a la mayoría de la población.

Desafortunadamente, el número de estudios sobre el valor nutritivo de estos alimentos son pocos, y solamente incluyen algunos valores de nutrientes, especialmente macronutrientes y vitamina A. Además, algunos de estos estudios excluyen información importante, como la metodología utilizada para la recolección de muestras y para la cuantificación de nutrientes, así como el contenido de humedad de la muestra.

En el presente estudio se evaluará el contenido de cuatro vitaminas: β -carotenos, tiamina, riboflavina y ácido ascórbico, en tres plantas nativas de Guatemala: gushnay (*Spathiphyllum phrynifolium*), chomtee (*Lycianthes synanthera* B.) y madre de maíz (*Dioscorea convolvulaceae*). La cuantificación de vitaminas en estos alimentos permitirá tener mayor información disponible sobre el valor nutritivo de estas especies vegetales.

III. ANTECEDENTES

A. Plantas nativas de Guatemala

1. Aspectos generales

Las plantas nativas de un país son aquellas especies vegetales que nacen naturalmente en su territorio, es decir que no son naturalizadas o introducidas en él por decisión humana (41).

Existe un número apreciable de plantas nativas en Guatemala, las cuales son utilizadas con fines medicinales y alimenticios. Sin embargo, algunas de estas plantas poseen usos múltiples, siendo algunos de ellos, leña y madera, forraje, ornamentación, abono verde, fibra (para sogas y cuerdas) y fuente de miel (9, 38).

La utilización de las plantas nativas del país se remonta a través de la historia, siendo algunas de ellas un recurso alimenticio importante durante épocas de escasez (13).

Las tres especies vegetales en estudio, gushnay (*Spathiphyllum phrynifolium*), chomtee (*Lycianthes synanthera* B.) y madre de maíz (*Dioscorea convolvulaceae*) están catalogadas como plantas nativas de Guatemala (9, 13).

2. Chomtee (*Lycianthes synanthera* B.)

a) Descripción - El chomtee también es llamado chilete o chilete dulce en la región que colinda con México. Es un arbusto perteneciente a la familia *Solanaceae*. Mide 1-3.5 m. de altura, posee hojas solitarias o pareadas de tamaño desigual, similares en figura con venas encima y debajo, a veces escasas. La forma de las hojas es lanceolada a veces estrechamente elípticas, de 12-30 cms. de longitud y 4.5-15 cms. de ancho. Los peciolo son 1-7 cms. de longitud. La inflorescencia consiste de 4-12 flores, el cáliz es acampanado y mide 2-3 mm. de longitud. La corola es blanca o lavanda. Los filamentos son de 1.5-2.0 mm. de largo, y los estambres son de color rojo o naranja (13).

b) **Distribución geográfica** - El chomtee crece en malezas o bosques húmedos, a una altitud de 900 m. s.n.m., raramente se localiza en altitudes mayores. Se encuentra principalmente en El Petén, Alta Verapaz, Izabal, Quetzaltenango, Huehuetenango, Retalhuleu, Escuintla y Santa Rosa (13, 28).

c) **Usos** - La parte comestible de la planta es la hoja, la cual se consume cocida en agua, como verdura (13, 28).

3. Gushnay (*Spathiphyllum phrynifolium*)

a) **Descripción** - El gushnay también es conocido con los nombres de gusnay, bushnay, burnay, gūisnay y Huisnay, los cuales presumiblemente son variantes del vocablo original en lengua Náhuatl (13).

El gushnay es una planta herbácea terrestre perteneciente a la familia *Araceae*. La planta tiene aproximadamente 1 m. de altura, con pocas hojas; peciolo cerca de 40 cms. de largo, muy delgados. Posee una porción de 3 cms. de largo encima del nodo, y una envoltura estrecha al final de esta distancia siguiente al nodo. Tiene hojas elípticas de 35-55 cms. de largo y 16-23 de ancho, contraídas en la base y a veces algo decurrentes. Los nervios primarios ascienden en un ángulo de aproximadamente 70°. Los pedúnculos delgados, de 60 cms. de longitud o más; y la espata de 15 cms. de longitud y 5-6 cms de ancho, verde, decurrente en el pedúnculo. Posee espádices cilíndricos, redondeados en el ápice, de 6.5-10 cm. de longitud y 1.2-1.5 cm. de grosor. Los pistilos son de 4-5 mm. de largo (Fig. 1) (13).

b) **Distribución geográfica** - En bosques húmedos de la boca costa del Pacífico, altitudes de 800 a 1500 m. s.n.m.. Se encuentra en los departamentos de Alta Verapaz, Quetzaltenango, San Marcos, Santa Rosa, Escuintla y Suchitepéquez (9, 13).

c) **Usos** - La parte comestible de la planta son los espádices y las hojas. Los espádices tiernos se cocen y luego se envuelven en huevo o se frien en mantequilla. Las hojas tiernas bien cocidas, se comen como verdura (9, 34).

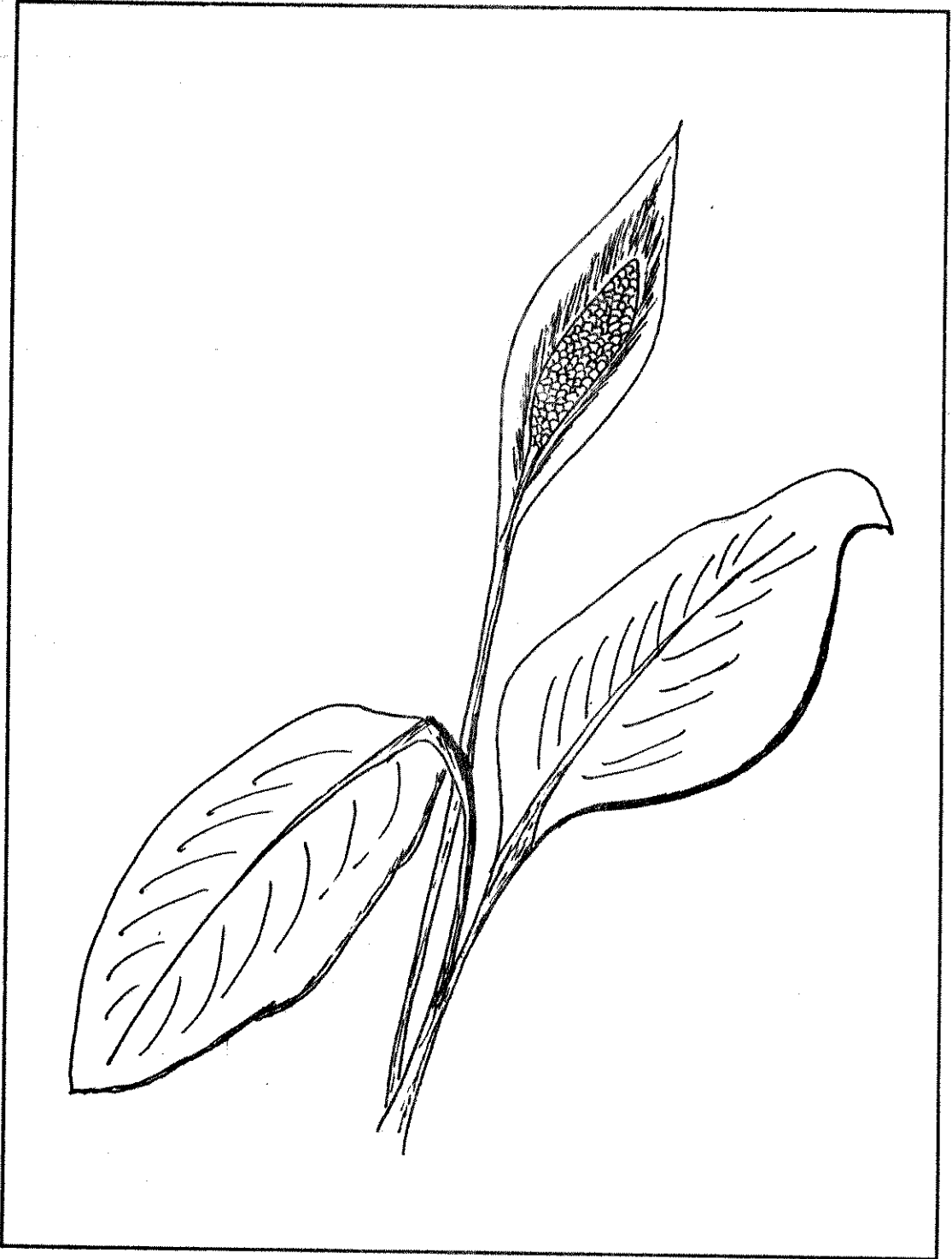


Fig. 1 Gushnay (*Spathiphyllum phrynifolium*)

La inflorescencia se vende en los mercados de Quetzaltenango y se ofrece en algunos restaurantes de Guatemala. El gushnay es cortado después que se ha abierto la espata, y es amarrado en manojos para la venta (13).

3. Madre de maíz (*Dioscorea convolvulaceae*)

a) Descripción - La madre de maíz es un bejuco con raíces tuberosas y pedúnculo liso, pertenece a la familia *Dioscoreaceae*. En México es conocida con el nombre de camote blanco y probablemente en la región de Guatemala fronteriza con este país, también se le conozca con ese nombre. Las hojas son largas y pecioladas, algunas veces de 30 cms. de longitud pero usualmente más pequeñas y acorazonadas. La inflorescencia es larga y delgada, simple o ramificada. Las flores solitarias, son verdes o violáceas. El fruto tiene forma de cápsula oblonga o elíptica, de 12-14 mm. de longitud y 9 mm. de espesor, las semillas se encuentran en la parte baja del fruto (13, 34).

La madre de maíz es probablemente la más común de las especies del género en Guatemala. Abunda en varias localidades y florece durante los meses lluviosos. Es muy conocida especialmente en el occidente del país. Durante algunos años, cuando las condiciones climáticas no eran favorables o sobrevenían plagas al maíz, la población acudía al campo o a los bosques en búsqueda de plantas que se pudiesen usar en esta época de crisis. En la región del Pacífico fue muy importante la madre de maíz, cuyas raíces fueron utilizadas para elaborar tortillas y tamales (13).

b) Distribución geográfica - La madre de maíz crece en campos o bosques húmedos y lluviosos, a una altitud de 2000 m. s.n.m. o menos, siendo más abundante en las latitudes bajas. Se ha reportado su existencia en los departamentos de Alta Verapaz, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Santa Rosa, Escuintla, Guatemala y Quiché (9, 13).

c) Usos - Las raíces crudas son tóxicas, pues contienen el alcaloide dioscorina. Sin embargo éstas se muelen y la harina se utiliza para la elaboración de tortillas y tamales (1, 9).

B. Estudios Realizados en Plantas Nativas de Guatemala

Las plantas nativas de Guatemala han sido poco estudiadas en su composición nutricional, y menos aún, en su contenido de vitaminas. Uno de los estudios más amplios es el realizado por F. Ronquillo y colaboradores, en el que se describe un total de 69 especies vegetales de uso en alimentación y medicina, de las cuales solamente siete especies son utilizadas exclusivamente como fuente alimenticia. De estas siete especies, solamente se reporta contenido vitamínico de cinco de ellas: actividad de vitamina A, ácido ascórbico, niacina, tiamina y riboflavina. Sin embargo, el estudio no indica si las plantas fueron o no analizadas por los investigadores, ni reporta la fuente de información ni la metodología utilizada para la cuantificación. En este estudio no se encuentra incluido el chomtee, gushnay ni madre de maíz (38).

Otros estudios realizados en plantas nativas del país se han limitado al análisis del contenido de macronutrientes y minerales. Algunas especies vegetales de las que se conoce esta información son la hierba mora (*Solanum spp.*) y chipilín (*Crotalaria longirostrata*), estudiadas por M. Spillari; y el fruto y semilla de morro (*Crescentia alata*), estudiados por Gómez y Bressani (16, 45).

Los contenidos de provitamina A en varios vegetales han sido determinados debido a la deficiencia de esta vitamina en la población guatemalteca. S. Booth y colaboradores, estudiaron la composición de macronutrientes y de β -carotenos de trece vegetales de hoja consumidos por la población Kekchí de Alta Verapaz. Para la cuantificación de β -carotenos utilizaron la metodología de cromatografía de columna abierta propuesta por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC), así como la cromatografía líquida de alta presión (HPLC); realizando los análisis en los vegetales crudos, y en algunos de ellos, también en cocido. El contenido de proteína de las plantas estudiadas varió de 1.7 a 7.8 g/100 g peso fresco; la grasa varió entre 0.4 y 2.5 g. y el contenido de carbohidratos estuvo en el rango de 1.8 a 6.5 g. El contenido de β -carotenos, determinado por el método de la AOAC, varió de 0.4 a 17.9 mg/100 g peso fresco (66.7 - 2983.3 mcg. ER/100 g peso fresco); mientras que la cuantificación realizada con HPLC mostró un contenido de β -carotenos de 1.3 a 22.4 mg/100 g peso fresco (216.7 - 3733.3 mcg. ER/100 g peso fresco) (4).

C. López evaluó carotenos en 28 plantas nativas de las Verapaces y comúnmente consumidas en esa región, dentro de las cuales se encuentra el chomtee. Para la cuantificación de β -carotenos se utilizaron los métodos de cromatografía líquida de alta presión (HPLC) y la cromatografía de columna abierta (OCC). El contenido de β -carotenos del total de plantas analizadas estuvo comprendido en el rango de 1.0 a 32.5 mcg. ER/g; siendo el valor correspondiente al chomtee de 13.6 mcg. ER/g. (27).

En un estudio realizado por R. Cravioto sobre el valor nutritivo de los alimentos mexicanos, se presentaron los más ricos en su contenido de carotenos, tiamina, riboflavina, niacina y vitamina C, escogidos entre 750 alimentos de las tablas del Instituto Nacional de Nutriología. Dentro de estos alimentos se encuentran 27 especies vegetales de Guatemala. La cuantificación de vitaminas fue realizada en los vegetales crudos, sin embargo, la metodología utilizada para la recolección de las muestras y para la cuantificación de vitaminas no se indica en el estudio. El contenido de vitaminas por 100 g de peso fresco de las plantas presentadas fue: carotenos 3.66 a 8.52 mg (305 - 710 mcg. ER), tiamina 0.73 a 1.38 mg., riboflavina 0.32 a 1.76 mg., niacina 3.06 19.20 mg y vitamina C 87.2 357.8 mg (7).

C. Vitaminas

1. Aspectos generales

Las vitaminas han sido clásicamente definidas como un grupo de compuestos orgánicos requeridos en muy pequeñas cantidades para el desarrollo y funcionamiento normales del organismo; no tienen función estructural o energética, sino catalítica. Las vitaminas no son sintetizadas en el organismo, o lo son en cantidades insuficientes, por lo que es necesario obtenerlas de los alimentos (2, 17).

Las vitaminas están presentes en los alimentos en muy pequeñas cantidades, en comparación con los macronutrientes, y no existe uno de ellos que las contenga todas, por lo que es necesaria la ingesta de alimentos variados (17, 33).

Cada una de las trece vitaminas conocidas actualmente, tiene una función específica en el organismo, siendo necesario tener una adecuada ingesta de cada una de ellas (17).

Las vitaminas se dividen en dos grupos: hidrosolubles y liposolubles. Las vitaminas hidrosolubles son la vitamina C y el complejo B (que incluye las vitaminas tiamina, riboflavina, pirodoxina, cobalamina, folatos, biotina, ácido pantoténico y niacina), las cuales tienen estructuras químicas notablemente diversas, pero comparten la propiedad de ser moléculas polares y por tanto son solubles en agua. Todas las vitaminas hidrosolubles, excepto la cobalamina, pueden ser sintetizadas por los vegetales, y por consiguiente suministradas por las legumbres, granos y vegetales, así como carne y leche. A causa de su solubilidad en agua, estas vitaminas no tienen forma estable de almacenamiento y deben ser suministradas constantemente en la dieta, excepto la cobalamina que puede ser almacenada en el hígado humano (2, 17, 33).

Las vitaminas liposolubles incluyen las vitaminas A, D, E y K, las cuales son moléculas hidrófobas apolares. Son procesadas en el aparato gastrointestinal de la misma forma que los alimentos grasos, requiriéndose una absorción normal de las grasas para que sean absorbidas. Estas vitaminas son almacenadas en el hígado o en el tejido adiposo, por lo que se pueden presentar intoxicaciones por sobredosis, cuando menos en lo que se refiere a las vitaminas A y D (2, 33).

2. Vitamina A

a) Características químicas - Con el término de vitamina A se agrupa un conjunto de productos derivados de la β -ionona que poseen la actividad biológica propia del trans-retinol, o tienen una estructura estrechamente relacionada (Fig. 2). El trans-retinol se considera, por tanto, el producto prototipo, y recibe el nombre de vitamina A₁; es la forma más estable y más abundante en la naturaleza. La forma con un grupo carboxilo terminal se denomina ácido retinoico, del que derivan la isotretinoína, tretinoína y etretinato (2, 14, 30, 33).

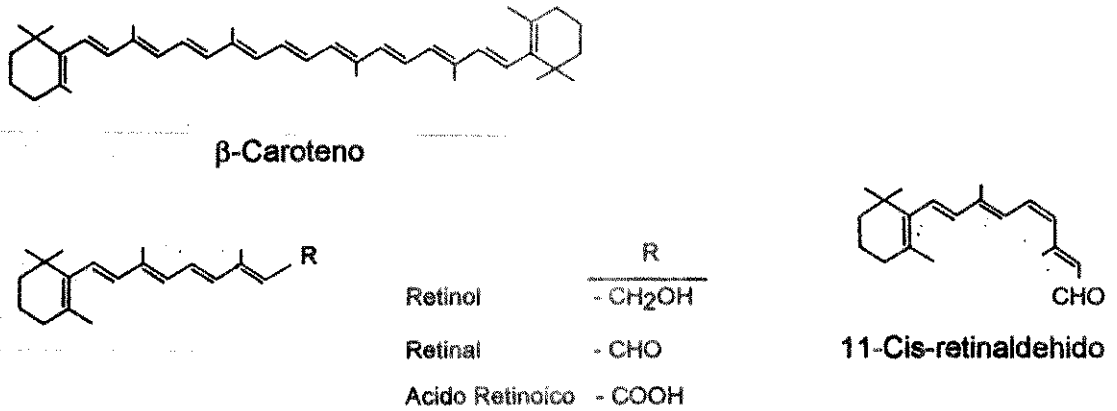


Figura 2. Estructura de vitamina A.

La vitamina A puede formarse por el rompimiento enzimático de carotenoides, por lo que estos pueden considerarse una forma provitamínica. Unos 50 carotenoides muestran actividad biológica como precursor de vitamina A. La provitamina A más activa y más importante cuantitativamente es el trans β -caroteno (Fig. 2) (14, 30).

Adicionalmente a todas las formas trans de vitamina A, han sido identificados seis isómeros cis. Los isómeros trans son los más estables y es la forma predominante en la naturaleza. El isómero cis más importante es el 11-cis-retinaldehído, que es el cromóforo de los pigmentos visuales rodopsina y yodopsina (14, 30).

La actividad biológica de la vitamina A y sus precursores todavía es expresada como Unidades Internacionales (UI) particularmente en productos farmacológicos y en varias tablas de composición de alimentos. Esto se refiere al efecto de la vitamina sobre el crecimiento en ratas, donde una UI de vitamina A es igual a 0.30 microgramos de retinol, o a 0.60 mcg de β -caroteno. La biodisponibilidad de los β -carotenos de los alimentos es seis veces menor que la del retinol preformado, y la de otros carotenoides es doce veces menor. Por ello es mejor usar el término de equivalentes de retinol (ER), con los siguientes valores: (52, 54)

1 ER = 1 mcg retinol = 6 mcg β -carotenos = 12 mcg de otros carotenoides precursores

1 mcg retinol = 1.000 mcg ER = 3.3 UI

1 mcg β -carotenos = 0.167 mcg ER

1 mcg de otros carotenoides precursores = 0.084 mcg ER

b) **Funciones** - La vitamina A es esencial para la visión, el crecimiento, diferenciación tisular, función antioxidante, función inmune e intervención en el metabolismo férrico (2, 17, 33, 35, 39).

En los bastones de la retina se localiza un pigmento sensible a la luz llamado rodopsina, el cual es un complejo de la proteína opsina y vitamina A (11-cis retinal). Este pigmento permite distinguir entre la luz y la obscuridad. Cuando la rodopsina es expuesta a la luz la configuración cis del retinal se convierte, por medio de una serie de reacciones fotoquímicas, en configuración trans, lo que desencadena un impulso nervioso que permite que la luz sea percibida por el cerebro. Al mismo tiempo, nueva rodopsina es formada en las células visuales, a partir de opsina y de retinal (vitamina A), por lo que para regenerar rodopsina para el proceso de la visión, se requiere de un suministro constante de retinal proveniente de la alimentación (17, 33).

La vitamina A también juega un rol importante en el crecimiento y desarrollo, dado que el ácido retinoico sirve como portador de oligosacáridos en la síntesis de las glucoproteínas (2, 17, 33).

La vitamina A es necesaria para la normal diferenciación de las células epiteliales, como las de la piel, mucosas, paredes sanguíneas y la córnea (2, 17).

Estudios recientes han revelado que existe una interacción metabólica entre la nutrición de la vitamina A y la de hierro, observándose una relación directamente proporcional entre las reservas de vitamina A y el hierro sérico, condicionando la disponibilidad de este último en el tejido eritropoyético para la formación de glóbulos rojos (39).

Los β -carotenos poseen propiedades antioxidantes, ayudando a neutralizar los radicales libres resultantes del humo del tabaco, contaminación del aire, radiación o de la descomposición incompleta de lípidos y proteínas en el organismo. Estos radicales libres pueden romper las membranas celulares y liberar sustancias nocivas en el tejido circundante, lo cual se traduce en envejecimiento prematuro, cáncer y enfermedades degenerativas (17, 46).

La vitamina A interviene en el funcionamiento del sistema inmune del organismo, disminuyendo el riesgo de enfermedades infectocontagiosas, tales como diarrea y enfermedades respiratorias (15, 35, 47).

c) Estabilidad a la manipulación - La vitamina A es relativamente estable al calor, pero sensible a la oxidación. La destrucción de retinol y carotenos es acelerada por procesos de autooxidación bajo la influencia de la luz, calor, atmósfera húmeda y ausencia de agentes reductores y otros estabilizadores (11, 12, 30).

La presencia de oxígeno produce pérdidas considerables de vitamina A, estimuladas por la luz, enzimas y por cooxidación con hidroperóxidos lípidos. La presencia de antioxidantes naturales como la vitamina E, contribuyen a la protección de la vitamina A (12, 17, 30).

La vitamina A es sensible a ciertas radiaciones, aunque no se conoce con certeza si éstas destruyen la vitamina directamente o por la acción de otros productos formados durante la radiación (11).

La cocción a altas temperaturas, deshidrogenación, procesos de deshidratación y ácidos concentrados reducen el contenido de vitamina A. Por el contrario, la pasteurización de corto tiempo (72^o C por 15 seg.) y la liofilización, protegen y conservan la vitamina A de los alimentos (52).

La vitamina A y los carotenos son muy estables durante la preparación casera de los alimentos. Sin embargo, el calentamiento por largos períodos y el uso de grandes cantidades de agua para cocinar producen ciertas pérdidas. Durante la

elaboración de tortillas también disminuye el contenido de carotenos del maíz amarillo (11, 52, 54).

Los carotenoides se comportan de forma similar a la vitamina A; por lo que son sensibles a la oxidación, exposición a radiaciones y calor excesivo. La deshidratación de vegetales y frutas puede reducir considerablemente la actividad biológica de los carotenoides. Por otro lado, los carotenoides se mantienen estables en alimentos congelados (12, 17, 30, 54).

d) Fuentes alimenticias - La vitamina A preformada se encuentra principalmente en alimentos de origen animal, sobre todo como ésteres de retinilo. Las mejores fuentes son las vísceras (hígado, riñón y corazón) y los aceites de mamíferos marinos y de hígado de pescado; y también se encuentra en la yema de huevo, leche íntegra, queso, crema y mantequilla (14, 17, 30, 52).

Los carotenoides biológicamente activos son abundantes en diversos vegetales y frutas de color amarillo y naranja profundo (zanahoria, camote, calabaza, mango, papaya, carambola, melocotón) y en hojas verde oscuro (espinaca, acelga, bledo o amaranto). Sin embargo, el color de las frutas, verduras y hojas no es un indicador muy confiable de su contenido de precursores de vitamina A, ya que puede ser dado por otros pigmentos. Otros alimentos fuente de vitamina A son las arvejas, maíz amarillo y ciruela pasa (17, 30, 52, 54).

Muchas hojas verdes contienen β -carotenos y carotenoides, pero debido a su alto contenido de agua y fibra se deberían consumir en grandes cantidades para considerarlos como fuente importante de vitamina A. Los extractos concentrados de estas hojas pueden contener 500 - 1500 mcg. de equivalentes de retinol en 10 g. de concentrado seco, y representan una excelente fuente para complementar la dieta. En algunas comunidades de México, Nicaragua, Brasil y Bolivia existen programas para la producción y consumo de concentrados de hojas de alfalfa y caupí o frijol de ojo negro (*Vigna spp.*) (52).

La fortificación con vitamina A, del azúcar y otros alimentos (fórmulas infantiles, leche de vaca, cereales y otros alimentos industrializados) los convierte en fuentes importantes. En algunos países, su uso es fundamental para combatir y evitar la deficiencia de vitamina A (52).

e) **Requerimientos y recomendaciones** - El requerimiento basal de vitamina A fue definido por un grupo de expertos de FAO/OMS, como la menor cantidad que debe ser ingerida para permitir un crecimiento normal y evitar los signos de deficiencia. La estimación de los requerimientos basales de infantes se derivó de observaciones en niños amamantados en India, quienes crecieron bien y no mostraron signos de deficiencia, ingiriendo 120 ± 15 mcg. ER diariamente. A esta cifra se le agregó arbitrariamente el 50 por ciento de la misma, para permitir el establecimiento de reservas hepáticas adecuadas. El requerimiento basal de adultos se calculó por estudios experimentales de depleción y repleción, y por estimaciones de la vida media de la vitamina (52).

El requerimiento normativo es la cantidad que debe ser ingerida regularmente para mantener las reservas corporales y un crecimiento adecuado y otras funciones de la vitamina. El cálculo de los requerimientos normativos sólo se ha estimado para adultos (6.7 mcg/kg) (52).

Las recomendaciones dietéticas diarias para infantes, del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá - INCAP - se derivaron de un promedio de ingestión de 700 ml de leche materna con alrededor de 50 mcg ER/dl. Las recomendaciones para adultos fueron calculadas agregando al requerimiento normativo dos veces un coeficiente de variación de 20 por ciento, lo que proporciona una ingestión diaria de 9.3 mcg/Kg. Las recomendaciones para niños mayores de un año se estimaron por interpolaciones de las cifras para infantes y adultos. En el cuadro No. 1 se muestran las Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP para las distintas edades, así como para satisfacer las demandas adicionales durante el embarazo y la lactancia (52).

Cuadro No. 1
Recomendaciones Dietéticas Diarias de Vitamina A

EDAD	EQUIVALENTES RETINOL mcg
NIÑOS	
0 - 2.9 meses	350
3 - 5.9 "	350
6 - 11.9 "	350
1 - 2.9 años	400
3 - 6.9 "	400
7 - 9.9 "	400
HOMBRES	
10 - 11.9	500
12 - 13.9	600
14 - 17.9	600
18 - 64.9	600
65 +	600
MUJERES	
10 - 11.9	500
12 - 13.9	600
14 - 17.9	500
18 - 64.9	500
65 +	500
Cantidades adicionales en:	
EMBARAZO	100
LACTANCIA	350

Fuente: Torún, B., Menchú, M., Elías, L. Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. Guatemala, 1994.

f) **Síntomas de deficiencia** - Uno de los mayores síntomas de deficiencia de vitamina A es la ceguera nocturna. La deficiencia severa produce ceguera parcial o total; la deficiencia leve puede ocasionar xeroftalmia. La aparición de lesiones en la piel (hiperqueratosis folicular) ha sido utilizada como un indicador de deficiencia de vitamina A (17, 36, 52).

La deficiencia de vitamina A es la más común de las hipovitaminosis en la población infantil, especialmente en países subdesarrollados. En combinación con Desnutrición Proteico Calórica e infecciones, está asociada con elevadas tasas de mortalidad infantil. En niños con xeroftalmia, son comunes problemas como retraso en el

mortalidad infantil. En niños con xeroftalmia, son comunes problemas como retraso en el crecimiento, enfermedades respiratorias, diarrea y enfermedades infecciosas y parasitarias, (17, 47, 52).

Se ha observado que un estado pobre de vitamina A puede estar relacionado con el desarrollo de cáncer, aunque los mecanismos precisos aún no se conocen (17, 24).

Estudios epidemiológicos y experimentales tanto en seres humanos como en animales de laboratorio, sugieren que el déficit de vitamina A puede constituir un factor etiológico en la anemia nutricional, debido a la relación del metabolismo del hierro con el de esta vitamina (39).

3. Tiamina

a) Características químicas - La tiamina, en su forma natural, está formada por un núcleo pirimidínico y otro tiazol unidos por un puente metilénico (Fig. 3), si bien en el organismo se encuentra en forma de coenzima como pirofosfato de tiamina (12, 14, 30, 52).

Modificaciones diversas de la molécula originan antagonistas, entre los que destacan la oxitiamina y la pirritiamina, capaces de producir cuadros de deficiencia de tiamina (14).

En la mayoría de los productos animales, el 95 - 98 por ciento de la tiamina se encuentra en forma fosforilada, en su mayor parte como difosfato; en las plantas, en cambio, predomina la forma monofosforilada (14, 33).

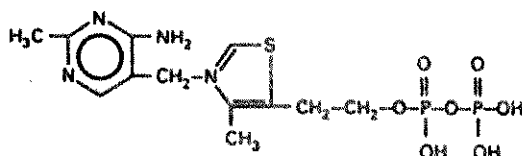


Fig. 3 Estructura química de la tiamina.

Esta vitamina no se almacena en el organismo, por lo que los excedentes que se ingieren se eliminan por la orina en forma de vitamina o de sus metabolitos (52).

b) **Funciones** - El pirofosfato de tiamina sirve como coenzima esencial para el metabolismo de carbohidratos. Participa en la decarboxilación oxidativa de los α -cetoácidos y en el sistema de transcetolasas, asociado al metabolismo de pentosas y glucosa; por lo que es necesario para la continua y uniforme liberación de energía a partir de carbohidratos (2, 14, 17, 33, 52).

La tiamina parece estar presente en ciertas terminaciones nerviosas, en grados diversos de fosfatación; el propio impulso nervioso libera tiamina, llegándose a pensar que puede formar parte integral de los mecanismos moduladores de transmisión nerviosa (14, 17).

Son de especial interés las propiedades analgésicas y antiinflamatorias de las vitaminas del complejo B, usadas solas o en forma combinada. La tiamina combinada con la cobalamina y piridoxina, produce un importante alivio del dolor y la inhibición de la inflamación comparable a la acción de la fenilbutazona, la que constituye el tratamiento estándar (39).

c) **Estabilidad a la manipulación** - Los factores que afectan la disponibilidad y estabilidad de la tiamina en los alimentos son: pH, temperatura, solubilidad, oxidación, radiación y presencia de tiaminasas (11, 17, 30, 52).

La tiamina es muy estable en medios ácidos (pH = 5-6), pero en medio alcalino o neutro es rápidamente destruida. También es una de las vitaminas del complejo B más sensibles a todos los métodos de preparación culinaria. Se degrada al hervir, freír, hornear y tostar los alimentos, y más aún cuando se usa bicarbonato, polvos de hornear o cal en la masa de maíz. Generalmente se da una pérdida del 25 por ciento de tiamina en los procesos normales de preparación de alimentos (12, 17, 30, 52).

Considerables cantidades de tiamina pueden perderse en el agua usada para cocinar los alimentos. Para preservar la tiamina, los alimentos pueden cocinarse

tapados y en el menor tiempo posible; también debe consumirse el agua de cocción de los alimentos preparados (17).

La exposición de los alimentos al aire y a otros agentes oxidantes, destruyen irreversiblemente la tiamina (11, 30).

La tiamina es susceptible a los rayos X, rayos γ y radiación ultravioleta. La radiación ultrasónica también ocasiona destrucción de la tiamina en cierto porcentaje (11, 30).

En los productos procedentes de la pesca, existe destrucción de la tiamina por acción de ciertas enzimas comúnmente llamadas tiaminasas. Estas enzimas se encuentran en una gran variedad de peces, así como en algunos moluscos y crustáceos. La enzima es destruida al cocinarse los alimentos, por lo que no parece ser un problema importante para el hombre, a menos que consuma el pescado crudo o diferentes tipos de animales alimentados con desechos de peces y mariscos (11, 12, 52).

El pulido y refinamiento de los cereales reduce su contenido de tiamina debido a que ésta se concentra en la cáscara (12, 52).

El proceso de enlatado ocasiona pérdida del 15 - 80 por ciento de tiamina en los alimentos vegetales. El uso de sulfitos en los procesos de deshidratación de alimentos y el proceso de ahumado también ocasionan pérdidas de esta vitamina (11, 52).

La esterilización por el sistema de altas temperaturas/corto tiempo y uso de empaques apropiados (UHT), permite una mayor retención de tiamina en los alimentos, especialmente los líquidos (52).

d) Fuentes - La tiamina existe prácticamente en todos los alimentos vegetales y animales que se usan comúnmente como alimentos, pero en pequeña cantidad. Entre las fuentes más abundantes están los granos de cereales sin refinar, levadura, vísceras,

carnes, leguminosas y nueces. Las verduras, raíces y tubérculos, especialmente la papa, son fuentes moderadas de esta vitamina (14, 17, 33, 52).

El enriquecimiento de la harina de trigo, maíz y pastas con tiamina, ha aumentado la presencia de esta vitamina en la dieta. La proteína vegetal texturizada que se usa como sustituto de la carne, también contiene tiamina (33, 52).

e) **Requerimientos y recomendaciones** - Las necesidades de tiamina están relacionadas con la cantidad de carbohidratos que se ingieren y metabolizan. Como la mayor parte de la energía alimentaria proviene de los carbohidratos, los requerimientos de tiamina se han calculado en función del gasto de energía (52).

Las recomendaciones dietéticas diarias del INCAP para infantes, se han basado en el contenido de la vitamina en la leche de mujeres bien nutridas. Para niños mayores y adultos fueron calculadas de acuerdo al promedio de sus requerimientos de energía alimentaria. El contenido de tiamina en la leche humana es de 0.23 mg/1000 Kcal.; y la recomendación para adultos es de 0.4 ó 0.5 mg/1000 Kcal de energía recomendada (52).

Para niños menores de seis meses se sugiere adicionar dos desviaciones estándar de la ingestión recomendada, como margen de seguridad. Para niños mayores de seis meses se sugiere usar la recomendación para adultos de 0.4 mg/1000 Kcal, la cual ya incluye un margen de seguridad. Las recomendaciones dietéticas diarias (RDD) de tiamina, calculadas de esta manera, se muestran en el cuadro No. 2 (52).

f) **Síntomas de deficiencia**

i. **Deficiencia marginal:** La deficiencia marginal de tiamina puede manifestarse con síntomas vagos como fatiga, irritabilidad y pérdida de concentración. Las situaciones que generalmente acompañan a la deficiencia marginal de tiamina y requieren suplementación son: embarazo y lactancia, ejercicio físico intenso, elevada ingesta de carbohidratos y ciertas enfermedades (disentería, diarrea, cáncer, náusea, vómitos, enfermedades hepáticas, infecciones, hipertiroidismo) (2, 17).

Cuadro No. 2
Recomendaciones Dietéticas Diarias de Tiamina

EDAD	TIAMINA mg
NINOS	
0 - 2.9 meses	0.2
3 - 5.9 "	0.2
6 - 11.9 "	0.4
1 - 2.9 años	0.5
3 - 6.9 "	0.7
7 - 9.9 "	0.8
HOMBRES	
10 - 11.9	0.9
12 - 13.9	1.1
14 - 17.9	1.1
18 - 64.9	1.2
65 +	0.9
MUJERES	
10 - 11.9	0.8
12 - 13.9	0.9
14 - 17.9	0.9
18 - 64.9	0.8
65 +	0.7
Cantidades adicionales en:	
EMBARAZO	0.1
LACTANCIA	0.2

Fuente: Torún, B., Menchú, M., Elías, L. Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. Guatemala, 1994.

ii. Deficiencia severa: Las dos enfermedades principales por deficiencia de tiamina son el beriberi y el síndrome de Wernicke-Korsakoff. El beriberi se presenta como un desorden de los sistemas neurológico (confusión, ataxia, oftalmoplejía, debilidad muscular, parálisis periférica) y cardiovascular (taquicardia, cardiomegalia, insuficiencia cardíaca). También puede incluir anorexia y edema (beriberi húmedo) o emaciación muscular (beriberi seco) (14, 17, 33, 36, 52).

En el síndrome de Wernicke-Korsakoff la deficiencia de tiamina es causada por una combinación de factores, incluyendo ingesta inadecuada, disminución en la absorción e incremento de los requerimientos. Aunque la enfermedad se asocia

en la absorción e incremento de los requerimientos. Aunque la enfermedad se asocia con alcoholismo, el síndrome también se ha observado en personas con vómitos crónicos. Los síntomas incluyen confusión y depresión, y evoluciona a psicosis y coma. Si el tratamiento no se aplica tempranamente, la memoria puede ser afectada permanentemente (2, 14, 33, 52).

4. Riboflavina

a) Características químicas - La riboflavina es un pigmento de color anaranjado - amarillo, muy sensible a la luz. Es una aloxazina que contiene una molécula de ribosa (Fig. 4). Sus derivados principales son: las coenzimas riboflavina-5'-fosfato (FMN) y flavin adenín-dinucleótido (FAD). El producto comercial puede ser la riboflavina como tal o el FMN (14).

La riboflavina es sintetizada por todas las plantas y numerosos microorganismos, pero los animales superiores no la producen. La absorción en el intestino ocurre en forma concomitante con su fosforilación por la mucosa intestinal (33).

b) Funciones - La riboflavina actúa como un intermediario en numerosas reacciones biológicas de oxidación y reducción. Por ello la riboflavina es esencial para el metabolismo intermediario de los sustratos de energía. Entre las enzimas que requieren de riboflavina, también está la que activa la piridoxina fosforilada y la que participa en la conversión de triptófano en niacina (2, 12, 14, 17, 52).

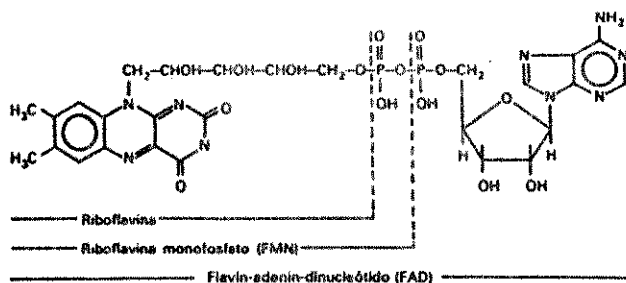


Fig. 4 Estructura química de la riboflavina

La cantidad de riboflavina que se almacena en el organismo es muy pequeña, siendo almacenada en forma de flavoproteínas. Los excesos de ingestión se eliminan por la orina en forma de riboflavina o sus metabolitos (33, 52).

c) Estabilidad a la manipulación - La riboflavina es una de las vitaminas del complejo B más estables al calor, por lo que los procesos ordinarios de cocción no la destruyen en cantidades considerables, a menos que los alimentos se expongan a la luz (cocinarlos sin tapar), en cuyo caso se dan pérdidas hasta del 50 por ciento. La destrucción de la riboflavina por exposición a la luz, se da por la descomposición fotoquímica del ribitol a lumiflavina, la cual es un agente oxidante capaz de catalizar la destrucción de varias vitaminas, principalmente del ácido ascórbico (11, 12, 52).

Algunos métodos de procesamiento como el enlatado, congelado y deshidratación, ocasionan pérdidas considerables de esta vitamina, así como la molienda, trituración y lixiviación, en los que la riboflavina se pierde en la misma proporción que las demás vitaminas hidrosolubles (11, 12, 30).

La pasteurización permite retener la vitamina contenida en los alimentos; y la fermentación aumenta este contenido por síntesis bacteriana (52).

Para minimizar las pérdidas de riboflavina, deben almacenarse los alimentos en empaques y recipientes oscuros; también se deben tapar los alimentos para cocinarse y utilizar el agua de cocción para la elaboración de sopas y salsas (17, 30, 52).

Al ingerir dietas con concentraciones altas de minerales como cobre, zinc, cobalto, manganeso, hierro y cadmio, se forman quelatos con la riboflavina, los cuales se absorben menos que la vitamina libre (52).

d) Fuentes alimenticias - La riboflavina es una de las vitaminas más ampliamente distribuidas. Todas las células animales y vegetales la contienen, pero en muy poca cantidad (11, 12).

Los alimentos animales son las mejores fuentes de riboflavina, sobre todo el hígado, vísceras, carnes, aves, pescados (especialmente sardinas), leche y productos lácteos. Las verduras y hojas verdes, como brócoli, espárragos y espinaca también son buenas fuentes de esta vitamina. Las harinas y cereales enriquecidos o fortificados con riboflavina representan una importante fuente alimenticia en varios países (11, 14, 17, 52).

La levadura es una de las mejores fuentes, pero ésta no forma parte del régimen dietético habitual (14, 17, 30).

e) **Requerimientos y recomendaciones** - El requerimiento de riboflavina no se ha determinado con precisión y los diversos grupos de expertos han dado recomendaciones que cubren las necesidades de toda la población. Estas se han calculado en relación a la ingestión y gasto de energía (52).

Ante la ausencia de datos experimentales confiables, el INCAP sugiere utilizar los valores más bajos de las diversas recomendaciones actuales, equivalentes a 0.3 mg/1000 Kcal para niños menores de seis meses y 0.5 mg/1000 Kcal a partir de esa edad. Las recomendaciones dietéticas diarias (RDD) del INCAP para las diferentes edades se muestran en el cuadro No. 3 (52).

f) **Síntomas de deficiencia** - Los signos más característicos de la deficiencia de riboflavina aparecen en forma de estomatitis, glositis, queilosis, dermatitis seborreica en cara, tronco y extremidades, neuropatías periféricas y anemia normocítica y normocrómica con reticulocitopenia. Debido a su papel en el metabolismo de la piridoxina y niacina, algunos síntomas atribuidos a una deficiencia de riboflavina pueden ser debidos a alteraciones relacionadas con esas dos vitaminas (2, 14, 17, 52).

A causa de la sensibilidad a la luz, de la riboflavina, se ha demostrado que los recién nacidos con hiperbilirrubinemia tratados con fototerapia, tienen signos de deficiencia de riboflavina, aún cuando se les haya suministrado un complemento de esta vitamina (2, 33).

Cuadro No. 3
Recomendaciones Dietéticas Diarias de Riboflavina

EDAD	RIBOFLAVINA mg
NIÑOS	
0 - 2.9 meses	0.3
3 - 5.9 "	0.3
6 - 11.9 "	0.4
1 - 2.9 años	0.6
3 - 6.9 "	0.8
7 - 9.9 "	1.0
HOMBRES	
10 - 11.9	1.1
12 - 13.9	1.2
14 - 17.9	1.4
18 - 64.9	1.5
65 +	1.2
MUJERES	
10 - 11.9	1.0
12 - 13.9	1.0
14 - 17.9	1.1
18 - 64.9	1.1
65 +	1.0
Cantidades adicionales en:	
EMBARAZO	0.3
LACTANCIA	0.5

Fuente: Torún, B., Menchú, M., Elías, L. Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. Guatemala, 1994.

5. Acido ascórbico

a) Características químicas - La vitamina C o ácido L-ascórbico es un azúcar ácido derivado del ácido glucónico, que se sintetiza a partir de la glucosa (Fig. 5). Su principal característica es la de oxidarse en ácido deshidro-L-ascórbico para formar un sistema redox que puede ser la base de sus principales acciones fisiológicas (14, 33).

El ácido ascórbico puede ser sintetizado por una diversidad de plantas y por todos los animales excepto los primates y el cobayo. En la especie humana

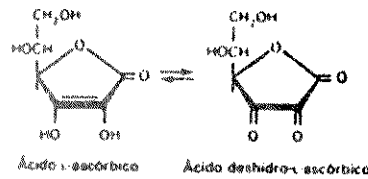


Fig. 5 Estructura Química del Acido Ascórbico

falta la enzima necesaria para convertir al ácido L-glucónico en ácido ascórbico, por lo que necesita obtenerlo de la dieta (14, 33).

b) Funciones - La vitamina C está involucrada en una gran cantidad de procesos biológicos, muchos de los cuales dependen de su actividad reductora o antioxidante. Es importante en la síntesis de colágeno y norepinefrina, y en el metabolismo intermediario de varios aminoácidos, principalmente hidroxiprolina, tirosina y triptófano (2, 10, 14, 17, 33, 52).

También participa en el metabolismo de los folatos, síntesis de hormonas y de neurotransmisores, así como en la de sales biliares. Además favorece la cicatrización de heridas y se le ha atribuido un papel beneficioso en algunas funciones del sistema inmunológico (10, 14, 17, 39, 52).

Diversos estudios demuestran el papel de esta vitamina en la prevención de la formación de nitrosaminas potencialmente carcinógenas para el esófago y estómago (17, 39, 52).

El ácido ascórbico se comporta también como agente neutralizador de radicales libres derivados del oxígeno (14, 39, 46).

Un importante efecto nutricional de la vitamina C, es que aumenta la absorción intestinal del hierro inorgánico cuando los dos nutrientes se ingieren juntos. Esto es particularmente significativo para poblaciones cuyo hierro dietético es provisto principalmente por vegetales (2, 17, 39, 52).

c) **Estabilidad a la manipulación** - La vitamina C es probablemente la menos estable de las vitaminas hidrosolubles. Es especialmente lábil al calor, el cual la destruye rápidamente, especialmente en presencia de luz y oxígeno. Por ello, los jugos de naranja y similares pueden perder 10-95 por ciento de su vitamina C mientras permanecen almacenados (30, 33, 52).

Los procesos que usan calor y/o contacto con el aire, reducen el contenido de ácido ascórbico de los alimentos. Estos procesos incluyen el lavado, escaldado, blanqueo y enlatado. Los procedimientos de pasteurización que causan menor pérdida son los que utilizan corto tiempo (72°C por 15 segundos). La deshidratación ocasiona pérdidas significativas. Además, la manipulación prolongada de los alimentos en presencia de metales como hierro y cobre, producen pérdidas importantes (2, 17, 33, 52).

La liofilización, secado por aspersion y congelación conservan mejor esta vitamina (17, 33, 52).

Puesto que el ácido ascórbico es soluble en agua, se pierde fácilmente por lixiviación de las superficies cortadas o trituradas de los alimentos. La pérdida aumenta cuando los alimentos se cocinan en grandes cantidades de agua que luego se descarta y cuando el tratamiento térmico es excesivo. Entre 30 y 80 por ciento de la vitamina se puede perder al cocinar los alimentos; el recalentamiento y sobrecocción puede producir otro 3 a 25 por ciento de pérdida (12, 17, 52).

d) **Fuentes alimenticias** - Las principales fuentes de vitamina C son verduras y frutas, tales como coliflor, espinaca, pimiento dulce, cítricos, brócoli, guayaba y piña. Las raíces y tubérculos también son fuentes importantes de esta vitamina. Se encuentra también en algunos órganos animales como el hígado y el riñón, pero en muy poca cantidad (14, 17, 30, 52).

e) **Requerimientos y recomendaciones** - El requerimiento de vitamina C de infantes y preescolares no se conoce. Los requerimientos de adultos se han determinado de las cantidades metabolizadas diariamente, evaluaciones isotópicas de

reservas corporales y las cantidades necesarias para corregir las alteraciones clínicas o bioquímicas (52).

La base de la recomendación para infantes del INCAP es la concentración de vitamina C en la leche de mujeres bien nutridas, la cual aporta por lo menos 20 mg/día a niños que ingieren 700 ml/día; cantidad con la que los lactantes no han mostrado alteraciones relacionadas con deficiencia de esta vitamina (52).

Las RDD del INCAP para adultos es de 60 mg/día, las cuales usan un margen de seguridad que incluye consideraciones sobre la absorción incompleta de la vitamina y las pérdidas durante la preparación de alimentos. Para niños mayores de un año se han interpolado cifras entre las recomendadas para infantes y adultos, como se muestra en el cuadro No. 4 (52).

f) Síntomas de deficiencia - Los signos clínicos de deficiencia incluyen gingivitis e hiperqueratosis folicular. La deficiencia severa, correspondiente a un contenido corporal menor de 300 mg de vitamina C en adultos, produce escorbuto que, además de la gingivitis e hiperqueratosis, se manifiesta con encías sangrantes, petequias y dolores articulares (2, 17, 36, 52).

La deficiencia de este nutriente es atribuible a una ingestión diaria inadecuada, puesto que se absorbe con gran facilidad. Las reservas normales de vitamina C del organismo no pueden agotarse rápidamente, por lo que se necesitan de tres a cuatro meses para llegar a un estado deficiente de ácido ascórbico en un ser humano sometido a un régimen libre de vitamina C (33, 36).

Las reservas corporales son de 1.5 - 3.0 g en adultos. Se encuentra en casi todos los tejidos, principalmente en las glándulas suprarrenales, hipófisis y retina; y en menor cantidad en hígado, pulmones, páncreas y leucocitos (14, 52).

Cuadro No. 4
Recomendaciones Dietéticas Diarias de Acido Ascórbico

EDAD	ACIDO ASCORBICO mg
NINOS	
0 - 2.9 meses	20
3 - 5.9 "	20
6 - 11.9 "	20
1 - 2.9 años	30
3 - 6.9 "	35
7 - 9.9 "	40
HOMBRES	
10 - 11.9	45
12 - 13.9	50
14 - 17.9	60
18 - 64.9	60
65 +	60
MUJERES	
10 - 11.9	45
12 - 13.9	50
14 - 17.9	60
18 - 64.9	60
65 +	60
Cantidades adicionales en:	
EMBARAZO	10
LACTANCIA	30

Fuente: Torún, B., Menchú, M., Elías, L. Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. Guatemala, 1994.

D. Hipovitaminosis en Guatemala

El adecuado estado nutricional de una población resulta de la disponibilidad de una cantidad suficiente de alimentos que estén equitativamente distribuidos entre los individuos, y que la ingesta y ulterior utilización respondan a sus requerimientos. Dado lo anterior, es importante contar con información válida, confiable y oportuna acerca de la disponibilidad, distribución e ingesta alimentaria (8).

Un aspecto importante a tomar en consideración en el análisis de las hipovitaminosis en Guatemala, es la actualidad de la información. Guatemala cuenta con datos sobre la situación alimentario nutricional derivados de las encuestas efectuadas entre 1965 y 1967. A partir de esa fecha, se han efectuado encuestas específicas que permiten detectar cambios en la situación alimentario nutricional; sin embargo, no siempre han incluido la misma información recolectada en las encuestas nacionales de 1965 - 1967 (8, 19).

1. Hipovitaminosis A

Uno de los nutrientes específicos identificados en la encuesta de 1965-1967 en Guatemala, fue la hipovitaminosis A; la cual es un problema obvio de salud pública que afecta en especial al niño pequeño. La prevalencia de deficiencia de vitamina A en niños menores de cinco años correspondiente al periodo 1965-1967 fue del 26.2 por ciento; y la correspondiente a la encuesta más reciente es de 9.2 por ciento. La prevalencia de deficiencia de vitamina A está expresada como valores bajos y deficientes de retinol sérico ($<20\mu\text{g}/\text{dl}$) (8, 18, 19).

El mejoramiento de la situación observado, puede atribuirse directamente al impacto de programas de fortificación del azúcar con vitamina A. Desafortunadamente, durante la década de los 80's estos programas no funcionaban con la eficacia demostrada en su inicio, por lo que la magnitud del problema, en ausencia de programas de solución más permanente, estaba incrementándose. Por ello, en 1988, Guatemala inició la distribución masiva de vitamina A a niños de edad preescolar, y más recientemente se fortalecieron los programas de fortificación del azúcar (8, 18).

2. Deficiencia de riboflavina

De acuerdo a las encuestas efectuadas en 1965-67, se estableció el consumo promedio de riboflavina en 0.80 mg diarios, valor que se encuentra por debajo del promedio diario recomendado (1.3 mg). Cerca del 70 por ciento de las familias tenían consumos diarios menores que el promedio. Estos resultados concuerdan con los datos sobre excreción urinaria, en los que el 45 por ciento de los hombres y el 33 por ciento de

las mujeres tenían excreciones urinarias "bajas y deficientes". La prevalencia es mucho mayor en niños que en adultos siendo la primera, mayor al 50 por ciento. Este consumo deficiente es suficientemente grave como para dar por resultado una reducción significativa de riboflavina en los glóbulos rojos de una gran parte de la población. El 28 por ciento de los hombres y el 32 por ciento de las mujeres tenían una concentración deficiente de riboflavina en los glóbulos rojos (menos de 15 mcg/100 ml) (8, 19).

Las características bioquímicas de los sujetos indican un problema serio y generalizado de deficiencia de riboflavina. Los datos sobre los patrones predominantes de consumo de alimentos y las características agrícolas y de producción de alimentos a nivel nacional, proporcionan la explicación lógica de la situación, puesto que revelan la escasa disponibilidad y consumo de los alimentos considerados como buenas fuentes de riboflavina (19).

E. Determinación de vitaminas en muestras vegetales

1. Generalidades

Las vitaminas son un grupo heterogéneo de moléculas con estructuras químicas muy diversas, por lo que su determinación debe realizarse en forma aislada y particular para cada una de ellas (33, 40, 41).

La determinación de vitaminas es una tarea difícil, debido a que se encuentran en los alimentos en cantidades muy pequeñas. Adicionalmente, los métodos para la cuantificación de vitaminas necesitan muestras de compuestos aislados, por lo que es necesario extraer primeramente las vitaminas de las matrices vegetales, y posteriormente eliminar las sustancias interferentes, pudiendo entonces procederse a la cuantificación de las vitaminas por diferentes métodos; aunque recientemente se han descrito metodologías para la cuantificación simultánea de algunas vitaminas, generalmente utilizando cromatografía líquida de alta presión (HPLC) (31, 37, 40, 43, 51).

2. Métodos de extracción y purificación

Los métodos utilizados para la extracción y purificación de vitaminas a partir de muestras o matrices vegetales, siguen un esquema similar, el cual incluye los pasos de a) homogenización de la muestra, el cual se realiza triturando la misma hasta obtener un puré muy consistente, agregando un peso conocido de agua, si es necesario; b) tratamiento ácido de la muestra, el cual se realiza con ácido clorhídrico, acético y fosfórico, utilizándolos en forma aislada o combinada, variando la concentración del ácido según la vitamina que será analizada; y c) filtración o centrifugación, por medio de las cuales se eliminan las sustancias interferentes (3, 21, 44, 50).

Para algunas vitaminas se requiere de pasos adicionales en el esquema anteriormente descrito. Tal es el caso de la riboflavina, folatos, piridoxina y tiamina las cuales necesitan un calentamiento en autoclave, generalmente a 121-123°C, variando el tiempo según la vitamina que es analizada y las características de la muestra de la que es extraída (3, 21, 50).

Adicionalmente a la precipitación y filtración, la purificación de la muestra puede ser realizada por adsorción de las partículas interferentes o por oxidación de las mismas, utilizando permanganato y peróxido de hidrógeno. Estas variantes son utilizadas ocasionalmente para el análisis de riboflavina (21).

3. Métodos de cuantificación

a) **Métodos volumétricos** - Los métodos volumétricos para la cuantificación de vitaminas consisten en la determinación de volúmenes de una sustancia equivalente a la cantidad de la vitamina presente en el alimento (21, 29, 41).

Las vitaminas que pueden ser analizadas mediante este método son tiamina, folatos y vitamina C, cuyos análisis conllevan reacciones de óxido-reducción, por medio de las cuales puede determinarse la cantidad de estas vitaminas (3, 20, 25, 30, 48).

Entre las ventajas de estos métodos se encuentra su rapidez y la utilización de equipo de relativo bajo costo. Por otro lado, es difícil determinar el punto final de las reacciones, lo cual limita su exactitud (21).

Debido a que las reacciones que se efectúan en cada una de las vitaminas son muy diferentes, éstas no pueden ser cuantificadas en forma simultánea, sino que debe seguirse un procedimiento especial para cada una de ellas (3, 21, 30).

b) **Métodos colorimétricos** - Los métodos colorimétricos son aquellos métodos de análisis químico que miden la concentración de una disolución por comparación con los colores de soluciones conocidas (22, 29, 37).

Las vitaminas que pueden ser cuantificadas por medio de este tipo de método son tiamina y vitamina C; aunque por ser un método menos sensible y menos específico para el análisis de tiamina que otros métodos, no se utiliza extensamente (25, 30, 50).

Dentro de las ventajas de estos métodos se encuentra su rapidez y dentro de sus desventajas se encuentra poca precisión y mayor susceptibilidad a interferencia por sustancias extrañas, en comparación con métodos basados en otros principios analíticos. Además, las reacciones químicas en las que se producen coloraciones son raramente específicas (22).

c) **Métodos fluorométricos** - Los métodos fluorométricos son aquellos que miden el grado de fluorescencia de los cuerpos, la cual es un fenómeno en virtud del cual ciertos compuestos químicos irradiados con determinadas longitudes de onda, emiten luz de otras longitudes de onda (26, 29, 32, 41).

La fluorimetría se ha utilizado durante muchos años para la cuantificación de elementos traza, incluyendo las vitaminas. De éstas, las que pueden ser analizadas utilizando este método son riboflavina, vitamina A, tiamina y folatos. Estudios recientes muestran el posible análisis de vitamina C utilizando métodos fluorométricos (3, 21, 30, 48, 50, 53).

La utilización de métodos fluorométricos requiere de aparatos muy especializados, lo que representa un costo elevado; además, este método tiene aplicación limitada, ya que muchas sustancias no fluorescen o no lo hacen con la intensidad necesaria; la limpieza debe ser extrema y algunas sustancias se descomponen por las ondas de longitud corta durante el análisis. Por otro lado, la fluorimetría posee muchas ventajas, como simplicidad, sensibilidad, especificidad aceptable especialmente en alimentos y relativa rapidez, puesto que para algunas vitaminas, como la riboflavina, el análisis puede ser realizado en un día de trabajo (21, 26, 30, 32).

Sin embargo, pese a todas sus ventajas, la fluorimetría no permite el análisis simultáneo de diversas vitaminas, puesto que cada una de ellas requiere de otras reacciones previas o posteriores a la medición fluorométrica para poder ser cuantificadas (3, 50, 53).

d) Cromatografía líquida de alta presión (HPLC) - La cromatografía líquida de alta presión es una técnica de separación en dos fases, una sólida estacionaria y una líquida móvil. 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, los cuales pueden ser medidos manualmente o por computadora (28, 51).

Las ventajas de HPLC son: a) la técnica es menos dependiente de la habilidad del operador, con lo que se mejora su reproducibilidad, b) la instrumentación de HPLC se presta a la cuantificación, c) el tiempo de análisis es generalmente corto, d) precisión y exactitud, e) exposición mínima al oxígeno y luz, f) simplicidad y g) sensibilidad (27, 28, 30, 40, 42).

Las desventajas incluyen el alto precio de compra y operación del aparato, los costos continuos de mantenimiento, reactivos, solventes y estándares (28, 44, 49).

Las vitaminas que pueden ser cuantificadas en alimentos utilizando HPLC son carotenos, tiamina, riboflavina, folatos, vitamina C y piridoxina (6, 27, 30, 44, 49, 54).

Una ventaja adicional de la cromatografía líquida de alta presión es la posibilidad de realizar cuantificaciones simultáneas de diversas vitaminas. Numerosos estudios se han realizado para analizar dos o más vitaminas simultáneamente; Y. Maeda y colaboradores cuantificaron niacina, tiamina, riboflavina y piridoxina en 19 tónicos orales utilizando HPLC y concluyeron que el método propuesto es altamente específico y no existen interferencias de otros compuestos, por lo que puede ser utilizado para análisis de rutina. E. Reyes y L. Subryan realizaron una determinación simultánea de riboflavina y tiamina en cereales, utilizando HPLC, pudiendo realizar una efectiva separación de las vitaminas y obteniendo resultados comparables con el método propuesto por la AOAC (31, 37, 40).

Las vitaminas liposolubles también han sido objeto de cuantificaciones simultáneas utilizando HPLC. J. Brown-Tomas y colaboradores determinaron acetato de retinilo, α -tocoferol y ergocalciferol en aceites de coco y de hígado de bacalao utilizando esta metodología y concluyeron que la misma provee un corto tiempo de análisis, manipulación mínima de la muestra y especificidad. La exactitud del método HPLC propuesto fue de ± 7 por ciento y la precisión varió en un 6 por ciento. U. Singh y J. Bradbury determinaron α -caroteno, β -caroteno, retinol y vitamina D₂ en raíces utilizando HPLC, pudiendo realizar las diferentes separaciones satisfactoriamente (5, 43).

IV. JUSTIFICACION

Guatemala es un país que se caracteriza por la diversidad de sus zonas agroecológicas y sus riquezas naturales. Dentro de este contexto resalta como contraste, que una porción considerable de su población vive en condiciones de pobreza, siendo la alimentación y nutrición parte esencial de la problemática de sobrevivencia diaria.

Una de las carencias nutricionales más importantes del país es la deficiencia de vitamina A; sin embargo, las deficiencias de otras vitaminas existen, aunque en menores porcentajes. Tal es el caso de la riboflavina y los folatos.

Combatir estas carencias nutricionales es importante, puesto que las deficiencias de micronutrientes acarrearán grandes costos al país debido a sus múltiples efectos: aumento en la morbilidad y mortalidad infantil; disminución del rendimiento escolar en los niños; reducción del rendimiento laboral, en términos de productividad y de los salarios percibidos y aumento en los costos de atención de salud.

Existen opciones de relativo bajo costo y alta efectividad para contrarrestar el problema de las deficiencias de vitaminas. Una de estas opciones la constituye la diversificación alimentaria, promoviendo el consumo de plantas nativas del país ricas en una o varias vitaminas, para lo cual es necesario conocer el contenido de éstas en las diferentes especies vegetales.

Dentro de estas plantas nativas se encuentra el chomtee (*Lycianthes synanthera* B.), el gushnay (*Spathiphyllum phrynifolium*) y la madre de maíz (*Dioscorea convolvulaceae*); las cuales existen en diversas regiones del país y se ha reportado su consumo en la población de dichas regiones.

Al evaluar el contenido de vitaminas en las tres plantas nativas anteriormente mencionadas, se determinará si éstas constituyen una fuente importante de vitaminas, ya que de ser así, se podrá promover su consumo y producción; y con ello constituir parte de la solución de las deficiencias de vitaminas existentes en Guatemala. Asimismo, se enriquecerá la información de las Tablas de Composición de Alimentos en lo que se refiere al contenido vitamínico de alimentos autóctonos del país.

V. OBJETIVOS

A. General

Determinar el contenido de cuatro vitaminas en las plantas gushnay (*Spathiphyllum phrynifolium*), chomtee (*Lycianthes synanthera* B.) y madre de maíz (*Dioscorea convolvulaceae*), tanto en crudo como en cocido.

B. Específicos

1. Identificar la forma de preparación más común de las tres especies vegetales en estudio.
2. Determinar el contenido de carotenos, tiamina, riboflavina y ácido ascórbico en las tres especies vegetales en estudio, tanto en la planta cruda, como en la forma de preparación más común.

VI. MATERIALES Y METODOS

A. Universo

Total de plantas pertenecientes a las especies *Dioscorea convolvulaceae*, *Lycianthes synanthera* B. y *Spathiphyllum phrynifolium* existentes en Guatemala.

B. Muestra

1. Muestras de plantas crudas

Se tomaron tres muestras de 900 gramos de cada una de las especies vegetales en estudio.

2. Muestras de plantas en preparaciones alimenticias

Se tomaron tres muestras de 900 gramos de la preparación alimenticia más común que fue determinada para cada una de las especies vegetales en estudio.

C. Materiales

1. Instrumentos

a) Para determinar la existencia, consumo y preparaciones alimenticias más comunes de las plantas seleccionadas (Anexo No. 1).

b) Para la recolección de muestras (Anexo No. 2).

c) Para la recolección de datos durante la elaboración de las preparaciones alimenticias más comunes (Anexo No. 3).

d) Para la recolección y tabulación de la información sobre el contenido de vitaminas de las muestras (Anexo No. 4).

2. Equipo

a) Para la recolección de muestras

- Balanza
- Termómetro
- Contenedores
- Bolsas plásticas negras

b) Para el transporte y almacenamiento de muestras

- Hielera
- Contenedores
- Bolsas plásticas negras
- Congelador

c) Para la cuantificación de vitaminas

- Balanza
- Rotavapor
- Licuadora vertical
- Sistema de cromatografía líquida de alta presión (HPLC)

3. Reactivos

- Solución estándar de ácido ascórbico.
- Acido acético glacial
- Acido sulfúrico concentrado
- Agua desmineralizada
- Celite
- Eter de petróleo
- Acetona

- Hyflo Supercel
- Estándar de Sudan I
- Metanol
- Nitrógeno
- Oxido de magnesio
- Carbonato de sodio
- Tetrahidrofurano
- Acetonitrilo
- Hexano
- N-bromosuccinamida (NBS)
- Almidón soluble
- Yoduro de potasio
- Cloruro de sodio (grado analítico)

D. Métodos

1. Para la búsqueda de la muestra

Para la búsqueda de los vegetales se seleccionaron los departamentos en los que la literatura reporta su existencia. Para esto se cotejaron los mapas de elevaciones (altura sobre el nivel del mar), de las zonas de vida y de la división política en municipios (9, 13, 28).

Posteriormente se visitaron por conveniencia algunos de los municipios ya determinados, a fin de investigar la existencia y consumo de las tres plantas en estudio. Para ello se utilizó el instrumento específico que sirvió de guía para entrevistar a las personas del lugar, tanto en los mercados como en las viviendas de las comunidades seleccionadas (anexo No. 1).

La forma de preparación más común para cada planta se determinó en base a las entrevistas realizadas en cada comunidad, seleccionando la preparación que fue nombrada mayor número de veces como la más común o de mayor consumo.

Los municipios visitados fueron San Juan Chamelco, Cobán y Panzós, Alta Verapaz; Rabinal, Baja Verapaz; Mazatenango, Suchitepéquez; Coatepeque, Quetzaltenango; cabecera departamental de Retalhuleu; San Vicente de Pacaya y Palín, Escuintla; Villa Canales, Guatemala; Barberena y Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa; San Lucas y La Antigua Guatemala, Sacatepéquez. En algunos de estos municipios se encontró la existencia de las especies vegetales en estudio, los cuales se presentan en el anexo No. 6.

2. Para la recolección de la muestra

Las muestras de cada una de las especies vegetales en estudio fueron colectadas en las comunidades en las que se determinó su existencia y consumo. Las comunidades se seleccionaron de acuerdo a los siguientes criterios:

- a) Mayor accesibilidad
- b) Mayor abundancia de la planta
- c) Anuencia de las amas de casa para elaborar las preparaciones alimenticias y permitir observarlas durante el proceso.

Las muestras crudas se colectaron en el estado de desarrollo y maduración en los que se colectan usualmente para su consumo; de acuerdo a la información de los habitantes de la comunidad; llenándose el instrumento de recolección de muestras crudas (anexo No. 2). El chomtee fue recolectado en los maizales de la aldea El Rosario, Cobán, Alta Verapaz; la madre de maíz en la región boscosa de Chuachacalté, Rabinal, Baja Verapaz y el gushnay en Villa Canales, Guatemala, pero procedente de Malacatán, San Marcos. El peso de cada muestra fue determinado utilizando una balanza doméstica.

Las muestras de las preparaciones alimenticias se colectaron anotando, en el instrumento adecuado (anexo No. 3), todas las condiciones de su preparación; la preparación de chomtee la elaboraron amas de casa en San Juan Chamelco, Alta

Verapaz; la de madre de maíz en Palimonish, Rabinal, Baja Verapaz y la de Gushnay en Boca del Monte, Villa Canales, Guatemala. Cada preparación alimenticia fue elaborada por diferentes amas de casa de cada región, a fin de no alterar la forma de preparación propia del lugar. Del mismo modo, los ingredientes de cada preparación fueron obtenidos en las tiendas y mercados en los que habitualmente las amas de casa de cada comunidad, adquieren sus alimentos. Terminada cada preparación alimenticia se determinó su peso en gramos y se colocó inmediatamente en contenedores plásticos y tapados. Seguidamente se esperó que las muestras llegaran a temperatura ambiente, cuidando de colocarlas en un lugar oscuro.

Tanto las muestras crudas como las procesadas se introdujeron en bolsas plásticas negras y fueron etiquetadas con el nombre de la planta y número de muestra.

3. Para el transporte y almacenamiento de la muestra

Las muestras fueron transportadas en bolsas plásticas negras y dentro de hieleras a temperatura de refrigeración.

Para almacenar las muestras se utilizaron los mismos empaques negros utilizados en el transporte y permanecieron en congelación hasta el momento de su análisis.

4. Para la cuantificación de vitaminas

La cuantificación de carotenos se realizó por medio de cromatografía líquida de alta presión (HPLC) utilizando el método de Carvalho y colaboradores (56), la cuantificación de ácido ascórbico se realizó por titulación utilizando el método propuesto por E. Johnson (20); ambos procedimientos fueron realizados en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La determinación de las vitaminas del complejo B (tiamina y riboflavina) fue realizada en la Unidad de Análisis y Protección de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá - INCAP utilizando HPLC y fluorometría.

a) Carotenos

i. Principio: para el análisis de carotenos con cromatografía líquida de alta presión (HPLC), se utiliza el colorante Sudan I como estándar interno, pues es considerado el método más adecuado, ya que elimina el uso de carotenoides puros, los cuales son rápidamente degradables.

El colorante Sudan I no tiene estructura idéntica a la de los carotenos, sin embargo posee propiedades como: estabilidad, similar solubilidad, máximos de absorción parecidos y diferentes tiempos de retención.

ii. Extracción

- Pesar 60 g. de la muestra y extraer los carotenos con 130 ml. de acetona en fracciones de 30 ml., utilizando una licuadora vertical.

- Transferir los carotenos a 100 ml. de éter de petróleo, en una ampolla de separación. Dejar reposar por 30 min. y luego hacer lavados sucesivos con agua destilada, hasta eliminar toda la acetona.

- Concentrar el extracto a 25 ml. de volumen.

iii. Cromatografía en columna

- Separar los carotenos a partir del extracto: colocar 10 ml. de la solución de carotenos en una columna de 60 x 9 mm. empacada con MgO:Hyflo Superpel (1:1; p/p); se eluye con acetona 5% en éter de petróleo aplicando un poco de vacío.

- Secar el eluido con nitrógeno, en una campana de gases.

iv. Cromatografía HPLC

- Al sólido obtenido en el paso anterior se adicionan 0.45 ml. de solución estándar de Sudan I y se evapora a sequedad.

- Agregar 5.0 ml. de hexano, mezclar y filtrar para realizar la cromatografía HPLC.

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

Columna: Lichrospher 100 C18 5 μ m (250 x 4 mm. I.D. 0.25 mm O.D.)

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

Flujo: 2 ml. por minuto

Volumen de inyección: 20 μ l

Detección: Ultravioleta visible 470 nm

v. Cálculos: el contenido de carotenos se calcula con las ecuaciones de las curvas de calibración siguientes:

Para α -carotenos

$$\frac{A + 0.0042}{0.0708} \times 16.67 = \frac{\text{mg } \alpha\text{-carotenos}}{100 \text{ g de muestra}}$$

Para β -carotenos

$$\frac{B + 0.0033}{0.0656} \times 16.67 = \frac{\text{mg } \beta\text{-carotenos}}{100 \text{ g de muestra}}$$

En donde

$$A = \frac{\text{área de } \alpha\text{-carotenos}}{\text{área de Sudan I}}$$

$$B = \frac{\text{área de } \beta\text{-carotenos}}{\text{área de Sudan I}}$$

b) Ácido Ascórbico

i. Principio: una solución o extracto acuoso acidificado que contiene ácido ascórbico (vitamina C), se titula con el agente oxidante N-bromosuccinamida (NBS), en presencia de una mezcla de almidón-yoduro. La NBS oxida cuantitativamente a la vitamina; cuando toda la vitamina C presente ha sido oxidada, la NBS agregada en exceso oxida al I^- a I_3^- , el cual forma un complejo azul-violeta con el almidón; el apareamiento de este color indica el final de la titulación. La cantidad de NBS necesaria para virar el color de la mezcla titulada indica la cantidad de vitamina C presente.

ii. Preparación de reactivos

- Solución de N-bromosuccinamida: disolver 0.05 g de NBS en agua desionizada y aforar a 250 ml. Preparar diariamente.

- Solución de almidón 1%: disolver 1 g. de almidón soluble en agua des-mineralizada, llevar a ebullición durante 1-2 minutos, dejar enfriar y aforar a 100 ml.

- Solución de yoduro de potasio 4%: disolver 4 g. de yoduro de potasio en agua desionizada y aforar a 100 ml.

- Solución de ácido acético 10%: disolver 10 ml de ácido acético glacial en agua desmineralizada y aforar a 100 ml.

- Solución de ácido sulfúrico 5%: protegiendo de la luz disolver 5 ml de ácido sulfúrico concentrado en agua desmineralizada y aforar a 100 ml. Burbujear nitrógeno durante tres minutos.

- Solución estándar de ácido ascórbico: disolver 0.25 g de ácido ascórbico (USP) en solución de ácido sulfúrico 5% y aforar a 500 ml. Proteger de la luz.

iii. Extracción

- Triturar la muestra y pesar exactamente 10 g. Colocarla en beaker protegido de la luz.

- Añadir 20 ml de agua desionizada y continuar triturando con un mortero.

- Filtrar y repetir el procedimiento con otras dos porciones de agua de 20 ml.

- Al extracto obtenido añadir 10 ml de H_2SO_4 5% y medir el volumen total.

iv. Determinación

- Añadir 5 ml del extracto obtenido en un erlenmeyer que contenga 1 ml de KI 4%, 0.4 ml de ácido acético 10% y 0.3 ml de almidón 1%.

- Añadir 6 ml. De agua desmineralizada y titular con la solución de NBS. El punto final es indicado por la formación del complejo yodo-almidón, el cual cambia, dependiendo del extracto, a azul oscuro o negro. Repetir este procedimiento dos veces para cada muestra.

v. Cálculos

$$\text{ác. ascórbico en extracto} = \text{ml NBS} \times \frac{\text{mg. ác. ascórbico estándar}}{\text{ml NBS}} \times \frac{\text{total ml extracto}}{5 \text{ ml extracto}}$$

$$\text{ác. ascórbico contenido en la muestra} = \frac{\text{mg. ác. ascórbico en extracto}}{\text{masa de la muestra}}$$

VII. RESULTADOS

A. Preparaciones alimenticias más comunes

Para la obtención de las muestras vegetales y para conocer las preparaciones alimenticias más comunes fue necesario determinar la región geográfica en la que estas plantas crecen, a fin de poder visitar algunos de los municipios e identificar el consumo y formas de preparación de cada especie vegetal. Las regiones geográficas en las que se localiza cada planta se determinaron al cotejar la información de los lugares en los que se habían reportado, con los mapas de elevaciones, zonas de vida y división política en municipios (anexo No. 5). La región donde se localiza el chomtee está constituida por 19 municipios pertenecientes a los departamentos de Quetzaltenango, Retalhuleu, Escuintla, Santa Rosa, Izabal, Alta Verapaz y Petén; la región del gushnay por 21 municipios de los departamentos de Alta Verapaz, San Marcos, Quetzaltenango, Suchitupéquez, Escuintla, Santa Rosa y Retalhuleu; y la región obtenida para la madre de maíz consta de 26 municipios de los departamentos de Quiché, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Santa Rosa y Guatemala.

De acuerdo a las entrevistas realizadas a los habitantes de las diversas comunidades visitadas se determinó que la forma de preparación más común para el chomtee es "chomtee en chirmol", para el gushnay es "chirmol de gushnay" y para la madre de maíz es "tortillas de madre de maíz".

Otras formas de preparación referidas por las personas entrevistadas fueron: en tortas de huevo fritas, en el caldo de frijoles y en tamalitos de masa para el chomtee; en tamales para la madre de maíz; y en caldo de frijoles, guisado, en amarillo, con huevo frito, en caldo y en ensalada con limón (previamente hervido) para el gushnay.

Los ingredientes utilizados y el procedimiento efectuado en las preparaciones alimenticias más comunes de cada una de las plantas se detallan en el anexo No. 7.

B. Contenido de vitaminas en las plantas crudas

En el cuadro No. 5 se presenta el promedio del contenido de carotenos (expresado como equivalentes de retinol), ácido ascórbico, tiamina y riboflavina por 100 gramos de peso fresco de cada una de las plantas. El análisis de tiamina y riboflavina se realizó a partir de una mezcla del total de muestras de cada especie vegetal, la cual estuvo constituida por cantidades iguales (en gramos) de cada muestra. Los valores reportados de estas dos vitaminas corresponden a 100 g de peso fresco de la mezcla realizada.

El contenido de carotenos y ácido ascórbico de cada muestra analizada puede observarse en el anexo No. 8.

CUADRO No. 5
CONTENIDO DE CAROTENOS, ACIDO ASCORBICO, TIAMINA Y RIBOFLAVINA
DE LAS PLANTAS CHOMTEE (*Lycianthes synanthera* B.),
GUSHNAY (*Spathiphyllum phrynifolium*)
Y MADRE DE MAIZ (*Dioscorea convolvulaceae*).
Guatemala, 1998.

PLANTA	CAROTENOS* (mcg Eq. Retinol/100 g)	Ac.ASCORBICO* (mg/100 g)	TIAMINA** (mg/100 g)	RIBOFLAVINA** (mg/100 g)
Chomtee	51.9 ± 22.3	20.5 ± 1.4	NC	0.56
Gushnay	1.6 ± 1.3	22.3 ± 1.0	0.41	0.55
Madre de maíz	1.4 ± 0.9	26.7 ± 1.8	11.32	0.06

NC = No cuantificable (nivel de detección: tiamina 0.02 mcg/ml, riboflavina 0.03 mcg/ml)

* $X \pm D.E.$ (n = 3)

** n = 1 (mezcla del total de muestras)

C. Contenido de vitaminas en las preparaciones alimenticias

En el cuadro No. 6 se presenta el promedio del contenido de carotenos (expresado como equivalentes de retinol), ácido ascórbico, tiamina y riboflavina por 100 gramos de peso fresco de cada una de las preparaciones. Al igual que en las plantas crudas, el análisis de tiamina y riboflavina se realizó a partir de una mezcla del total de las preparaciones de cada especie vegetal, la cual estuvo constituida por cantidades iguales (en gramos) de cada muestra. Los valores reportados de estas dos vitaminas corresponden a 100 g de peso fresco de la mezcla realizada.

El contenido de carotenos y ácido ascórbico de cada muestra analizada puede observarse en el anexo No. 9.

CUADRO No. 6
CONTENIDO DE CAROTENOS, ACIDO ASCORBICO, TIAMINA Y RIBOFLAVINA
DE LA PREPARACION ALIMENTICIA MAS COMUN DE
CHOMTEE (*Lycianthes synanthera* B.), GUSHNAY (*Spathiphyllum phrynifolium*)
Y MADRE DE MAIZ (*Dioscorea convolvulaceae*).
Guatemala, 1998.

PREPARACION ALIMENTICIA	CAROTENOS* (mcg Eq. retinol/100 g)	Ac. ASCORBICO* (mg/100 g)	TIAMINA** (mg/100 g)	RIBOFLAVINA** (mg/100 g)
Chomtee en Chirmol	33.2 ± 16.5	21.4 ± 1.8	NC	0.73
Chirmol de Gushnay	7.1 ± 5.2	38.0 ± 1.8	0.43	NC
Tortillas de Madre de maíz	0.8 ± 0.7	12.1 ± 0.7	9.98	0.07

NC = No cuantificable (nivel de defección: tiamina 0.02 mcg/ml; riboflavina 0.03 mcg/ml)

* $X \pm$ D.E. (n = 3)

** n = 1 (mezcla del total de muestras)

VIII. DISCUSION DE RESULTADOS

De las tres especies vegetales estudiadas la más conocida y consumida por la población, de acuerdo a las entrevistas efectuadas, fue el gushnay, el cual se encontró en casi toda la región sur del país. Durante la investigación realizada se pudo establecer que el chomtee solamente es conocido y consumido en el departamento de Alta Verapaz, pues en todos los demás municipios visitados en diferentes departamentos (San Juan Chamelco, Cobán, Panzós, Rabinal, Mazatenango, Coatepeque, Retalhuleu, San Vicente Pacaya, Palín, Villa Canales, Barberena, Santa Cruz Naranjo, San Lucas, La Antigua Guatemala), no era conocido por las personas entrevistadas. La madre de maíz es conocida pero poco consumida en los departamentos de Baja Verapaz y Jalapa; siendo identificada principalmente por las personas de edad avanzada, quienes recuerdan haberla consumido durante la infancia; actualmente es poco conocida por la población, aunque esto pueda deberse a que se conoce con otros nombres, ya que en el municipio de Rabinal la conocen como pixtun (nombre kekchí) o como corazón de maíz.

El gushnay crece silvestremente en las orillas de los ríos y pantanos de la región costera, lo cual dificulta su obtención, pues es necesario recorrer largas distancias para poder obtener una cantidad considerable; sin embargo, la planta suele encontrarse en los mercados de Retalhuleu, Mazatenango, Coatepeque y San Marcos, variando el precio de Q.0.60 a Q.1.00 por cada manojo de tres inflorescencias. El chomtee crece dentro de los sembradíos de maíz y café durante la época lluviosa, por lo que su obtención no es difícil; las personas del lugar consumen la planta con cierta regularidad durante esa época del año. La madre de maíz crece en las regiones montañosas, y por ser una raíz es necesario excavar para poder obtenerla, lo cual dificulta su obtención, y por ende su consumo.

Las preparaciones alimenticias del gushnay y del chomtee son variadas. El primero lo preparan, además de chirmol, con huevo, en amarillo, en ensalada con limón, agregándolo al cocido de res o al caldo de frijol. El chomtee es preparado en chirmol, y también en tortas de huevo, en tamalitos de masa o agregándolo al caldo de frijol. Las preparaciones de la madre de maíz se limitan a las tortillas y tamales. El uso tan variado de las primeras dos plantas puede deberse principalmente a sus características de

sabor, textura y consistencia que pueden permitir la combinación con otros alimentos; así como también a que su disponibilidad es mayor.

En relación al contenido de vitaminas en los vegetales crudos, en el chomtee pudo cuantificarse el contenido de carotenos, ácido ascórbico y riboflavina, en cantidades de 51.9 mcg de Eq. de retinol, 20.5 mg y 0.56 mg respectivamente. Solamente el contenido de tiamina no pudo ser determinado, a pesar de que el método utilizado (HPLC) posee gran sensibilidad. En el gushnay pudieron cuantificarse las cuatro vitaminas analizadas, obteniéndose 1.6 mcg de Eq. de retinol, 22.3 mg de ácido ascórbico, 0.55mg de riboflavina y 0.41 mg de tiamina. De igual forma, en la madre de maíz se determinó el contenido de las cuatro vitaminas, 1.4 mcg de Eq. de retinol, 26.7 mg de ácido ascórbico, 0.06 mg de riboflavina y 11.32 mg de tiamina.

En el chomtee en chirmol los valores obtenidos fueron 33.2 mcg de Eq. de retinol, 21.4 mg de ácido ascórbico y 0.73 mg de riboflavina. Al igual que en la planta cruda, no se pudo cuantificar tiamina, lo que no descarta que esta se encuentre, pero por debajo del límite de cuantificación del método (0.02 mcg/ml). A excepción de los carotenos, las otras vitaminas están presentes en mayor cantidad en la preparación alimenticia que en la planta cruda. En cuanto al chirmol de gushnay, se obtuvieron 7.1 mcg de Eq. de retinol, 38.0 mg de ácido ascórbico y 0.43 mg de tiamina; la riboflavina no pudo ser cuantificada (nivel de detección 0.03 mcg/ml). Los valores de carotenos y ácido ascórbico son mayores que los obtenidos para las plantas crudas y el valor de tiamina es similar. En relación a las tortillas de madre de maíz, se observa que pudieron ser cuantificadas las cuatro vitaminas en estudio, obteniéndose 0.8 mcg de Eq. de retinol, 12.1 mg de ácido ascórbico, 0.07 mg de riboflavina y 9.98 mg de tiamina. Todos los valores obtenidos en la preparación son menores a los obtenidos en la planta cruda.

No existen informes previos sobre el contenido de vitaminas en las plantas crudas de chomtee y madre de maíz; sin embargo, con fines prácticos se realiza una comparación con los valores reportados en la Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina, para otros vegetales de hoja y otras raíces. En el caso del gushnay, los resultados serán comparados con valores ya reportados para esta planta en dicha tabla de composición de alimentos.

Al comparar los contenidos vitamínicos del chomtee con los de la acelga, se observa que los carotenos en el chomtee representan un quinto de lo reportado para la acelga, esto podría deberse a que la tabla de composición de alimentos incluye el contenido de otros carotenoides, mientras que en el presente estudio, solamente se cuantificaron β -carotenos. La acelga posee un contenido de ácido ascórbico 26 por ciento mayor que el chomtee. El contenido de riboflavina es considerablemente mayor en el chomtee, siendo aproximadamente seis veces el valor reportado para la acelga.

La madre de maíz comparada con la yuca, muestra un contenido de carotenos menor (50 por ciento), aunque ambas poseen muy poca cantidad de los mismos, siendo congruente con lo observado en otras raíces. En cuanto al contenido de ácido ascórbico, se observa que el contenido de la yuca sobrepasa en un 48 por ciento, al contenido de la madre de maíz. El contenido de tiamina en la madre de maíz es bastante mayor que en la yuca y que en cualquier otro vegetal reportado en la tabla de composición de alimentos, lo que la convierte en una buena fuente de esta vitamina. El contenido de riboflavina es similar en ambas raíces.

El valor de carotenos reportado en la tabla de composición de alimentos para el gushnay es mayor, en un 80 por ciento, al obtenido en este estudio. Los valores obtenidos de ácido ascórbico y tiamina son mayores a los reportados, 41 por ciento y 90 por ciento respectivamente, mientras que el contenido de riboflavina es similar. Las diferencias observadas no pueden interpretarse apropiadamente, ya que no se conocen todas las características de las plantas (estado de maduración, procedencia de la planta) cuyos resultados aparecen en las tablas; tampoco se conocen las metodologías de extracción y cuantificación utilizadas.

Tampoco existe información sobre el contenido de vitaminas de las preparaciones alimenticias elaboradas con las plantas estudiadas. Sin embargo se puede hacer la comparación de las preparaciones alimenticias en relación a los resultados obtenidos para los vegetales crudos, tomando en consideración los factores que puedan aumentar o disminuir el contenido de vitaminas en cada preparación alimenticia.

El contenido de carotenos del chomtee en chirmol concuerda con el valor que se esperaba obtener, tomando en consideración que el total de la preparación poseía 59 por ciento de chomtee. La explicación de este resultado se ve reforzada por lo reportado en la literatura en relación a la relativa estabilidad de la vitamina A a la cocción casera de alimentos, y se debe considerar además, que el tomate agregado podría proteger los carotenos de su destrucción y mantener la cantidad de los mismos en la preparación. Los resultados obtenidos para tiamina y ácido ascórbico en la preparación alimenticia fueron mayores a los esperados, el de ácido ascórbico probablemente debido a la adición de tomate.

El chirmol de gushnay posee una tercera parte de gushnay y un poco más de la mitad de tomate, lo cual se esperaba que provocara un aumento en el contenido de carotenos y ácido ascórbico de la preparación en relación al gushnay crudo; los resultados obtenidos concuerdan con los esperados. En cuanto al contenido de tiamina, el obtenido es mayor al esperado, lo cual es difícil de explicar, puesto que el tomate, que fue el otro ingrediente utilizado en una cantidad considerable, no posee gran cantidad de esta vitamina.

Las tortillas de madre de maíz poseen 42 por ciento de la raíz en el total de la preparación. En base a este dato, todos los resultados obtenidos son mayores a los que se esperaban obtener, lo cual podría explicarse al considerar que las tortillas poseen menor grado de humedad que la raíz cruda, debido al proceso de cocción en comal. Al comparar las tortillas de madre de maíz con las tortillas de maíz blanco tratado con cal, se confirma que esta planta representa una buena fuente de tiamina, cuya cantidad es importante aún después del proceso de cocción.

IX. CONCLUSIONES

1. Las formas de preparación más comunes de las tres plantas en estudio son "chomtee en chirmol" en San Juan Chamelco, Alta Verapaz; "tortillas de madre de maíz" en Rabinal, Baja Verapaz y "chirmol de gushnay" en Villa Canales, Guatemala.

2. El contenido de carotenos, ácido ascórbico, tiamina y riboflavina en las plantas crudas es:

PLANTA	CAROTENOS (mcg Eq. retinol/100 g)	Ac.ASCORBICO (mg/100 g)	TIAMINA (mg/100 g)	RIBOFLAVINA (mg/100 g)
Chomtee	51.9 ± 22.3	20.5 ± 1.4	NC	0.56
Gushnay	1.6 ± 1.3	22.3 ± 1.0	0.41	0.55
Madre de maíz	1.4 ± 0.9	26.7 ± 1.8	11.32	0.06

NC = No cuantificable (nivel de detección: tiamina 0.02 mcg/ml; riboflavina 0.03 mcg/ml)

3. El contenido de las cuatro vitaminas analizadas en las plantas en su forma más común de preparación es:

PREPARACION ALIMENTICIA	CAROTENOS (mcg Eq. Retinol/100 g)	Ac.ASCORBICO (mg/100 g)	TIAMINA (mg/100 g)	RIBOFLAVINA (mg/100 g)
Chomtee en chirmol	33.2 ± 16.5	21.4 ± 1.8	NC	0.73
Chirmol de gushnay	7.1 ± 5.2	38.0 ± 1.8	0.43	NC
Tortillas de madre de maíz	0.8 ± 0.7	12.1 ± 0.7	9.98	0.07

NC = No cuantificable (nivel de detección: tiamina 0.02 mcg/ml; riboflavina 0.03 mcg/ml)

4. Por su contenido de tiamina, la madre de maíz puede considerarse alimento fuente de esta vitamina.

X. RECOMENDACIONES

1. Promover la producción y consumo de estas plantas dentro de la población guatemalteca a fin de aumentar la disponibilidad de alimentos y con ello contribuir a disminuir los problemas nutricionales del país.
2. Realizar estudios de macro y micronutrientes de estas y otras plantas nativas de Guatemala.
3. Ampliar la información obtenida por medio de estudios sobre conocimientos, actitudes, prácticas y hábitos alimentarios de la población, en relación a estas tres plantas.
4. Incluir los resultados obtenidos en este estudio en las tablas de composición de alimentos utilizadas en Guatemala.

XI. BIBLIOGRAFIA

1. Altschul, S. 1975. Drugs and foods from little-known plants: notes in Harvard University Herbaria. 2nd. ed. U.S.A., Harvard University Press. pp. 33.
2. Anderson, L. et al. 1985. Nutrición y dieta de Cooper. 17a. ed. México D.F., Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V. pp. 111 - 157.
3. Association of Official Analytical Chemist - AOAC-. 1975. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 12th. ed. Washington, D.C., Edit. William Horwitz. pp. 819 - 851.
4. Booth, S.; R. Bressani y T. Johns. 1992. "Nutrient content of selected indigenous leafy vegetables consumed by the Kekchi people of Alta Verapaz, Guatemala". J. Food Compos. Anal. No. 5:25-34.
5. Brown-Thomas, J., et al. 1988. "Determination of fat-soluble vitamins in oil matrices by multidimensional high-performance liquid chromatography". Anal. Chem. No. 60: 1929-1933.
6. Bureau, J. y R. Bushway. 1986. "HPLC determination of carotenoids in fruit and vegetables in the United States". J. Food Sci. 51(1):128-130.
7. Cravioto, R. 1951. "Valor nutritivo de los alimentos mexicanos". Am. Indígena. 11(4):297-308.
8. Delgado, H. 1990. Alimentación y nutrición en Centroamérica y Panamá: análisis y estrategias para su desarrollo. Memorias. Guatemala. pp. 3-19. (INCAP L) 59.
9. De Poll, E. 1983. Plantas comestibles y tóxicas de Guatemala. 2a. ed. Guatemala, Centro de Estudios Conservacionistas -CECON-. pp. 69-70, 76. (Documentos Ocasionales) 1.
10. FAO/OMS. 1971. Necesidades de ácido ascórbico, vitamina D, vitamina B12, folato y hierro. Roma. pp. 25-27, 45-47.
11. FAO / WHO. 1965. Requirements of vitamin A, thiamine, riboflavine and niacin. Roma. pp. 27-44.
12. Fennema, O. 1993. Química de los alimentos. España, Editorial Acribia S.A.. pp. 419-441.
13. Fieldiana Botany. 1974. Flora of Guatemala. Chicago, U.S.A.. V.24/part. 1, 3 y 10.
14. Flórez, J. 1996. Farmacología Humana. 2a. ed. Barcelona, Masson S.A.. pp. 884-903.

XI. BIBLIOGRAFIA

1. Altschul, S. 1975. Drugs and foods from little-known plants: notes in Harvard University Herbaria. 2nd. ed. U.S.A., Harvard University Press. pp. 33.
2. Anderson, L. et al. 1985. Nutrición y dieta de Cooper. 17a. ed. México D.F., Nueva Editorial Interamericana S.A. de C.V. pp. 111 - 157.
3. Association of Official Analytical Chemist - AOAC-. 1975. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 12th. ed. Washington, D.C., Edit. William Horwitz. pp. 819 - 851.
4. Booth, S.; R. Bressani y T. Johns. 1992. "Nutrient content of selected indigenous leafy vegetables consumed by the Kekchi people of Alta Verapaz, Guatemala". J. Food Compos. Anal. No. 5:25-34.
5. Brown-Thomas, J., et al. 1988. "Determination of fat-soluble vitamins in oil matrices by multidimensional high-performance liquid chromatography". Anal. Chem. No. 60: 1929-1933.
6. Bureau, J. y R. Bushway. 1986. "HPLC determination of carotenoids in fruit and vegetables in the United States". J. Food Sci. 51(1):128-130.
7. Cravioto, R. 1951. "Valor nutritivo de los alimentos mexicanos". Am. Indígena. 11(4):297-308.
8. Delgado, H. 1990. Alimentación y nutrición en Centroamérica y Panamá: análisis y estrategias para su desarrollo. Memorias. Guatemala. pp. 3-19. (INCAP L) 59.
9. De Poll, E. 1983. Plantas comestibles y tóxicas de Guatemala. 2a. ed. Guatemala, Centro de Estudios Conservacionistas -CECON-. pp. 69-70, 76. (Documentos Ocasionales) 1.
10. FAO/OMS. 1971. Necesidades de ácido ascórbico, vitamina D, vitamina B12, folato y hierro. Roma. pp. 25-27, 45-47.
11. FAO / WHO. 1965. Requirements of vitamin A, thiamine, riboflavine and niacin. Roma. pp. 27-44.
12. Fennema, O. 1993. Química de los alimentos. España, Editorial Acribia S.A.. pp. 419-441.
13. Fieldiana Botany. 1974. Flora of Guatemala. Chicago, U.S.A.. V.24/part. 1, 3 y 10.
14. Flórez, J. 1996. Farmacología Humana. 2a. ed. Barcelona, Masson S.A.. pp. 884-903.

15. Gaby, S., et al. 1991. Vitamin intake y health. New York, Marcel Dekker, Inc., pp. 94-127.
16. Gómez, R. A. y R. Bressani. 1973. "Evaluación nutricional del aceite y de la torta de semilla de jícara o morro (*Crescentia alata*)". Arch Lat Nutr. No. 23: 225-242.
17. Hoffman-La Roche Ltd. 1994. Vitamins basics. 1st. ed. New York, Seaboard Lithographers, pp. 1-8, 21-36, 49-52.
18. INCAP. 1990. "Situación alimentaria nutricional de Guatemala" en: INCAP. Cursillo sobre tratamiento del niño desnutrido. Guatemala, pp. 1-28
19. INCAP; Minist. de Salud Pública y Asistencia Social y Oficina de Investigación Internacional de los Institutos Nacionales de Salud. 1969. Evaluación nutricional de la población de Centro América y Panamá: Guatemala. Guatemala, pp. 15-34.
20. Johnson, E. 1988. "Determination of the effect of various modes of cooking on the Vitamin C content of a common food, green pepper". J. Chem. Educ. 65(10):926-27.
21. Joslyn, M. 1970. Methods in food analysis. 2nd. ed. U.S.A., Academic Press, pp. 749-777.
21. Keyser, J. y N. Allport. 1957. Colorimetric analysis. 2nd. ed. London, Chapman & Hall Ltd., Vol. 1. pp. 1-5.
22. Kritchevsky, D.; R. Alfin-Slater y B. Roslyn. 1980. Nutrition and the adult micronutrients. New York, Plenum Press., pp. 97-101.
23. Kummet, T., et al. 1983. "Vitamin A: evidence for its preventive role in human cancer". Nutr.Cancer. No. 5:96-106.
25. La Roche. 1986. Analytical procedures for the determination of vitamins in multivitamin preparations. New York, pp. 5, 11.
26. Lee, L. 1978. Elementary principles of laboratory instruments. 4a. ed. EE. UU., The C.V. Mosby Company, pp. 117 - 121.
27. Linskens, H. y J. Jackson. 1987. High performance liquid chromatography in plant sciences. Germany, Springer-Verlag, pp. 114-119.
28. López, C. 1994. Manual para la preparación de materiales de plantas para análisis químico de actividad de vitamina A. Guatemala, Centro de Estudios en Sensoriopatías, Senectud e Impedimentos y Alteraciones Metabólicas - CESSIAM-, pp. 6-9, 15-31.
29. Lynch, M. J. et al. 1988. Métodos de laboratorio. 2a. ed. México D. F., Nueva Editorial Interamericana S. A. de C. V., pp. 64 - 77.

30. Machlin, L. 1984. Handbook of vitamins. New York, Marcel Dekker, INC., pp. 300-304, 379-384, faltan más pp
31. Maeda, Y., et al. 1989. "Simultaneous liquid chromatographic determination of water-soluble vitamins, caffeine, and preservative in oral liquid tonics". J. Assoc. Off. Anal. Chem. 72(2):244-7.
32. Maier, H. y G. Leber. 1968. Métodos modernos de análisis de alimentos. Trad. Gutiérrez, C. Zaragoza, Edit. Acribia, pp. 2-5, 32-59.
33. Martin, D., et al. 1986. Bioquímica de Harper. 10a. ed. México, D.F., Edit. El Manual Moderno S.A. de C.V., pp. 104-124.
34. Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. México, Fondo de Cultura Económica, pp. 117, 141.
35. Moriguchi, S., et al. 1985. "High dietary vitamin A (retinyl palmitate) and celular immune function in mice". Immunol. No. 56:169-177.
36. Petersdorf, R. et al. 1986. Harrison: principios de medicina interna. 10a. ed. México, McGraw-Hill, pp. 641 - 649.
37. Reyes, E. y L. Subryan. 1989. "An improved method of simultaneous HPLC assay of riboflavin and thiamin in selected cereal products". J. Food Compos. Anal. No.2: 41-47.
38. Ronquillo, F., et al. 1993. Colecta y descripción de especies vegetales de uso actual y potencial en alimentación y/o medicina, de las zonas semiáridas del nororiente de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, 324 p.
39. Roza, C. y M. Mamone. 1986. Vitaminas: agentes nutritivos y terapéuticos. España, Ediciones Doyma S.A., pp. 65-74, 105-26, 177-96, 203-36, 369-90.
39. Rizzolo, A. y S. Polesello. 1992. "Chromatographic determination of vitamins in foods". J. Chromatogr. No. 624:103-152.
41. Salvat. 1983. Diccionario Enciclopédico. México, Salvat Mexicana de Ediciones S.A. de C.V., Vol. 1, 9.
42. Sewell, P. y R. Hamilton. 1977. Introduction to high performance liquid chromatography. London, Chapman & Hall Ltd., pp. 1-4.
43. Singh, U. y J. Bradbury. 1988. "HPLC determination of vitamin A and vitamin D2 in South Pacific root crops". J. Sci. Food Agric. No. 45:87-94.
44. Speek, A. 1989. Vitamin analysis in body fluids and foodstuffs with high-performance liquid chromatography: accuracy and precision under routine conditions. Amsterdam, Krips Repro Meppel, pp. 15-25, 40-43, 50-57, 76.

45. Spillari, M. 1989. "Composición química de la parte vegetativa de diferentes cultivares de amaranto (*Amaranthus* spp.) en comparación con la hierba mora (*Solanum* spp.) y chipilín (*Crotalaria longirostrata*)". Amara y Pot. No. 1:9-11.
46. Somer, E. 1993. Vitaminas, minerales y nutrición. Bogotá, Colombia, Editorial Norma, pp. 18-26.
47. Sommer, A., et al. 1984. "Increased risk of respiratory disease and diarrhea in children with preexisting mild vitamin A deficiency". Am. J. Clin. Nutr. No. 40:1090-5.
48. Sullivan, D. y D. Carpenter. 1993. Methods of analysis for nutrition labeling. U.S.A., Scott-Hofmann-Reardon, pp. 123-134, 150-151, 433-444, 561-563.
49. Supelco. 1996. Chromatography products. U.S.A., Supelco, Inc., pp. 131-136.
50. The Association of Vitamin Chemists, Inc. 1966. Methods of vitamin assay. 3rd. ed. U.S.A., Interscience Publishers, pp. 89-93, 108-119.
51. The United States Pharmacopeia. 1995. 23th. ed. E.E.U.U., United States Pharmacopeial Convention, Inc., pp. 130, 185, 691-2, 1379, 1630-2, 1740, 1749-56, 1774.
52. Torún, B.; M. Menchú y L. Elías. 1994. Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP. 45o. Aniversario ed. Guatemala, INCAP, pp. 49-75. (INCAP ME) 057.
52. Udenfriend, S. 1962. Fluorescence assay in Biology and Medicine. New York, Academic Press, Vol. 1. pp. 1-3, 232-237, 252-265.
53. USAID. 1993. Bioavailability and bioconversion of carotenoids. U.S.A., John Snow, Inc./OMNI Project, pp. 2-6.
55. _____. 1993. Tercer taller regional sobre deficiencias de vitamina A y otros micronutrientes América Latina y el Caribe. Brasil, Edit. VITAL, pp. 62-63. (IN)14.
56. Velásquez, R. 1995. Cuantificación de vitamina A en vegetales. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, pp. 15-18.

XII. ANEXOS

Anexo No. 1
INSTRUMENTO DE ENTREVISTA PARA DETERMINAR LA EXISTENCIA,
CONSUMO Y PREPARACIONES ALIMENTICIAS MAS COMUNES DE LAS PLANTAS

Nombre del informante: _____ Edad: _____ Fecha: _____ No. Boleta: _____
 ¿dónde es usted? _____ **NOTA Preguntar por último esta sección.**

DATOS GENERALES

Lugar de encuesta: _____ Categoría y nombre de la población: _____
 Municipio: _____ Departamento: _____
 Grupos étnicos: _____

Tamaño de la población: _____

Actividades económicas de la población:

Agricultura Artesanías Tala de madera Comerciante Otros: _____

Cultivos permanentes y estacionales: _____

Vías de acceso:

Asfalto Terracería Vereda Otros: _____

CONOCIMIENTOS GENERALES Y CREDIBILIDAD DE LA FUENTE

Funciones y oficios dentro de la familia: _____

Quién prepara los alimentos en su casa? _____

Qué es lo que más comen? _____

Cuáles hierbas comen en su casa? _____

Cuáles raíces y flores comen en su casa? _____

CONOCIMIENTOS ESPECIFICOS

Conoce usted

CHOMTEE

MADRE DE MAIZ
 O CAMOTE BLANCO

GUSHNAY
 O BUSHNAY

Con qué otros nombres los conoce?

Qué parte de la planta se comen?

Qué otros usos se les da a las partes antes mencionadas?

En dónde la consigue?

Monte Mercado

Siembra Otros: _____

Monte Mercado

Siembra Otros: _____

Monte Mercado

Siembra Otros: _____

De dónde las traen (procedencia)?

Qué tanto hay?

- Muy abundante
- Abundante
- Poca
- Escasa

- Muy abundante
- Abundante
- Poca
- Escasa

- Muy abundante
- Abundante
- Poca
- Escasa

En qué época del año se encuentra?

- enero - mayo
- abril - junio
- julio - septiembre
- octubre-diciembre
- todo el año

- enero - mayo
- abril - junio
- julio - septiembre
- octubre-diciembre
- todo el año

- enero - mayo
- abril - junio
- julio - septiembre
- octubre-diciembre
- todo el año

Cada cuánto lo comen?

1. Cómo se come?

1. Sabe usted cocinarlo?

- Si No

- Si No

- Si No

2. Conoce usted a alguien que sepa cocinarlo?

1. FORMAS DE PREPARACIÓN

1. Cuáles son las formas en que se cocina?

2. Cuál es la preparación más común?

3. Descripción de las formas más comunes de preparación?

Anexo No. 2**INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCION DE MUESTRAS**

Fecha: _____ Hora: _____

Comunidad: _____

Nombre de la planta: _____

Otros nombres con los que se le conoce: _____

No. de muestra: _____ Tipo de muestra: Cruda _____ Preparada _____

Procedencia de la muestra: _____

Parte de la planta recolectada: _____

Lugar de compra: _____

Unidad de compra: _____ Precio/unidad: _____

Otros:

Anexo No. 3
INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS DURANTE
LA ELABORACION DE PREPARACIONES ALIMENTICIAS MAS COMUNES

No. de muestra: _____ Planta: _____ Fecha: _____

Comunidad: _____

Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____

Persona que realiza la preparación: _____

Función u oficio dentro de la comunidad: _____

Descripción de la planta antes de la preparación: _____

Método de cocción a utilizar: _____ Nombre de preparación: _____

Ingredientes

Cantidad

Descripción del método de preparación:

Temperatura máxima de cocción: _____

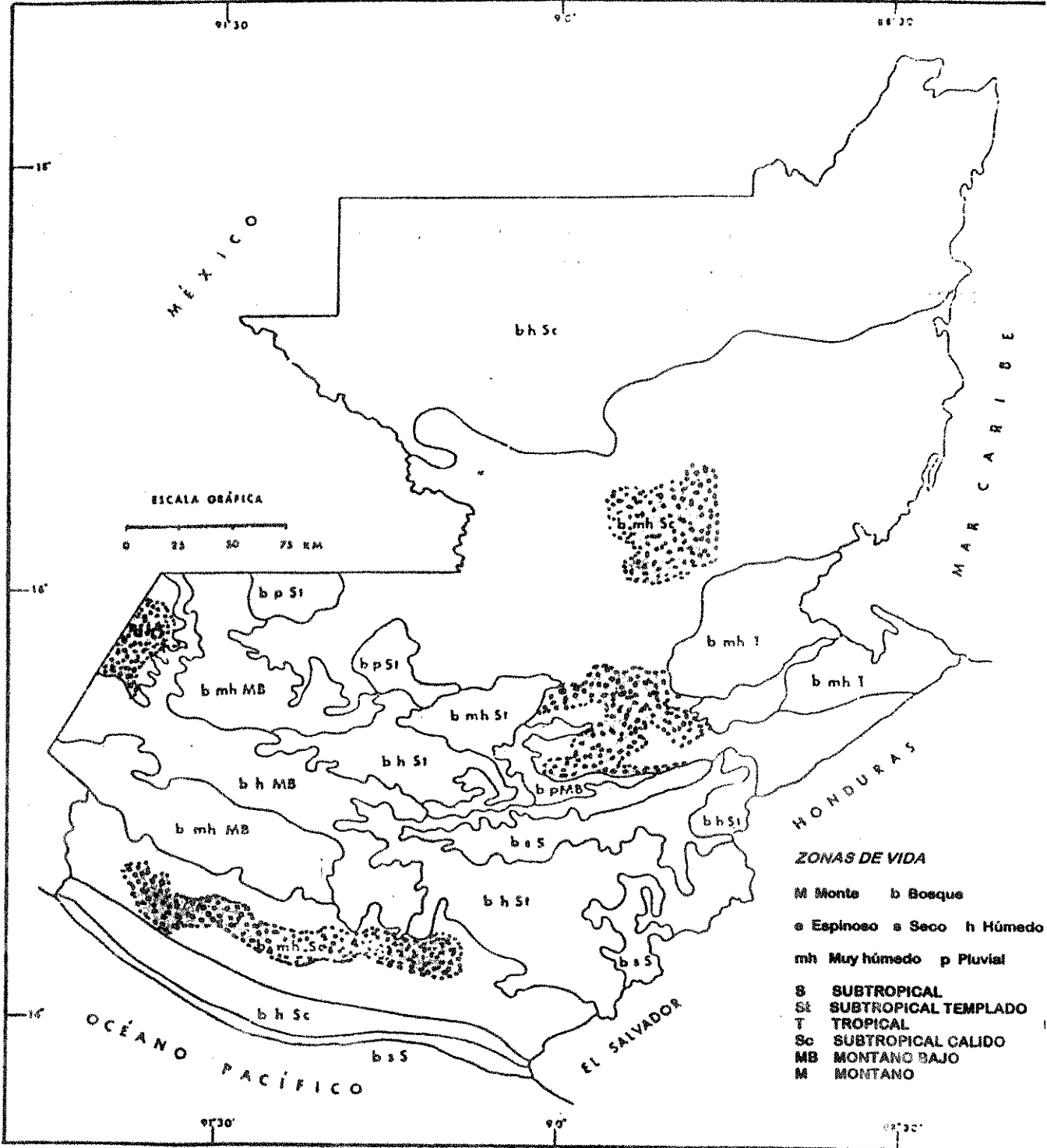
Peso de la preparación final: _____

Descripción de las medidas y equipo utilizado:

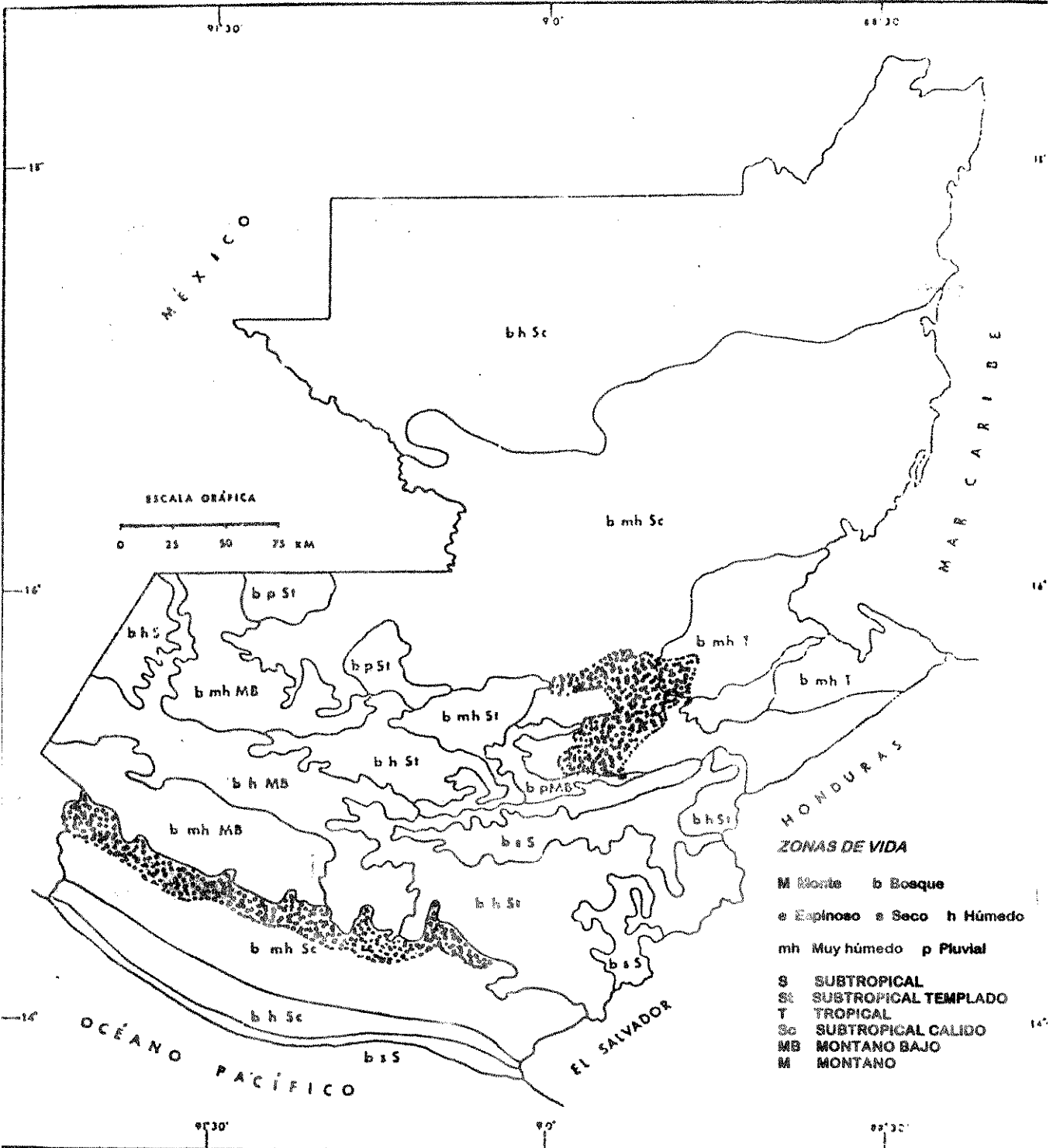
Otros:

ANEXO No. 5
REGIONES GEOGRAFICAS DE GUATEMALA EN LAS QUE SE LOCALIZAN
LAS PLANTAS CHOMTEE (*Lycianthes synanthera* B.),
GUSHNAY (*Spathiphyllum phrynifolium*)
Y MADRE DE MAIZ (*Dioscorea convolvulaceae*)

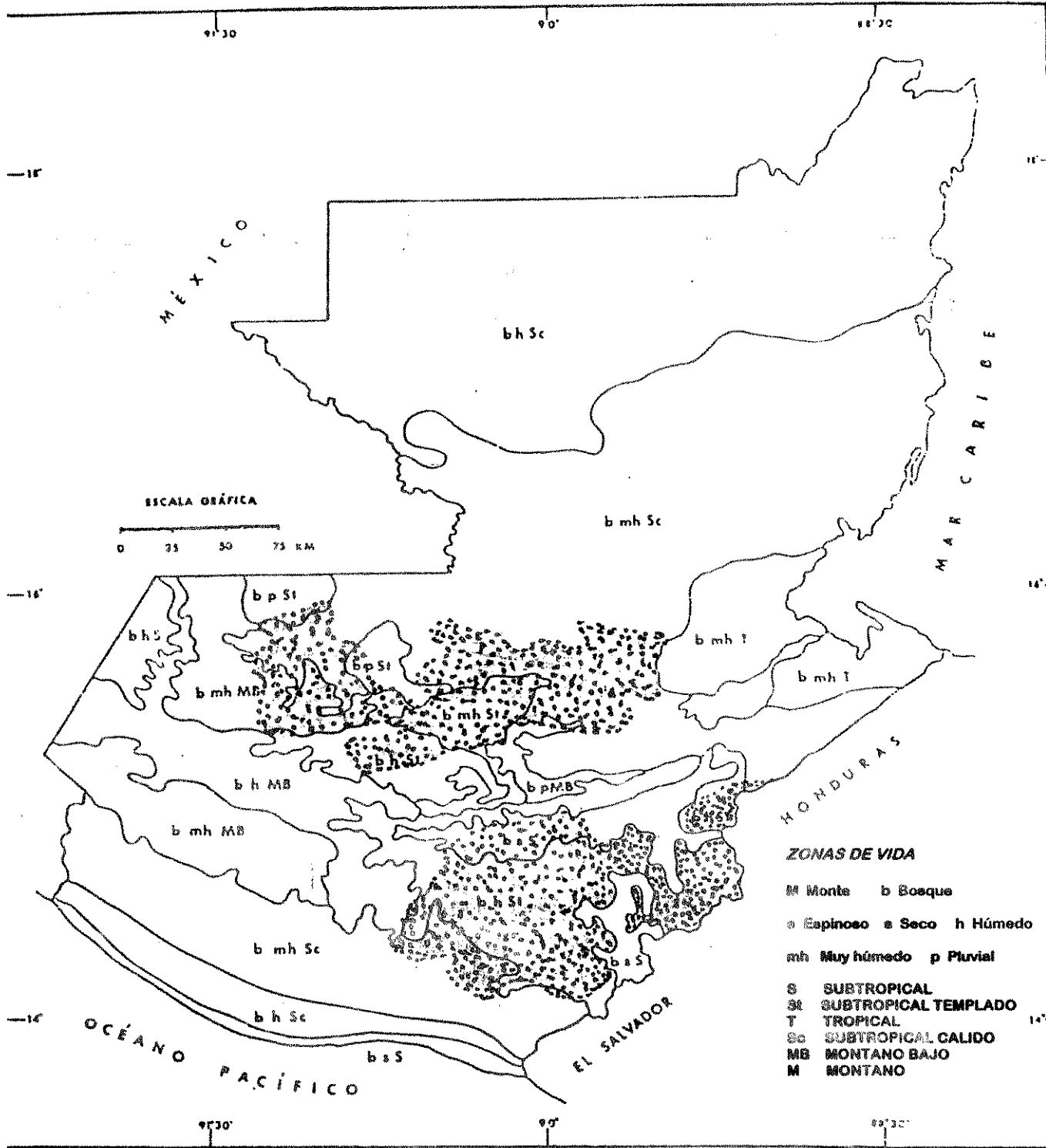
**REGION GEOGRAFICA DE GUATEMALA EN LA QUE SE LOCALIZA
CHOMTEE (*Lycianthes synanthera* B.),**



**REGION GEOGRAFICA DE GUATEMALA EN LA QUE SE LOCALIZA
GUSHNAY (*Spathiphyllum phrynifolium*)**



**REGION GEOGRAFICA DE GUATEMALA EN LA QUE SE LOCALIZA
MADRE DE MAIZ (*Dioscorea convolvulaceae*)**



ESCALA GRÁFICA
0 25 50 75 KM

- ZONAS DE VIDA**
- M Monte b Bosque
 - ◉ Espinoso ◐ Seco h Húmedo
 - mh Muy húmedo p Pluvial
 - S SUBTROPICAL
 - St SUBTROPICAL TEMPLADO
 - T TROPICAL
 - Sc SUBTROPICAL CALIDO
 - MB MONTANO BAJO
 - M MONTANO

ANEXO No. 6
LISTADO DE MUNICIPIOS VISITADOS EN LOS QUE SE DETERMINO
LA EXISTENCIA DE LAS PLANTAS INCLUIDAS EN EL ESTUDIO.
GUATEMALA, 1998

MUNICIPIO / REGION DE GUATEMALA	PLANTA ENCONTRADA
Región Norte Cobán, Alta Verapaz Panzós, Alta Verapaz Rabinal, Baja Verapaz	Chomtee Chomtee Madre de maíz
Región Sur Barberena, Santa Rosa Palín, Escuintla San Vicente de Pacaya, Escuintla	Gushnay Gushnay Gushnay
Región Centro Villa Canales, Guatemala	Gushnay
Región Occidente Coatepeque, Quetzaltenango Mazatenango, Suchitepéquez Retalhuleu, Retalhuleu	Gushnay Gushnay Gushnay Gushnay

ANEXO No. 7

**FORMAS DE PREPARACION MAS COMUNES DE LAS PLANTAS
 CHOMTEE (*Lycianthes synanthera* B.),
 GUSHNAY (*Spathiphyllum phrynifolium*)
 Y MADRE DE MAIZ (*Dioscorea convolvulaceae*)**

Nombre de la preparación: Chomtee en chirmol

Ingredientes	Cantidad
Chomtee	800 g (3 manojos)
Tomate	325 g (8 unidades)
Cebolla	90 g (3 unidades)
Aceite vegetal	100 g
Sal	50 g
Agua	6 litros

Procedimiento:

1. Lavar todos los vegetales.
2. Hervir el agua y agregar las hojas de chomtee. Cocinar por 25 min. aproximadamente.
3. Escurrir las hojas y luego exprimirlas muy bien.
4. Picar el tomate y la cebolla.
5. Calentar el aceite y freir la cebolla. Agregar el tomate y continuar friendo durante dos minutos.
6. Agregar poco a poco las hojas de chomtee y cocinar por 5 minutos mezclando bien.

Nombre de la preparación: Chirmol de gushnay

Ingredientes	Cantidad
Gushnay	174 g (5 manojos, 15 U)
Tomate	280 g (5 unidades)
Cebolla	25 g (1 unidad)
Aceite	15 g (1 cucharada)
Sal	15 g
Agua	3 tazas

Procedimiento:

1. Separar de las hojas los "gusanitos" de gushnay (espata) y lavarlos bien.
2. Hervir el agua, agregar sal y luego el gushnay. Hervir por 8-10 min. aproximadamente.
3. Escurrir y picar el gushnay.
4. Lavar tomate y cebolla y picarlos bien.
5. Sofreír la cebolla en el aceite y agregar el tomate. Sazonar con sal y cocinar por 5 min.
6. Agregar el gushnay picado y un poco del agua de cocción. Cocinar por otros 5 min.

Nombre de la preparación: Tortillas de madre de maíz

Ingredientes	Cantidad
Madre de maíz	1350 g (4 unidades)
Maíz	1500 g
Masa de maíz	380 g
Cal	25 g

Procedimiento:

1. Lavar el maíz y cocinarlo con la cal por dos horas.
2. Dejar enfriar un poco y lavar nuevamente el maíz con agua fría y con movimientos de frotación, a fin de pelar los granos.
3. Lavar, pelar y partir en trozos la madre de maíz. Cocinar en agua y dejar hervir por 20 min. aproximadamente.
4. Escurrir el maíz y las raíces, mezclarlos y molerlos en molino de nixtamal.
5. Amasar en piedra de moler y si es necesario agregar un poco de masa de maíz para darle mejor consistencia.
6. Hacer las tortillas y cocinarlas en comal, de ambos lados.

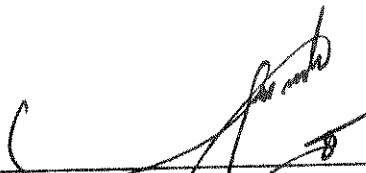
ANEXO No. 8

CONTENIDO DE CAROTENOS Y ACIDO ASCORBICO DE CADA UNA DE
LAS MUESTRAS DE LAS PLANTAS CHOMTEE (*Lycianthes synanthera* B.),
GUSHNAY (*Spathiphyllum phrynifolium*)
Y MADRE DE MAIZ (*Dioscorea convolvulaceae*).
Guatemala, 1998.

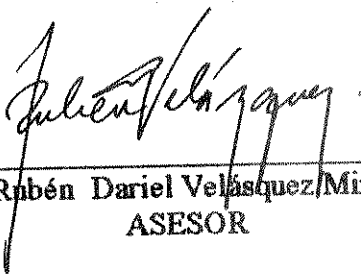
No. DE MUESTRA	CAROTENOS (mcg. Eq. retinol/100g)	Ac. ASCORBICO (mg/100g)
Chomtee 1a	71.1	19.6
Chomtee 1b	77.4	20.4
Chomtee 2a	71.3	21.1
Chomtee 2b	19.0	22.6
Chomtee 3a	32.6	21.2
Chomtee 3b	40.2	18.0
Gushnay 1a	3.2	22.3
Gushnay 1b	3.6	23.1
Gushnay 2a	0.5	23.2
Gushnay 2b	0.5	23.4
Gushnay 3a	0.6	20.7
Gushnay 3b	1.0	21.3
Madre de maíz 1a	1.1	28.4
Madre de maíz 1b	1.6	28.2
Madre de maíz 2a	0.2	27.3
Madre de maíz 2b	0.5	27.9
Madre de maíz 3a	1.8	20.7
Madre de maíz 3b	2.9	24.5

ANEXO No. 9
CONTENIDO DE CAROTENOS Y ACIDO ASCORBICO DE CADA UNA DE LAS
MUESTRAS DE LA PREPARACION ALIMENTICIA MAS COMUN DE
CHOMTEE (*Lycianthes synanthera* B.), GUSHNAY (*Spathiphyllum phrynifolium*)
Y MADRE DE MAIZ (*Dioscorea convolvulaceae*).
Guatemala, 1998.

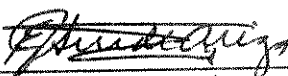
No. DE MUESTRA	CAROTENOS (mcg. Eq. retinol/100g)	Ac. ASCORBICO (mg/100g)
Chomtee en chirmol 1a	58.2	21.8
Chomtee en chirmol 1b	40.7	20.4
Chomtee en chirmol 2a	30.8	20.3
Chomtee en chirmol 2b	38.1	18.8
Chomtee en chirmol 3a	3.3	23.4
Chomtee en chirmol 3b	27.8	24.0
Chirmol de gushnay 1a	6.2	38.1
Chirmol de gushnay 1b	5.9	38.4
Chirmol de gushnay 2a	0.4	40.8
Chirmol de gushnay 2b	2.5	39.9
Chirmol de gushnay 3a	13.1	35.9
Chirmol de gushnay 3b	14.6	35.7
Tortillas de madre de maíz 1a	0.4	12.0
Tortillas de madre de maíz 1b	0.4	11.4
Tortillas de madre de maíz 2a	2.2	12.5
Tortillas de madre de maíz 2b	1.7	11.1
Tortillas de madre de maíz 3a	0.1	12.4
Tortillas de madre de maíz 3b	0.2	13.2



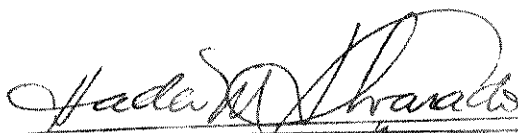
Iris Carolina Cotto
AUTORA



Dr. Rubén Dariel Velásquez/Miranda
ASESOR



Licda. Julieta Salazar de Ariza
DIRECTORA



Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta
DECANA