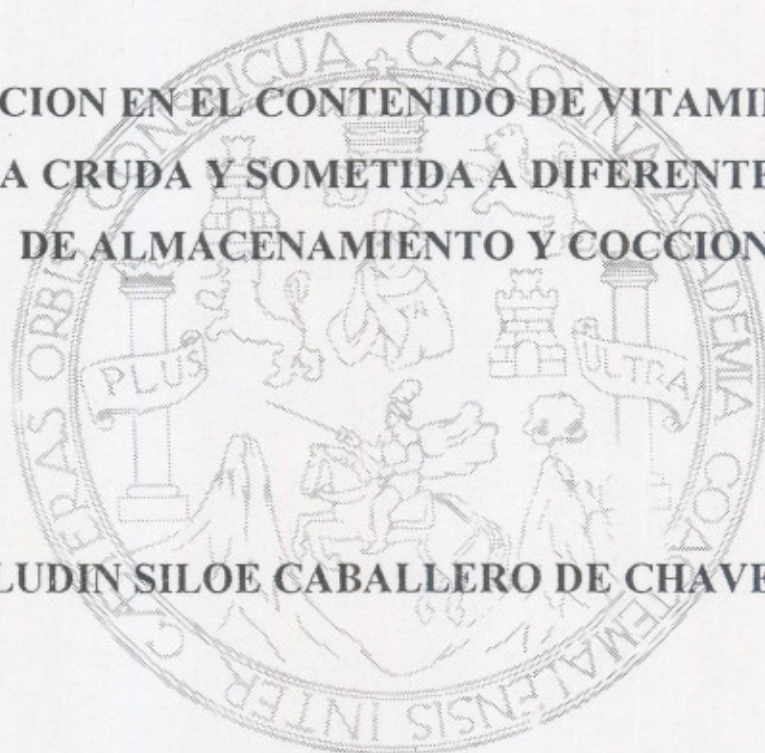


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

VARIACION EN EL CONTENIDO DE VITAMINA A EN  
ACELGA CRUDA Y SOMETIDA A DIFERENTES TIPOS  
DE ALMACENAMIENTO Y COCCION

LUDIN SILOE CABALLERO DE CHAVEZ



Para optar al título de:

**NUTRICIONISTA**

En el grado académico de Licenciado

GUATEMALA, MAYO DE 1995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central



DL  
06  
T(1093)

**JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**DECANO: Lic. JORGE RODOLFO PEREZ FOLGAR**  
**SECRETARIA: Licda. ELEONORA GAITAN IZAGUIRRE**  
**VOCAL I: Lic. MIGUEL ANGEL HERRERA GALVEZ**  
**VOCAL II: Lic. GERARDO LEONEL ARROYO CATALAN**  
**VOCAL III: Lic. MIGUEL ORLANDO GARZA SAGASTUME**  
**VOCAL IV: Br. JORGE LUIS GALINDO AREVALO**  
**VOCAL V: Br. EDGAR ANTONIO GARCIA DEL POZO**

## DEDICO ESTE ACTO

- A **JEHOVA** el Dios Todopoderoso, su hijo Jesucristo y su Espiritu Santo, con amor y humildad.
- A mi madre **ELIA RUBIA CABALLERO**, fuente de inspiración de bondad, cariño y perseverancia ante la adversidad.
- A mi querido esposo **Ing. LUIS CHAVEZ y GONZALEZ**, con inmenso amor.
- A mis amados hijos **MARIA FERNANDA y JOSE LUIS CHAVEZ CABALLERO**.
- A mi hermana, cuñado y sobrina: **LORENA CABALLERO, FAUSTO URRUTIA y GABRIELA URRUTIA** con cariño.
- A la familia **CHAVEZ Y GONZALEZ** con gratitud y cariño.
- A toda mi familia, en especial a mi tía **AZUCENA CABALLERO y LUCIA ARMIJO**.
- A todos mis amigos y compañeros de promoción.



**DEDICO ESTA TESIS**

A mi patria **HONDURAS**

A **GUATEMALA**

A **LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

A **LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

A **LA ESCUELA DE NUTRICION**



## AGRADECIMIENTOS

- A mi esposo **Ing. LUIS CHAVEZ y GONZALEZ** por todo su amor, apoyo y comprensión a lo largo de nuestra vida juntos.
- A mis hijos **MARIA FERNANDA y JOSE LUIS** por su paciencia y la felicidad incomparable que me brindan.
- A mi mamá **ELIA RUBIA CABALLERO** por su buen ejemplo de toda la vida.
- A **Licda. JULIETA SALAZAR DE ARIZA** por su asesoría, profesionalismo y amistad demostrada.
- AL **Dr. RUBEN VELASQUEZ** por su valiosa asesoría y colaboración brindada.
- A **Licda. MARIA ANTONIETA GONZALEZ** por su ayuda y amistad demostrada.
- Al **MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES DE HONDURAS** por el otorgamiento de beca para realizar mis estudios universitarios.
- A la familia **MENDEZ CERNA** por su amistad y apoyo.
- A Todas las personas que me brindaron su amistad y apoyo.



## INDICE

	pag.
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCION	3
III. ANTECEDENTES	4
A. Los alimentos	4
B. Los vegetales	6
1. Vegetales verdes y amarillos	7
a) Acelga	9
2. Características de calidad	13
3. Almacenamiento para mantener la calidad	14
a) Cambios del alimento y su relación con la calidad	15
b) Pérdidas del producto durante el almacenamiento	16
c) Algunas técnicas de almacenamiento a nivel doméstico	17
4. Preparación de vegetales	21
a) Lavado y limpieza	21
b) Corte	22
5. Métodos de cocción	22
C. Vitamina A	25
1. Historia	25
2. Química	26
a) Carotenoides	27
3. Absorción, transporte, metabolismo y excreción	29
4. Función principal de la vitamina A.	31
5. Función sistémica de la vitamina A.	31
6. Deficiencia de vitamina A en C. A.	32



7.	Consecuencias de la Toxicidad	33
8.	Raciones dietéticas recomendadas	33
9.	Métodos para determinar vitamina A.	34
IV.	JUSTIFICACION	38
V.	HIPOTESIS	39
VI.	OBJETIVOS	40
VII.	MATERIALES Y METODOS	41
VIII.	RESULTADOS	47
IX.	DISCUSION DE RESULTADOS	57
X.	CONCLUSIONES	62
XI.	RECOMENDACIONES	64
XII.	BIBLIOGRAFIA	66
XIII.	ANEXOS	70
	Anexo No. 1: Formulario para la recolección de datos de las muestras de acelga tratadas.	71
	Anexo No. 2: Etiqueta para rotular las muestras de acelga estudiadas.	73
	Anexo No. 3: Instructivo para la cuantificación de carotenos en las muestras de acelga por medio de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).	74
	Anexo No. 4: Procedimiento de los métodos de cocción realizados.	77



## I. RESUMEN

Con el propósito de aportar conocimientos que contribuyan a disminuir la deficiencia de vitamina A que padece la población, se planteó la presente investigación, la cual pretende cuantificar los cambios en el contenido de vitamina A que ocurren en la acelga al ser sometida a diferentes tipos de almacenamiento y cocción.

Se utilizaron 9 muestras de acelga, obtenidas de una parcela situada en el municipio de Chimaltenango, las cuales fueron cosechadas el mismo día en que se realizó la cuantificación de vitamina A de este estudio.

Previo a la cuantificación de este micronutriente, las muestras de acelga se sometieron a los siguientes tratamientos:

- Fresco (sin almacenamiento).
- Almacenamiento a temperatura ambiente por dos días.
- Almacenamiento a temperatura de refrigeración por dos días.
- Crudo.
- Cocción por hervido.
- Cocción por fritura.

La extracción de carotenos se efectuó en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y su cuantificación en un laboratorio industrial de la Ciudad, por medio de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), según el método de Carvalho (11).

Los valores de beta-carotenos obtenidos, fueron convertidos a Equivalentes de Retinol (ER) en 100 g de acelga, luego se realizó Análisis de Varianza (ANDEVA), comparación múltiple de medias de Tukey y contrastes ortogonales para la presentación de los siguientes resultados:

La acelga fresca y cruda contiene 298 ER, este valor se tomó de referencia para comparar la pérdida de vitamina A con la acelga sometida a los tratamientos indicados.



La acelga cruda almacenada en refrigeración no modificó su contenido.

La acelga cruda almacenada al ambiente redujo un 75% de su contenido de vitamina A.

En lo que respecta a los métodos de cocción, la fritura ocasionó 71% de pérdida de vitamina y el hervido 32%.

Por lo anterior se recomienda divulgar estos resultados enfatizando en consumir la acelga cruda en forma de ensaladas y preferentemente el mismo día de su obtención, en su defecto almacenarla a temperatura de refrigeración y si se tuviese que realizar alguna preparación, elegir el método de hervido.



## II. INTRODUCCION

En cada ocasión en que se necesita conocer el valor nutritivo de los alimentos, generalmente se acude a las Tablas de Composición de Alimentos para Centro América y Panamá y/o a la Tabla de Composición de Alimentos para usos de América Latina (22, 50).

Sin embargo, dichas tablas tienen la limitante que presentan el contenido de nutrimentos de los alimentos en crudo, por lo tanto para aquellos alimentos que deben someterse a diferentes procesos de cocción y de almacenamiento durante los cuales podría perderse parte de su valor nutritivo en micronutrimentos, las tablas en mención no contemplan esta pérdida y por ende los datos que ofrecen no son representativos, sobre todo en el caso de vitaminas termolábiles o que por sus características de solubilidad queden atrapadas en el medio de cocción y de esta manera ocasionen pérdida.

En el presente estudio se presentan los resultados de la investigación de la variación existente en el contenido de vitamina A en acelga cruda (antes de completar cinco horas de cortada) y sometida a dos tipos de almacenamiento y cocción.

La determinación de vitamina A se realizó por el método de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

Para efectuar este estudio se seleccionó la acelga en vista de que es un alimento rico en vitamina A, y porque es de los vegetales de hoja que se encuentran disponibles en el mercado durante todo el año, considerando además que de esta manera se podría contar con información que permitiese efectuar recomendaciones sobre la forma adecuada de consumir la acelga para aprovechar al máximo su contenido de vitamina A, cuya deficiencia constituye uno de los cinco principales problemas nutricionales del país.



### III. ANTECEDENTES

#### A. Los alimentos

Los alimentos tienen numerosas características: son fuente de un placentero estímulo al paladar, desempeñan un papel importante en muchos actos sociales y religiosos y dan color a los hogares y los mercados. Desde el punto de vista estrictamente químico, los alimentos podrían definirse como sólidos o líquidos que proporcionan al organismo la energía y los materiales que necesita para su crecimiento, reparación y reproducción. Los nutrimentos son las sustancias contenidas en los alimentos que cumplen estas funciones (14).

Para todos los seres vivos, el alimento representa el único vehículo natural de sustancias nutritivas. El alimentarse tiene por objeto proporcionar al organismo las sustancias nutritivas necesarias para vivir y, por lo tanto, su salud dependerá, en gran parte, de la alimentación que reciba (24).

Los alimentos constituyen la parte comestible de plantas y animales, también son alimentos el agua y los minerales que el individuo ingiere (24).

Los alimentos provienen de los reinos: animal, vegetal y mineral. Por sus características organolépticas, el hombre ha ido seleccionando las partes de los distintos vegetales que destina a su alimentación. Así hay alimentos vegetales que son **raíces**: yuca, zanahoria; **tallos**: apio, puerro, caña; **tubérculos**: papa, camote; **hojas**: acelga, chipilín, hierbamora, macuy o quilete, hojas de rábano, espinaca, hojas de nabo, verdolaga, hojas de remolacha, berro; **flores**: coliflor, brócoli; **frutos**: tomate, berenjena y todos los frutos; **semillas**: cereales (maíz, avena, arroz) y leguminosas (frijol, lenteja, garbanzo y alverjas) (24).

Otros alimentos provienen del procesamiento de vegetales como es el caso del azúcar y aceite (24).

En el reino animal el hombre ha seleccionado un grupo de animales domésticos



y otros salvajes de los cuales obtienen su alimento (24).

### 1. Productos animales

Este grupo está constituido por todos los alimentos de origen animal que contienen fuentes de proteína de superior calidad, en lo que se refiere a su utilización biológica por parte del organismo. Se encuentran en este grupo las carnes de mamíferos, aves, peces, crustáceos y algunos reptiles que son consumidos por la población (24).

### 2. Granos y raíces

Este grupo incluye todos los alimentos que aportan gran cantidad de energía (24).

El término "granos" comprende a los cereales y leguminosas. Estas últimas constituyen también una buena fuente de proteínas vegetales. En otros países, las leguminosas han sido colocadas en el grupo de alimentos ricos en proteínas como la carne; sin embargo, debido al valor biológico de sus proteínas, las leguminosas no pueden sustituir a la carne y ello haría difícil la interpretación de las recomendaciones. Las raíces incluyen las raíces farináceas (camote o batata, ñame, yuca, otoi). Los tubérculos (papa) y otros vegetales farináceos como el plátano (24).

### 3. Hortalizas y frutas

Este grupo representa en la dieta LA MEJOR FUENTE DE VITAMINA "A" Y "C", además contiene pequeñas cantidades de vitaminas del complejo "B", como riboflavina y niacina, minerales como calcio y hierro, carbohidrato generalmente en forma de azúcares, proteínas vegetales y, en algunos casos también un poco de grasa (24).

Las hortalizas son los alimentos de origen vegetal que son consumidos



generalmente en forma de platillos salados como parte del almuerzo y la cena. Según sus características físicas y su valor nutritivo se dividen en: "vegetales verdes y amarillos" y "otros vegetales" (24, 37, 38).

Las frutas representan alimentos de origen vegetal, de un mismo origen botánico (todos son frutos) que se consumen crudas o cocidas, en forma de postre en la merienda o desayuno. Constituyen un grupo bien determinado y el hecho de que se consuman crudas las convierte en la mejor fuente de vitamina "C", ya que esta vitamina puede destruirse mediante la cocción. En este subgrupo se encuentran: anona (blanca y rosada), albaricoque (fresco), banano, sidra, ciruela, coco tierno, durazno, fresa, granadilla, guanábana, guayaba, injerto, jocote (ciruela), jocote marañón, limas, limones, mandarina, mango, manzana, melón, pera, piña, sandía, toronja, zapote, zarzamora, etc. (13, 24, 25, 26).

El valor nutritivo de las frutas se fundamenta en el alto contenido de vitamina "C" que poseen y de algunas que contienen vitamina A (papaya, melón, mango ) (24).

## **B. Vegetales**

Los vegetales se conocen como las partes comestibles de las plantas que se utilizan en la alimentación humana (36).

Los vegetales se caracterizan por tener una baja concentración de grasas y un alto contenido de humedad (no mayor de 0.50% de grasas y entre 70 y 85% de agua) (13, 36). También los vegetales contienen cantidades muy bajas de proteínas y en lo que a carbohidratos se refiere, los vegetales contienen similares niveles a los contenidos en las frutas (entre 4 y 25%) y son fuente importante de fibra principalmente cuando son consumidos crudos (16).

Otra característica de los vegetales es su alto contenido de minerales y vitaminas, por lo que se les considera como alimentos reguladores y protectores de las diferentes funciones que cumple el



organismo humano (12, 16).

El costo de los alimentos vegetales varía según la época de producción y son por consiguiente más baratos cuando su producción es abundante (12).

Al mismo tiempo, hay ciertas hortalizas que en algunos países, mantienen un precio bastante elevado si se comparan con otros de igual valor nutritivo; tal es el caso de la zanahoria y el ayote (güicoy) maduro, que son más caros que las hojas verdes (12).

### 1. Vegetales verdes y amarillos

Este término incluye a los vegetales de color amarillo y verde intenso, los cuales son buena fuente de carotenos, precursores de vitamina A (23, 24). Este grupo incluye a acelga, chile pimiento (ají), güicoy sazón (ayote, zapallo o calabaza), bledo, berro, brócoli, chipilín, espinaca, macuy (hierba mora o quilete), hojas de mostaza, hojas de nabo, hojas de rábano, hojas de remolacha, puntas y hojas de güisquil, hojas y tallos de colinabo, escarola, lechuga, verdolaga, zanahoria, tallos de cebolla, hojas de güicoy (13, 24, 25, 26, 27).

El contenido de vitamina A de los vegetales verdes y amarillos se encuentra en relación de 43:1 respecto a otros vegetales y con las frutas su relación es de 17.2:1, esta característica hace que los vegetales verdes y amarillos sean importantes como parte de la dieta diaria del ser humano (24).

En el cuadro No. 1 se encuentran los vegetales clasificados según su contenido de vitamina A (42).

Algunos vegetales verdes y amarillos también contienen riboflavina y niacina, tal como se presentan en el cuadro 2 (4).



CUADRO No. 1  
CLASIFICACION DE VEGETALES SEGUN SU APORTE DE VITAMINA A

Vegetales verdes y amarillos (Ricos en vitamina A)	Otros vegetales (Pobres en vitamina A)
Acelga	Apio
AjÍ o chile dulce (verde o rojo)	Ayotillos
Ayote o güicoy maduro	Berenjena
Berro	Repollo Chino
Bledo	Cabeza de cebolla
Brócoli	Col de bruselas
Hierba mora, macuy o quilete	Colinabo
Chipilín	Ejotes o habichuelas
Hojas de nabo	Flor de ayote
Hojas de mostaza	Güicoy tierno
Hojas de rábano	Espárragos
Hojas de romolacha	Flor de izote
Hojas de yuca	Lechuga pálida
Hojas y tallos de colinabo	Loroco
Hojas y punta de camote	Miltomate
Lechuga escarola	Nabo, Pacaya
Punta de ayote o güicoy	Palmito
Punta y hojas de güisquil	Pepino
Tallos de cebolla	Perulero
Verdolaga	Puerro
Zanahoria	Rábano, tomatillo
Quixtán	Repollo, remolacha

Fuente: (42)



CUADRO No. 2

**VEGETALES VERDES Y AMARILLOS CON ALTO CONTENIDO  
DE RIBOFLAVINA Y NIACINA**

Riboflavina	Niacina
Chipilín	Chipilín
Bledo	Hojas de yuca
Hojas de nabo	
Punta de ayote	
Hojas de yuca	
Hojas de camote	
Hojas de mostaza	
Brócoli	

Fuente: (15)

**a) Acelga**

Derivada de la 'Bette verte a couper', variedad no tuberizada de Beta vulgaris, utilizable como espinaca, la acelga es una remolacha sin raíz, es decir, es una hortaliza de este tipo pero con raíces delgadas en lugar de gruesas como suele ser la característica de aquellas (35, 44). Su nombre deriva del latín "beta", porque sus tallos cuando están en simiente cargados por la parte alta, se doblan formando una B (23). La clasificación botánica de la acelga se describe en el cuadro No. 3. La acelga pertenece a la familia de Chenopodiaceas y por pertenecer la



espinaca y remolacha a esta misma familia, se recomienda no sembrarlas juntas ya que debido a este parentesco, demandan similares nutrientes del suelo y son atacadas por las mismas enfermedades, por lo que se recomienda la rotación del cultivo (33).

CUADRO No. 3

## CLASIFICACION BOTANICA DE LA ACELGA

Reino	Plantae
Subreino II	Embryobionta
División XVII	Magnoliophyta
Clase 1	Magnoliopsida
Subclase III	Caryophyllidae
Orden 1	Caryophyllales
Familia	Chenopodiaceae
Género	Beta
Especie	Beta vulgaris L.
Variedad	Beta vulgaris var cycia L.
Nombre común	acelga

Fuente: Comunicación personal con Lic. Julio Cesar Menegazzo Valdéz, Catedratido de Botánica, Escuela de Biología, CC.QQ., USAC. Octubre, 1994.



La acelga es una planta excelente para el huerto, ya que hunde sus raíces 90 cm hasta el subsuelo y extrae de allí, todos los elementos nutritivos . De la acelga se consumen tanto las hojas como el nervio central grueso esto es, la penca; se recomienda cortar por separado y cocinarse por más tiempo que el resto de la hoja (15, 35, 44).

**i. Suelo y clima para su cultivo**

La acelga prospera en la mayoría de los climas, excepto en los muy cálidos y en cualquier suelo que no esté saturado de agua (33).

**ii. Tratamiento del suelo**

La acelga, lo mismo que otras especies de raíz, requiere un pH de 6.5 aproximadamente, por lo que hay que encalar en caso necesario. Conviene aplicar una cantidad pequeña de estiércol para abonar el terreno (33).

**iii. Multiplicación**

De acuerdo al tipo de siembra a realizar, la acelga se clasifica como cultivo de trasplante, o sea que por ser su semilla muy pequeña y las plantitas recién emergidas demasiado débiles y lentas en su desarrollo inicial, primero se hace un semillero y luego cuando han alcanzado un tamaño de 15 a 20 cm de altura y después de 25 a 30 días, se traslada a su lugar definitivo (33, 39).

La siembra definitiva se realiza a 2.5 cm de profundidad y separadas 8 cm. Las plantas necesitan disponer de espacio, por lo que las hileras han de separarse 45 cm (35, 44).

**iv. Plagas y enfermedades**

El cultivo de la acelga es fuerte y resistente a las



plagas y enfermedades pero algunas veces es recomendable alejar a las babosas (44).

#### **v. Cuidados durante el crecimiento**

El cultivo de la acelga requiere de pocas atenciones, aunque merece la pena aplicar un acolchado de tierra a la plantación (35).

#### **vi. Recolección**

La recolección de la cosecha se inicia cuando las hojas miden aproximadamente 18 cm de largo, se comienza por cortar las hojas externas y cuando aumentan de tamaño, se cortan las hojas verdes, de las pencas blancas (44).

#### **vii. Epoca de producción en Guatemala**

La acelga es uno de los vegetales que se producen en el territorio guatemalteco, prácticamente durante todo el año, por lo que siempre se le encuentra disponible en el mercado (27).

#### **viii. Forma de consumo**

La acelga es un vegetal que se puede consumir crudo, salteado o cocido en agua. Para mejorar el sabor y variar su presentación, después de hervido puede freírse con margarina o aceite, acompañarse de salsa blanca; o darle forma de tortas o croquetas (17).

#### **ix. Valor nutritivo de la acelga**

El contenido de nutrimentos en la acelga se encuentra en el cuadro No. 4 (22, 50).



CUADRO No. 4

## VALOR NUTRITIVO DE LA ACELGA CRUDA EN 100 GRAMOS

Nutrimento	Cantidad
Proteína	1.66 g
Grasa	0.33 g
Carbohidrato	5.66 g
Calorías	26.66 kcal
Calcio	110.00 mg
Fósforo	30.00 mg
Hierro	3.66 mg
Vitamina A	293.33 ER
Tiamina	0.03 mg
Riboflavina	0.10 mg
Niacina	0.33 mg
Vitamina C	33.33 mg

Fuente: ( 22 )

## 2. Características de calidad de los vegetales crudos

La calidad de los vegetales está definida como el conjunto de características físicas y químicas que hacen que un vegetal tenga un grado de excelencia según las necesidades del productor y consumidor. La calidad de los



productos hortícolas frescos es entonces una combinación de características, atributos y propiedades que otorgan valor al producto (12, 16).

La consistencia de las hortalizas es un factor importante para su selección. Cuando el vegetal ya no es tierno los tejidos son muy gruesos y la consistencia es dura. Esto hace que el tiempo de cocción para lograr el ablandamiento sea mayor; además su digestión es difícil. Por otra parte el adquirir vegetales poco tiernos es antieconómico porque hay mayor desperdicio (24).

En general, los vegetales crudos deben verse brillantes y no presentar puntos de pudrición o tejidos muertos, otras características deseables dependen del producto particular, para citar algunos ejemplos: los tallos del espárrago deben ser redondos, no arrugados y las puntas deben ser compactas. Las habas verdes deben tener paredes gruesas y carnosas, no estar esponjosas y las vainas deben ser rectas. Los tallos del apio deben ser gruesos, succulentos y quebradizos. Los tallos del brócoli deben ser pequeños con una cutícula translúcida y hojas pequeñas y verdes con troncos cortos. La coliflor debe ser de un blanco aperlado y sus flores compactas, con hojas verdes y brillantes. Las cebollas deben tener cáscaras secas y delgadas, cuellos firmes y delgados. Las verduras de raíz deben tener cáscaras claras y brillantes. Deben estar hinchadas y libres de barbas (13).

Los vegetales deben ser manejados, almacenados y cocidos de tal forma que conserven éstas características. La calidad de un vegetal cuando se cocina y se sirve está condicionado por su calidad en el estado crudo.

### **3. Almacenamiento para mantener la calidad**

Un cambio indeseable posterior a la cosecha de las verduras y que es mediado por la acción de las enzimas, es la acumulación de lignina (13).

Idealmente la mayoría de las verduras deben cosecharse cuando están inmaduras y antes que la lignina se haya acumulado en las paredes celulares. Los tejidos vegetales



aún después de cosecharse, continúan vivos y los procesos metabólicos continúan dentro de las células, por lo que los tejidos pronto comienzan a deteriorarse (13).

**a) Cambios del alimento durante el almacenamiento y su relación con la calidad**

**i. La maduración de los vegetales**

La maduración es el fenómeno natural que ocurre en los vegetales aún después de la cosecha, ocasiona cambios en la composición química del producto como :

- Cambio de color en la piel o cáscara
- Ablandamiento de tejidos internos y externos.
- Cambios en el aroma
- Cambios en la concentración de agua y nutrimentos a nivel celular.

Entre los cambios más importantes en la coloración figuran: pérdida del color verde, lo cual no es ventajoso para las verduras; desarrollo de colores amarillos y anaranjados, desarrollo de colores rojos (ejemplo en los tomates), al igual que anaranjado y azul; pigmentos que son solubles en agua y mucho menos estables que los carotenos como las antocianinas y otros compuestos fenólicos, pueden producir un color café en los tejidos, lo cual no resulta favorable desde el punto de vista de calidad y apariencia (12).

Los cambios en los carbohidratos incluyen la conversión de almidón a azúcares simples que pueden producir cambio de sabor (12).

**ii. Transpiración o pérdida de agua**

La pérdida de agua puede ser una de las causas principales de deterioro ya que no sólo hay pérdida cuantitativa directa (pérdida de peso), sino



modificaciones en la textura, ablandamiento, flacidez, pérdida de frescura y jugosidad (12).

La transpiración (evaporación del agua de los tejidos del producto), es un proceso que puede ser controlado por medio de varios tratamientos aplicados al producto (ejemplo: cubiertas artificiales y envolturas de plásticos fino), o por medio de la manipulación del ambiente (ejemplo: mantenimiento de la humedad a un nivel relativamente alto y el control de la velocidad del aire circundante) (12).

### **iii. Descomposición fisiológica de vegetales**

El almacenamiento de los vegetales a temperaturas inadecuadas puede ocasionar daños tales como síntomas de quemaduras superficiales causadas por el sol, maduración desigual, ablandamiento excesivo y desecamiento (12).

### **iv. Descomposición patológica**

Uno de los síntomas de deterioro más comunes durante el almacenamiento son los cambios provocados por la actividad de bacterias y hongos (12). El comienzo de la maduración y envejecimiento en los vegetales da como resultado una mayor susceptibilidad a infecciones causadas por patógenos (12).

Los golpes, daños mecánicos y quemaduras de sol, disminuyen la resistencia del producto ante el ataque de patógenos (12).

### **b) Pérdidas del producto durante el almacenamiento**

Una vez cortados los vegetales mantienen poco tiempo su frescura, rápidamente se pierde humedad y aparece el marchitamiento; esto, además de variar su aspecto, influye en la vida del vegetal produciendo alteración de sus tejidos hasta que aparece la putrefacción (24).

Las pérdidas que ocurren durante el período de almacenamiento del producto,



se deben a diversas condiciones del almacenamiento (producción, clasificación, procesamiento) y a la alta susceptibilidad a la descomposición. La mayor manifestación se da en la pérdida de humedad, misma que da lugar al marchitamiento (12).

Las pérdidas pueden ser cuantitativas (menor peso o volumen) y cualitativas (cambios indeseables en las características organolépticas del vegetal) por lo cual, los vegetales frescos deben manejarse con extremo cuidado y de esta manera evitar su descomposición prematura (16, 36).

**c) Algunas técnicas de almacenamiento y conservación de alimentos a nivel doméstico**

El proceso de descomposición de vegetales puede retardarse a través de procedimientos domésticos como los siguientes:

**i. Refrigeración**

La refrigeración doméstica se constituye en un ambiente limitado y húmedo para el alimento, cuya temperatura oscila entre los cuatro y los 12 grados celcius. Los períodos de tiempo de almacenamiento recomendados para vegetales varían de siete a diez días, según el tipo de producto. Los alimentos que se conservan en refrigeración retrasan el crecimiento de microorganismos y producen una disminución en la actividad enzimática. La mayoría de los vegetales se deben lavar y secar completamente antes de ser almacenados exceptuando la cebolla, papas y ayotes. El almacenamiento en el compartimiento para vegetales o en un recipiente de plástico ayuda a evitar la deshidratación. El vegetal se deshidratará en menor grado en el compartimiento para vegetales debido a que se necesita mucho vapor para saturar el espacio vacío. Sin embargo, para casi todos los vegetales, las condiciones preferibles de almacenamiento son a una temperatura de refrigeración (12, 24,).



## ii. La congelación

Es el proceso por medio del cual la temperatura ambiente se encuentra por debajo de cero grados celsius, hasta temperaturas de 18 grados celsius bajo cero. Los alimentos aptos para ser congelados son aquellos que presentan un alto porcentaje de agua y que estén en buenas condiciones. Para aplicar este procedimiento es necesario mantener fija la temperatura del congelador y empacar los alimentos en aluminio o plástico para evitar la deshidratación o "quemadura de congelación" y la oxidación de las grasas y aceites de los vegetales. Es necesario recordar que la congelación y la descongelación repetidas bajan la calidad del producto y se corre el riesgo de su contaminación (12).

Aunque muchos vegetales mantienen su calidad por más tiempo cuando se almacenan por temperaturas arriba del punto de congelación, algunos de origen tropical o sub-tropical se dañan si se almacenan a temperaturas sobre el punto de congelación, menores aproximadamente de 10 grados celsius. La respiración anormal que ocurre a estas temperaturas puede hacer que el producto adquiera un color bermejizo, pierda color o adquiera una textura correosa (13).

Mediante el proceso de congelación es posible mantener al vegetal en buen estado por varios meses, especialmente si antes de congelarlo ha sido escaldado, sin embargo, éste procedimiento sólo es aplicable a los vegetales que se sirven cocidos (13).

## iii. Aparador refrigerante

Las siguientes tres tecnologías de aparador, recipientes y cesta refrigerante, son alternativas de almacenamiento de vegetales cuando no es posible aplicar refrigeración o congelación. Se fundamentan en el principio que al evaporarse el agua, toma calor del aire y enfría el ambiente. Este principio es el mismo por el cual el agua almacenada dentro de una tinaja de barro o arcilla se mantiene



fresca, mientras que el agua dentro de una tinaja de loza o metal se calienta con el calor del día (12).

Un aparador o anaquel de madera puede convertirse en un buen almacén frío colocando una tina (olla, guacal o baño) que contenga agua, sobre un anaquel de madera que esté elevado del piso por trozos de madera o ladrillos; se cubre el anaquel con un paño (tela húmeda), de manera que el extremo inferior no toque el piso. Los vegetales que se desean conservar, se colocan dentro del anaquel. El paño debe estar siempre húmedo en contacto con el agua de la tina, y se debe llenar la tina cuando se evapore parte del agua; de esta forma el aire dentro del anaquel se enfría y conserva los alimentos hasta por algunos días, dependiendo de sus características (12).

En la tecnología de recipientes refrigerantes pueden utilizarse dos ollas, una pequeña dentro de una grande, se llena con agua el espacio entre las dos ollas, se coloca el vegetal a conservar en la olla pequeña. Idealmente la olla grande debe ser de barro, de lo contrario se debe tapar de manera que permita la evaporación (tela) y controlar que el espacio entre las dos ollas esté siempre lleno de agua. Este sistema permite que el ambiente sea húmedo y refrescante, y logre conservar los vegetales por uno o dos días después de su compra (12).

Para realizar la cesta refrigerante se coloca una cesta sobre piedras o ladrillos en un recipiente amplio con agua; el recipiente puede ser circular o cuadrado, y de loza o metal. Se debe cubrir la cesta con un paño (tela) húmedo de tal manera que la parte inferior del paño se introduzca en el agua. En el interior de la cesta se pueden colocar varios recipientes con alimentos para ser almacenados de uno a cinco días (12).

#### **iv. Cobertor de alimentos**

Para hacer un cobertor de alimentos contra insectos, puede utilizarse una malla (tela) de plástico, alambre o tejido fino sobre un armazón liviano.



Después se cose la malla sobre la base y se obtiene un cobertor sencillo y económico para evitar que las moscas y otros insectos contaminen los alimentos o utensilios de cocina (12).

**v. Alacena**

La alacena es un mueble especialmente utilizado para guardar alimentos. Esta debe estar libre de humedad, ventilada y bien protegida para evitar la entrada de insectos y roedores. Para los vegetales es especialmente necesario que las paredes contengan cedazo fino, de tal forma que se facilite la circulación del aire y a la vez se evite la entrada de insectos (12).

**vi. Desección**

El secado de un vegetal consiste en extraerle parte del agua que naturalmente contiene, hasta que contenga un nivel tal de humedad que permita almacenarlo por un período largo, en condiciones ambientales ordinarias y sin que se modifique grandemente sus propiedades nutricionales y organolépticas. En el producto seco, con una baja disponibilidad de agua, las actividades metabólicas disminuyen, por lo que se convierte en medio desfavorable para el crecimiento microbiano (12).

**vii. El curado**

Es un procedimiento en el que se añade a los alimentos sal común y especias (12).

**viii. La fermentación**

Es un procedimiento por medio del cual los vegetales que



se preservan gracias a la salmuera (mezcla de sal y agua). En este proceso se produce alcohol y otras sustancias que inhiben el crecimiento de microorganismos, ejemplo de esto pueden ser los pepinillos y las cebollas en vinagre (12).

#### 4. Preparación de vegetales

Los vegetales pueden consumirse en forma cruda o cocida; se utilizan crudos cuando se preparan en ensaladas y cocidos al prepararlos en sopas, tortas o en platos mixtos, combinando con otros vegetales, con carne, huevo o cereales o simplemente fritos (12, 27). La preparación previa de los vegetales es importante porque produce cambios cualitativos y cuantitativos dignos de tomarse en cuenta, como se señala a continuación: existen ciertas vitaminas termolábiles, como la vitamina C, que se destruyen por las temperaturas elevadas propias de los procesos de cocción o procesamiento, además del calor hay vitaminas que les afecta el oxígeno, medios ácidos y la luz (27).

##### a) **Lavado y limpieza**

Los vegetales necesitan lavarse perfectamente para remover las partículas de tierra y los microorganismos del suelo (13, 42). Se recomienda que el lavado se haga frotando el vegetal bajo un chorro de agua fría, teniendo cuidado de no dañar los tejidos. En algunos casos en que la cáscara es muy gruesa puede emplearse una esponja o cepillo. Los vegetales con hojas como la lechuga, deben lavarse cuidadosamente porque la suciedad se encuentra adherida (27).

Después del lavado se deben quitar cuidadosamente las partes golpeadas, marchitas, amarillentas o duras (12). Debe efectuarse además la separación de partes comestibles de las no comestibles como semillas, cáscaras y trozos duros (10, 12).



## **b) Corte**

Los vegetales generalmente necesitan el corte de las partes no apetecibles o que no son comestibles; sin embargo, debe evitarse el desperdicio (13).

La forma de cortar un vegetal dependerá del tipo de preparación que se desea hacer, del grado de madurez del vegetal y de las formas de otros alimentos que se servirán en el mismo plato. Conviene efectuar los cortes de los vegetales inmediatamente antes de prepararlos o servirlos para que no aparezcan marchitos o resecos (27).

Al efectuar el corte se debe tener en cuenta que si el cuchillo a usar no es de acero inoxidable, puede causar reacciones de oxidoreducción en los nutrimentos del vegetal, provocando pérdidas en su valor nutritivo. Por otra parte, cuando se corta demasiado, se aumenta la superficie de contacto de los tejidos internos con el ambiente y dá salida de sustancias nutritivas (17, 18, 21).

## **5. Métodos de cocción**

Los vegetales se cocinan para conseguir los cambios en la textura y el sabor que se consideran deseables, el calor también destruye la mayor parte de microorganismos presentes en la superficie de los vegetales (13).

Los factores que se deben considerar para escoger el método de cocción adecuado para un vegetal, son: presencia de nutrimentos hidrosolubles, de pigmentos ácidos y de ciertos constituyentes del sabor; por supuesto, el menú también es un factor. Una cantidad excesiva de calor o la cocción en grandes volúmenes de agua puede provocar una pérdida de hasta la mitad de las vitamina B y C y de los minerales (13).



**a) Horneado**

Los vegetales pueden hornearse con cáscara, como es el caso de las papas o los elotes asados con sus hojas. La ventaja de hornear un vegetal es que como no se agrega agua, hay menos posibilidad de que se pierdan los nutrimentos hidrosolubles. La desventaja es que la penetración de calor es lenta y requiere de mayor combustible (17).

**b) Hervido**

Consiste en colocar los vegetales en un recipiente que contenga apenas suficiente agua con sal, tapanlo y luego llevarlos al punto de ebullición tan pronto como sea posible y luego disminuir el calor para mantenerse a fuego lento. El propósito es que el vegetal esté listo cuando sólo queden unas cuantas gotas de agua de cocimiento en el recipiente. Este método disminuye la pérdida de nutrimentos solubles hacia el agua de cocimiento (13).

Los vegetales verdes que necesitan más de cinco a siete minutos para suavizarse pueden perder su color brillante intenso al cocinarse mediante este método (13).

**c) Cocción al vapor**

Consiste en cocinar el vegetal sobre una parrilla con poca cantidad de agua y en un recipiente cerrado, con temperaturas mayores de  $100^{\circ}\text{C}$  (13, 25, 26). Cuando los vegetales se cocinan al vapor, la energía se transmite a través del vapor al producto. La mayoría de los vegetales pueden cocinarse al vapor, aunque el tiempo de cocimiento es un poco mayor que cuando se hierven. La ventaja de la cocción con vapor sobre agua hirviendo es que sólo el agua del vapor que se condensa se pone en contacto con el vegetal (13, 25, 26, 38).

La cocción en una olla de presión es realmente cocción al vapor, aunque la temperatura es mayor debido a que la presión del vapor se acumula en la olla de



presión. La olla de presión generalmente se opera a 15 libras de presión de vapor y la temperatura de cocimiento es de  $121^{\circ}\text{C}$  ( $250^{\circ}\text{F}$ ) y, esta elevación de la temperatura ocasiona una marcada reducción en el tiempo de cocimiento (13).

#### **d) Salteado**

Este método puede utilizarse para cocinar vegetales con hojas, verduras suculentas que puedan cortarse en tiras muy finas. En el caso de las espinacas se cocen en gran medida con el vapor de agua que sale de los tejidos cortados. Un recipiente pesado con una tapadera hermética es esencial para este método. Una pequeña cantidad de grasa en el fondo del sartén evita que la verdura se pegue hasta que se extraiga suficiente savia celular de la verdura para iniciar el cocimiento. El secreto del éxito con este método es cortar las verduras en fragmentos muy delgados, de modo que el calor penetre rápidamente y el tiempo de cocimiento sea más corto. La unidad de calentamiento debe colocarse suficientemente alta para iniciar una cocción rápida y luego se baja, no tanto para apagarla, pero lo suficiente para que el agua no se evapore del recipiente (13).

La verdura debe moverse durante el primer o segundo minuto del período de cocimiento, pero la evaporación debe mantenerse al mínimo (13).

#### **e) Fritura**

Este método implica un modo de cocción en grasa y la ausencia de líquidos. La grasa al calentarse generalmente alcanza una temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$ , y la cocción por fritura es un procedimiento relativamente rápido (26).

En este método se pueden utilizar vegetales crudos que se cocinan en grasa, pero necesitan más tiempo y mayor cantidad de grasa. Durante la fritura, al entrar el alimento en contacto con la grasa caliente, se produce la coagulación casi inmediata de las proteínas del exterior y se forma una capa o costra tostada que impide la salida de



las proteínas del exterior y se forma una capa o costra tostada que impide la salida de los jugos del alimento. Luego el calor se va transmitiendo al interior por conducción y se produce la cocción del centro del alimento (26).

La fritura es el método de cocción en el cual se pierden menos nutrientes. Aunque hay vitaminas que son solubles en grasa, la rapidez con que se forma la costra exterior no permite que éstas salgan del vegetal. Por otra parte, el tiempo de cocción es tan corto que no da lugar a que haya mayor destrucción de vitaminas como la tiamina y el ácido ascórbico, por exceso de exposición a altas temperaturas (26).

#### f) **Asado**

El asado es un método indicado para vegetales enteros, sin embargo, es de hacer notar que durante este proceso el vegetal puede sufrir la pérdida de vitaminas del complejo B y la vitamina C, en cuanto a la vitamina A, ésta puede destruirse en un 10% (37).

### C. Vitamina A

#### 1. Historia

El tratamiento que antiguamente brindaban los egipcios a la ceguera nocturna, consistía en administrar tópicamente jugos exprimidos de hígados cocidos, según consta en los papiros médicos londinenses (32).

Los ancestros griegos, quienes se familiarizaban con las prácticas médicas egipcias también recomendaban tratamientos a base de hígados cocidos, con la modificación de que a la vez de administrarlos superficialmente se recomendaba la ingestión de estos jugos (32).

Fué hasta 1913, cuando Mc Collum y Davis, en la Universidad de Wisconsin y Osborne y Mendel en Yale, demostraron por separado que las ratas no crecían en forma normal si se les sometía a dietas sin grasas naturales.



infectaron e inflamaron. Esta oculopatía característica conocida como xeroftalmia, cesó pocos días después al añadir a la dieta una pequeña cantidad de mantequilla o aceite de hígado de bacalao. Estas grasas contenían el factor protector o curativo conocido después como vitamina A, de esta manera se marca la historia nutricional moderna de la vitamina A (3, 32).

El principio activo de la vitamina A, fue descubierto en la siguiente década por Moore en Inglaterra y posteriormente en 1930 Karrer y sus colegas en Suiza determinaron las estructuras químicas de la vitamina A y del beta caroteno. Cinco años después, Wald identificó los pigmentos visuales en la retina, ahora identificados como retinal. La participación de la vitamina A en el proceso visual es, su función primaria (32).

## 2. Química

Existe un grupo de compuestos con gran afinidad estructural que tienen actividad de vitamina A, los que se encuentran en productos animales son incoloros o de poca pigmentación y la más abundante de estas vitaminas preformadas es la vitamina A o retinol y la vitamina A<sub>3</sub> deshidroretinol (19).

La vitamina A puede encontrarse en varias formas isómeras que dependen de la configuración de los enlaces dobles en la cadena lateral. El transretinol es el isómero más común y realiza la actividad biológica más intensa. En el cuerpo puede convertirse en 11-cis retinal, que es la forma funcional de la vitamina A en la visión (19).

En los pigmentos carotenoides vegetales se encuentran formas de provitamina A, de los carotenos, el caroteno beta tiene la mayor actividad biológica y da origen



A, de los carotenos, el caroteno beta tiene la mayor actividad biológica y da origen a dos moléculas de vitamina A por molécula (9).

Todas las estructuras conjugadas de la vitamina son sustancias sensibles a la oxidación, principalmente por la luz, agentes oxidantes y el aire, además es menos estable en ph ácido y en calor, así mismo es estable en ph neutro y básicos, con humedad y agentes reductores (45).

#### a) Carotenoides

Los carotenoides incluyen dos grupos de compuestos principales: los carotenos y las xantófilas. Son pigmentos insolubles en agua y ampliamente distribuidos en la naturaleza, siendo más abundantes en plantas y algas.

Los carotenos son hidrocarburos puros, mientras que las xantófilas son derivados lipídicos que contienen oxígeno. Los primeros son más abundantes, de hecho, se han aislado alrededor de 600 de éstos (9, 19); son llamados también precursores o pro-vitamina A y se encuentran bajo la forma del alfa, beta y gamma caroteno, que son generalmente de color naranja oscuro (7), los cuales se transforman en el intestino delgado en retinol (1).

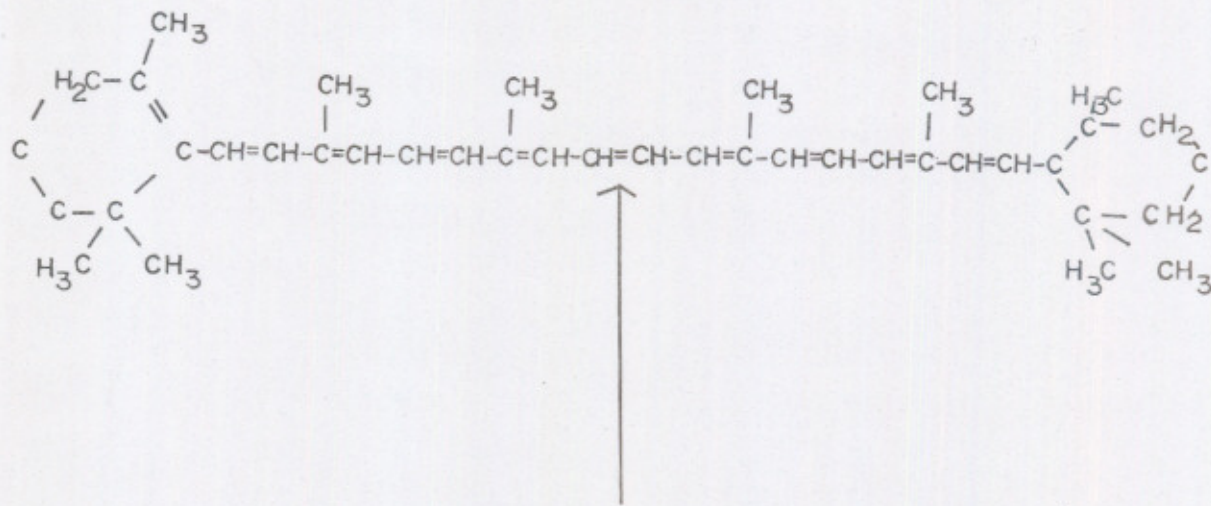
El carotenoide más común es el beta-caroteno. Como se muestra a continuación, el beta-caroteno es un hidrocarburo de 40 carbonos que consta de una cadena no saturada, la cual contiene anillos idénticos en cada extremo. Todos los otros carotenoides pueden considerarse como variantes de esta estructura (9).

De gran importancia es la reacción enzimática que cataliza la ruptura simétrica del beta-caroteno a dos moléculas de vitamina A, como se puede apreciar en la figura No. 1. (9).



Fig. No. 1

## Beta-caroteno



Ruptura simétrica para proporcionar  
dos moléculas de vitamina A

En 1971, Sweeney y Marsh demostraron que el beta-caroteno se isomeriza durante tratamientos térmicos intermedios de la forma trans a la forma cis, que es biológicamente menos activa (45).

En muchas tablas de composición de alimentos, se expresa el valor de la vitamina A en unidades internacionales (UI); sin embargo, el Grupo Mixto de Expertos de FAO y OMS en el informe de 1991, recomienda cambiar esta práctica y



emplear unidades ponderales; ello implica que las tablas de composición de alimentos deben contener información de las concentraciones de retinol, betacaroteno y otros carotenoides en cada alimento.

La revisión de las raciones dietéticas recomendadas efectuada en 1974, introdujo el término **equivalentes de retinol (ER)** con el cual se designa las raciones de vitamina A y que comprende retinol y carotenoides (3, 19).

Las UI pueden ser convertidas en ER en esta forma:

Una unidad internacional de vitamina A es igual a:

0.3 mcg de retinol

0.6 mcg de betacaroteno.

1.2 mcg de otros carotenos mixtos con actividad de vitamina A.

Los equivalentes de retinol en una dieta se calculan como la suma del peso de la porción retinol de la vitamina A preformada, el peso del beta-caroteno dividido por su factor de conversión y el peso de otros carotenoides divididos por su factor de conversión. De este modo, para una dieta que contenga 300 mcg de retinol, 3,000 mcg de beta-caroteno y 1200 mcg de otros carotenoides provitamina A, los equivalentes de retinol (ER) serán:  $300 + (3000/6) + (1200/12) = 900$  mcg (19).

### **3. Absorción, transporte, metabolismo y excreción**

La vitamina A puede estar presente en la dieta en dos formas: como retinol, habitualmente en forma de éster (propiedad de los alimentos de origen animal), o como un precursor carotenoide llamado beta-caroteno que es entonces escindido por la enzima dioxigenasa para producir retinaldehído, predominantemente en el epitelio intestinal. Cuando las sales biliares son inadecuadas no permiten la síntesis normal de micelas, se altera



la absorción intestinal de vitamina A, por lo que la absorción de esta vitamina depende de la absorción normal de lípidos (8, 46).

Una parte de la vitamina A absorbida se metaboliza y excreta rápidamente. La cantidad que excede a las necesidades inmediatas es almacenada en el hígado en forma de ésteres de retinilo y, en una persona bien nutrida, constituye más del 90% de la cantidad total de vitamina A del organismo. Cuando se necesita vitamina A, los ésteres de retinilo son hidrolizados para liberar retinol. Para ser transportados a determinados tejidos, el retinol es acompañado por una proteína específica: la proteína ligadora de retinol (RBP), la cual es sintetizada en el hígado y secretada en el plasma en forma de complejo RBP-Retinol (3, 8, 46).

En algunos casos los bajos niveles plasmáticos de vitamina A pueden reflejar una síntesis deficiente de la proteína ligadora de retinol, sin embargo la concentración plasmática de vitamina A en los individuos no es un buen indicador de los depósitos de vitamina A en el hígado, excepto en situaciones de gran agotamiento de las reservas hepáticas de vitamina A, pues el nivel plasmático permanece esencialmente sin cambio a través de una amplia gama de niveles de almacenamiento hepático (19, 46, 47).

Aunque se piensa que la función primaria de las reservas hepáticas de ésteres de retinilo es el mantenimiento de la concentración plasmática de retinol, solamente una porción es usada de este modo. Parece que los ésteres de retinilo en el hígado sufren una conversión continua a productos inactivos.

En un intervalo "normal" bastante amplio, la formación y excreción de los metabolitos de vitamina A, es directamente proporcional a la reserva total de vitamina A del organismo (46).



#### 4. Función principal de la vitamina A

El retinol, que es la forma alcohólica reducida de la vitamina A, se convierte enzimáticamente en la forma oxidada y aldehídica (retinal) que posteriormente forma complejos con las proteínas llamadas opsinas, para constituir las proteínas activas que funcionan en la visión. Los complejos formados por un retinal y una opsina son los fotorreceptores primarios de la luz, incidentes en las células visuales, y transmiten la información al sistema nervioso. La mayoría de los vertebrados contienen dos tipos de células visuales en la retina: del primer tipo son los bastoncitos, que son los receptores de la luz amortiguada y no perciben color, y del segundo tipo son los conos, que son los receptores de la luz brillante y responsables también de la visión del color. En los bastoncitos parece que hay sólo una opsina, y el complejo lipoprotéico se denomina rodopsina. En los conos, se conoce que hay al menos tres opsinas diferentes; éstas forman complejo con el retinal para constituir un receptor sensible al azul, uno sensible al rojo y uno sensible al verde. En el caso de la rodopsina, se ha establecido que el retinal está unido covalentemente con la proteína mediante el grupo amino de la cadena lateral de un residuo de lisina (8, 9, 19, ).

En la forma de retinaldehído la vitamina A actúa como el grupo de pigmentos visuales que absorben la luz. Un déficit de vitamina A es causa de la formación deficiente de rodopsina, el pigmento que interviene en la visión de baja intensidad (nocturna). La medición de la capacidad de un individuo para adaptarse a la oscuridad es por tanto, un método sensible para descubrir la carencia de la vitamina A (19).

#### 5. Función sistémica de la vitamina A

La vitamina A participa en una variedad de funciones que se relacionan con el mantenimiento del crecimiento, la salud en general y



la vida misma. La base molecular de estas funciones sigue siendo desconocida. Una pobre diferenciación en diversos epitelios y un aumento en la susceptibilidad a la infección son consecuencias ordinarias de la carencia de vitamina A. La xeroftalmia incluyendo la lesión de la córnea que da como resultado ceguera irreversible, un aumento en la tasa de infecciones y una alta mortalidad son secuelas frecuentes (3, 9, 19, 31, 32, 34).

#### 6. Deficiencia de vitamina A en Centro América

En numerosos estudios se ha encontrado un estado deficitario de vitamina A en la población centroamericana, éste afecta principalmente a mujeres embarazadas y a niños, pacientes con malabsorción intestinal, enfermedad hepática, desnutrición protéico calórica y los que ingieren aceite mineral o colestrolamina y pacientes que sufren de anemia nutricional (6, 28).

Según datos encontrados en encuestas dietéticas realizadas en Centro América, el déficit de vitamina A es uno de los cinco principales problemas de orden nutricional de la región (20, 28). En la evaluación nutricional de Centro América y Panamá realizada en 1965-67 se mostró que entre 76 y 95 % de la población rural de Centro América y Panamá, ingería menos de 75 % de la recomendación dietética diaria de vitamina A, y entre 66 y 88 % no llegaba al 50 % de la recomendación (30). Además se ha demostrado que el 26 % de los niños entre uno y cuatro años de edad presentan niveles séricos de retinol menores o iguales a 20 mcg/dl, tanto en áreas rurales como en áreas marginales de la ciudad y que el 67 % de las familias guatemaltecas consumían menos del 50 % de las raciones dietéticas diarias recomendadas (6, 28).

Una encuesta desarrollada, en 1975 en niños pre-escolares de doce



comunidades de Guatemala indicó, que 21.5 % de ellos presentaban niveles séricos bajos de vitamina A sin embargo, dos años después y en vista de la fortificación del azúcar con esta vitamina, la prevalencia de niveles séricos bajos de retinol había disminuído en esta misma población a un 10 % (5).

Para 1987 en Guatemala el 11 % de la población entre cero y cinco años presenta niveles de retinol menores de 20 mcg/dl (29).

#### 7. Consecuencias de la toxicidad

Las ingestas elevadas de vitamina A son tóxicas para el organismo y se producen cuando se sobrepasa el consumo de las recomendaciones dietéticas diarias. Sus signos son: pseudotumor cerebral, prurito, hiperqueratosis, alopecia, inflamación dolorosa de los huesos y descamación aguda de la piel (8).

Grandes dosis de vitamina A durante el embarazo producen grave malformación del esqueleto en el recién nacido (46).

#### 8. Raciones dietéticas recomendadas

- a) Varón adulto: 600 ER/día \*
- b) Mujer adulta: 500 ER/día
- c) Niños de 6 a 12 meses: 350 ER/kg/día.
- d) Niños mayores: 400 ER/día.
- e) Mujer embarazada: Aumentar 100 ER/día.
- f) Madre lactante: Aumentar 180-350 ER/día (49).

\* ER= Equivalentes de retinol.



### 9. Métodos para determinar vitamina A.

Existe una amplia gama de métodos para determinar el contenido de las estructuras de vitamina A, tanto en suero, plasma, como en los alimentos, entre los cuales se citan:

- a) Método espectrofotométrico de inactivación ultravioleta.
- b) Ensayo de fluorescencia.
- c) Cromatografía en columna abierta (43).
- d) Inmunodifusión radial para analizar el total de proteína ligadora de retinol.
- e) Cromatografía en capa fina.
- f) Cromatografía líquida de alta resolución.

Los métodos clásicos espectrofotométricos y fluorométricos continúan siendo oficiales, sin embargo no pueden discriminar las especies moleculares con diferente actividad de vitamina A; cualquier otro método empleado debe compararse con estos métodos (41).

En lo que se refiere a carotenoides, se han realizado estudios extensos sobre sus estructuras químicas y su presencia en alimentos (41).

Uno de los principales ponentes es Rodríguez Amaya (41, 43), quien revisó la presencia de carotenos en vegetales y citó cuatro factores que dificultan la obtención de datos confiables por medio de cromatografía en columna abierta:

- a) El número de carotenoides presentes en los vegetales.
- b) La variabilidad en la composición cualitativa y cuantitativa de las muestras de alimentos.



- c) La identificación de compuestos con actividad de pro-vitamina A y las variantes de su actividad en los diferentes alimentos.
- d) Formación de complejos durante el análisis.

La cromatografía en columna abierta es el método cromatográfico convencional y se ha utilizado ampliamente en la investigación de carotenoides.

Algunas revisiones sobre vitaminas liposolubles en Química Clínica han demostrado que la Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) es la técnica más aplicada. Su utilización en alimentos han reportado métodos generales para carotenoides y retinoides (40, 41).

Es recomendable utilizar HPLC ya que representa un avance en la tecnología cromatográfica. Esta técnica da buenos resultados en tiempo rápido (10 a 15 minutos).

Previo al análisis por HPLC se debe preparar la muestra de la siguiente manera:

- a) Obtener el "peso bruto" y "peso neto" de la muestra.
- b) Estabilizar el pigmento a analizar, protegiéndolo contra el oxígeno y destruyendo las enzimas que catalizan la oxidación del pigmento, mediante la exposición a temperaturas de -70 grados celsius y con mejores resultados aplicando el escaldado con vapor (blanqueo).
- c) Empacar las muestras en recipientes con cierre hermético y rotularlas.



- d) Congelar las muestras a temperatura de -70 grados centígrados.
- e) Eliminar la humedad de la muestra por medio del secado por congelamiento.
- f) Aplicar el tratamiento a estudiar en las muestras.
- g) Efectuar la extracción de los pigmentos a analizar por HPLC.
- h) Realizar una pre-cromatografía en columna para eliminar otras sustancias que pudiesen interferir en el análisis del pigmento a estudiar (11).

HPLC se aplica en la separación y análisis de mezclas de casi todos los tipos de sustancias (48), además existen algunas adaptaciones de acuerdo al tipo de muestra a analizar como en el caso de alimentos vegetales; mediante esta técnica se han analizado carotenos en tomate, achiote, aceite de oliva, leche, vegetales crudos y cocidos, zanahoria deshidratada, frutas y otros vegetales, cada uno con diferentes adaptaciones de reactivos o del método (41).

Algunos estudios han modificado el método para lograr la separación de carotenos, así como la identificación de sus isómeros, de esta manera se cuenta con el método propuesto por Carvalho, et. al, que será utilizado en el presente estudio (11), y que basa su principio en el uso del colorante Sudan I, como estándar interno para el análisis de carotenos ya que parece ser el método más adecuado debido a que elimina el uso de carotenoides puros como estándares que además son rápidamente degradables y por tanto de muy corta duración (11).

La cromatografía líquida de alta resolución tiene varias ventajas como:



precisión, reproducibilidad, sensibilidad, exactitud, exposición mínima al oxígeno y luz y simplicidad pero, requiere de equipo de alta tecnología, cuyo precio y mantenimiento son altos, así como un costo alto de solventes y patrones, además mientras no sea generalmente reconocida como la mejor técnica para la separación e identificación de sustancias, para asuntos oficiales los métodos de HPLC deben seguirse comparando con los métodos oficiales (41).



#### IV. JUSTIFICACION

La deficiencia de vitamina A está considerada como uno de los cinco principales problemas nutricionales de Guatemala, y en atención a lo anterior, se han realizado múltiples investigaciones con diferentes enfoques sobre vitamina A, con el propósito de reducir la deficiencia de la misma.

Retomando este propósito y en vista de no contar con información sobre el contenido preciso de vitamina A, y de las pérdidas en los alimentos causadas por diferentes tipos de almacenamiento y cocción, se dió la necesidad de realizar esta investigación en uno de los vegetales verdes que además de ser rico en vitamina A, es también un alimento de amplio consumo por la población guatemalteca y se encuentra disponible en el mercado durante todo el año.

Por otra parte el informe de una consulta mixta de expertos de FAO/OMS llevada a cabo en Roma (19), efectuó entre otras, la recomendación de llevar a cabo estudios de este tipo en vegetales verdes, por lo que se decidió realizar con la acelga, ya que los resultados darían a conocer la variación en el contenido de vitamina A en las diferentes muestras crudas, cocidas y almacenadas de este vegetal, y así tener una idea del comportamiento de los vegetales verdes en general, al ser sometidos a estos tratamientos.

Datos del contenido de vitamina A en alimentos almacenados y procesados son muy útiles, pues permiten efectuar recomendaciones sobre la forma adecuada de consumir la acelga, así como del tipo de almacenamiento que debe dársele para aprovechar al máximo su contenido de vitamina A.



## V. HIPOTESIS

- A. Existe mayor pérdida de vitamina A en la acelga al ser sometida a fritura que al ser únicamente hervida.
- B. Existe mayor pérdida de vitamina A en la acelga al ser almacenada a temperatura ambiente que en refrigeración.
- C. Existe mayor pérdida de vitamina A en la acelga al ser almacenada, que al ser sometida a procesos de cocción.



## VI. OBJETIVOS

### A. General

Establecer la variación en el contenido de vitamina A, de acelga sometida a diferentes tipos de almacenamiento y cocción.

### B. Específicos

1. Establecer el contenido de vitamina A, de la acelga cruda, con y sin almacenamiento.
2. Establecer el contenido de vitamina A, de la acelga sometida a dos tipos de almacenamiento: refrigeración y temperatura ambiente.
3. Establecer el contenido de vitamina A, de la acelga sometida a dos tipos de cocción: hervido y frito.
4. Comparar el contenido de vitamina A, de la acelga en los diferentes tipos de almacenamiento y cocción.



## VII. MATERIALES Y METODOS

### A. Materiales

#### 1. Muestra

Nueve manojos de acelga de una libra cada uno, los cuales fueron recolectados en el mismo día y de la misma parcela de siembra en el departamento de Chimaltenango.

#### 2. Tipo de estudio

Según el análisis y alcance de los resultados el estudio realizado fué de tipo experimental.

#### 3. Instrumentos

Para la recolección y tabulación de información (anexo No. 1).

#### 4. Equipo

Esta investigación se realizó en los Laboratorios de Alimentos de la Escuela de Nutrición, de Análisis Aplicado de la Escuela de Química Farmacéutica y de Bioquímica de la Escuela de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, así mismo se utilizaron los laboratorios de Merck Centroamericana de la Ciudad de Guatemala, requiriendo la utilización del siguiente equipo:

- a) Una refrigeradora eléctrica marca Kenmore de dos puertas.
- b) Una estufa eléctrica marca Kenmore de cuatro hornillas, con su respectivo horno.
- c) Una balanza dietética electrónica marca OHAUS, con capacidad



- de 6,000 g y sensibilidad de 0.1 g.
- d) Sistema de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), Merck Hitachi, compuesto por bomba L-6200 A., detector ultravioleta U-1050 e integrador D-2500.
  - e) Una licuadora vertical para usarse con solventes orgánicos.
  - f) Nueve ampollas de decantación de 500 cc. con llave de vidrio.
  - g) Una columna para HPLC de 250 mm y 4 mm de diámetro interno.
  - h) Cristalería de laboratorio.
  - i) Una balanza semi-analítica.
  - j) Una computadora CGS 386.
  - k) Una impresora HP-500.
  - l) Utensilios de preparación de alimentos.
  - m) Equipo de limpieza de utensilios de cocina.

## 5. Reactivos

- a) 0.5 l de aceite.
- b) dos l de agua.
- c) Sal.
- d) Cuatro l de agua calidad HPLC.
- e) Cuatro l de metanol calidad HPLC.
- f) Ocho l de éter de petróleo.
- g) Ocho l de acetona.
- h) 150 g de Hyflo supercel.
- i) 25 g de estándar de Sudan I.
- j) 40 l de agua desmineralizada.



- k) Un l de hidróxido de potasio.
- l) 25 lbs. de nitrógeno.
- m) Cinco ml de estándares de alfa y beta caroteno.
- n) 200 g de oxido de magnesio.
- ñ) 50 g de sulfato de sodio anhidro.
- o) 1 l de Tetrahidrofurano
- p) 1 l de acetonitrilo.

## **B. Métodos**

### **1. Para la elaboración de instrumentos**

- a) Instrumento para la recolección y tabulación de datos:

Se diseñó un formulario para registrar el total de beta-carotenos contenido en las muestras de acelga que fueron estudiadas y su correspondiente conversión a ER de vitamina A (anexo No. 1).

### **2. Para la selección de la muestra**

El tipo de muestreo fue Sistemático, dentro de una misma parcela de siembra de acelga, para evitar que la diferencia que se pudiera encontrar en el contenido de vitamina A, se deba a la variedad agronómica del vegetal y el tipo de suelo de siembra.

El día de la colecta se llegó a las 5:30 a.m. a la parcela. La investigadora acompañada del agricultor inició la recolección de plantas de acelga, de uno de los extremos de la parcela (a mano derecha de la entrada) hacia el extremo opuesto (izquierda). Se arrancó la planta entera (raíces y hojas), la siguiente planta colectada



estaba separada de tres a cinco plantas de la anterior. Se procedió de la misma manera hasta llegar al extremo opuesto de la parcela o hasta haber colectado el número de muestras deseado.

Se colectaron plantas que a criterio del agricultor estaban listas para la cosecha. Las plantas llevadas al mercado, se cosechan utilizando este criterio.

El número de manojos de acelga (nueve), se eligió de acuerdo al total de tratamientos que se realizaron, considerando que cada manojo al dividirlo en tres partes proporcionaría las 27 unidades experimentales requeridas para hacer tres repeticiones de cada tratamiento.

Se consideró además la disponibilidad de recursos tanto de materiales como de equipo.

### 3. Para la recolección de datos

#### a) **Estandarización de condiciones**

Se estableció previamente con un productor de acelga de Chimaltenango, Chimaltenango, el día y hora por la mañana en que se haría la recolección del vegetal.

Las condiciones de cocción de la acelga tales como: recipiente, graduación de la estufa, volumen de agua a utilizar, tiempo de cocción para el método de hervido, así como tiempo de fritura, recipiente, intensidad de calor y cantidad de aceite a utilizar en el método de cocción de frito se estandarizaron mediante pruebas piloto.

De igual forma se estandarizó el método de extracción de carotenos de la acelga así como del método de cromatografía líquida de alta resolución, para la cuantificación de carotenos extraídos.

#### b) **Obtención y tratamiento de las muestras**

El día establecido para la recolección de las muestras de acelga,



se viajó hasta la parcela de siembra de la misma y se cortaron nueve manojos de regular tamaño, los cuales fueron trasladados al Laboratorio de Alimentos de la Escuela de Nutrición de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se efectuó la limpieza de los nueve manojos de acelga, eliminándoles la tierra y cortando las raicillas.

Una vez limpias las muestras, se hicieron nueve porciones con peso neto de 460 gramos, cada una de las cuales se dividió a su vez en tres porciones, resultando así un total de 27 porciones y de esta manera se pudo contar con las unidades experimentales necesarias para efectuar tres repeticiones de cada tratamiento efectuado a la acelga.

De aquí se tomaron las siguientes porciones para someterlas a los diferentes tratamientos:

i. Nueve manojos de acelga fueron colocados en una parrilla de la refrigeradora, debidamente rotulados (anexo No. 2), por espacio de dos días.

ii. Nueve manojos de acelga debidamente rotulados (anexo No. 2), fueron colocados sobre el gabinete aéreo del área No. 3 del laboratorio de alimentos ubicado en la Escuela de Nutrición por espacio de dos días.

iii. Las nueve porciones restantes se procesaron el mismo día de colecta (fresco), crudas, hervidas y fritas para la extracción y cuantificación de vitamina A.

iv. Al final del período de almacenamiento indicado (dos días), tanto las muestras almacenadas a temperatura ambiente, como las almacenadas en refrigeración fueron procesadas, y se les extrajo y cuantificó la vitamina A.

### **c) Extracción y cuantificación de carotenos en acelga**

El método utilizado para extraer y cuantificar la vitamina A fué el de Carvalho (11), mismo que fue aplicado a las muestras frescas y almacenadas de acelga, tanto en crudo como hervidas y fritas (anexo No. 3).



**d) Conversión de mcg de carotenos a ER**

Después de obtenido el valor de mcg de de beta-carotenos, éste fue convertido a Equivalentes de retinol (ER) según el método indicado en el anexo No. 3, posteriormente fue calculado el valor de ER en 100 gramos de peso neto de acelga para cada tratamiento realizado.

**4. Para el análisis de datos**

Se estableció el siguiente diseño estadístico:

**a) Unidad experimental**

La unidad experimental estuvo constituida por cada muestra de acelga.

**b) Factores**

Se midió el efecto de cuatro factores:

- i. Método de cocción: hervido y fritura.
- ii. Método de almacenamiento: temperatura ambiente y temperatura de refrigeración.

**c) Diseño**

Se utilizó el diseño de bloques al azar con tres repeticiones.

El total de tratamientos fue de nueve, haciendo un total de 27 unidades experimentales.

Para la detección de diferencia significativa se aplicó el análisis de varianza ANDEVA y habiendo resultado positiva, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey y de contrastes ortogonales, para lo cual se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis Sistem (SAS), y de esta manera se comprobaron las hipótesis planteadas.



## VIII. RESULTADOS

### A. Cuantificación de vitamina A en acelga

Después de extraer los carotenos de la acelga se llevó a cabo su cuantificación por medio de cromatografía líquida de alta resolución. Previa y secuencialmente al análisis de muestras se analizaron soluciones estándar de Sudan I, alfa-caroteno y beta-caroteno cuyos cromatogramas permitieron observar sus picos, altura y área bajo la curva de los mismos, así como sus tiempos de retención; de esta manera se obtuvo un patrón de comparación con los resultados de las muestras.

La figura No. 2 presenta los resultados de: a) Análisis de soluciones estándar de Sudan I, alfa-caroteno y beta-caroteno, observándose que el Sudan I presentó el menor tiempo de retención (1.88 min.), el alfa-caroteno y el beta-caroteno presentaron tiempos de retención de 14.88 y 16.28 min. respectivamente. b) Análisis de carotenos extraídos de una muestra de acelga refrigerada cruda y de solución estándar de Sudan I; este cromatograma muestra que el Sudan I presentó un tiempo de retención de 1.95 min. el alfa-caroteno no se observó y el beta-caroteno se presentó a los 15.92 min. c) Análisis de carotenos extraídos de una muestra de acelga refrigerada hervida y de solución estándar de Sudan I, este cromatograma demuestra que el Sudan I se presentó a 1.94 min, el alfa-caroteno no se registró y el beta-caroteno se presentó a los 15.84 min.

Todos los análisis realizados en extractos de muestras de acelga, demostraron que la solución estándar de Sudan I y el beta-caroteno se presentaron en tiempos de retención constantes, y como se presenta en la figura No. 2 el alfa-caroteno no se observó en ninguno de estos análisis, por lo que el único compuesto con actividad de vitamina A que pudo observarse y cuantificarse fue el beta-caroteno.



Figura No. 2

## Análisis de soluciones Patrón y de muestras de acelga

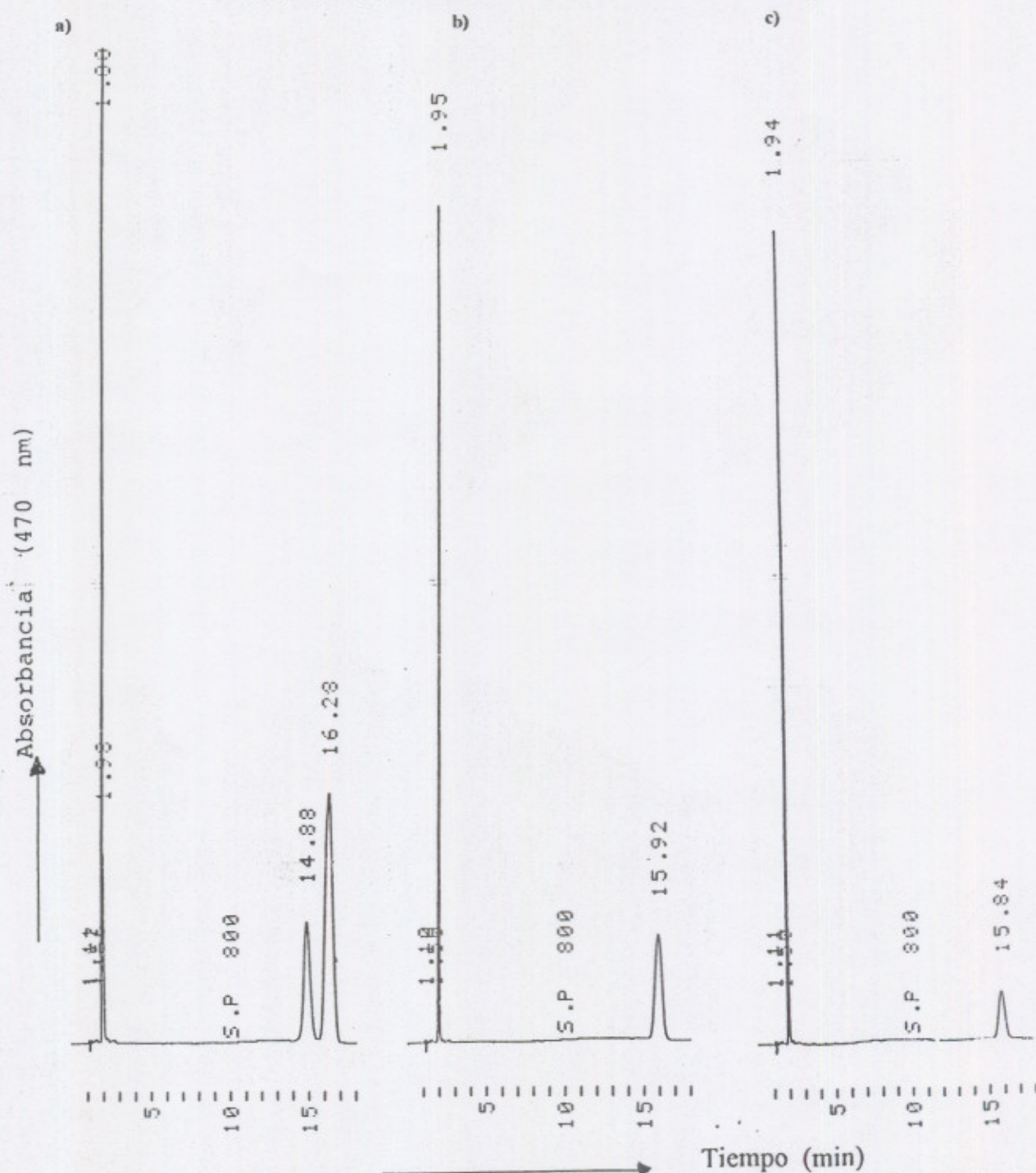


Fig. No. 2: Cromatogramas del análisis de a) Mezcla de sustancias patrón de Sudan I (4.76 ppm), alfa-caroteno (2.59 ppm) y beta-caroteno (2.59 ppm); b) Extracto de una muestra de acelga refrigerada cruda y c) Extracto de una muestra de acelga refrigerada hervida. Condiciones cromatográficas según Carvalho (11).



### 1. Contenido de vitamina A en el total de muestras analizadas

En el cuadro No. 5 se presenta el contenido de beta-carotenos y su correspondiente conversión a ER en 100 g de acelga para cada una de las muestras tratadas.

CUADRO No. 5

#### CONTENIDO DE VITAMINA A EN 100 g DE ACELGA CRUDA Y SOMETIDA A DIFERENTES METODOS DE ALMACENAMIENTO Y COCCION

Guatemala, Octubre de 1994

TRATAMIENTO APLICADO	mcg de BETA-CAROTENO	EQUIVALENTES DE RETINOL
FRESCO CRUDO	1792	298
	1643	274
	1924	321
FRESCO HERVIDO	1437	240
	1041	174
	1218	203
FRESCO FRITO	381	64
	291	49
	880	147
TEMP. AMBIENTE CRUDO	469	78
	349	58
	502	84
TEMP. AMBIENTE HERVIDO	181	30
	127	21
	21	4
TEMP. AMBIENTE FRITO	21	4
	247	41
	205	34
TEMP. REFRIGERACION CRUDO	2206	368
	1502	250
	1473	246
TEMP. REFRIGERACION HERVIDO	1464	244
	1394	232
	695	116
TEMP. REFRIGERACION FRITO	337	56
	21	4
	49	8



a) **Promedio de vitamina A por muestra**

En el cuadro No. 6 se puede apreciar el contenido promedio y desviaciones estándar de vitamina A (ER en 100 g de muestra) para cada una de las muestras analizadas.

Se observa que la acelga fresca cruda presenta el mayor contenido de vitamina A y la acelga almacenada a temperatura ambiente y hervida el menor.

Los valores obtenidos para la acelga fresca cruda y para la almacenada en refrigeración cruda son similares, esto se repite en el caso de acelga fresca hervida y acelga hervida almacenada a temperatura de refrigeración.

En el caso de los valores menores, se observa que la acelga hervida y frita almacenadas al ambiente, así como para la acelga frita previamente almacenada en refrigeración presentan contenidos similares de vitamina A.

CUADRO No. 6

**CONTENIDO PROMEDIO DE VITAMINA A EN 100 g DE ACELGA**

Guatemala, Octubre de 1994

Tratamiento de la acelga	ER ( $\bar{X} \pm DS$ )
FRESCO CRUDO	297.67 $\pm$ 23.50
FRESCO HERVIDO	205.67 $\pm$ 33.08
FRESCO FRITO	86.67 $\pm$ 52.79
TEMP. AMBIENTE CRUDO	73.33 $\pm$ 13.61
TEMP. AMBIENTE HERVIDO	18.17 $\pm$ 13.48
TEMP. AMBIENTE FRITO	26.17 $\pm$ 19.94
TEMP. REFRI. CRUDO	288.00 $\pm$ 69.31
TEMP. REFRI. HERVIDO	197.33 $\pm$ 70.69
TEMP. REFRI. FRITO	22.50 $\pm$ 29.10

\* n = 3



## 2. Efecto del almacenamiento y cocción en el contenido de vitamina A

Como puede observarse en los cuadros No. 7 y 8, en cada muestra de acelga se reduce el contenido de vitamina A al ser sometida a métodos de cocción; la

Cuadro No 7

### PORCENTAJE DE PERDIDA DE VITAMINA A EN ACELGA CAUSADAS POR COCCION

Guatemala, Octubre de 1994

TRATAMIENTO	FRESCO (%)	TEMP. AMBIENTE (%)	TEMP. REFRIGERACION (%)
CRUDO	0.00	0.00	0.00
HERVIDO	31.00	75.00	32.00
FRITO	71.00	64.00	92.00

Cuadro No 8

### PORCENTAJE DE PERDIDA DE VITAMINA A EN ACELGA CAUSADAS POR ALMACENAMIENTO

Guatemala, Octubre de 1994

TRATAMIENTO	PERDIDAS (%)
SIN ALMACENAMIENTO (FRESCO)	0
TEMPERATURA AMBIENTE	75
TEMPERATURA DE REFRIGERACION	3



fritura ocasiona las mayores pérdidas principalmente en muestras almacenadas en refrigeración por dos días. El método de hervido ocasiona la mayor pérdida después del almacenamiento a temperatura ambiente; las pérdidas provocadas por el hervido en muestras frescas y almacenadas en refrigeración son similares.

Los tratamientos realizados ejercen distintos efectos sobre los contenidos de vitamina A. Al ordenar los tratamientos en forma ascendente de acuerdo a la pérdida de vitamina A ocasionada, tenemos:

- a) Almacenamiento a temperatura de refrigeración.
- b) Hervido.
- c) Fritura.
- d) Almacenamiento a temperatura ambiente.

De los métodos de cocción realizados a las muestras de acelga, la fritura ocasiona la mayor pérdida (71 %) y de los métodos de almacenamiento, la temperatura ambiente (75 %).

La acelga almacenada a temperatura ambiente y posteriormente frita posee el 8.8 % de la vitamina A contenida en la acelga fresca cruda; la almacenada al ambiente y hervida únicamente el 6.1 %.

### **3. Análisis estadístico de los resultados obtenidos**

En el cuadro No. 9 se presenta el análisis de varianza de los resultados obtenidos.

Dicho cuadro muestra que existe diferencia significativa en los contenidos de vitamina A en la acelga sometida a almacenamiento ( $p < 0.0001$ ), a cocción ( $p < 0.0001$ ) y a la combinación de los dos factores ( $p < 0.0024$ ).



CUADRO No.9

**EFFECTO DEL ALMACENAMIENTO Y COCCION SOBRE EL CONTENIDO  
DE VITAMINA A EN ACELGA**

Guatemala, Octubre de 1994

FUENTE	GL.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	Pr > F
Modelo	8	309,115.50	38,639.00	21.95	0.0001 (1)
Error	18	31,691.16	1,760.62		
Total corregido	26	340,806.66			
FUENTE	GL.	ANDEVA SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	Pr > F
Almacenamiento	2	127,360.05	63,680.02	36.17	0.0001 (1)
Cocción	2	137,497.38	68,748.69	39.05	0.0001 (1)
Almacenamiento \ Cocción	4	44,258.05	11,064.51	6.28	0.0024 (1)

Coefficiente de variación = 31.06851

(1) = Altamente significativa

Referencia: GL. Grados de libertad

En vista de lo anterior se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias de tukey, proporcionando los datos que aparecen en los cuadros 10 y 11.



CUADRO No. 10

**PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS DE TUKEY PARA EL CONTENIDO  
DE VITAMINA A EN ACELGA SOMETIDA A COCCION  
Guatemala, Octubre de 1994**

METODO	MEDIA	INTEPRETACION
CRUDO	219.67	A
HERVIDO	140.39	B
FRITURA	45.11	C

Notas: - Nivel de significancia 0.05, grados de libertad : 15

- Entre medias con igual letra no existe diferencia significativa

CUADRO No. 11

**PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS DE TUKEY PARA EL CONTENIDO  
DE VITAMINA A EN ACELGA SOMETIDA A ALMACENAMIENTO  
Guatemala, Octubre de 1994**

METODO	MEDIA	INTERPRETACION
FRESCO	169.67	A
REFRIGERACION	169.28	A
TEMPERATURA AMBIENTE	39.22	B

Notas: - Nivel de significancia 0.05, grados de libertad : 15

- Entre medias con igual letra no existe diferencia significativa



El cuadro No. 10 indica que la acelga sometida a procesos de cocción sufre una variación considerable en su contenido de vitamina A. Existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras crudas, hervidas y fritas.

En el cuadro No. 11 se observa que no existe diferencia significativa entre el contenido de vitamina A de la acelga fresca y la acelga almacenada en refrigeración, en cambio sí existe diferencia entre la acelga fresca (o la refrigerada) y la almacenada al ambiente.

Al realizar la prueba de contrastes ortogonales, cuyos resultados se pueden apreciar en el cuadro No. 12, se acepta la hipótesis A que afirma que existe mayor pérdida de vitamina A en la acelga sometida a fritura que al ser únicamente hervida, esto ocurre tanto en la acelga fresca como en la refrigerada.

De igual forma se acepta la hipótesis B que indica que existe mayor pérdida de vitamina A en la acelga al ser almacenada a temperatura ambiente que al ser almacenada a temperatura de refrigeración. Sin embargo, el contraste ortogonal entre la acelga fresca cruda y la acelga refrigerada cruda indica que no existe diferencia significativa en el contenido de vitamina A.

Otra comprobación de la hipótesis B se fundamenta con el contraste ortogonal entre la acelga cruda almacenada al ambiente vrs. la refrigerada.

Debido a que para el proceso de cocción se utilizaron dos métodos diferentes que reportaron pérdidas muy distintas en el contenido de vitamina A, y de igual manera los tipos de almacenamiento aplicados a la acelga causaron pérdidas muy distintas, el efecto global de la cocción no puede ser comparado con el efecto global del almacenamiento.

Por lo que en este estudio no se generó información que permita aceptar o rechazar la hipótesis C.



CUADRO No. 12

**PRUEBA DE CONTRASTES ORTOGONALES DEL CONTENIDO DE VITAMINA A  
DE LA ACELGA SOMETIDA A DIFERENTES TRATAMIENTOS**

Guatemala, Octubre de 1994

CONTRASTE	GL.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR F	Pr > F
FRESCO CRUDO vs. FRESCO HERVIDO	1	12696	12696	7.21	0.0151
FRESCO CRUDO vs. FRESCO FRITO	1	66781.50	66781.50	37.93	0.0001
FRESCO HERVIDO vs. FRESCO FRITO	1	21241.50	21241.50	12.06	0.0027
TEMP. AMBIENTE CRUDO vs. TEMP. AMBIENTE HERVIDO	1	4565.04	4565.04	2.59	N.S.
TEMP. AMBIENTE CRUDO vs. TEMP. AMBIENTE FRITO	1	3337.04	3337.04	1.90	N.S.
TEMP. AMBIENTE HERVIDO vs. TEMP. AMBIENTE FRITO	1	96.00	96.00	0.05	0.8180
TEMP. REFRI. CRUDO vs. TEMP. REFRI. HERVIDO	1	123.67	123.67	7.00	0.0164
TEMP. REFRI. CRUDO vs. TEMP. REFRI. FRITO	1	105735.38	105735.38	60.06	0.0001
TEMP. REFRI. HERVIDO vs. TEMP. REFRI. FRITO	1	45850.04	45850.04	26.04	0.0010
FRESCO CRUDO vs. TEMP. AMBIENTE CRUDO	1	75488.17	75488.17	42.88	0.0001
FRESCO CRUDO vs. TEMP. REFRI. CRUDO	1	140.17	140.17	0.08	N.S.
TEMP. AMBIENTE CRUDO vs. TEMP. REFRI. CRUDO	1	69122.67	69122.67	39.26	0.0001
FRESCO HERVIDO vs. TEMP. AMBIENTE HERVIDO	1	52734.38	52734.38	29.95	0.0001
FRESCO HERVIDO vs. TEMP. REFRI. HERVIDO	1	104.17	104.17	0.06	N.S.
TEMP. AMBIENTE HERVIDO vs. TEMP. REFRI. HERVIDO	1	48151.04	48151.04	27.35	0.0001
FRESCO FRITO vs. TEMP. AMBIENTE FRITO	1	5490.38	5490.38	3.12	N.S.
FRESCO FRITO vs. TEMP. REFRI. FRITO	1	6176.04	6176.04	3.51	N.S.
TEMP. AMBIENTE FRITO vs. TEMP. REFRI. FRITO	1	20.17	20.17	0.01	N.S.

Referencia: GL.: Grados de libertad

N.S.: No existe diferencia significativa



## IX. DISCUSION DE RESULTADOS

Puede afirmarse que los resultados obtenidos en la presente investigación son confiables ya que la cuantificación de vitamina A se realizó por medio de cromatografía líquida de alta resolución, que es una de las técnicas más avanzadas en la separación, identificación y cuantificación de sustancias.

Los valores del triplicado de cada muestra de acelga tuvieron poca variación, registrando un error estándar que osciló entre siete y cuarenta y uno. Por aparte, los resultados del análisis de soluciones patrón de beta-carotenos presentaron una desviación estándar de 1.79 y un error estándar de 0.73. Esto indica que los valores de error estándar altos de algunas de las muestras se deben probablemente a variaciones normales debido a procesos de cocción, más que a desviaciones metodológicas.

El contenido de vitamina A encontrado en la acelga proviene unicamente de la cuantificación de beta-carotenos ya que no se registró la presencia de alfa-carotenos en este vegetal. Tomando en cuenta que teóricamente la cantidad de otros carotenoides contenida en los vegetales es menor, se deduce que el beta-caroteno es la forma principal de vitamina A presente en la acelga.

En cuanto al contenido de vitamina A de las muestras, la acelga fresca cruda tiene mayor cantidad que el resto de las muestras analizadas, debido a que la extracción de sus carotenos se efectuó tres horas después de haber cortado el vegetal de la parcela de siembra, limitando así los factores ambientales y de la manipulación del hombre que influyeran en su contenido de vitamina A.

La acelga almacenada a temperatura de refrigeración (cuatro grados celsius) mostró una pérdida insignificante de vitamina A, lo cual indica que el frío o las bajas temperaturas incide favorablemente a preservar este nutrimento, no ocurriendo así en el almacenamiento a temperatura ambiente, donde se observó una disminución considerable.



Respecto a los procesos de cocción aplicados, indistintamente del método de almacenamiento, indican que la acelga disminuye su contenido de vitamina A de acuerdo a la intensidad de calor generado en cada método de cocción. La temperatura del hervido (94 grados celcius) es menor que la de la fritura, pues si bien es cierto que se controlaron las condiciones de temperatura del aparato de cocina empleado, la temperatura proporcionada por las grasas en la fritura puede incluso sobrepasar los 200 grados celcius ocasionando mayor deterioro de nutrimentos termolábiles. Además, en el hervido la utilización de una mínima cantidad de agua de cocción favorece la retención de nutrimentos del alimento. Otra explicación de la menor pérdida de vitamina A en el hervido que en la fritura podría ser de manera que los carotenos son insolubles en agua y su retención por parte del alimento es mayor; la pérdida de éstos en el hervido podría deberse unicamente al efecto de la temperatura.

Los métodos de almacenamiento ordenados en forma ascendente de acuerdo a la pérdida de vitamina A que ocasionan son: **Sin almacenamiento (fresco) - Almacenamiento a temperatura de refrigeración - Almacenamiento a temperatura ambiente.**

Como se indicó anteriormente la temperatura de refrigeración disminuyó la reducción de la pérdida de vitamina A en la acelga; sin embargo, debe recordarse que la refrigeración además de temperatura baja implica oscuridad cuando la refrigeradora no se abre, (ya que abrirla procuciría oxidación de los carotenos de la acelga y de otros vegetales), este factor es muy difícil de controlar en las casas de habitación en donde este aparato electrodoméstico es constantemente abierto y por ende podría ocasionar alguna variación.

El hecho de que la temperatura ambiente sea la condición menos adecuada para el almacenamiento de la acelga, puede deberse además a la oxidación de los carotenos por los efectos de la luz solar, el oxígeno



atmosférico y la exposición a la misma temperatura del ambiente. A estos factores fisicoquímicos debe sumarse el efecto de las enzimas que degradan carotenoides. A temperaturas bajas como las de refrigeración, éstas exhiben actividad disminuída (12, 24); al contrario, a temperatura ambiente presentan mayor actividad.

Sin embargo es necesario aclarar que según los resultados obtenidos, la exposición de la acelga a la temperatura ambiente por un período de tiempo moderadamente largo (dos días) sumado a las condiciones naturales que predominan en este tipo de almacenamiento ocasiona pérdidas considerables de vitamina A. Estas pérdidas son equiparables a las ocasionadas por las altas temperaturas que predominan en la cocción por fritura, en donde la temperatura es el factor clave en la destrucción de este micronutriente.

Las pérdidas de vitamina A causadas por cocción en las muestras de acelga fresca y las refrigeradas son similares entre sí; en contraste las muestras almacenadas al ambiente presentaron pérdidas mayores. Esto se podría atribuir a que las muestras de acelga que han sido almacenadas al ambiente ya han recibido el efecto de los factores ambientales que provocan la degradación del beta-caroteno y al aplicarle además la temperatura de los métodos de cocción se completa la desintegración de esta molécula.

En cuanto a la comprobación de las hipótesis planteadas, en base al análisis estadístico se puede afirmar que existe mayor pérdida de vitamina A en la acelga sometida a fritura que en la acelga únicamente hervida y que el almacenamiento a temperatura ambiente ocasiona mayores pérdidas que en el almacenamiento a temperatura de refrigeración por lo que se aceptan las dos primeras hipótesis formuladas.

La tercera hipótesis no se comprobó en vista que no pudieron ser comparados los efectos globales que provocaron los métodos de cocción y de almacenamiento ya que cada uno de estos registraron resultados muy variados.



Desde el punto de vista nutricional, los resultados de la investigación indican que 100 gramos de acelga fresca cruda contienen 298 ER y cubren el 50 % de las recomendaciones dietéticas diarias (RDD) para mujeres embarazadas y hombre adulto y el 75 % para niños. Este dato coincide con los valores de las tablas de composición de alimentos para Centro América (22) que dan valores de 293 ER por 100 gramos de acelga. Sin embargo una porción de 100 gramos de acelga cruda tiene un volumen considerable que difícilmente es ingerido por una persona normal. La cocción disminuye el volumen y aumenta la digestibilidad de la acelga (13) pero el contenido de carotenos de una porción (preparada a partir de 100 gramos de peso húmedo) cubre únicamente el 14 y el 21 % de las respectivas recomendaciones dietéticas diarias para el hombre adulto y mujer embarazada, y para niños respectivamente.

Lo anterior implica que 30 gramos de acelga ( que es una porción establecida como ingerible para el consumo de vegetales en las tablas de composición de alimentos), sin almacenamiento y cruda contiene 89 ER, por lo que únicamente cubre el 15 % de las RDD para el hombre adulto y mujer embarazada así como el 22 % para niños.

Considerando que un alimento se considera fuente de un nutrimento cuando una porción cubre el 50 % de las RDD, y rico cuando cubre el 25 % de las mismas; la acelga no se puede considerar como alimento fuente o rico en vitamina A, como lo establece la mayoría de la literatura sobre el tema.

Otro aspecto importante que debe considerarse es la biodisponibilidad de la pro-vitamina A en la acelga cruda y cocida. Si la vitamina A de la acelga cocida está más fácilmente disponible, el organismo obtendría cantidades de vitamina A muy similares, sin importar que la acelga esté cruda o cocida. Es necesario considerar la realización de investigaciones para aclarar este aspecto.

Además es muy importante mencionar que el comportamiento del beta-caroteno



en la acelga se puede generalizar al resto de vegetales que poseen un metabolismo similar, bajo las mismas condiciones en que se llevaron a cabo los tratamientos de esta investigación. Es posible que la temperatura, el oxígeno atmosférico, la luz solar o artificial y los métodos de cocción ejercerán su influencia de manera similar sobre el contenido de beta-caroteno de los vegetales, variando únicamente en la cantidad de vitamina que el vegetal ya posea como parte de su composición pero no así en los porcentajes de pérdida.

Otra consideración importante es que a nivel de hogar, el ama de casa puede efectuar el almacenamiento de sus vegetales en refrigeración, sin embargo éstos ya han sufrido alteración en su contenido vitamínico, puesto que muy difícilmente el ama de casa obtiene éstos el mismo día en que son cosechados, por lo que es lógico asumir que éstos ya han permanecido a temperatura ambiente por dos días como mínimo, y por tanto es conveniente estimar que ya pudo haber sufrido el 75 % de pérdida de vitamina A, a la cual se le agregaría la pérdida de vitamina causada por el método de cocción que va a elegir.



## X. CONCLUSIONES

- A. El contenido de vitamina A de la acelga fresca y cruda es de 298 ER por 100 g de muestra.
- B. La acelga es afectada negativamente en un 75 % en su contenido de vitamina A, cuando es almacenada a temperatura ambiente por la acción del oxígeno atmosférico, la luz solar y a la temperatura.
- C. El almacenamiento a temperatura de refrigeración contribuye a preservar el contenido de vitamina A que la acelga contiene al momento de ser almacenada.
- D. La fritura ocasiona mayor porcentaje de pérdida de vitamina A que el hervido; un 71 y un 32 % respectivamente.
- E. La acelga almacenada al ambiente y posteriormente frita posee 8.8 % del contenido de vitamina A de la acelga fresca cruda; la acelga almacenada al ambiente y hervida únicamente el 6.1 %.
- F. Los métodos de almacenamiento ordenados en forma ascendente de acuerdo a las pérdidas de vitamina A que ocasionan son: **Sin almacenamiento - Temperatura de refrigeración - Temperatura ambiente.** Los métodos de cocción en el mismo orden son: **Crudo - Hervido - Fritura.**
- G. El efecto del conjunto de condiciones ambientales que caracterizan al almacenamiento de la acelga a temperatura ambiente se equipara al de la alta temperatura que proporciona la fritura. Ambos ocasionan porcentajes de pérdida



similares de vitamina A en este vegetal.

H. Una porción de acelga fresca cruda (30 gramos) cubre unicamente el 15 % de las recomendaciones dietéticas diarias para mujeres embarazadas y hombre adulto así como el 22 % para niños.

I. El comportamiento de la vitamina A en la acelga se puede generalizar al resto de los vegetales, bajo las mismas condiciones de almacenamiento y cocción.

J. La acelga no es un alimento fuente ni rico en vitamina A.

K. Debido a la serie de condiciones a que la acelga y otros vegetales están expuestos desde su recolección hasta su preparación final, implica que la población está consumiendo un porcentaje muy bajo de vitamina A proveniente de los vegetales.

Si se considera el difícil acceso que la misma tiene hacia los productos de origen animal, es posible que éste es un factor a la hipovitaminosis A que existe en el país.



## XI. RECOMENDACIONES

A. Desarrollo de una campaña educativa que contemple los resultados sobre el porcentaje de pérdida de vitamina A que sufre la acelga según métodos de almacenamiento y cocción y a la vez aconseje que:

1. El almacenamiento idóneo para la acelga es a temperatura de refrigeración y en caso de no contar con este aparato electrodoméstico, se debe consumir la acelga el mismo día de adquisición para la población que lo compra y, el mismo día de cosecha para la población que la produce.

2. La forma adecuada de preparar la acelga es en forma de ensaladas para aprovechar su contenido de vitamina A que es mayor en el estado crudo y si tuviere que realizar algún método de cocción, elegir el hervido.

B. Investigar la variación en el contenido de vitamina A en la acelga u otros vegetales verdes que incluya las siguientes variables:

1. Métodos de cocción:

- a) Al vapor.
- b) Por horno microondas.
- c) Fritura con grasas saturadas.
- d) Ensaladas con adición de ácido (limón).

2. Métodos de almacenamiento:

- a) Temperatura ambiente por un día.
- b) Temperatura ambiente en diferentes estaciones del año.



c) Temperatura ambiente en diferentes regiones del país, para determinar la influencia del clima.

d) Muestras empaquetadas con papel oscuro en almacenamiento a temperatura ambiente y refrigeración.

C. Investigar el comportamiento de otros nutrimentos de los cuales el vegetal elegido sea rico en su contenido.



## XII. BIBLIOGRAFIA

1. AHRTAG. "Vitamina A: Como prevenir la ceguera de origen nutricional", Diálogo sobre la diarrea. Guatemala. 18 (24) : 5-10. 1987.
2. ALVAREZ, Héctor. Diccionario de herbolaria. 3a. ed. México, Edit. Possada, 1988. pp. 31- 32.
3. ANDERSON L., et al. Nutrición y dieta de Cooper. 17a. ed. México, Nueva Editorial Interamericana, 1986. pp. 113 - 121
4. ANZALDUA, A. Cuadernos de Nutrición. Aprovechamiento de Frutas y verduras. 1985. pp. 3 - 12.
5. ARROYAVE, g., et al. Evaluation of sugar fortification with vitamin A at the national level. Washington, D. C., Pan American Health Organization. 1979. (Scientific Publication No. 348).
6. ———, Y. Moscoso y Aaron Lechting. "X International Congress of Nutrition: Relationship between serum vitamin A in pregnant women and their". Guatemala, 1992. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).
7. AURAND, L. y Woods A. "Food chemistry", New York, The AUI Publishing company, Inc., 1973. p. 236.
8. BERNARD, Marie, et al. Manual de nutrición y atención metabólica en el paciente hospitalario. México, Edit. Interamericana McGraw-Hill, 1986. pp. 174-199 pp.
9. BOHINSKY, Robert C. Bioquímica. 2a. ed. México, Addison Wesley Iberoamericana. Edit. 1987. pp 594 - 595.
10. BRYANT, Geraldine y Ruth Jordan. "Effect of different cooking waters on calcium content of certain vegetables". Food Res., 1948.
11. CARVALHO, PRN. Collins Ch., Rodriguez Amaya, DB. Comparison of provitamin A determination by normal - base gravity - flow column chromatograpy and reverse - phase, high performance liquid chromatography. 1988.
12. CENTA/CATIE. Preparación de alimentos en zonas rurales. El Salvador. Centro de Tecnología Agrícola, 1991.
13. CHARLEY, Helen. Tecnología de Alimentos. 2a. ed. México. Edit. Limusa, 1987. pp 675 - 701.



14. CLAYMAN, Charles B. Dieta y Nutrición, Biblioteca Médico Familiar. 8a. ed. España, Edit. Everest, 1991. pp. 21 - 22 y 28 - 29.
15. EDMOND, J. B.; Senn, T. L. y F. S. Andrews. Principios de horticultura. 3a. ed. México, Edit. Continental S. A. de C. V. 1985. pp. 455 - 456.
16. ESPEJO SOLA, Jaime. Manual de dietoterapia de las enfermedades del adulto. 7a. ed. Argentina, Edit. Librería El Ateneo, 1988. 546. p.
17. FAO. Manual de nutrición y agricultura: Nuestra huerta escolar. 3a. ed. Roma, 1982. (Colección FAO No. 5).
18. \_\_\_\_\_. Control de Calidad en la elaboración de frutas y hortalizas. Roma, Estudios FAO de alimentación y nutrición. 1989.
19. \_\_\_\_\_. Necesidades de vitamina A, hierro, folato y vitamina B12: Informe de una consulta mixta de expertos FAO/OMS. Roma, Estudios FAO de alimentación y nutrición, 1991. pp. 19 - 35.
20. \_\_\_\_\_. Programas sobre vitamina A: Informe suscinto sobre los primeros cinco años 1980-1991. Italia, 1991.
21. \_\_\_\_\_. Utilización de alimentos tropicales, frutos, y hojas. Roma, Estudios FAO de alimentación y nutrición, 1990. 47/7.
22. FLORES, M., M. T. Menchú y M. Y. Lara. Valor nutritivo de los alimentos para Centro América y Panamá. Guatemala, Instituto de Nutrición Para Centro América y Panamá. 1971. 18 p.
23. FONT QUER, P. Plantas medicinales. 6a. ed. España, Edit. Limusa, 1980. pp. 150 -2.
24. ICAZA, Susana y M. Behar. Nutrición. 2a. ed. México, Nueva Editorial Interamericana. S. A. de C. V., 1981. 301 p.
25. \_\_\_\_\_, Concha Barnoya y Celina C. de Vargas. Nutrición en la escuela. Costa Rica, Ministerio de Salubridad de Costa Rica, 1966, 342 p. vol. 1.
26. INCAP. Aprendiendo nutrición. Guatemala, Edit. INCAP. 1958. (INCAP publicaciones AN - 12 - 34 ).
27. \_\_\_\_\_. Contenidos actualizados de nutrición y alimentación: Los vegetales. Guatemala, INCAP/OPS. 1991. No. 9.
28. \_\_\_\_\_. Encuestas dietéticas. Guatemala, 1958. (INCAP Publicaciones AN No. 3).



29. INCAP. Informe final taller regional sobre estrategias para mejorar el estado de la vitamina A en América Latina y El Caribe. INCAP/Guatemala, Junio 5- 7 1990. Proyecto de vitamina A (VITAL) del Instituto de Ciencia y Tecnología ISTI) / INCAP/ OPS.
30. ———. Nutritional Evaluation of the population of Central América y Panamá, Regional Summary. INCAP, Nutrition Program Center for Disease Control U. S. Department of Health Education and Welfare. Publication No. (HSM) 72-8120, 1965-1967.
31. INTERNATIONAL JOURNAL FOR VITAMIN AND NUTRITION RESEARCH. Suiza, 63 (4): 95. 1993.
32. LEA AND FEBIGER. Modern nutrition in health and disease. 8a. ed. USA, 1994. V. 1. pp. 287-304.
33. MARTINEZ, Manuel Mauricio. Cultive su huerto casero. Patrocinio de Bayer Químicas Unidas S. A. de El Salvador, El Salvador, 1984.
34. MEJIA, L. A. y G. Arroyave. "Lack of association between serum transferrin and biochemical indicators of vitamin A nutriture". International Journal of vitaminology and enzimology. Guatemala, 5 (3). 1983.
35. MESSIAEN, C. M. Las hortalizas. Versión castellana de Juan E. y Maria Dolores Farenly. México, 1979. (Colección Agricultura Tropical).
36. NATIONAL INSTITUTE FOR THE FOOD SERVICE INDUSTRY. Manejo higiénico de víveres. México, Edit. Limusa, 1976. 321 p.
37. ORNELLAS, Lleselotte H. Técnica dietética. Río de Janeiro, Edit. Letras e Artes, 1963.
38. PATTISON, M., N. Barbour y E. Eppright. Enseñanza de la nutrición. México, Editorial Reverté, s. LA. 1960. 273 p.
39. PILLAJO, Francisco. Proyecto piloto de producción de hortalizas en huertos demostrativos de unidades de salud y huertos familiares. Ecuador, INIAP, 1984.
40. QUAN DE SERRANO, Julieta, et al. "Carrots and dietary vitamin A adequacy", The United Nations University. USA, 2(1). 1992.
41. RIZZOLO, Ana y Stefano Polesello. "Chromatographic determination of vitamins in foods", Journal of Chromatography. Amsterdam, 1992. pp. 103-119.
42. ROBLES, E. y Perla Vargas. Manual de nutrición. México, Centro de Investigaciones y Desarrollo, 1985.



43. RODRIGUEZ-AMAYA et al. "Assessment of provitamin A determination by open column chromatography/visible absorption spectrophotometry", Journal of Chromatography Science, USA. No. 26 pp. 624-629.
44. SEYMOUR, Jhon. el agricultor autosuficiente: Guía Práctica ilustrada para la vida en el campo. España, 1980.
45. SWEENEY, J. y Marsh A. "Effect of processing on provitamin A in vegetables". J. Am. Diet. Assoc., 59: 238-243, 1971.
46. TAYLOR, Keith B. y Anthony Luean E. Nutrición Clínica. México, Edit. Interamericana McGraw-Hill, 1991. pp. 174-199.
47. THE AMERICAN JOURNAL OF CLINICAL NUTRITION. USA, 1980. 33:2031-2040.
48. THE NUTRITION FOUNDATION. Biochemical Methodology for the assessment of vitamin A status. Washington D. C. 1982. pp. 14 - 56.
49. TORUM, Benjamin, María Teresa Menchú y Luiz Elías. Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP. XLV ed. Guatemala, INCAP/OPS. 1994. 137 p.
50. WOOT-TSUEN, Wu Leung. Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina. Guatemala, Centro América. Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional/Instituto Nacional para Artritis y Enfermedades Metabólicas/Institutos Nacionales de la Salud. Bethesda, Maryland e INCAP, junio de 1961. 157 p.



### XIII. ANEXOS



## ANEXO No. 1

FORMULARIO PARA LA RECOLECCION DE INFORMACION DE DATOS SOBRE EL  
CONTENIDO DE VITAMINA A EN LAS MUESTRAS DE ACELGA ESTUDIADAS

MUESTRA	CONTENIDO DE BETA-CAROTENO (mcg)			CONTENIDO DE ER DE RETINOL (mcg)		
	Pruebas			Pruebas		
	1a	2a	3a	1a	2a	3a
A.F.C.						
A.F.H.						
A.F.F.						
A.A.C.						
A.A.H.						
A.A.F.						
A.R.C.						
A.R.H.						
A.R.F.						



**Instructivo para la utilización del formulario  
del anexo No. 1**

**A. Objetivo**

Recopilar en forma correcta, los resultados de las mediciones del contenido de vitamina A, en las diferentes muestras de acelga.

**B. Procedimiento**

1. Las siglas de las muestras significan:

A.F.C. = Acelga fresca cruda.

A.F.H.= Acelga fresca hervida.

A.F.F. = Acelga fresca frita.

A.A.C.= Acelga almacenada al ambiente cruda.

A.A.H.= Acelga almacenada al ambiente hervida.

A.A.F.= Acelga almacenada al ambiente frita.

A.R.C.= Acelga refrigerada cruda.

A.R.H.= Acelga refrigerada hervida.

A.R.F.= Acelga refrigerada frita.

2. Para cada una de las muestras de acelga en mención deberá anotarse el contenido de beta-carotenos obtenido en las tres pruebas realizadas y anotarlos en la casilla correspondiente.

3. Para obtener el contenido de Equivalentes de retinol (ER), se procederá de la siguiente manera:

a) Para cada muestra de acelga, se dividirá el contenido de beta-carotenos obtenido entre su unidad de conversión (6), el resultado de esta operación para cada una de las tres pruebas realizadas, se anotará en forma correspondiente al número de la prueba realizada, en las casillas de primera, segunda y tercera prueba correspondiente a "Contenido de retinol" (ER).



ANEXO No. 2**ETIQUETA PARA ROTULAR LAS MUESTRAS DE ACELGA ESTUDIADAS**

<b>ESTUDIO:</b>	<b>VARIACION EN EL CONTENIDO DE VITAMINA A, DE ACELGA CRUDA Y SOMETIDA A DIFERENTES TIPOS DE ALMACENAMIENTO Y COCCION*</b>
<b>MUESTRA:</b>	<b>ACELGA</b>
<b>TRATAMIENTO DE LA MUESTRA:</b>	<b>TEMPERATURA AMBIENTE ( O REFRIGERACION )</b>
<b>ESTUDIANTE:</b>	<b>Br. LUDIN SILOE CABALLERO</b>
<b>ESPECIFICACION</b>	<b>NO TOCAR</b>



### Anexo No. 3

#### Cuantificación de beta-carotenos en las muestras de acelga por medio de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) Método de Carvalho

##### A. Principio

En este método se utiliza el colorante Sudan I, como estándar interno, en la cromatografía líquida de alta resolución, para el análisis de carotenos pro-vitamina A, ya que parece ser el método más adecuado debido a que elimina el uso de carotenoides puros, que son rápidamente degradables y por tanto de muy corta duración.

##### B. Procedimiento

1. Se pesan 30 gramos de muestra de acelga y se extraen con 100 ml de acetona en fracciones de 30 ml, utilizando una licuadora vertical.
2. Se transfieren los carotenoides a éter de petróleo en una ampolla de separación con lavados sucesivos de agua desmineralizada.
3. La solución de carotenoides se lleva a 50 ml de volúmen.
4. Se pasan 10 ml de la solución de carotenos en una columna de MgO: Hyflo de 60 x 9 mm y sulfato de sodio anhidro utilizando un poco de vacío y eluyendo con acetona 5% en EP.
5. El eluido se evapora con nitrógeno a sequedad en una campana de gases.
6. Al sólido se le adicionan 0.45 ml de solución estándar de Sudan I y se evapora a sequedad.
7. Se agregan 5.0 ml de acetona, se mezcla y se filtra para realizar la cromatografía líquida de alta resolución
8. Se lleva a cabo la cromatografía con las siguientes condiciones generales:



- a) Solvente: acetoniitrilo-metanol-tetrahidrofurano (40-56-4).
- b) Flujo: 2 ml/minuto.
- c) Atenuación: 0.002 uA/mv.
- d) Presión aproximada: 240 atm.
- e) Atenuación D.S. : 4
- f) Columna: Micropak de 250 mm y 4 mm de diámetro interno.

### C. Cálculos

1. Identificación del factor de la dilución realizada
2. Lectura de cromatogramas
3. Con la relación de áreas de estándar de beta-caroteno/estándar de Sudan I obtenidas en los cromatogramas, así como con la concentración conocida de los mismos se identifica la ecuación de la línea recta:  $X = y - a/b$  para obtener la concentración en mcg/ml de Muestra/Sudan donde:

**X = Concentración de (Muestra / Sudan).**

**Y = Relación (Area muestra/Area Sudan) ( de cromatogramas)**

**a = -0.0142.**

**b = 5.**

4. Para obtener X, se debe incluir en cada ecuación el valor de Y para cada una de las muestras estudiadas, obtenido en los cromatogramas.

5. Con la relación de la Muestra/Sudan, se identifica la concentración en mcg/ml de la muestra (M), al multiplicar por el factor de dilución del Sudan I.

6. Para obtener los mcg de beta-caroteno por g de acelga se multiplica M por el factor de dilución realizada, identificado en el numeral uno.

7. Luego se convierten a mcg de beta-caroteno por 100 g de acelga,



multiplicando x 100, el valor obtenido en el numeral séis.

8. La conversión a ER en 100 g de acelga se realiza dividiendo el contenido de beta-carotenos obtenido entre séis, que es su factor de conversión.

9. Se anota en el formulario correspondiente.



**Anexo No. 4****Métodos de cocción de la acelga****A. Hervido.**

1. Se efectuará corte de partes no utilizables, como raíces incorporadas u otras, como tallos.
2. Se efectuará limpieza con agua hervida.
3. Se pesará una libra (peso neto) de acelga.
4. Se cortará la acelga en trozos de aproximadamente tres cm de largo y se colocarán en una olla de acero inoxidable de 20 cm de diámetro, se le agregará media taza de agua (125 ml) y se tatará la olla.
5. Se colocará la olla conteniendo la acelga, por espacio de tres minutos a fuego lento y se dejará hervir.
6. Se retirará del fuego y se le separará el agua de cocción.

**B. fritura.**

1. En un sartén de acero inoxidable se colocará una y media cditas. de aceite para freír y se colocará en la estufa a fuego lento.
2. Transcurrido un minuto se agregará la acelga, previamente hervida.
3. Se moverá constantemente con un cucharón.
4. Transcurridos tres minutos se retirará del fuego.



*Ludín Siloe Caballero*

Br. LUDÍN SILOE CABALLERO DE CHAVEZ  
(Autora)

*Julieta Salazar de Ariza*

LICDA. JULIETA SALÁZAR DE ARIZA

(Asesora)

*Maria Antonieta Gonzalez*

LICDA. MARIA ANTONIETA GONZALEZ

(Directora)

IMPRIMASE:

*Jorge Rodolfo Perez Folgar*

LIC. JORGE RODOLFO PEREZ FOLGAR  
(Decano)

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central