



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES**  
**IZTACALA**

CUANTIFICACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 Y OMEGA-6 EN  
QUELITES COMESTIBLES DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO EN SU FORMA NATURAL, COCIDOS AL  
VAPOR Y HERVIDOS.

**T E S I S**  
**PARA OBTENER EL TITULO DE:**  
**B I O L O G O**  
**P R E S E N T A:**  
**TELLEZ ROMERO JOSE ISRAEL**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*Dedicatoria:*

A mis padres:

Encontré la forma de pagar su esfuerzo y apoyo, esta en sus manos.  
Gracias por todo.

A mis hermanos:

Oscar, Luz, Dulce y Nataly, por sus ánimos de seguir adelante no importando las adversidades, seguimos siendo uno.

A Magaly:

Por enseñarme a no detenerme para lograr lo que quiero, por todo tu aguante gracias.

A mis familiares:

Familia Tellez y Familia Fragoso. Boni, Roberto, Pepe, Mati, Pili, Adriana, Toña, Alfredo, Alejandro.

A mis amigos:

Hector y Gilberto, a los muchachos, Fidel, Daniel, Bruno, Adrián, Pardeu, a mis compañeros de laboratorio: Alejandro, Miriam, Jesús.

Agradecimientos:

A todo el personal del Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutrición "Salvador Zubirán", en especial a:

Maru J. S., muchas gracias por todo su tiempo de dedicación y entusiasmo.

Irene T. A., por dirigirme en mi trabajo de tesis.

Enrique V., por todos sus consejos.

A mis sinodales:

Ana María G. B.

Gabriel M. C.

José Luis M. L.

Guillermo A. A.

Por el tiempo dedicado a la revisión y termino de este trabajo.

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN.....  | 1  |
| 2. INTRODUCCIÓN.....  | 2  |
| 3. ANTECEDENTES.....  | 3  |
| 4. MARCO CONCEPTUAL.....  | 4  |
| 4.1. Generalidades de los quelites.....                                       | 4  |
| 4.2. Características de los quelites en estudio.....                          | 6  |
| 4.2.1. <i>Cnidoscolus chayamansa</i> McVaugh.....                             | 6  |
| 4.2.2. <i>Suaeda torreyana</i> Wats.....                                      | 7  |
| 4.2.3. <i>Chenopodium nuttalliae</i> Saff.....                                | 9  |
| 4.2.4. <i>Rumex crispus</i> L.....  | 10 |
| 4.2.5. <i>Cucurbita muschata</i> L.....                                       | 12 |
| 4.2.6. <i>Spinata oleracea</i> Mill.....                                      | 13 |
| 4.2.7. <i>Beta vulgaris</i> cycla L.....                                      | 15 |
| 4.2.8. <i>Chenopodium mexicanum</i> Moq.....                                  | 16 |
| 4.2.9. <i>Portulaca oleracea</i> L.....                                       | 18 |
| 4.2.10 <i>Chenopodium album</i> L.....  | 19 |
| 4.3. Distribución geográfica.....   | 21 |
| 4.4. Importancia.....   | 22 |
| 4.5. Lípidos.....   | 22 |
| 4.5.1. Ácidos grasos.....   | 23 |
| 4.5.2. Clasificación de los ácidos grasos.....                                | 24 |
| 4.6. Características de los AG poliinsaturados (AGPIs) omega-3 y omega-6..... | 26 |
| 4.7. Implicaciones de los ácidos grasos omega-3 y omega-6 en la salud.....    | 27 |
| 5. JUSTIFICACIÓN.....   | 28 |
| 6. OBJETIVOS.....   | 29 |
| 6.1. Objetivo general.....  | 29 |
| 6.2. Objetivos específicos.....   | 29 |
| 7. MATERIAL Y MÉTODOS.....  | 30 |
| 7.1. Obtención de los quelites.....   | 30 |
| 7.2. Preparación de los quelites.....   | 30 |
| 8. RESULTADOS.....  | 32 |
| 8.1 Análisis químico proximal de los quelites.....                            | 32 |
| 8.2 Cuantificación de ácidos grasos omega-3 y omega-6.....                    | 33 |

|   |    |
|---|----|
| 9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....                                 | 34 |
| 9.1. Análisis químico proximal.....                             | 34 |
| 9.1.1. Cenizas.....   | 34 |
| 9.1.2. Humedad.....   | 35 |
| 9.1.3. Extracto etéreo.....                                     | 36 |
| 9.1.4. Fibra cruda.....   | 37 |
| 9.1.5. Proteína.....  | 38 |
| 9.1.6. Hidratos de carbono.....                                 | 39 |
| 9.2. Cuantificación de los ácidos grasos omega-3 y omega-6..... | 40 |
| 10. CONCLUSIONES.....   | 47 |
| 11. BIBLIOGRAFÍA.....   | 48 |
| 12. APÉNDICE.....   | 54 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Hoja de chaya ( <i>Cnidoscolus chayamansa</i> McVaugh.).....               | 8  |
| <b>Figura 2.</b> Romeritos ( <i>Suaeda torreyana</i> Wats.).....                            | 8  |
| <b>Figura 3.</b> Huauzontle ( <i>Chenopodium nuttalliae</i> Saff.).....                     | 11 |
| <b>Figura 4.</b> Hoja de lengua de vaca ( <i>Rumex crispus</i> L.).....                     | 11 |
| <b>Figura 5.</b> Flor de calabaza ( <i>Cucurbita muschata</i> L.).....                      | 14 |
| <b>Figura 6.</b> Hoja de espinaca ( <i>Spinata oleracea</i> Mill.).....                     | 14 |
| <b>Figura 7.</b> Hoja de acelga ( <i>Beta vulgaris</i> cycla L.).....                       | 17 |
| <b>Figura 8.</b> Quelite cenizo ( <i>Chenopodium mexicanum</i> Moq.).....                   | 17 |
| <b>Figura 9.</b> Verdolaga ( <i>Portulaca oleracea</i> L.).....                             | 20 |
| <b>Figura 10.</b> Quintonil ( <i>Chenopodium album</i> L.).....                             | 20 |
| <b>Figura 11.</b> Distribución geográfica de los quelites estudiados.....                   | 21 |
| <b>Figura 12.</b> Cenizas.....  | 34 |
| <b>Figura 13.</b> Humedad.....  | 35 |
| <b>Figura 14.</b> Extracto etéreo.....  | 36 |
| <b>Figura 15.</b> Fibra cruda.....  | 37 |
| <b>Figura 16.</b> Proteína.....   | 38 |
| <b>Figura 17.</b> Hidratos de carbono.....  | 39 |
| <b>Figura 18.</b> Cuantificación de omega-3 y omega-6 en quelite cenizo y chaya.....        | 40 |
| <b>Figura 19.</b> Cuantificación de omega-3 y omega-6 en acelga y espinaca.....             | 41 |
| <b>Figura 20.</b> Cuantificación de omega-3 y omega-6 en quintonil y verdolaga.....         | 42 |
| <b>Figura 21.</b> Cuantificación de omega-3 y omega-6 en romeritos y lengua de vaca.....    | 43 |
| <b>Figura 22.</b> Cuantificación de omega-3 y omega-6 en huauzontle y flor de calabaza..... | 44 |
| <b>Figura 23.</b> Contenido de omega-3 y omega-6 de los quelites.....                       | 46 |

## ÍNDICE DE TABLAS.

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1.</b> Contenido nutrimental de los quelites.....                     | 5  |
| <b>Tabla 2.</b> Clasificación de los lípidos.....                              | 23 |
| <b>Tabla 3.</b> Clasificación de los ácidos grasos.....                        | 25 |
| <b>Tabla 4.</b> Ácidos grasos comunes en vegetales.....                        | 25 |
| <b>Tabla 5.</b> Estructura química de los ácidos grasos omega-3 y omega-6..... | 26 |
| <b>Tabla 6.</b> Análisis químico proximal de los quelites.....                 | 32 |
| <b>Tabla 7.</b> Contenido de omega-3 y omega-6 en los quelites.....            | 33 |
| <b>Tabla 8.</b> Ácidos grasos presentes en los alimentos.....                  | 45 |

## 1. RESUMEN.

El análisis químico proximal y la cuantificación de ácidos grasos poliinsaturados (omega-3 y omega-6), se le realizó a 10 especies de vegetales consideradas como quelites. Los resultados del análisis químico proximal, de estos quelites, nos indican que presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en cuanto a su contenido nutricional entre las especies. Los principales nutrientes que presentan son: los hidratos de carbono, proteínas y minerales. Por su parte los valores encontrados de la cuantificación de ácidos grasos omega-3 y omega-6 de los quelites frescos, resultaron bajos en comparación con los quelites que fueron sometidos a los procesos de cocción más utilizados comúnmente (hervido y vapor), aquí también se encontró una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los procesos, así también como entre los quelites. El ácido graso poliinsaturado que más se encontró en los quelites fue el ácido linoleico (omega-6), llegando a ser los quelites una fuente importante de este ácido graso. Las especies que presentan la mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 y omega-6 son: *Chenopodium mexicanum* Moq. (Quelite cenizo), *Cnidoscolus chayamansa* McVaugh (Chaya) y *Beta vulgaris* cycla L. (Acelga). Bajo estas condiciones los quelites son un importante recurso alimenticio que se encuentra subaprovechado.

## 2. INTRODUCCIÓN.

En la República Mexicana se consumen una gran variedad de vegetales conocidos como "quelites"; este término se deriva del náhuatl *quilitl* y ha sido interpretado como hierba comestible o verdura, incluyendo también hojas inmaduras y tallos comestibles, junto con algunas flores (Bye y Linares, 2002).

De las 25,000 especies de plantas superiores que existen en México, alrededor de 500 son consideradas como quelites, en la zona metropolitana de la Cd. de México se consumen principalmente alrededor de 10 especies, entre las que se encuentran, la chaya (*Cnidoscolus chayamansa* McVaugh), los romeritos (*Suaeda torreyana* Wats), el huauzontle (*Chenopodium nuttalliae* Saff.), la lengua de vaca (*Rumex crispus* L.), la flor de calabaza (*Cucurbita muschata* L.), la espinaca (*Spinata oleracea* Mill), la acelga (*Beta vulgaris* cycla L.), el quelite cenizo (*Chenopodium mexicanum* Moq.), la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), y el quintonil (*Chenopodium album* L.). Estas especies están distribuidas a lo largo del territorio mexicano y se les encuentra en los mercados durante la mayor parte del año, siendo de muy bajo costo en comparación con otros alimentos (Sheider, 1985).

Una característica nutrimental de los quelites es que, no solo contienen fibra, vitaminas, minerales y proteínas sino también, ácidos grasos como el linoleico (omega-6) y  $\alpha$ -linolénico (omega-3). Estos nutrimentos juegan un papel importante para el desarrollo y el crecimiento del hombre (Dyerberg et al., 1957), así como para la prevención y tratamiento dietario de las cardiopatías, hipertensión arterial, artritis y otras enfermedades inflamatorias, autoinmunes y cancerosas (Simopoulos, 1991).

La mayoría de las plantas comestibles autóctonas de México son subvalorizadas, debido en parte, a que hay poca información disponible sobre su valor nutritivo. Además, un sector de la población las considera de bajo prestigio social. A este respecto, la imposición de nuevas culturas y el excesivo procesamiento industrial de los alimentos ha llevado todavía más a la población mexicana a centrar sus dietas en proteína animal, grasas saturadas e hidratos de carbono, dando como resultado un incremento de enfermedades digestivas y obesidad, entre otras. Frente a este panorama, el aprovechamiento de los alimentos de origen vegetal es de suma importancia para la salud, pero es necesario conocer su riqueza nutrimental (Lozano, 2002).

### 3. ANTECEDENTES.

El desarrollo de técnicas analíticas, que sean confiables y exactas para conocer el contenido de ácidos grasos de cadena larga, han sido utilizadas a partir de los años 60. De los primeros investigadores en utilizar este tipo de técnicas, como la cromatografía de gases, destacan Landowne y Lipsky, que en 1961 la usaron para analizar a los ácidos grasos y comparar su estudio con otras técnicas diferentes, llegando a la conclusión de que esta era la más precisa.

A partir de entonces se han efectuado diferentes estudios, en cuanto a la cantidad de ácidos grasos presentes en los alimentos, así como, la importancia de ser incluidos en la dieta. Sin embargo, la mayoría de estos trabajos han sido realizados con aceites provenientes de recursos marinos, huevo y semillas, por lo que son pocos los datos en cuanto al contenido de ácidos grasos omega 3 y 6 de otras fuentes nutrimentales, como lo son las verduras (Hepburn et al., 1986).

Es en 1988 cuando Simopoulos, resalta el hecho de que la verdolaga (*P. Oleracea* L.), contiene 8.5 mg/g de ácidos grasos y de estos, se tienen 4.05 mg/g de ácido linolénico en base seca. En Holanda Bulder et al., en 1991, cuantificaron la cantidad de lípidos, de las hojas de pepino (*Cucumis sativum* L.), así como los ácidos grasos, palmítico (C:16) y esteárico (C:18), siendo estos últimos los componentes principales de las hojas.

Una especie cosmopolita, como la espinaca, también presenta un contenido del 20% de ácidos grasos poliinsaturados, esto fue reportado por Moreau et al., en 1990, por medio de la técnica HPLC. Hacia 1996 Krebsky et al., señalan a *Cichorium intybus* (lechuga escarola) como una fuente de ácidos grasos, destacando el ácido linoleico (33-62%) como el mayor ácido graso presente en esta lechuga, seguido del ácido palmítico (24-36%), linolénico (8-26%) y por último, el esteárico (2-17%).

El amaranto es una especie que pertenece a la familia Amaranthaceae, y tiene un contenido nutrimental importante. Escudero et al., en 1999 reporta que el 59% de los ácidos grasos presentes en esta planta, son insaturados, de los cuales el 40% corresponden al ácido linoleico.

#### **4. MARCO CONCEPTUAL.**

##### **4.1. Generalidades de los quelites.**

Uno de los aspectos importantes de los quelites es que, ecológicamente, se consideran malezas. Evolutiva y biológicamente están adaptadas a sobrevivir en hábitats perturbados por la actividad humana. Se les encuentra en tierras alteradas por la acción del fuego, inundaciones, sequías, deforestaciones, etc., o bien se encuentran adaptadas más específicamente a las situaciones normales creadas por las actividades del hombre. Existen también asociadas a campos de cultivo, forma por la cual en la actualidad persisten en el medio urbano (Bye, 1984).

Popularmente se conocen como "quelites", al menos en la mesa central de la República Mexicana, a diversas plantas herbáceas silvestres que son comestibles (Martínez, 1979). El consumo de estos en México sigue a pesar de que su prestigio ha variado a lo largo de la historia y de que la riqueza en variedad de las plantas utilizadas ha decaído. En el contexto del intercambio colonial de México y España, encontramos cierto aspecto de continuidad, observándose en el consumo cotidiano de varios vegetales autóctonos tanto en el campo como en la ciudad (Bye y Linares, 2002).

El conocimiento y uso de los quelites es restringido de manera local, en zonas donde los indígenas son capaces de mantener los recursos nativos, ritos y comidas tradicionales (Bye y Linares, 2002). Lo anterior se demuestra en estudios etnobotánicos, como el realizado en la región tarahumara, donde se emplean más de 120 especies de quelites, la mayoría de estos son consumidos en forma de hojas inmaduras y tallos, constituyendo la alimentación básica de las comunidades antropogénicas (Bye, 1981).

Un estudio realizado en la Sierra Norte de Puebla demuestra que, al igual que en el Istmo de Tehuantepec, las hojas consumidas a manera de quelites tienen gran importancia en la alimentación, reportando el uso de 21 especies de quelites (Caballero, 1984).

El consumo de quelites es interesante, puesto que estos representan una fuente natural de nutrientes fundamentales, entre los que destacan, los hidratos de carbono, lípidos, proteínas, minerales y las vitaminas, los cuales se muestran en la **Tabla 1** (Woot-tsuen, 1978).

**Tabla 1.** Contenido nutrimental de los quelites\* (Woot-tsuen, 1978).

|                              | <b>Chaya</b> | <b>Espinaca</b> | <b>Acelga</b> | <b>Verdolaga</b> |
|------------------------------|--------------|-----------------|---------------|------------------|
| <b>Humedad %</b>             | 79.00        | 94.00           | 90.8          | 91.2             |
| <b>Cenizas %</b>             | 1.65         | 1.42            | 1.6           | 1.4              |
| <b>Proteínas %</b>           | 8.25         | 2.00            | 1.6           | 2.0              |
| <b>Extracto etéreo %</b>     | 1.93         | 0.32            | 0.4           | 0.4              |
| <b>Fibra cruda %</b>         | 1.94         | 2.07            | 1.0           | 0.9              |
| <b>Hidratos de carbono %</b> | 7.23         | 0.19            | 5.6           | 5.0              |
| <b>Minerales (mg/100g)</b>   |              |                 |               |                  |
| <b>Calcio</b>                | 421.00       | 49.00           | 110.1         | 79               |
| <b>Fósforo</b>               | 63.00        | 30.00           | 29.00         | 32.00            |
| <b>Hierro</b>                | 11.61        | 5.70            | 3.60          | 3.60             |
| <b>Vitaminas (mg/100g)</b>   |              |                 |               |                  |
| <b>Vitamina A</b>            | 8.52         | 2.48            | 8.75          | 7.50             |
| <b>Vitamina B1</b>           | 0.23         | 0.03            | 0.03          | 0.02             |
| <b>Vitamina B2</b>           | 0.35         | 0.10            | 0.09          | 0.02             |
| <b>Vitamina C</b>            | 274.00       | 17.50           | 34.00         | 23.00            |

\*Base húmeda

## **4.2. Características de los quelites en estudio.**

### **4.2.1. *Cnidoscolus chayamansa* McVaugh.**

#### **Nombres comunes en México.**

Chaya (**Figura 1**).

#### **Clasificación.**

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Rosidae

Superorden: Euphorbianaes

Orden: Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae

Genero: *Cnidoscolus*

Especie: *Cnidoscolus chayamansa* McVaugh

#### **Descripción botánica.**

Arbusto liso de 2 a 3 m de alto, presenta numerosos tallos de 1 cm de diámetro con corteza gruesa, estos también contienen látex abundante. Sus hojas tienen un largo peciolo, son oblongas, con tres lóbulos de la parte media hacia arriba. La inflorescencia tiene tres ramas y bracteas muy pequeñas, las flores son blancas y en racimos (Ibarra y Molina, 2000).

#### **Hábitat.**

Habita en climas cálido y semi cálido, desde el nivel del mar hasta los 700 m (Ibarra y Molina, 2000).

#### **Usos.**

En los alimentos y como medicina tradicional, se reporta que proporciona beneficios al organismo humano. Entre ellos esta el mejorar la circulación sanguínea, ayudar a la digestión, a la visión, desinflamar las venas y hemorroides, bajar el nivel de colesterol, ayudar a reducir el peso y prevenir la tos (Díaz, 1999).

#### **4.2.2. Suaeda torreyana Wats.**

##### **Nombres comunes en México.**

Romeritos (**Figura 2**).

##### **Clasificación.**

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Asteridae

Superorden: Scrophularianae

Orden: Lamiales

Familia: Labiatae

Genero: Suaeda

Especie: *Suaeda torreyana* Wats.

##### **Descripción botánica.**

Arbusto de 1 a 1.5 m de altura, tallos siempre verdes ramificados, las hojas son opuestas y sin soporte, angostas y cilíndricas como agujas. Tienen pocas flores de color verde (Martínez, 1979).

##### **Hábitat.**

Presente en climas cálido, semicálido, semiseco y templado, desde los 899 a los 3900 msnm. De fácil reconocimiento en terrenos calcáreos y salinos (Font, 1980).

##### **Usos.**

Como planta comestible (Martínez, 1979).



**Figura 1.** Hoja de chaya (*Cnidocolus chayamansa* Mc Vaugh.).



**Figura 2.** Romeritos (*Suaeda torreyana* Wats.).

#### **4.2.3. *Chenopodium nuttalliae* Saff.**

##### **Nombres comunes en México.**

Huauzontle (**Figura 3**).

##### **Clasificación.**

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Caryophyllidae

Superorden: Caryophyllales

Familia: Chenopodiaceae

Genero: *Chenopodium*

Especie: *Chenopodium nuttalliae* Saff.

##### **Descripción botánica.**

Hierbas anuales o perennes, llegando a ser arbustos o raramente árboles pequeños. Presenta tallos carnosos con hojas tiernas. Las hojas son alternas u opuestas, simples carnosas y cilíndricas o reducidas a escamas. Las flores son usualmente bracteadas (Strasburger, 1990).

##### **Hábitat.**

Clima de cálido a templado (Strasburger, 1990).

##### **Usos.**

En la alimentación principalmente (Strasburger, 1990).

#### **4.2.4. *Rumex crispus* L.**

##### **Nombres comunes en México.**

Lengua de vaca, xocoquilitl, eviloriva, platanillo (**Figura 4**).

##### **Clasificación.**

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Caryophyllidae

Superorden: Polygonales

Familia: Polygonaceae

Genero: *Rumex*

Especie: *Rumex crispus* L.

##### **Descripción botánica.**

Planta de 50 cm a 1 m de altura. Tiene hojas alargadas que semejan una lengua. Las flores son de color rosa o verdes y se encuentran en pequeños racimos. Los frutos son cafés y lustrosos (Martínez, 1979).

##### **Hábitat.**

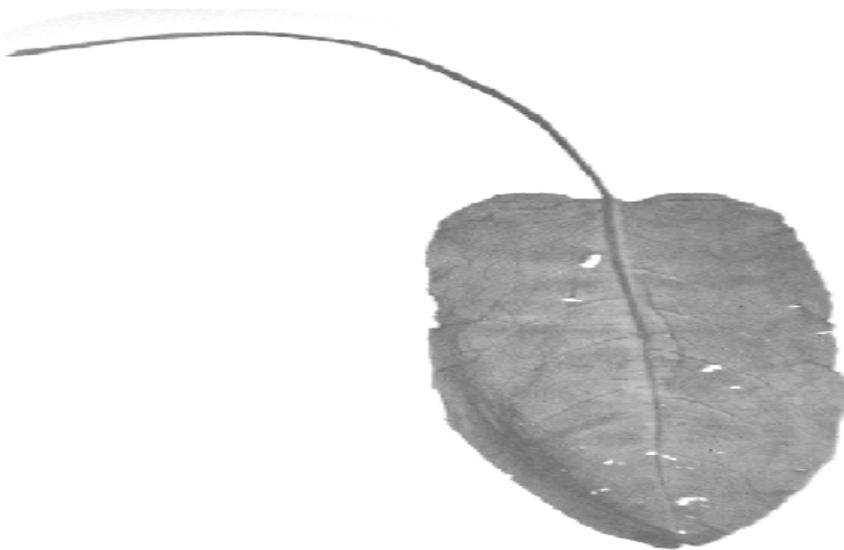
Presente en clima templado entre los 250 y 1950 msnm (Martínez, 1979).

##### **Usos.**

Como planta comestible (Martínez, 1979).



**Figura 3.** Huauzontle (*Chenopodium nuttalliae* Saff.).



**Figura 4.** Hoja de lengua de vaca (*Rumex crispus* L.).

#### **4.2.5. *Cucurbita muschata* L.**

##### **Nombres comunes en México.**

Flor de calabaza (**Figura 5**).

##### **Clasificación.**

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Dillenidae

Superorden: Violanae

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae

Genero: *Cucurbita*

Especie: *Cucurbita muschata* L.

##### **Descripción botánica.**

Planta anual, trepadora o rastrera, provista de zarcillos, de hojas anchas lobuladas o redondeadas. Las flores son grandes, de 8 a 10 cm de largo, de color amarillo fulgurante y unisexuales. La floración es principalmente en verano (Barrera, 1979).

##### **Hábitat.**

Habita principalmente en climas templados a cálidos (Barrera, 1979).

##### **Usos.**

En la alimentación (Barrera, 1979).

#### **4.2.6. *Spinata oleracea* Mill.**

##### **Nombres comunes en México.**

Espinaca (**Figura 6**).

##### **Clasificación.**

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Caryophyllidae

Superorden: Caryophyllales

Familia: Chenopodiaceae

Genero: *Spinata*

Especie: *Spinata oleraceae* Mill

##### **Descripción botánica.**

Hierba erecta de 1 m de altura, con tallos acanalados, sus hojas son como puntas de lanza lustrosas. Las flores son de color verde (Barrera, 1979).

##### **Hábitat.**

Es una especie cosmopolita. Se encuentra como maleza asociada con numerosos pastos y arbustos, en un rango altitudinal de 750-1200 msnm (Barrera, 1979).

##### **Usos.**

Se consume en forma de ensaladas y en medicina popular se emplea en el tratamiento del estreñimiento, cistitis, uretritis, edemas, resfriados, bronquitis, gastroenteritis, diabetes y parasitosis intestinales (Barrera, 1979).



**Figura 5.** Flor de calabaza (*Cucurbita muschata* L.).



**Figura 6.** Hoja de espinaca (*Spinata oleracea* Mill)

#### **4.2.7. *Beta vulgaris* cycla L.**

##### **Nombres comunes en México.**

Acelga, celga, bleda, zarbo (**Figura 7**).

##### **Clasificación.**

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Caryophyllidae

Superorden: Caryophyllales

Familia: Chenopodiaceae

Genero: Beta

Especie: *Beta vulgaris* cycla L.

##### **Descripción botánica.**

Planta herbácea de hojas grandes con enervaduras claras, con una altura de no más de 40 cm (Barrera, 1979).

##### **Hábitat.**

Se localiza en climas desde templados hasta cálidos y tropicales (Barrera, 1979).

##### **Usos.**

Principalmente en la alimentación (Barrera, 1979).

#### **4.2.8. *Chenopodium mexicanum* Moq.**

##### **Nombres comunes en México.**

Quelite cenizo (**Figura 8**).

##### **Clasificación.**

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Caryophyllidae

Superorden: Caryophyllales

Familia: Chenopodiaceae

Genero: *Chenopodium*

Especie: *Chenopodium mexicanum* Moq.

##### **Descripción botánica.**

Hierba anual de 1 m de altura, muy ramificada. Las hojas son más anchas en la parte de enmedio y son ligeramente parecidas a lanzas. Las flores son blancas y están en pequeñas espigas (Barrera, 1979).

##### **Hábitat.**

Habita en climas semi seco y templado a 2550 y 3900 msnm (Barrera, 1979).

##### **Usos.**

En la alimentación, así como en infusiones contra males estomacales (Barrera, 1979).



**Figura 7.** Hoja de acelga (*Beta vulgaris cycla* L.).



**Figura 8.** Quelite cenizo (*Chenopodium mexicanum* Moq.)

#### **4.2.9. *Portulaca oleracea* L.**

##### **Nombres comunes en México.**

Verdolaga, beldroaga, colchón de niño, flor de las once, flor de un día, lega, porcelana, portulaca, tarfela, graviol, paxlac, xukul (**Figura 9**).

##### **Clasificación.**

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Caryophyllidae

Superorden: Caryophyllales

Familia: Portulacaceae

Genero: *Portulaca*

Especie: *Portulaca oleracea* L.

##### **Descripción botánica.**

Hierba anual carnosa, rastrera, de tallos gruesos y jugosos de color verdusco, con pelos diminutos en los nudos, generalmente muy ramificados en la base. Tiene hojas alternas o subopuestas, espatuladas, atenuadas hasta la base y redondeadas en el ápice. Sus flores son solitarias y su fruto tiene forma capsular (Barrera, 1979).

##### **Hábitat.**

Planta cosmopolita que esta asociada a los campos de cultivo y que crece también a lado de caminos de terracería, principalmente en clima cálido (Barrera, 1979).

##### **Usos.**

Principalmente en la alimentación (Barrera, 1979).

#### **4.2.10. *Chenopodium album* L.**

##### **Nombres comunes en México.**

Quintonil, bledo, chan, cuirtize, en maya xtez (**Figura 10**).

##### **Clasificación.**

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Caryophyllidae

Superorden: Caryophyllales

Familia: Chenopodiaceae

Genero: *Chenopodium*

Especie: *Chenopodium album* L.

##### **Descripción botánica.**

Planta herbácea anual de tamaño variable, comúnmente mide entre 30 y 50 cm. Sus tallos son gruesos de ramificaciones angulares. Las hojas son delgadamente pilosas y largamente pecioladas, sus flores son amarillentas, verdes, rojizas o púrpuras y terminadas en espigas (Barrera, 1979).

##### **Hábitat.**

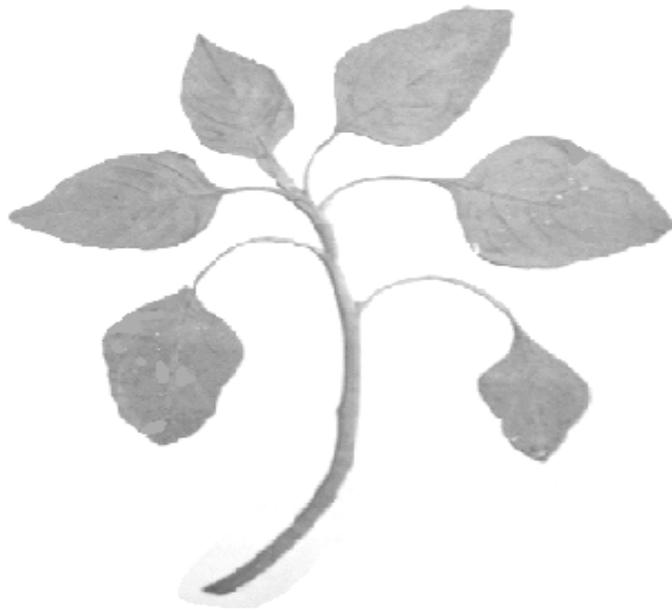
Se encuentra tanto en tierra caliente como en la zona de la montaña, desde los 1200 hasta más de 2000 msnm. Generalmente crece asociado a los campos de cultivo, y a lo largo del año como planta de temporal, en la época de lluvias (Barrera, 1979).

##### **Usos.**

Se comen las hojas y tallos de las plantas jóvenes o tiernas, las semillas se consumen crudas, tostadas o como harina para mezclarse con atoles, los quintoniles maduros son un forraje que se utiliza en la alimentación de los cerdos y pequeños rumiantes. En la medicina tradicional se toma hervida con la flor de granada para tratar el dolor del pecho y espalda (Barrera, 1979).



**Figura 9.** Verdolaga (*Spinata oleracea* L.).



**Figura 10.** Quentonil (*Chenopodium album* L.).

### 4.3. Distribución geográfica.

Los climas tan diversos que posee México, hace posible tener una gran diversidad de recursos alimenticios vegetales (Arellano et al., 1984). Esto se debe en gran parte a su relación con dos hechos de gran importancia: el que se halle en la intersección de dos reinos o dominios biogeográficos y que posee una topografía muy compleja, producto de una intrincada historia geológica (Rzedowsky, 1985).

Esta situación geográfica permite identificar plenamente los estados de la república, donde se localizan los quelites en estudio (**Figura 11**).

La zona central que comprende, los estados de Puebla, Querétaro, Hidalgo, Morelos, Tlaxcala, Estado de México y en el Distrito Federal la parte de Xochimilco, son las principales regiones de cultivo de quelites y otros vegetales, estos estados a su vez, se encargan de abastecer, las centrales de abasto popular de todo tipo de verduras, frutas y legumbres (Hernández et al., 1983).



**Figura 11.** Distribución geográfica de los quelites estudiados.

#### **4.4. Importancia.**

A lo largo de los 10,000 años transcurridos desde el desarrollo de la agricultura, los pueblos de todo el mundo han mantenido el valor social que merecen las plantas (Barrera, 1979). Utilizando medios empíricos, así como sus hábitos alimenticios, creencias y costumbres forman parte del acervo cultural de las poblaciones, o científicamente los trabajos realizados por investigadores resaltan aun más la importancia sobre plantas medicinales, comestibles, forrajeras etc., (Fernández, 2000).

Romero et al., en el 2002 reportan que la especie *Portulaca oleraceae* L. (verdolaga), tiene un alto potencial antihelmíntico, llegando a ser un medicamento natural contra este tipo de enfermedades, además de su alto contenido nutrimental. El trabajo realizado por Dumani en el 2003, revalora a las acelgas crudas como una fuente de calcio, hierro, potasio y ácido fólico, incluyendo de igual forma a las guías y brotes de chayote con semejantes aportaciones de nutrientes.

En México, en la zona árida tamaulipeca, Hurtado y Hernández (1998) realizaron un estudio donde evaluaron el estado nutricional de los pobladores, encontrando que dentro de su dieta, los alimentos que destacan son: las verdolagas y los quelites, vegetales que cuentan con buen prestigio dentro de este lugar, ya que poseen los principales nutrimentos que mejoran la salud humana. Las hojas de chaya también suministran cantidades apreciables de varios macro y micronutrientes minerales, los cuales se reportan en el estudio realizado por Booth et al., en 1992, resaltando el alto porcentaje de proteína (5.7%), calcio (199.4 mg/100g), potasio (217.2 mg/100g), hierro (11.4 mg/100g), vitamina C (164.7 mg/100g) y caroteno (0.085 mg/100g), que están presentes en estas hojas.

Justificando estos estudios la importancia de los quelites con respecto a su aporte nutritivo y el valor que se le da en ciertas comunidades, las concentraciones de proteínas y los hidratos de carbono, junto con las grasas o lípidos completan la triada de nutrientes más importantes para el organismo, y su función es fundamental para la vida ya que son buenas fuentes de energía que brindan estos vegetales (Barrera, 1979).

#### **4.5. Lípidos.**

Los lípidos son un grupo heterogéneo de compuestos vinculados más por sus propiedades físicas que por las químicas, son biomoléculas orgánicas insolubles en el

agua, que se pueden extraer de las células y de los tejidos mediante solventes no polares como el cloroformo, éter y benceno (Braverman, 1990; Murray et al., 2001).

En las plantas verdes, los lípidos se encuentran en tres grupos principales: las grasas, aceites y ceras. Las dos primeras desempeñan diversas funciones biológicas importantes, destacando ser en su mayoría, como reserva alimenticia en estadios de germinación y crecimiento; a su vez, los fosfolípidos y glicolípidos, son los principales componentes estructurales de las membranas por último, las ceras que forman la capa exterior protectora o cutícula de la mayoría de las plantas (Bidwell, 1993).

Los lípidos se han clasificado de diferentes maneras. La más satisfactoria es la que se basa en las estructuras de sus esqueletos (**Tabla 2**). Los *lípidos complejos*, que se caracterizan por que contienen ácidos grasos como componentes, comprenden a los *acilglicéridos*, los *fosfoglicéridos* y las *ceras*, que difieren en las estructuras de los esqueletos a los que se hallan unidos, por covalencia. Los ácidos grasos, reciben también el nombre de *lípidos saponificables* porque producen jabones (sales de ácidos grasos) por hidrólisis alcalina. El otro gran grupo de lípidos ésta constituido por los *lípidos sencillos*, que no contienen ácidos grasos y por lo tanto no son saponificables (Lehninger, 1982).

**Tabla 2.** Clasificación de los lípidos.

| Tipo de lípidos             | Esqueleto                                      |
|-----------------------------|--|
| Complejos (saponificables)  |  |
| Acilglicéridos              | Glicerinas                                     |
| Fosfoglicéridos             | 3-fosfato de glicerilo                         |
| Esfingolípidos              |  |
| Ceras                       | Alcoholes no polares de peso molecular elevado |
| Simplees (insaponificables) |  |
| Terpenos                    |  |
| Esteroides                  |  |
| Prostaglandinas             |  |

#### 4.5.1. Ácidos grasos.

Dentro de la clasificación de los lípidos, los ácidos grasos (AG) son los más sencillos, están constituidos esencialmente por cadenas de carbono e hidrógeno (Siguel et al., 1987). Se representan con la fórmula general R-COOH, donde R representa la cadena

alquímica formada por átomos de carbono e hidrógeno y el COOH es el grupo carboxilo terminal (Murray, 2001), apreciándose una extremidad polar y por lo tanto hidrofílica (COOH) y una no polar hidrofóbica e insoluble en agua (R) (Yufero, 1991).

Los AG completan los nutrientes más importantes para el organismo, ya que sus funciones fundamentales son:

- Mantener la flexibilidad de las membranas celulares.
- Favorecer la salud del sistema nervioso y fortalecer el sistema inmune.
- Reducir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, previenen la formación de trombos y coágulos sanguíneos y mejoran el tono vascular.
- Ser precursores de las prostaglandinas que intervienen en la agregación plaquetaria impidiendo las trombosis y la arteriosclerosis.
- Controlar el nivel de colesterol y triacilglicéridos en la sangre.
- Ayudar a reducir la presión sanguínea, sobre todo si se padece hipertensión. Esto reduce el riesgo de eventos cardíacos adversos.
- Regular el ritmo cardíaco evitando arritmias que pueden ser fatales.
- Aliviar el dolor y la rigidez en casos de artritis reumatoide o gota.
- Ayudar a disminuir la inflamación, un proceso que subyace en un amplio espectro de enfermedades como la artritis, el asma, la colitis, la psoriasis, e incluso las enfermedades arteriales.
- Mejorar la dermatitis seborreica infantil.

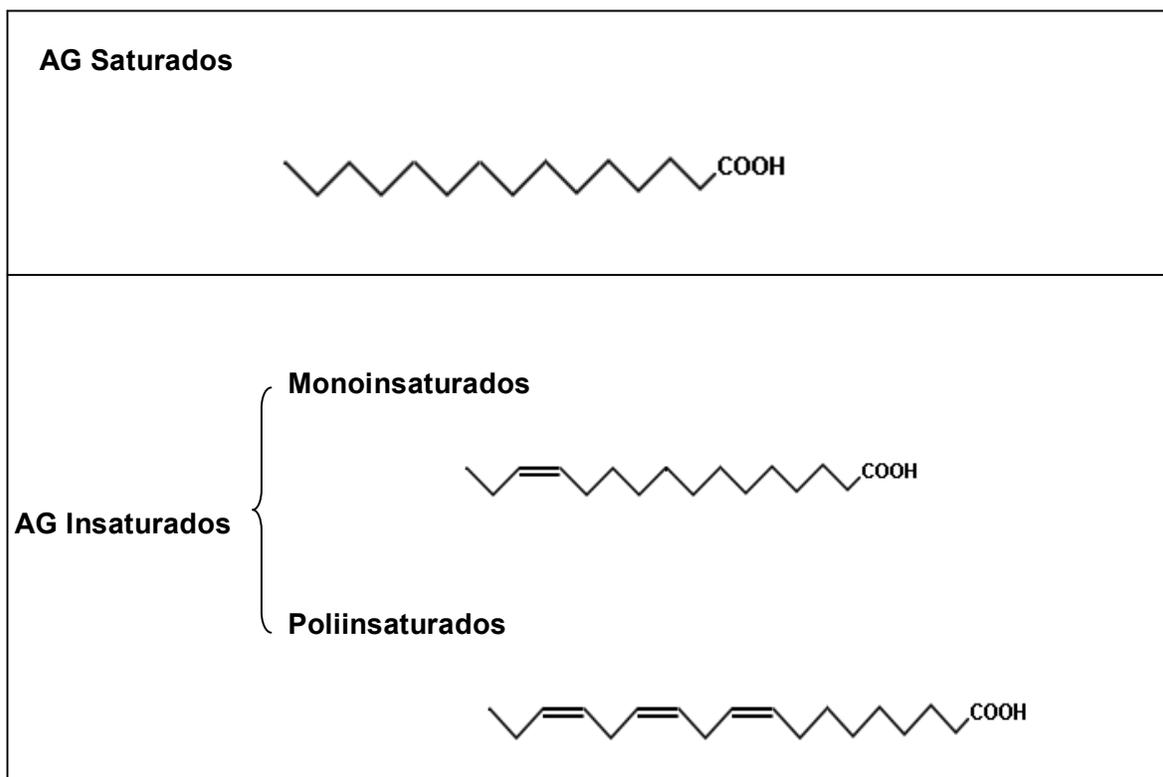
Con esta diversidad de aspectos, los ácidos grasos en la dieta, reflejan sus funciones específicas que cumplen en el organismo (Wasef, 1993; Sargent, 1998; Ronayne de Ferrer, 2000; Luengo, 2004).

#### **4.5.2. Clasificación de los ácidos grasos.**

Los AG se diferencian tanto en la longitud de la cadena carbonada como en la presencia o no de uno o más dobles enlaces en la cadena (-CH=CH-). Los que no presentan dobles enlaces se denominan ácidos grasos saturados; los que tienen dobles enlaces se conocen como ácidos grasos insaturados. Si sólo presentan un doble enlace, se nombran como monoinsaturados, mientras que los que tienen dos o más dobles enlaces se denominan poliinsaturados (**Tabla 3**). Ejemplos de estos, que se encuentran en los vegetales, se presentan en la **Tabla 4**. Estos ácidos grasos representan un alto porcentaje en la composición de los triacilglicéridos, las grasas y los aceites, estos dos últimos en

términos químicos, son compuestos muy similares, pero las grasas son sólidas a temperatura ambiente, mientras que los aceites son líquidos. (Bidwell, 1993; Montgomery et al., 1993; Garrow, 1998).

**Tabla 3.** Clasificación de los ácidos grasos.



**Tabla 4.** Ácidos grasos comunes en vegetales.

| Nombre     | Número de carbonos:<br>Número de dobles enlaces |
|------------|---|
| Láurico    | 12:0  |
| Mirístico  | 14:0  |
| Palmítico  | 16:0  |
| Estearico  | 18:0  |
| Oleico     | 18:1 en C-9 y 10                                |
| Linoleico  | 18:2 en C-9 y 10; 12 y 13                       |
| Linolénico | 18:3 en C-9 y 10; 12 y 13; y 15 y 16            |

#### 4.6. Características de los AG poliinsaturados (AGPIs) omega-3 y omega-6.

Debido a la presencia de insaturaciones en los ácidos grasos, también son llamados PUFAs (por sus siglas en inglés Poliunsaturated Fatty Acids), así como omega-3 (ácido  $\alpha$ -linolénico) y omega-6 (ácido linoleico), esto depende de donde se localice el doble enlace, en los átomos de carbono a partir del grupo metilo o terminal omega ( $\omega$ ) (Badui, 1996).

Los AGPIs omega-3 y omega-6, están formados principalmente por 18 carbonos, diferenciándose tan sólo en la cantidad de sus dobles enlaces (**Tabla 5**), por un lado se tiene que el omega-3 tiene tres dobles enlaces, y el omega-6 cuenta con dos dobles enlaces, (Melchior y Steim, 1976). Este tipo de AGPIs se encuentran en los aceites vegetales y marinos (Badui, 1996).

**Tabla 5.** Estructura química de los ácidos grasos omega-3 y omega-6.

|   |
|---|
| <b>Acido linolénico (omega-3)</b><br>$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{-COOH}$ $\text{C}_{18}\text{H}_{30}\text{O}_2$ |
| <b>Acido linoleico (omega-6)</b><br>$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{-COOH}$ $\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$            |

Estos dos tipos de AGPIs, representan los únicos ácidos grasos reconocidos como esenciales para el ser humano, debido a que el organismo no los puede sintetizar y es necesario obtenerlos de la dieta (Del Prado y Villalpando, 2003). Esta característica está dada por que, el organismo carece de enzimas D12 y D15 desaturasas que introducen dobles enlaces en la posición  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 (De Morales 1994; Ronayne de Ferrer, 2000).

Si bien los ácidos linolénico y linoleico son productos exclusivos de plantas y recursos marinos, los derivados de los mismos que se forman consecutivamente a su consumo son más activos desde el punto de vista biológico (Turner, 1980), dentro de los principales componentes que se derivan a partir de estos ácidos están las prostaglandinas, tromboxanos, prostaciclina y leucotrienos (Vollhardt, 1994).

#### **4.7. Implicaciones de los ácidos grasos omega-3 y omega-6 en la salud.**

Las grasas representan el 40% de la ingesta energética de muchas personas, algunos problemas importantes asociados a esto son, el aumento en los niveles de colesterol y enfermedades cardiovasculares como la aterosclerosis (Ball y Mann, 1991).

El colesterol es un lípido de gran importancia para la célula, y es uno de los constituyentes principales de las membranas celulares y precursor de hormonas tiroideas (Brown y Goldstein, 1986), sin embargo, cuando este se eleva en la sangre por encima de los 200 mg/dl, nivel que se ha considerado como normal, se produce una condición llamada hipercolesterolemia, esto también acarrea un incremento en las lipoproteínas de baja densidad (LDL, "Low Density Lipoprotein", por sus siglas en inglés), al limitar los receptores proteínicos de la LDL, impidiendo la unión normal en la captura de colesterol y de sus ésteres de colesterol (Metzler, 1981). Este tipo de moléculas como la LDL, es la evidencia principal para la génesis y progresión de la aterosclerosis (Montenegro, 1999). La acción de los ácidos grasos omega-3 y omega-6 juega una función importante, ya que interviene en la reducción del colesterol transportado por las LDL y facilitando el aumento de las HDL ("High Density Lipoprotein"), que limpian las arterias, esta función también se lleva a cabo en las lesiones ateroscleróticas (Luengo, 2004).

Hay que considerar que aunque el colesterol es el factor de riesgo más importante de las cardiopatías isquémicas en pacientes menores de 50 años, existen otros factores de riesgo cardiovascular, como la hipertensión, la diabetes, el tabaquismo o la obesidad cuyos efectos se suman a la hora de facilitar un evento cardiovascular (Zorrilla, 1995).

Entre las principales enfermedades cardíacas se encuentra la aterosclerosis, principal causa de mortalidad en los países occidentales, esta se debe en gran medida por la ingestión excesiva de grasas saturadas y por el aumento de colesterol en la sangre (Zorrilla, 1995).

La lesión aterosclerótica se produce principalmente en la pared interna de la arteria, cuya consecuencia más inmediata es el engrosamiento de las paredes, por acumulación de lípidos, esto acarrea una obstrucción parcial del flujo de la sangre, y pérdida de elasticidad en tales paredes, en daños más avanzados se produce una trombosis por agregación plaquetaria (Zorrilla, 1995).

Cuando en la alimentación son provistos los ácidos grasos esenciales  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6, ayudan a prevenir este tipo de lesiones, las prostaciclina que son derivadas de los AGPIs y se producen en las paredes de los vasos sanguíneos, inhiben de manera poderosa la agregación plaquetaria, sumándose también los leucotrienos, estos actúan como vasoactivos en las paredes arteriales, durante las lesiones, esto se vio en un estudio realizado a esquimales de Groenlandia en 1990 por Kinsella y colaboradores.

El aporte de ácidos grasos esenciales en la dieta debe estar acompañado del ejercicio regular y otras prácticas, mismas que ayudarán a prevenir enfermedades de tipo cardiovasculares, estas son: 1) alcanzar el peso ideal, 2) reducir la ingesta de grasas saturadas, 3) aumentar la ingesta de hidratos de carbono ricos en fibras (Ball y Mann, 1991).

## **5. JUSTIFICACIÓN.**

En Latinoamérica hay una gran variedad de alimentos autóctonos naturales, que han ido sustituyéndose después de la colonización, y en la actualidad por la imposición de alimentos procesados de dudoso valor nutricional.

El consumo excesivo de alimentos como los lácteos, carnes y pan pueden contribuir a incrementar ciertas enfermedades, ya que fueron sometidos a diferentes procesos que alteraron su naturaleza química, elevando su contenido en grasas saturadas. Este tipo de grasas han demostrado ser componentes perjudiciales para la salud, ya que elevan los niveles de colesterol en la sangre, siendo este un factor de riesgo para la aterosclerosis y enfermedades cardíacas.

Hoy en día, una nutrición inadecuada es producto de los malos hábitos alimenticios, preferencias culinarias y la disponibilidad de los alimentos, dejando a un lado los productos que brinda el campo, estos son alimentos de bajo costo económico, además nos aportan una gran cantidad de nutrientes importantes, como las grasas vegetales de los cuales destacan los ácidos grasos omega-3 y omega-6. Estos son denominados esenciales ya que el organismo no puede sintetizarlos y ayudan a reducir los niveles de colesterol y triglicéridos.

Con el descubrimiento de que el exceso de las grasas saturadas es la causante de enfermedades, la incorporación de varias raciones de vegetales, en la dieta diaria ofrece una fuente de nutrientes durante todo el año, una alternativa más para mejorar la calidad de vida, ya que nuestro cuerpo está hecho para utilizar alimentos naturales donde los ácidos grasos poliinsaturados son abundantes. En este trabajo se tiene como finalidad, la cuantificación de los ácidos grasos  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 presentes en los quelites que se consumen en la zona metropolitana de la Cd. de México y ver como se alteran estos constituyentes al someter dichos vegetales a los procesos de cocción más usados comúnmente, así como saber su contenido nutrimental mediante el análisis químico proximal.

## **6. OBJETIVOS.**

### **6.1. Objetivo general.**

- Extraer y cuantificar los ácidos grasos esenciales presentes en los vegetales, sometidos a diferentes procesos de cocción y en su forma natural.

### **6.2. Objetivos específicos.**

- Realizar el análisis químico proximal a los quelites.
- Diferenciar el contenido de ácidos grasos poliinsaturados existentes entre las especies.
- Comparar entre los métodos de cocción, cual es el que hace más disponibles a los ácidos grasos poliinsaturados presentes en los quelites.

## **7. MATERIAL Y MÉTODOS.**

### **7.1. Obtención de los quelites.**

El presente trabajo se realizó en el laboratorio del Departamento de Nutrición Animal, dentro de las instalaciones del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán".

Los quelites se consiguieron en los centros de abasto ubicados en la ciudad de México. Las plantas que se incluyeron en el estudio son: la chaya (*Cnidoscolus chayamansa* McVaugh), los romeritos (*Suaeda torreyana* Wats), el huauzontle (*Chenopodium nuttalliae* Saff.), la lengua de vaca (*Rumex crispus* L.), la flor de calabaza (*Cucurbita muschata* L.), la espinaca (*Spinata oleracea* Mill), la acelga (*Beta vulgaris* cycla L.), el quelite cenizo (*Chenopodium mexicanum* Moq.), la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) y el quintonil (*Chenopodium album* L.).

Esta selección se hizo basada en una encuesta realizada, a locatarios de los mercados, así como a la gente que los consume.

### **7.2. Preparación de los quelites.**

En la realización del estudio, se compró 1 kg de cada uno de los quelites. En el laboratorio se efectuó la eliminación manual del material ajeno al estudio, así como las partes de las plantas que se encontraban en mal estado, dejando solo la porción comestible. Según la especie se utilizaron las flores, hojas y/o tallos y se hizo una mezcla homogénea de las partes comestibles.

La determinación del análisis químico proximal se realizó según AOAC (2003) (ver apéndice). Una porción de 300 g de cada uno de los quelites, fue deshidratada en charolas de aluminio, en una estufa con una temperatura no mayor a 55 °C, una vez deshidratadas se molieron y almacenaron en bolsas de plástico debidamente etiquetadas, para su posterior determinación en base seca.

La cocción de las muestras se realizó en el Laboratorio de Análisis Sensorial del Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán".

Las técnicas de cocción se realizaron sin ningún tipo de aditivo extra, así también al mismo tiempo para tener todas las muestras listas para los análisis.

De cada uno de los quelites se tomaron 10 g aproximadamente (unidad de análisis), para realizar la técnica para la extracción de lípidos totales según Bulder et al. (1991) (ver apéndice). Para la obtención de los ésteres metílicos de los ácidos grasos se utilizó, la técnica de metilación de los lípidos según Metcalfe et al. (1961) (ver apéndice).

En la determinación cromatográfica se utilizó un cromatógrafo de gases Varian 3400-cx, con un detector FID Varian® 280, con una columna capilar D-B 23 de 30 metros de largo con un diámetro interno de 0.25 mm. Se inyectó 1.0  $\mu$ L de muestra a una velocidad de flujo de 30 ml/min, con nitrógeno como gas acarreador. Para obtener la cantidad de ácidos grasos  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6, se tomó al ácido nervónico como estándar interno.

## 8. RESULTADOS.

### 8.1 Análisis químico proximal de los quelites.

El análisis químico proximal, se realizó en las porciones comestibles. Para determinar la existencia de diferencias entre los valores medios de cada uno de los quelites con respecto a su contenido nutrimental, se aplicó el ANDVA (análisis de variancia) con un nivel de significancia de 0.05.

El análisis estadístico realizado nos mostró una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los valores nutrimentales de cada uno de los quelites. En la **Tabla 6**, se muestran los resultados del análisis químico proximal de los quelites, estos se obtuvieron en base seca y se calcularon en g/100g.

**Tabla 6.** Análisis químico proximal de los quelites\*.

| Quelite                 | Cenizas        | Humedad       | Extracto etéreo | Fibra          | Proteína       | Hidratos de carbono |
|-------------------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|---------------------|
| <b>Acelga</b>           | 9.38<br>±0.02  | 5.15<br>±0.06 | 2.11<br>±0.04   | 5.48<br>±0.00  | 31.22<br>±0.01 | 46.68               |
| <b>Espinaca</b>         | 16.47<br>±0.05 | 5.11<br>±0.03 | 1.31<br>±0.02   | 4.04<br>±0.00  | 34.44<br>±0.03 | 38.63               |
| <b>Flor de calabaza</b> | 11.45<br>±0.02 | 5.22<br>±0.04 | 2.37<br>±0.01   | 4.64<br>±0.00  | 22.65<br>±0.01 | 53.67               |
| <b>Chaya</b>            | 11.35<br>±0.04 | 0.64<br>±0.00 | 4.83<br>±0.09   | 11.11<br>±0.00 | 34.27<br>±0.00 | 37.80               |
| <b>Quintonil</b>        | 11.30<br>±0.01 | 5.69<br>±0.00 | 1.16<br>±0.03   | 11.33<br>±0.00 | 30.25<br>±0.01 | 40.27               |
| <b>Romeritos</b>        | 30.77<br>±0.00 | 0.94<br>±0.00 | 0.66<br>±0.00   | 5.68<br>±0.00  | 27.71<br>±0.01 | 34.24               |
| <b>Lengua de vaca</b>   | 9.69<br>±0.01  | 1.63<br>±0.00 | 1.19<br>±0.00   | 10.86<br>±0.00 | 24.17<br>±0.01 | 52.46               |
| <b>Huauzontle</b>       | 11.96<br>±0.00 | 5.48<br>±0.03 | 1.33<br>±0.01   | 10.29<br>±0.00 | 27.49<br>±0.34 | 43.45               |
| <b>Verdolaga</b>        | 23.48<br>±0.02 | 5.69<br>±0.01 | 1.71<br>±0.01   | 10.06<br>±0.00 | 33.20<br>±0.02 | 25.87               |
| <b>Quelite cenizo</b>   | 7.99<br>±0.01  | 2.28<br>±0.00 | 1.30<br>±0.01   | 7.54<br>±0.00  | 27.86<br>±0.01 | 53.03               |

\*Resultados obtenidos en base seca.

## 8.2. Cuantificación de ácidos grasos omega-3 y omega-6.

Las cantidades encontradas de los ácidos grasos omega-3 y omega-6, en las porciones comestibles, fueron sometidas a un análisis estadístico (ANDVA, con un nivel de significancia de 0.05), el cual indica que hay diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los quelites, así como entre los métodos de cocción.

En la **Tabla 7** se pueden ver los resultados de los dos ácidos grasos poliinsaturados presentes en los quelites, en cada uno de los procesos en los que fueron sometidos, así como también, las cantidades que presentan en fresco.

Las concentraciones encontradas se calcularon en mg/100g en base húmeda.

**Tabla 7.** Contenido de omega-3 y omega-6 en los quelites\*.

| Quelite                 | Fresco         |                 | Hervido        |                 | Vapor           |                 |
|-------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                         | Omega-3        | Omega-6         | Omega-3        | Omega-6         | Omega-3         | Omega-6         |
| <b>Verdolaga</b>        | 22.60<br>±1.66 | 86.56<br>±6.86  | 28.67<br>±1.61 | 102.45<br>±3.93 | 23.40<br>±0.99  | 116.88<br>±3.68 |
| <b>Acelga</b>           | 21.06<br>±0.86 | 98.14<br>±9.52  | 30.11<br>±2.55 | 126.47<br>±6.98 | 36.47<br>±1.80  | 150.71<br>±9.12 |
| <b>Espinaca</b>         | 24.85<br>±0.87 | 117.58<br>±2.34 | 31.22<br>±0.63 | 136.53<br>±3.34 | 30.17<br>±0.24  | 123.53<br>±6.87 |
| <b>Chaya</b>            | 10.98<br>±1.05 | 87.83<br>±8.67  | 15.69<br>±0.78 | 130.38<br>±2.10 | 21.62<br>±1.82  | 169.63<br>±6.41 |
| <b>Quintonil</b>        | 36.49<br>±1.71 | 96.34<br>±5.69  | 53.80<br>±1.60 | 123.87<br>±9.10 | 64.36<br>±0.85  | 128.44<br>±3.05 |
| <b>Quelite cenizo</b>   | 26.55<br>±2.31 | 99.97<br>±4.92  | 34.85<br>±0.59 | 81.75<br>±6.25  | 34.61<br>±12.53 | 174.30<br>±0.61 |
| <b>Huauzontle</b>       | 35.17<br>±3.23 | 35.51<br>±0.89  | 48.68<br>±0.88 | 50.45<br>±0.28  | 65.86<br>±0.62  | 82.18<br>±1.65  |
| <b>Romeritos</b>        | 20.24<br>±0.96 | 73.97<br>±4.87  | 26.40<br>±2.21 | 94.27<br>±4.34  | 29.33<br>±0.43  | 105.24<br>±2.56 |
| <b>Flor de calabaza</b> | 6.26<br>±0.29  | 11.25<br>±0.87  | 9.41<br>±0.42  | 18.88<br>±1.78  | 10.22<br>±0.29  | 17.34<br>±0.52  |
| <b>Lengua de vaca</b>   | 16.32<br>±0.36 | 64.89<br>±2.56  | 19.42<br>±0.00 | 82.29<br>±5.94  | 16.07<br>±0.87  | 61.00<br>±0.21  |

\*Resultados obtenidos en base húmeda.

## 9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

### 9.1. Análisis químico proximal.

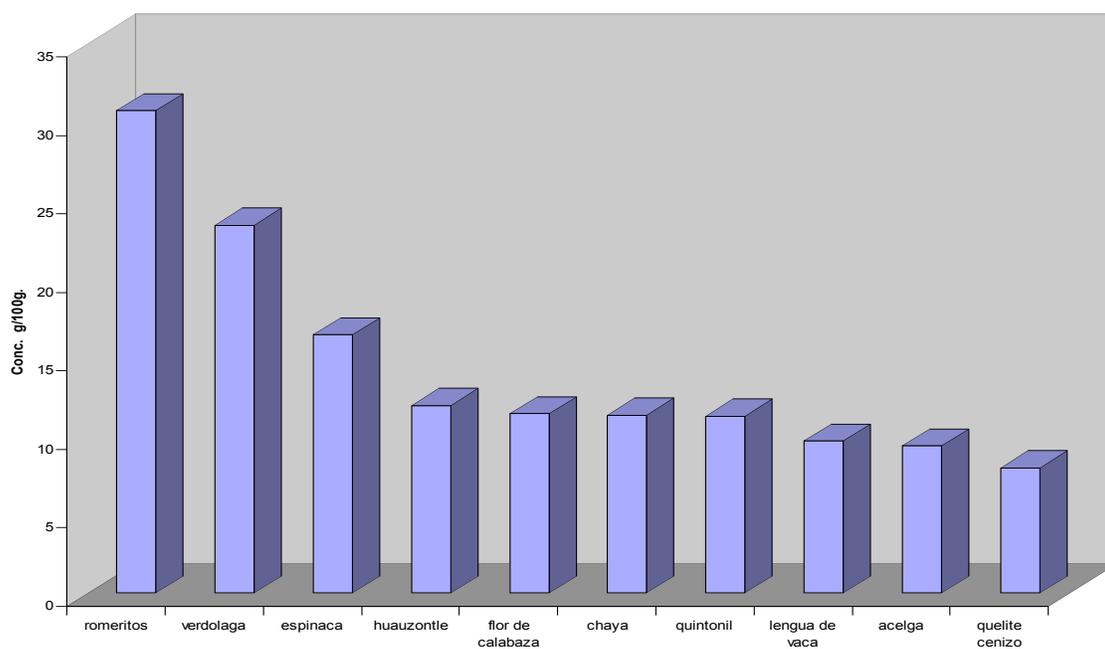
#### 9.1.1. Cenizas.

Las cantidades de cenizas encontradas en los quelites, nos sirven para estimar el contenido de minerales. En la **Figura 12** se puede observar a los quelites con mayor contenido de cenizas, estos fueron, el romerito con un 30.77%, la verdolaga con 23.48% y la espinaca con un 16.47%. Este ultimo valor resultado bajo comparado con el reportado por Gupta y Wagle (1988), donde reporta a la espinaca con una concentración de 26.16% de cenizas.

Para los siguientes quelites, flor de calabaza, chaya, quintonil y huauzontle los porcentajes resultaron similares ya que oscilaban entre 11.30% y 11.96%. En el caso de la chaya, la concentración encontrada (11.35%), cae en el rango que señalan Pérez-Gil et al. (1988), este es de 11.68%.

Los quelites con menor cantidad de cenizas fueron la acelga con 9.38%, y el quelite cenizo con un 7.99%.

Figura 12. Cenizas



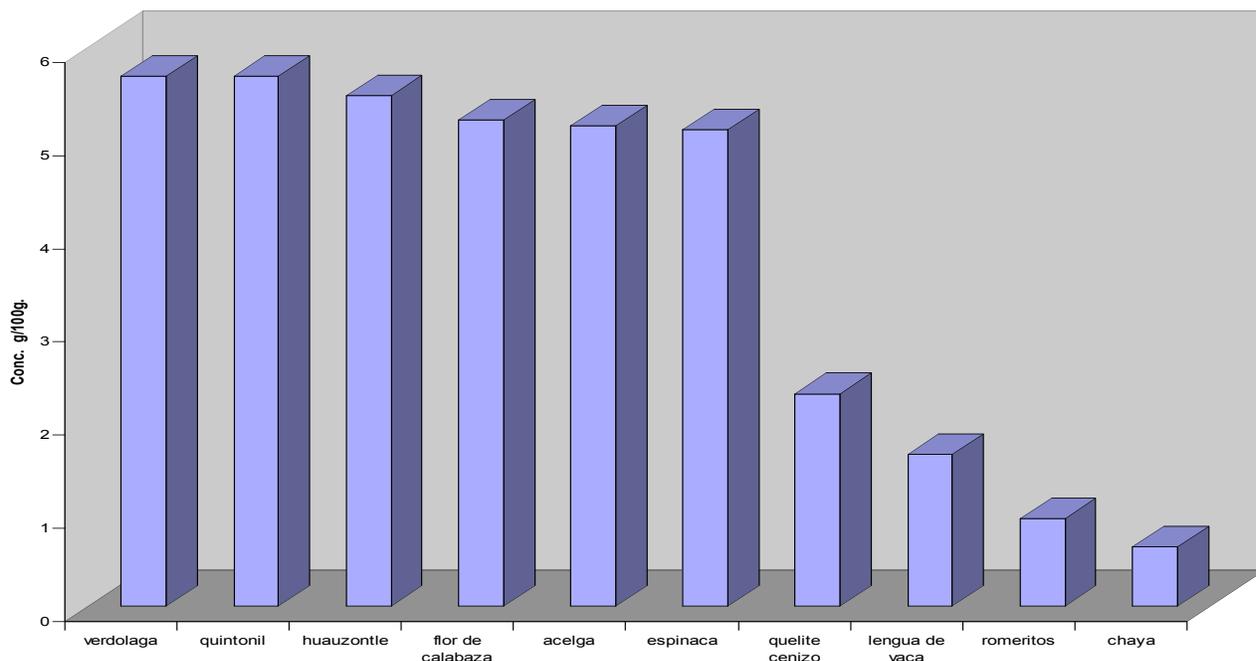
### 9.1.2. Humedad.

Los valores de humedad encontrados en los quelites, resultan bajos, hecho que se explica tomando en cuenta que esta determinación se realizó en base seca.

Como se observa en la **Figura 13**, la cantidad de humedad para la espinaca, acelga, flor de calabaza, huauzontle, verdolaga, y quintonil, resultaron similares, ya que sus porcentajes están entre 5.11% y 5.69%. El quelite cenizo contiene una humedad de 2.28%. El contenido más bajo de humedad lo presentaron el romerito con un 0.94% y la chaya con tan solo 0.69%.

Las cantidades de humedad encontradas en este estudio, no dejan de ser favorables, ya que todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización a que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor porción. El contenido de agua varía entre un 60 y un 90% en los alimentos naturales (Hart y Johnstone, 1991). Esta condición se cumple debido a que el agua es uno de sus mayores constituyentes de este grupo de alimentos (Riba et al., 1995)

Figura 13. Humedad



### 9.1.3. Extracto etéreo.

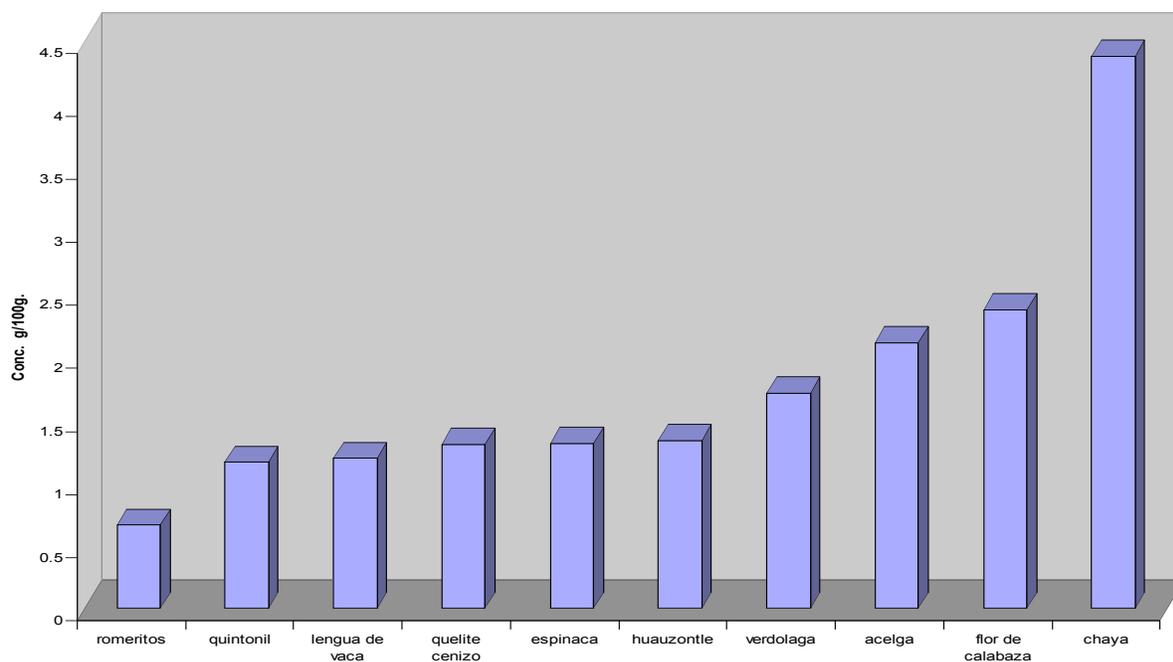
Los valores del extracto etéreo obtenidos durante el análisis, sirvieron para cuantificar la cantidad de grasas totales. En la **Figura 14** se indican a los quelites que tienen concentraciones bajas de grasa. El romerito con un 0.66% de grasa, es el quelite que tiene menos cantidad de grasa. Para el quintonil, lengua de vaca, quelite cenizo, la espinaca, huauzontle y la verdolaga, sus valores están en un rango de 1.16% a 1.71%.

En 1988 Gupta y Wagle reportan a la espinaca con una concentración de extracto etéreo de 1.17%, ésta se mantiene con la encontrada en este estudio (1.31%).

En orden ascendente le siguen la acelga con un contenido de grasa de 2.11% y la flor de calabaza con 2.37%. Por último se encuentra la chaya con un contenido de grasa de 4.38%, no sin dejar de ser un porcentaje bajo de grasa comparado con otro tipo de alimentos, sin embargo Pérez-Gil et al., en 1988 la llegaron a reportar con una cantidad de hasta 8.12%

Esta situación es apreciable, ya que se recomienda la ingesta de este tipo de vegetales por su bajo contenido en grasas.

Figura 14. Extracto etéreo



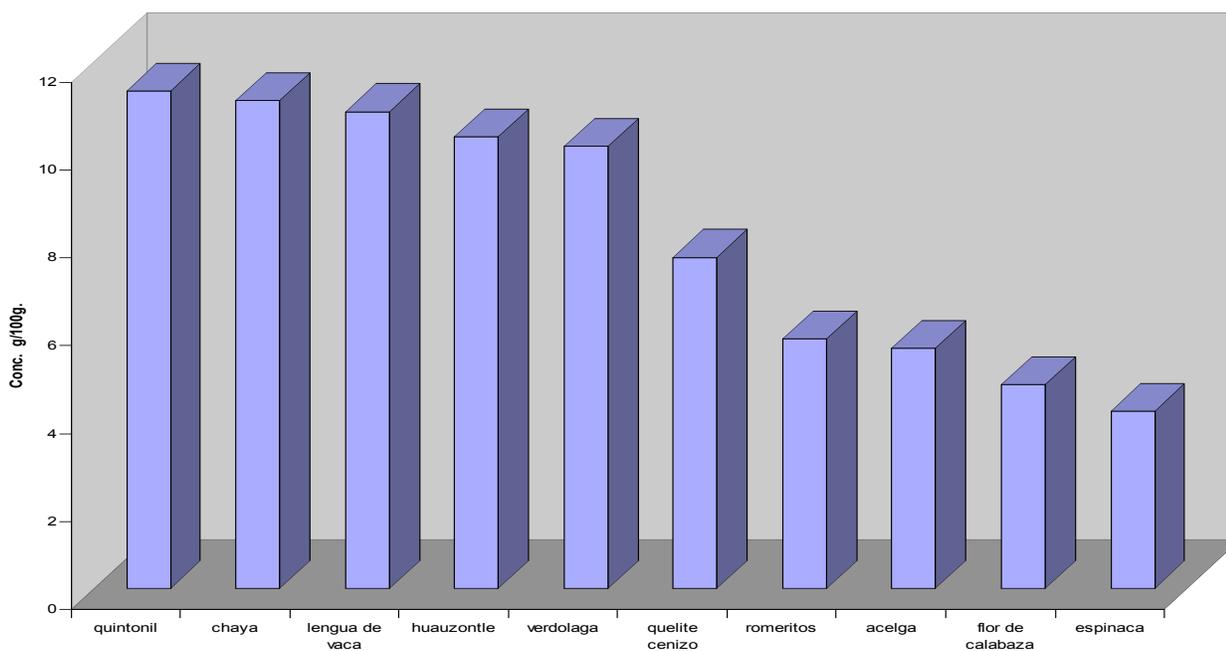
#### 9.1.4. Fibra cruda.

Actualmente se ha reconocido la importancia de la fibra como un componente de la alimentación ya que contribuye al buen funcionamiento intestinal. En el estudio realizado a los quelites, los valores de fibra para el quintonil y la chaya (**Figura 15**) fueron 11.33% y 11.11% respectivamente, siendo estos los más altos, sin embargo Pérez-Gil et al. (1988) reportan a la chaya con un poco más de 13.50%.

En un orden descendente le siguen, el huauzontle, verdolaga, lengua de vaca, cuyos valores se encuentran en un rango de 10.06% y 10.86%. El quelite cenizo presenta un valor de 7.54%, y en lo que respecta a la acelga y el romerito, tienen un contenido de 5.68% y 5.46% para cada uno.

Los porcentajes menores que se encontraron fueron para la flor de calabaza con un 4.64% y para la espinaca fue de 4.04%. Este último resultado ser bajo comparado con el reportado por Gupta y Wagle (1988), donde indica un valor de 9.61%.

Figura 15. Fibra cruda



### 9.1.5. Proteína.

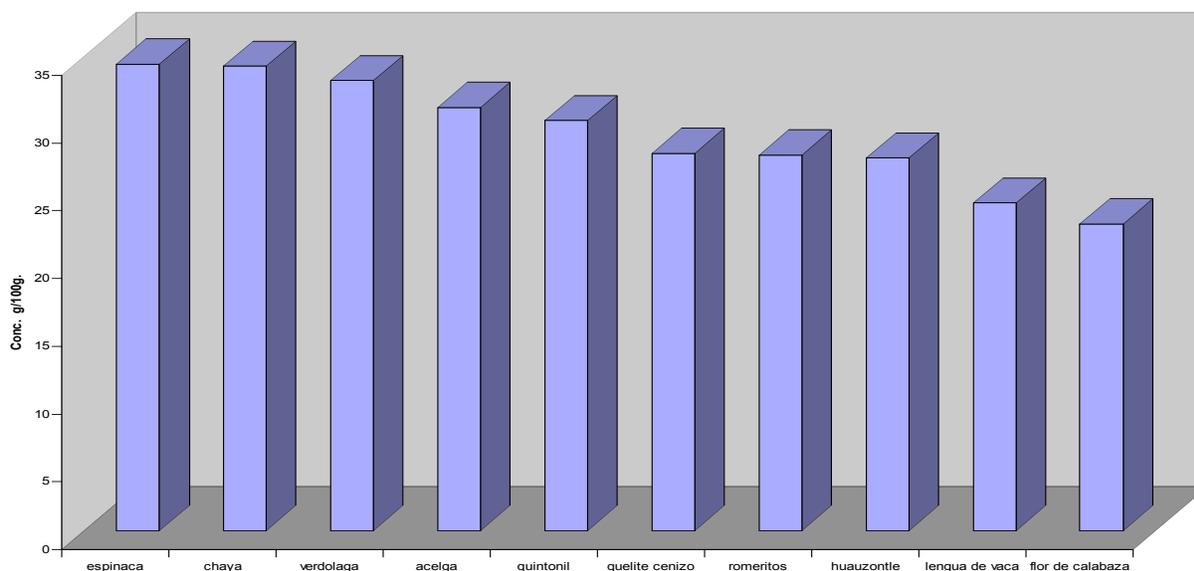
Los resultados en cuanto al contenido de proteína (**Figura 16**), varían entre las especies. Las que tienen mayor cantidad de proteína son la espinaca (34.44%) y la chaya (34.27%), en el primer caso el valor encontrado resulto ser alto con el reportado por Gupta y Wagle (1988), donde señala a *S. oleracea* con un contenido de 21.59%.

La chaya por su parte también presenta un valor alto, con respecto al encontrado por Pérez-Gil et al. (1988), donde la cantidad es de 29.86%. En Guatemala Molina et al. (1999), estudiaron su procesamiento para consumo humano, sin embargo este debe de ser en forma moderada ya que Salas et al. (2002), reportaron un caso de intoxicación por una gran ingesta de chaya.

En un orden descendente la verdolaga cuenta con un valor de 33.20%, siguiéndole la acelga con un 31.22% y el quintonil con 30.25%. En lo que respecta al quelite cenizo, el romerito y el huauzontle sus valores oscilan entre 27.86% y 27.49%. La lengua de vaca presenta un porcentaje de 24.17% y la flor de calabaza un 22.65%, siendo estos últimos los dos valores más bajos.

Al comparar el contenido de proteína entre la flor de calabaza y la alfalfa (*Medicago sativa*), esta presenta un valor de 17.50% (Gupta y Wagle, 1988), cantidad aun más baja que la flor de calabaza, además de que la alfalfa es considerada como uno de los mejores forrajes desde el punto de vista de nutrición animal.

Figura 16. Proteína



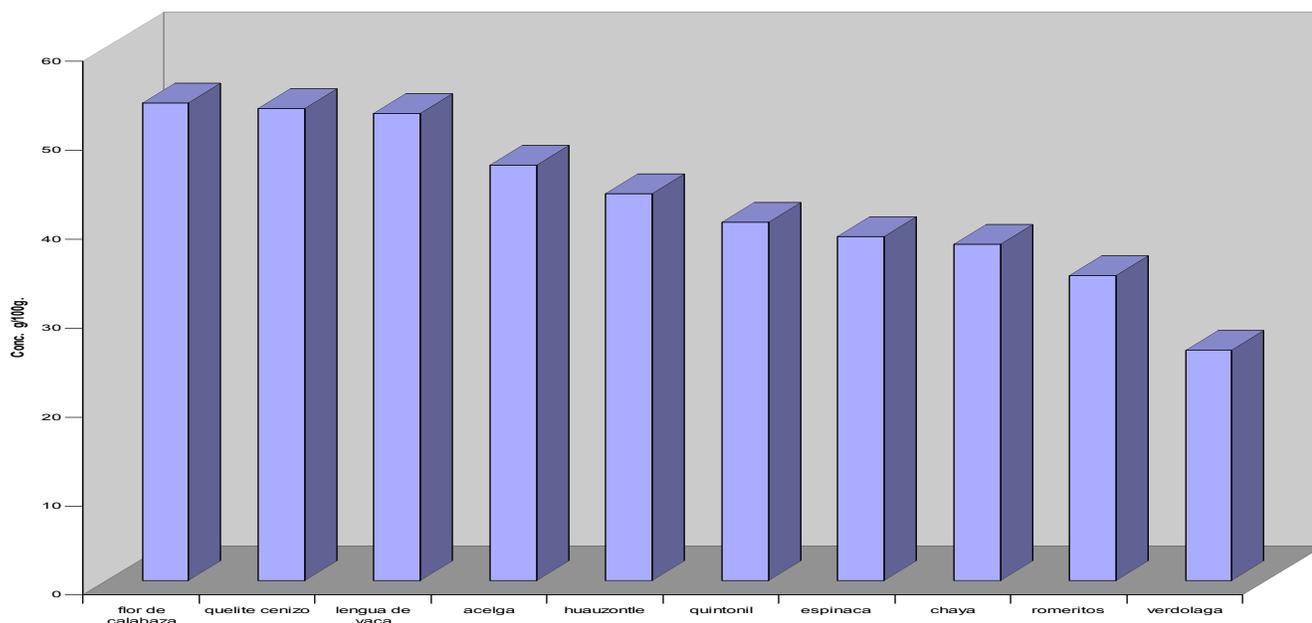
### 9.1.6. Hidratos de carbono.

Los hidratos de carbono desempeñan un papel fundamentalmente energético. Los valores encontrados en este estudio, para la flor de calabaza y el quelite cenizo, fueron de 53.67% y 53.03%, respectivamente, siendo de los más altos (**Figura 17**), siguiéndole la lengua de vaca con un 52.46%. Los porcentajes obtenidos para la acelga, huauzontle y quintonil varían entre 40.27% y 46.68%, el mismo caso es para la espinaca, la chaya y los romeritos cuyos valores están en un intervalo de 34.24% y 38.63%.

Una de las especies que más a sido estudiada es la *S. oleracea* L., ya sea por su valor comercial o nutritivo, en este último aspecto Jiménez (1991) reporta a la espinaca con un valor de 33.10% de hidratos de carbono, cantidad que resulta levemente baja con la encontrada en este estudio (34.24%). El quelite con menor porcentaje de hidratos de carbono lo presentó la verdolaga con un 25.87%.

Los resultados obtenidos de hidratos de carbono de los quelites, adjuntándole las cantidades de grasas y proteínas, los señalan como alimentos nutritivos, esto se observa en las tablas nutricionales, donde reportan a este grupo de alimentos como funcionales debido a su aporte de nutrientes. Al compararlos con otros alimentos, como el arroz donde lo reportan con un aproximado de 25% de hidratos de carbono y la avena con 64% de hidratos de carbono, los ubican como una buena fuente de energéticos (Quintín, 1980; Robinson, 1999; Souci et al., 1991).

Figura 17. Hidratos de carbono



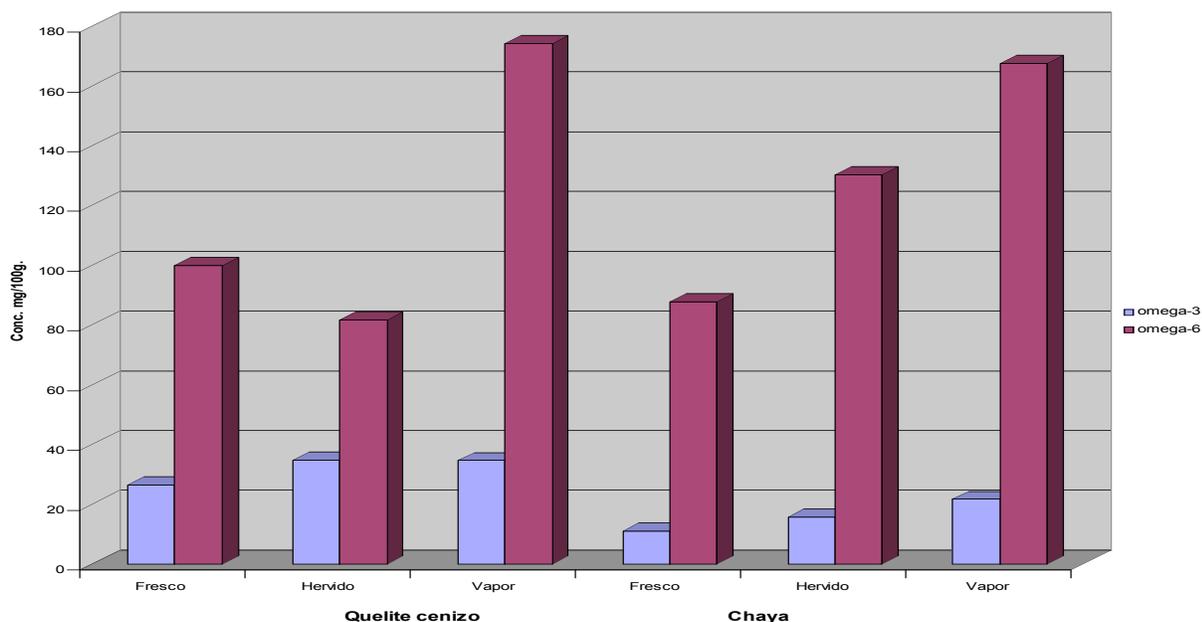
## 9.2. Cuantificación de los ácidos grasos omega-3 y omega-6.

En los métodos de cocción utilizados comúnmente se observa que hay una mayor disponibilidad de los AGPIs, comparados con los quelites que no fueron sometidos a ningún tratamiento.

El método de cocción al vapor resulto ser el medio por el cual hay la mayor disponibilidad de AGPIs, resaltando el hecho de que el ácido graso poliinsaturado omega-6, es el que se encontró en mayor concentración en los quelites. En este aspecto los resultados encontrados en este trabajo coinciden con lo mencionado por Simopoulos (1991), donde señala al grupo de vegetales como una fuente de omega-6.

En la gráfica (**Figura 18**) se puede observar que el quelite cenizo, sometido al vapor presenta la mayor cantidad  $\omega$ -6 con valores de 174.30 mg/100g y de  $\omega$ -3 34.61 mg/100g, por su parte la Chaya al vapor, presenta valores de  $\omega$ -6 de 167.63 mg/100g y 21.62 mg/100g para  $\omega$ -3. Este último quelite, en la determinación de extracto etéreo, del AQP realizado, la cantidad de grasa fue mayor (ver **Figura 15**), es probable que la mayoría de sus grasas sean ácidos grasos de cadena larga, entre otros de sus componentes.

**Figura 18.** Cuantificación de omega-3 y omega-6 en quelite cenizo y chaya.



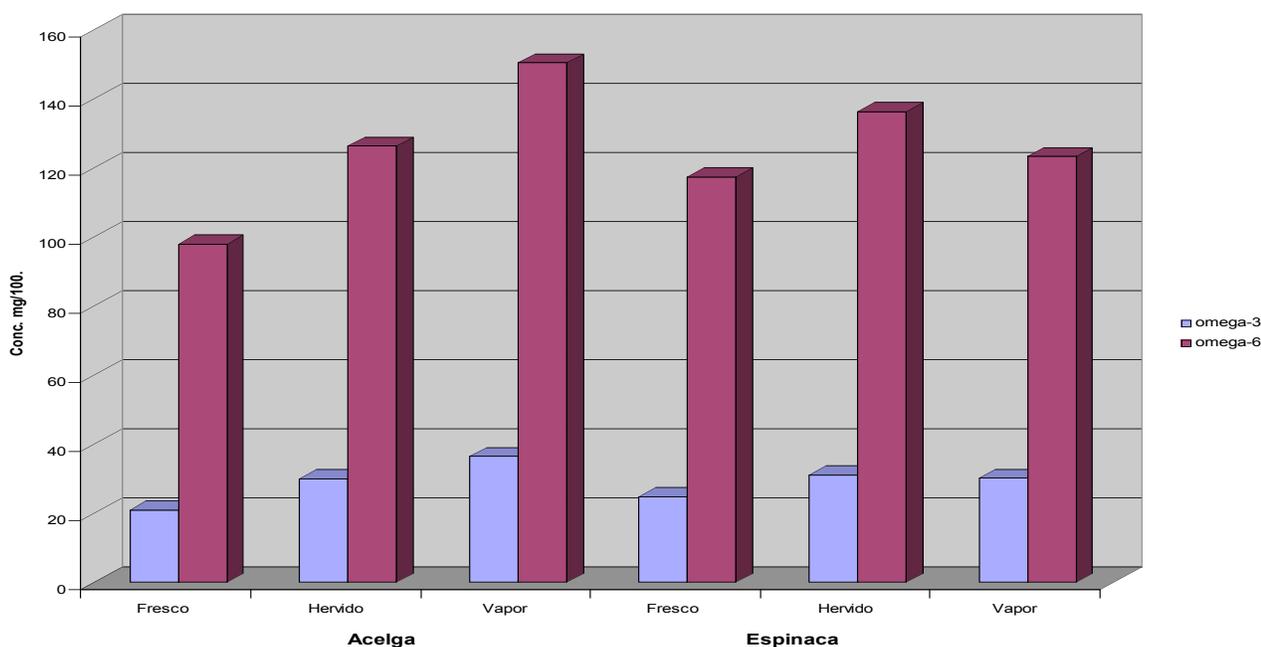
Como se observa en la **Figura 19**, los valores de  $\omega$ -6 que presenta la acelga al vapor son de 150.71 mg/100g y 36.97 mg/100g para el AG  $\omega$ -3. Sumándose a esta cualidad, el AQP realizado a la acelga, en cuanto al contenido de hidratos de carbono, resultó ser uno de sus principales componentes.

La espinaca, tal vez se recomendaría consumirla hervida, ya que en este tratamiento es donde se obtuvo la mayor cantidad de  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3, estos valores fueron de 136.53 mg/100g y 31.22 mg/100g para cada uno de los ácidos grasos (**Figura 19**).

Los valores encontrados en la espinaca fresca, para  $\omega$ -6 fueron de 117.58 mg/100 y  $\omega$ -3 de 24.85 mg/100, llegan a ser altos con los obtenidos por Simopoulos y Salem (1986), donde reportan a *S. oleracea* L. con cantidades de 89.00 mg/100 para  $\omega$ -6 y 14.00 mg/100 para  $\omega$ -3.

Estos dos quelites son los que mayormente se consumen dentro de la población mexicana (Hernández et al., 1983). Estableciendo una clasificación por familias sobresale el hecho de que la acelga y la espinaca junto con el quelite cenizo, pertenecen a la familia de las Chenopodiaceae.

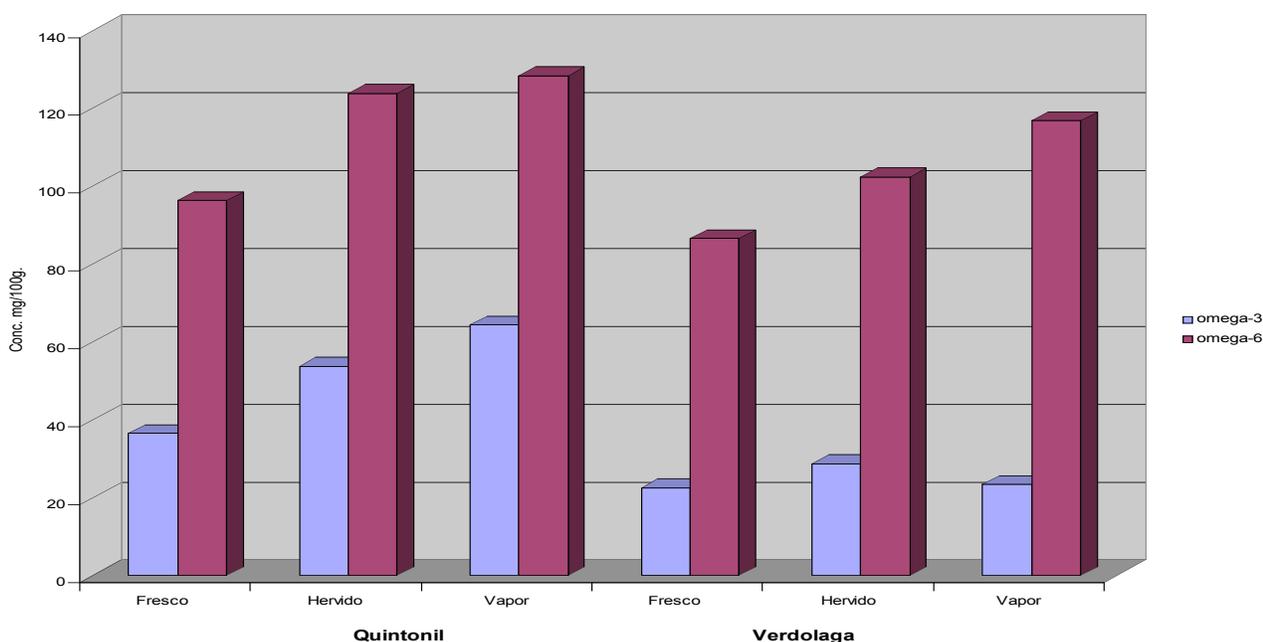
**Figura 19.** Cuantificación de omega-3 y omega-6 en acelga y espinaca.



También perteneciente a la familia Chenopodiaceae, se encuentra el quintonil. Este al tratarse al vapor sus valores son de 128.44 mg/100g y 64.36 mg/100g, para  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3 respectivamente (**Figura 20**). Aparte de estos valores, el quintonil se caracteriza por su alto contenido en fibra bruta.

La verdolaga al vapor, presenta valores de  $\omega$ -6 de 116.88 mg/100g y 23.90 mg/100g para  $\omega$ -3 (**Figura 20**), a este hecho se le puede agregar el porcentaje de minerales que contiene la verdolaga, convirtiéndolo en un alimento con buen contenido nutricional.

**Figura 20.** Cuantificación de omega-3 y omega-6 en quintonil y verdolaga.



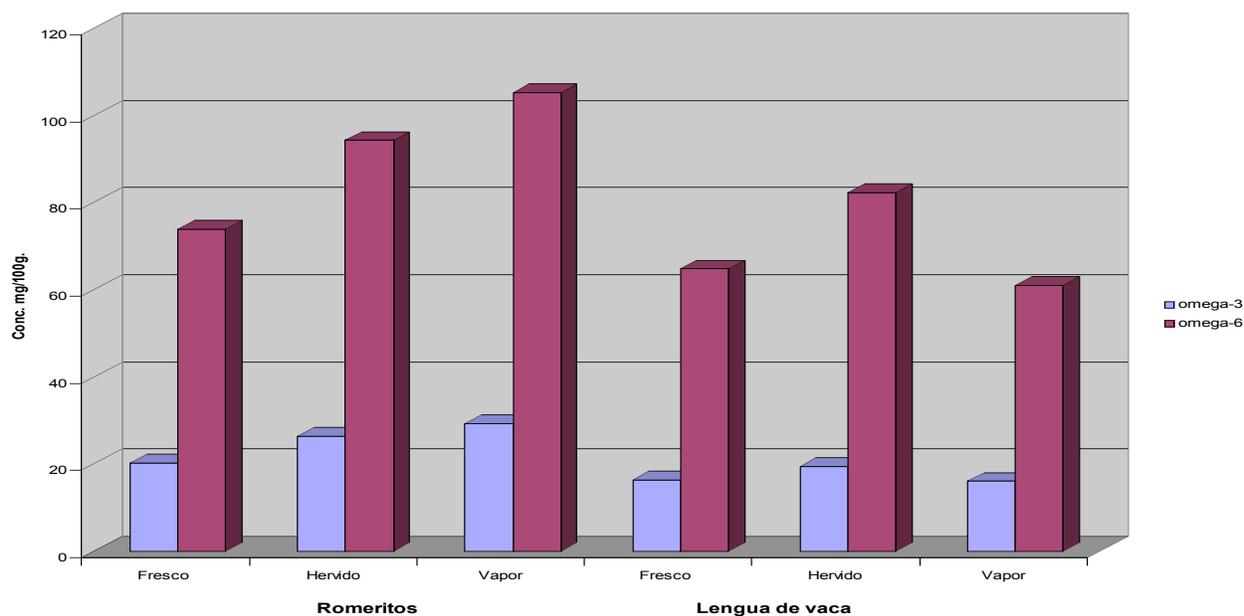
En la ciudad de México un alimento que llega a consumirse, tal vez por temporada son los romeritos, los cuales son una fuente buena de minerales, así también de los ácidos  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3.

Las cantidades que más se obtienen de AGPIs en los romeritos, son al tratarse al vapor, los valores encontrados son de 105.24 mg/100g para  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3 de 20.33 mg/100g (**Figura 21**).

Una de las plantas estudiadas que tiene propiedades medicinales, así también como un alto contenido en fibra, es la lengua de vaca, esta al ser sometida al tratamiento hervido presenta la mayor cantidad de  $\omega$ -6 con cantidades de 82.29 mg/100g y 19.42 mg/100g

para  $\omega$ -3. Como se observa en la **Figura 21** en el tratamiento hervido hay la mayor cantidad de  $\omega$ -6, tal vez este método es el adecuado para ser consumida.

**Figura 21.** Cuantificación de omega-3 y omega-6 en romeritos y lengua de vaca.

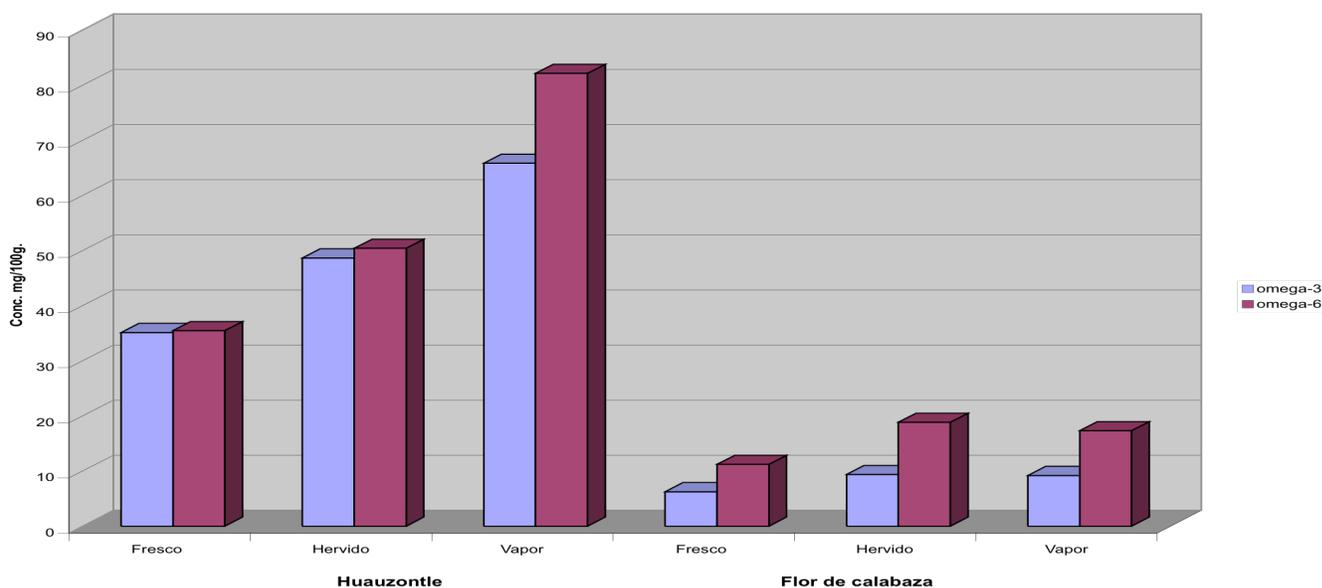


El huauzontle al ser sometido al vapor presenta valores para  $\omega$ -6 de 82.18 mg/100g y 65.86 mg/100g para  $\omega$ -3 (**Figura 22**). Estas cantidades son altas con las encontradas en el método hervido ( $\omega$ -6 50.45 mg/100g y  $\omega$ -3 48.68 mg/100g), sin embargo este quelite es uno de los que se consumen hervidos. En la gráfica también se puede observar que las concentraciones de  $\omega$ -3 en algunos casos llegaban a ser similares a las del  $\omega$ -6. Además de esta aportación el huauzontle contiene un alto contenido de fibra.

Una de las plantas con menor concentración de ácidos grasos, en comparación con los demás quelites, fue la flor de calabaza, ya que solo se obtuvo 18.88 mg/100g para  $\omega$ -6 y 9.41 mg/100g para  $\omega$ -3, en el método hervido (**Figura 22**). Como es el caso de otros quelites este también se consume hervido por la mayoría de la gente.

En la **Figura 23** se puede observar en un panorama más amplio a todos los quelites, en esta gráfica se muestran a estos en un rango de mayor a menor cantidad de omega-6, que se encontró en el método al vapor.

**Figura 22.** Cuantificación de omega-3 y omega-6 en huauzontle y flor de calabaza.



Perteneciendo los quelites al grupo de los vegetales, las cantidades encontradas de los ácidos grasos  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3 obtenidos en este estudio, pueden llegar a compararse con otro tipo de alimentos que también son fuente de este tipo de AGPIs.

Dentro de los demás grupos de alimentos que aportan AGPIs se encuentran los de origen marino, así como las semillas. Algunos ejemplos de estos son: el aceite de pescado, la grasa de cerdo, la grasa de vaca, el maíz y la soja entre otros. En la **Tabla 8** se pueden observar las cantidades aproximadas de ácidos grasos que presentan estos alimentos.

Esta comparación también nos indica el tipo de fuente de AGPIs que pueden ser los alimentos, como se observa en la tabla, los alimentos de origen animal son fuentes de AG saturados, los cuales son dañinos para la salud. Los de origen marino, como el pescado su AG principal es el  $\omega$ -3 y ya mencionado anteriormente, los de origen vegetal el AG que principalmente aportan es el  $\omega$ -6.

En algunos estudios nutricionales se llegan a señalar a algunos vegetales con AGPIs omega-3 y omega-6. Moreiras et al. (2001) indica que los nabos llegan a presentar 0.039 de  $\omega$ -3 y 0.139 de  $\omega$ -6 en su estado natural. Cabe mencionar que los resultados obtenidos en el presente trabajo, todas las especies de quelites en fresco llegan a estar por encima de estas cantidades. En el nabo se observa que también su AGPIs principal es el  $\omega$ -6.

**Tabla 8.** Ácidos grasos presentes en los alimentos (Ronayne de Ferrer, 2000).

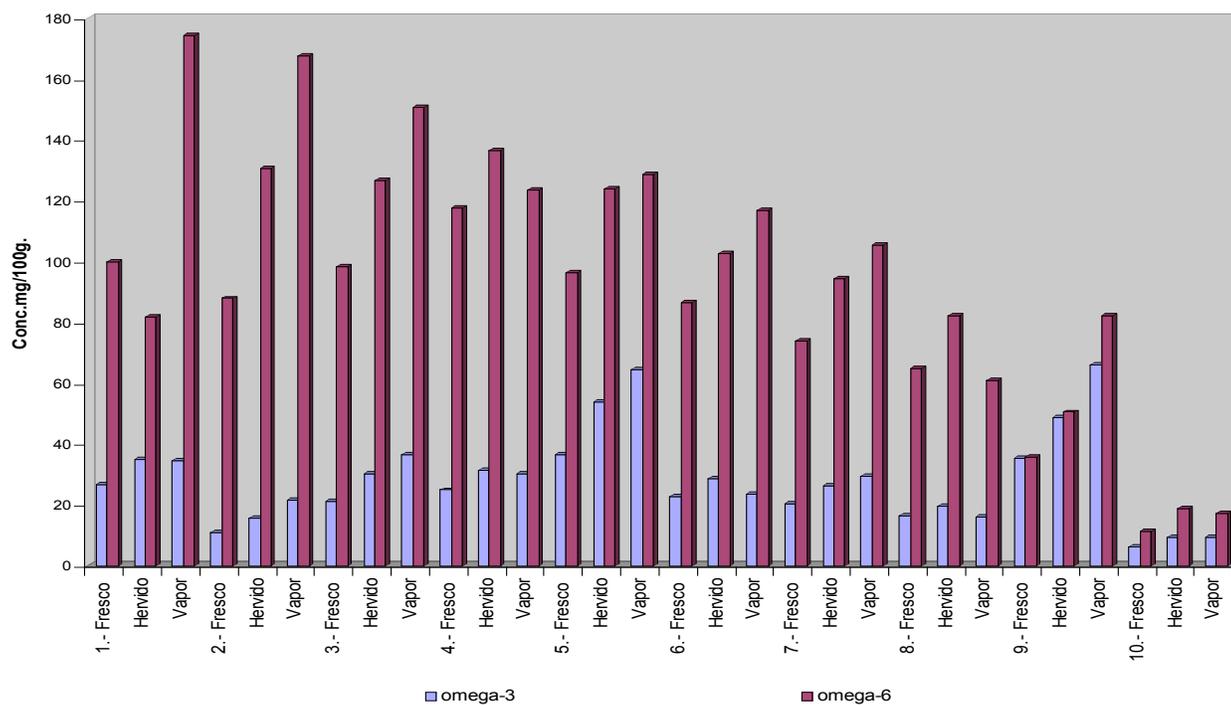
|                   | <b>Ácidos grasos</b> |                        |                |                |
|-------------------|----------------------|------------------------|----------------|----------------|
|                   | <b>Saturados</b>     | <b>Monoinsaturados</b> | <b>Omega-3</b> | <b>Omega-6</b> |
| Aceite de pescado | 27%                  | 42%                    | 28%            | 3%             |
| Grasa de cerdo    | 41%                  | 47%                    | 1%             | 11%            |
| Grasa de vaca     | 52%                  | 44%                    | 1%             | 3%             |
| Maíz              | 14%                  | 25%                    | 1%             | 60%            |
| Soja              | 15%                  | 24%                    | 7%             | 54%            |

Los métodos de cocción utilizados comúnmente, pueden llegar a ser los medios por los cuales los AGPIs omega-6 y omega-3 están más disponibles. Esto se observa en la mayoría de las gráficas, donde se ve la comparación de los quelites con tratamiento y sin tratamiento, donde los valores de los quelites sin tratamiento están por debajo con respecto a los quelites tratados con algún método de cocción. Aun así estos quelites sin hervir o cocer al vapor son fuente importante de  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3, para aquella parte de la población que acostumbra a comerlos frescos.

El método de cocción hervido, es el más utilizado en las cocinas domesticas, sin embargo presentan la desventaja de que hay perdidas en los alimentos de algunos de sus nutrientes (Fox y Cameron, 1992), en este estudio el proceso en hervido fue el segundo medio en el cual se encontraron más AGPIs.

En el método al vapor, como se observa en algunas de las gráficas resulto ser el proceso donde hay más AGPIs, resaltando el hecho de que de las 10 especies que fueron sometidas a este tratamiento, 7 de estas presentaron la mayor cantidad de AGPIs al vapor.

**Figura 23.** Contenido de omega-3 y omega-6 de los quelites.



1. Quelite cenizo
2. Chaya
3. Acelga
4. Espinaca
5. Quintonil
6. Verdolaga
7. Romeritos
8. Lengua de vaca
9. Huauzontle
10. Flor de calabaza

## 10. CONCLUSIONES.

En el análisis químico proximal realizado a este tipo de vegetales indica que presentan los nutrientes principales que requiere el organismo.

Los quelites con mayor cantidad de proteína fueron, la espinaca, chaya y verdolaga, por su parte la flor de calabaza, el quelite cenizo y la lengua de vaca son los vegetales con una alta concentración de hidratos de carbono, así como de grasa.

Con la diferencia significativa que se encontró en cada uno de los quelites, se deriva que, cada uno posee determinadas cualidades nutritivas y una composición química específica y diferente, las cuales aportan los nutrientes necesarios para conseguir una alimentación equilibrada.

Con los procesos de cocción (hervido y vapor), se observó que hay una mayor disponibilidad de los ácidos grasos poliinsaturados  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6, habiendo diferencias entre estos, pero no hay pérdidas totales con la cocción.

Las cantidades encontradas en los quelites de  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 en su forma natural, son bajas pero no dejan de ser importantes, sin embargo algunos nutriólogos y dietistas hacen la recomendación del consumo de vegetales en forma cocida.

El ácido graso que más se encontró en todas las especies, que fueron sometidas a los procesos de cocción, fue el omega-6 siguiéndole el omega-3. Este mismo patrón también se dio en los quelites frescos.

Los quelites que tuvieron la mayor concentración de estos ácidos grasos fueron: quelite cenizo, chaya, acelga y espinaca.

El consumo de este tipo de vegetales en la dieta diaria, sin duda aporta al organismo una cantidad adicional de ácidos grasos omega-3 y omega-6, lo cual es benéfico para la salud, en especial en personas que presentan problemas cardiovasculares.

El estudio realizado a estos quelites nos indica el potencial nutricional y medicinal que representan este tipo de especies vegetales, hechos por los cuales se deben de revalorar a los quelites mexicanos como parte de la alimentación del hombre.

## 11. BIBLIOGRAFÍA.

- AOAC. (2003). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Ed. Williams, S. Published by the AOAC. Virginia, USA.
- Arellano J., Caballero J., y Mapes C. (1984). Plantas comestibles del Sureste de México. Resúmenes del IX Congreso Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México, A.C.
- Badui D. S. (1996). Química de los alimentos. 3ed. Alhambra Mexicana, México.
- Ball M. y Mann J. (1991). Lípidos y Cardiopatías. Ed. Doyma. Barcelona España.
- Barrera A. (1979). La etnobotánica tres puntos de vista y una perspectiva. INIREB. Xalapa. Veracruz.
- Bidwell R. G. S. (1993). Fisiología vegetal. 2ed. A. G. T. Editor S.A. México D.F.
- Booth S., Bressani R. and T. Johns (1992). Nutrient content of selected indigenous leafy vegetable consumed by Kekchi people of Alta Verapaz, Guatemala. J. Food Compos. Anal. 5:25-34.
- Braverman J. B. S. (1990). Introducción a la Bioquímica de los alimentos. 2ed. Manual Moderno. México.
- Brown M. S. and Goldstein J. L., (1986). A receptor-mediated pathway for cholesterol homeostasis. Science 232:34-47.
- Bulder A. M., Speek E. J., Van Hasselt P. R., and Kuiper P. J. C. (1991). Growth Temperature and Lipid Composition of Cucumber Genotypes Differing in Adaptation to Low Energy Conditions. Plant Physiol. 138:655-660.
- Bye R. A. (1981). Ethnoecology of edible greens past - present and future. J. Ethnobiol. 1(1):109-123.

- Bye R. A. (1984). Los quelites del México central. Resúmenes del IX Congreso Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Bye R. y Linares E. (2002). Los quelites, plantas comestibles de México. [www.Conabio.com](http://www.Conabio.com)
- Caballero S. L. (1984). Plantas comestibles de la sierra norte de Puebla por totonacas y nahuas: Tuzamapan de Galeana y Santiago Yancuictlalpan, Pue. Tesis de licenciatura en Biología. ENEP. Iztacala, UNAM.
- De Morales B. A. E. (1994). Acidos Grasos Poliinsaturados de Cadena Larga en la Nutrición del Lactante. Rev. Hosp. Mat. Inf. Ramón Sarda 2:73-75.
- Del Prado M. y Villalpando S. (2003). Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados en el crecimiento y desarrollo del recién nacido. Cuadernos de Nutrición 26:149-156.
- Díaz C. (1999). La chaya. Ed. Crucero. Panamá.
- Dumani M. (2003). Hojas y quelites. Ed. Panorama. España.
- Dyerberg J., Bang H. O., Horne N. (1957). Fatty acid composition of the plasma lipids in Greenland Eskimos. Am J Clin Nutr; 28:958-66.
- Escudero N. L., Abarracin G., Fernandez S. y De Arellano L. M. (1999). Nutrient and antinutrient composition of *Amaranthus m*. Plant foods for human nutrition. 54:327-336.
- Fernández H. (2000). Plantas medicinales. Ed. Panorama. España.
- Font Q. P. (1980). Plantas medicinales. El dioscórides renovado. Ed. Labor S. A. México.
- Fox A. B., Cameron G. A. (1992). Ciencia de los alimentos, Nutricion y Salud. Ed. Limusa. México.

- Garrow J. L. (1998). *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. 2ed. West publishing Co. USA.
- Hart F. L. y Johnstone F. H. (1991). *Análisis moderno de los alimentos*. Ed. Acribia. Zaragoza (España).
- Gupta K. and Wagle D. S. (1988). Nutritional & antinutritional factors of green leaf vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 36:472-474.
- Hepburn F. N., Exler J., and Weihrauch J. L. (1986). Provisional tables on the content of  $\omega$ -3 fatty acids and other fat components of selected foods. *J. Am. Diet. Assoc.* 86:788-93.
- Hernández M., Aguirre J., Serrano L., Escobar M. y Chávez A. (1983a). Alimentación de obreros y sus familias, estudio de hábitos en una muestra de familias de D.F. Pub.-61 INCMNSZ.
- Hernández M., Chávez A. y Bourges H. (1983b). Valor nutritivo de los alimentos mexicanos. Tablas de uso practico. Pub. L-2. División de nutrición. INCMNSZ.
- Hurtado G. M. y Hernández S. L. G. (1998). Estudio preliminar de las plantas silvestres de la zona árida de Tamaulipas. *Revista Biotam.* 27.
- Ibarra R. J. and Molina C. A. (2000). The ethnobotany of Chaya (*Cnidocolus aconitifolius* Breckon): A nutritious Maya vegetable. Dep. of Gen. Georgia, Athens. USA.
- Jiménez S. L. (1991). *Composición química de los alimentos*. Ed. Ibérica. Madrid España
- Kinsella J. E., Lokesh B. and Stone R. A. (1990). Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms. *Am. J. Clin. Nutr.* 52:1.

- Krebsky O. E., M. C. Jan and De Proft M. (1996). Fatty acids in polar lipids from etiolated *Cichorium intybus*. *Phytochemistry* 43:747-751.
- Landowne R. A., and Lipsky S. R. (1961). *Biochem. Acta* 41:1.
- Lehninger A. (1982). *Principios de Bioquímica*. Worth Publishers, Inc. USA.
- Lozano J. (2002). *Salud Natural*. Ed. Ibérica Gráfico. España.
- Luengo E. (2004). Acidos grasos Omega-3. *Sociedad Española de Cardiología*. 20:49-56.
- Martínez M. (1979). *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. Ed. Fondo de Cultura Económica. México.
- Melchior D. L. and Steim J. M. (1976). Fatty acids. *Annu. Rev. Biophys. Bioeng.* 5:205-238.
- Metcalfe L. D., Schmitz A. A. and Pelea J. R. (1961). Rapid preparation of fatty acid esters from lipids. *Ann. Chem*;514-515.
- Metzler D. E. (1981). *Bioquímica, Las reacciones químicas en las células vivas*. Ed. Omega S. A. Barcelona.
- Molina C. A., Solórzano M. y Bressani R. (1999). Procesamiento de las hojas de Chaya (*Cnidioscolus a.*) para consumo humano: I. Cocción en agua hirviente y almacenamiento de hojas frescas. *Ciencia en acción* 6:1-4 Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.
- Moreau A. R., Asmann T. P. and Norman A. H. (1990). Analysis of major classes of plant lipids by High-performance liquid chromatography with flame ionization detection. *Phytochemistry* 29:2461-2466.

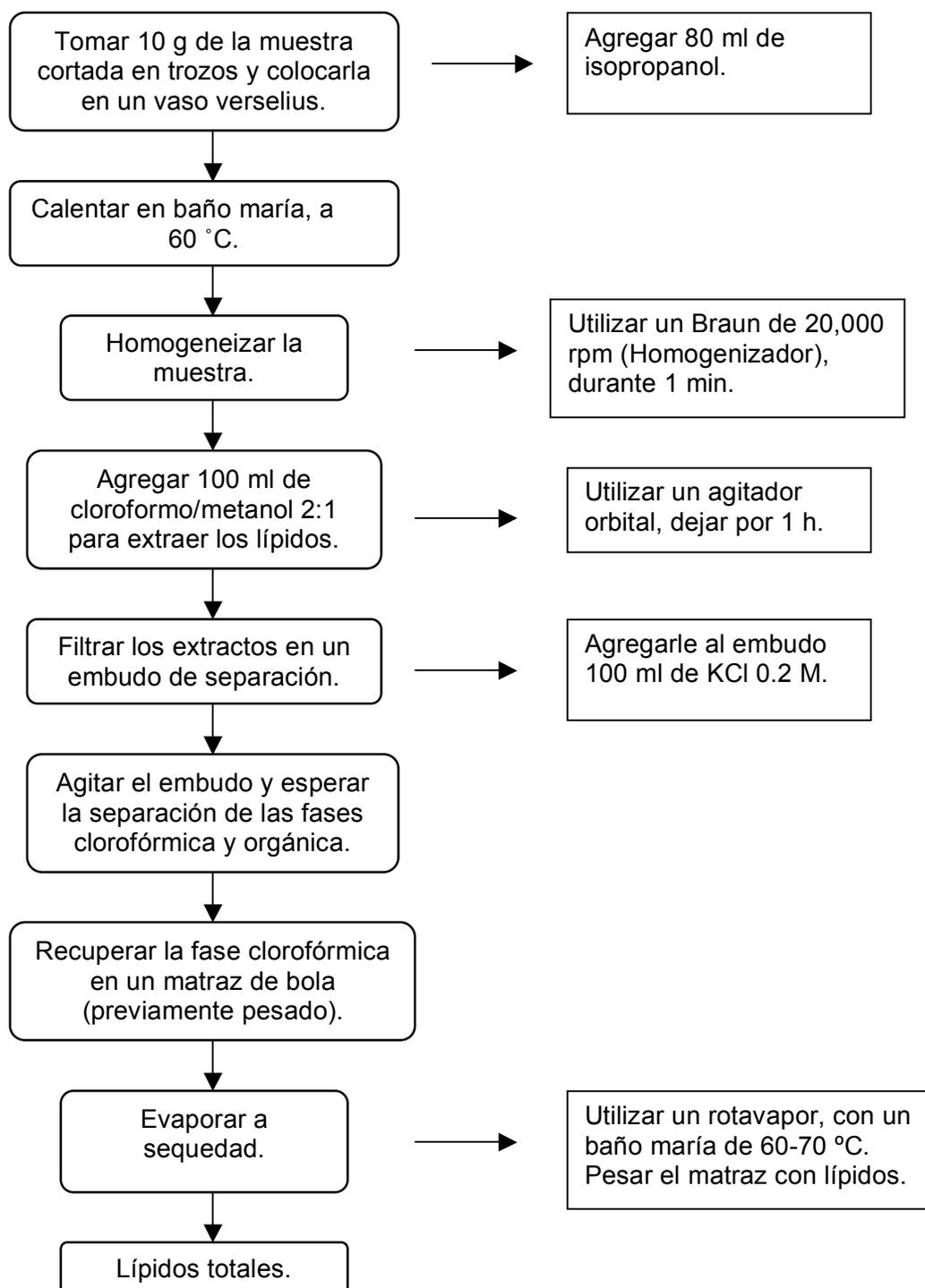
- Moreiras O., Carbajal A., Cabrera L., Catrado C. (2001). Tabla de composición de alimentos. Ed. Pirámide. Madrid España.
- Montenegro M. R. (1999). Atherosclerosis morphology and pathogenesis. Ann. Rev. Biomed. Sci. 1:133-144.
- Montgomery R., Conway T., Spector A. (1993). Bioquímica casos y texto. Ed. Mosby Year Book Wolfe Publishing. Madrid.
- Murray K. R., A. Mayer P., K. Granner D. and W. Rodwell V. (2001). Bioquímica de Harper. Ed. Manual Moderno. México D.F.
- Pérez-Gil R. F., Arellano M. L., Bourges R. H., García M. M. y Grande C. D. (1988). Alimentos tradicionales: V. Aspectos del valor nutritivo de la hoja de Chaya (*Cnidocolus chayamansa*) para la alimentación humana y animal. Tec. Alimentos 23:5-10.
- Quintin O. J. (1980). Tablas de valores nutritivos para cálculos dietéticos. Ed. Méndez editores. México.
- Riba S. M., Vila B. L., Infiesta G. F., Rivero V. M. (1995). Manual practico de nutrición y dietética. Ed. A. Madrid Vicente. Madrid España.
- Robinson S. D. (1991). Bioquímica y valor nutritivo de los alimentos. Ed. Acribia S.A. Zaragoza (España).
- Romero J. M., Olazábal M. E., Martínez Y., Serrano H. y Monteagudo A. (2002). Actividad fasciolicida *in vitro* de *Portulaca oleraceae* L. Acta Farm. Bonaerense 21:297-300.
- Ronayne de Ferrer P. A. (2000). Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados en la alimentación del lactante. Arch. Argent. Pediatr. 98:321-238.

- Rzedowsky J. y G. C. (1985). Flora fanerogámica del valle de México. Ed. Limusa. México.
- Salas G. M., Piñera M. M., Del Valle D. S., Lannes S. R. y Márquez C. E. (2002). Intoxicación exógena por chaya. *Medisan* 6(3):103-106.
- Sargent J. R. (1998). Flesh Lipid and Carotenoid Composition of Scottish Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Journal of Agricultura and Food Chemistry*. 46:118-127.
- Sheider L. W. (1985). Nutrición conceptos básicos y aplicaciones. Ed. Mc Graw-Hill. México.
- Siguel E. N., Chee K. M., Gong J., Shaefer E. J. (1987). Criteria for essential fatty acid deficiency in plasm as assessed by capillary column gas-liquid chromatograh. *Clin. Chem*. 33:1869-1873.
- Simopoulos A. P. (1991). Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am. J. Clin. Nutr.* 54:438-463.
- Simopoulos A. P. (1988). Terrestrial sources of  $\omega$ -3. In:Cliffs, N.J; Prentice Hall, 97-104.
- Simopoulos A. P; Salem N. Jr (1986). Purslane a terrestrial source of omega-3 fatty acids. *N. Engl. J. Med.* 315:833 (letter).
- Souci, Fachmann, Kraut. (1991). Tablas de composición de alimentos. Ed. Acribia S.A. Zaragoza (España).
- Strasburger E. (1990). Tratado de Botánica. Ed. Omega S.A. Barcelona.
- Turner R. W. D. (1980). Las grasas y la cardiopatía coronaria. *Rassegna* 1:5-16.
- Vollhardt C. K. P. (1994). Química orgánica. Ed. Omega. Barcelona.

- Wasef W. N. (1993). Introducción a la ciencia de los alimentos. Ed. Acribia, Zaragoza, España.
- Woot-tsuen L. W. (1978). Tabla de composición de alimentos para su uso en América Latina. Ed. Interamericana. Panamá.
- Yufera E. P. (1991). Química Agrícola III alimentos. 2ed. Alhambra, Zaragoza, España.
- Zorrilla E. (1995). Hipercolesterolemia. Diagnóstico y tratamiento. Ed. Interamericana-McGraw-Hill. México.

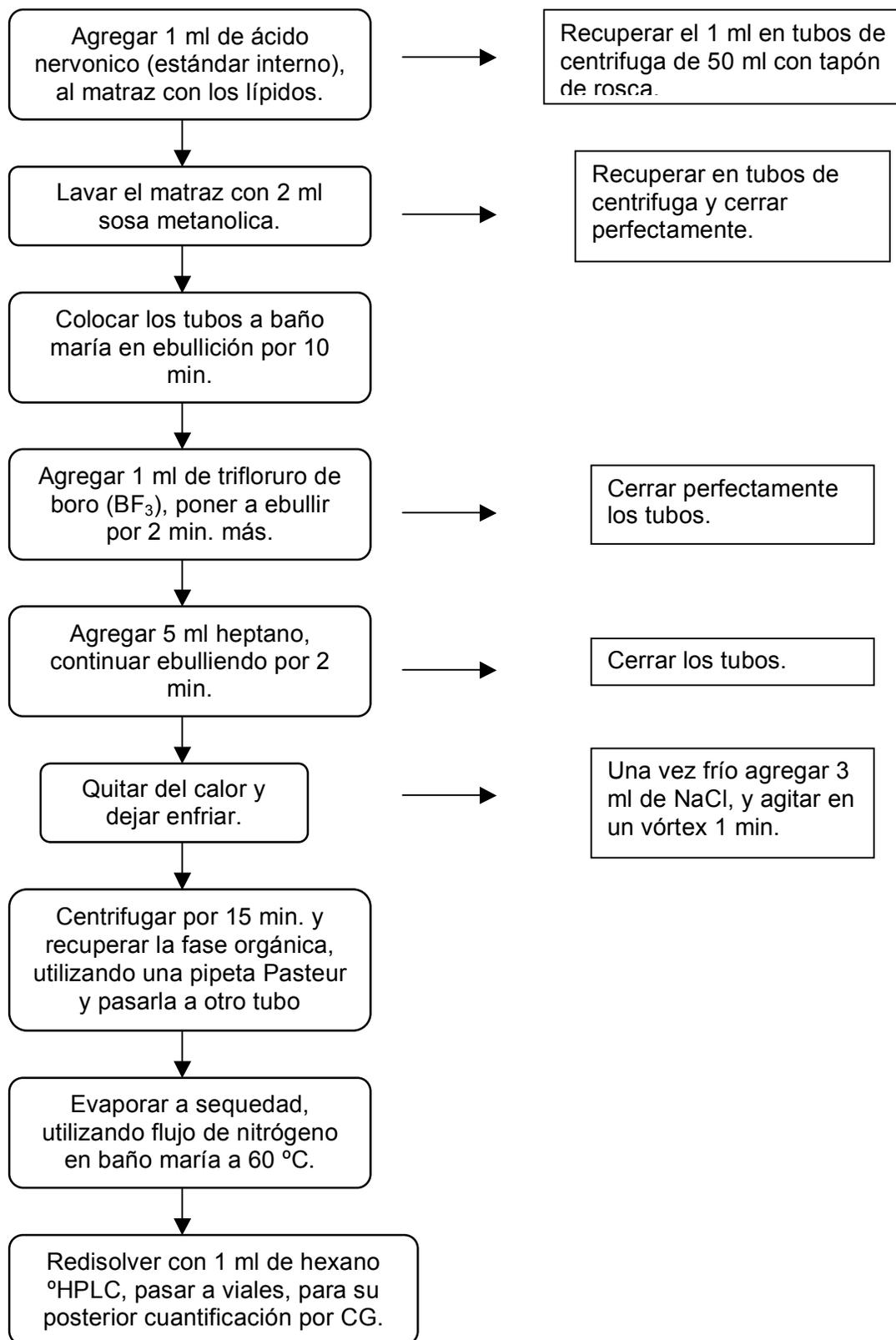
## 12. APÉNDICE.

### Metodología para la extracción de lípidos totales (según Bulder et al. 1991).

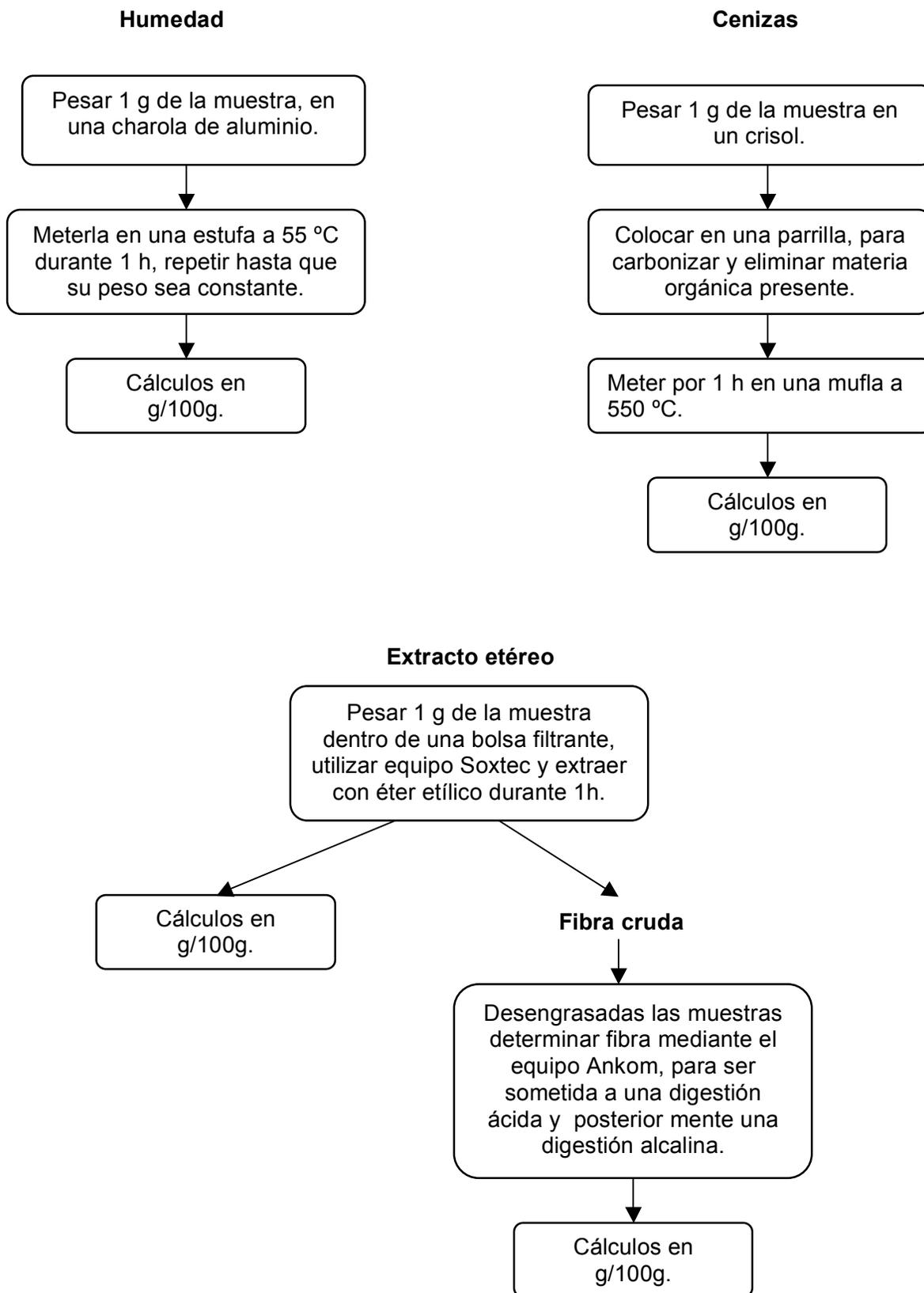


Para el cálculo de los lípidos totales se resta el peso del matraz solo, con el peso del matraz con los lípidos.

### Metodología de la metilación de los lípidos (según la técnica Metcalfe et al. 1961).



**Metodología para determinar el Análisis químico proximal (según AOAC.).**



## Proteína

Pesar 0.2000 g de la muestra en papel arroz y colocarla en los tubos de digestión, agregarle 12 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y 1 pastilla digestora de selenio, utilizar el digestor el tiempo necesario y posteriormente, el equipo Kjeldahl.

Una vez conocido el contenido de nitrógeno, la proteína se estima multiplicando este valor por el factor 6.25

## Hidratos de carbono

Se suman las medias de los porcentajes, de todas las determinaciones y al resultado se le resta 100, la cantidad obtenida son los hidratos de carbono.