



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE QUÍMICA

ESTUDIO DEL PÁPALOQUELITE  
(*Porophyllum ruderale*) COMO ALIMENTO  
FUNCIONAL

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
QUÍMICA DE ALIMENTOS

P R E S E N T A

MIRNA HERNÁNDEZ CARRILLO



MÉXICO, D.F.

2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:**                   **Profesor:** Dra. Yolanda Caballero Arroyo  
**VOCAL:**                           **Profesor:** M. A. O. Rosa Luz Cornejo Rosas  
**SECRETARIO:**               **Profesor:** M. en C. Martha Yolanda González Quezada  
**1er. SUPLENTE:**           **Profesor:** Q. A. Bertha Julieta Sandoval Guillen  
**2° SUPLENTE:**               **Profesor:** Q. Katia Solórzano Maldonado

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

LABORATORIO 2B EDIFICIO A  
FACULTAD DE QUIMICA. UNAM

**ASESOR DEL TEMA:**

---

Dra. Yolanda Caballero Arroyo

**SUPERVISOR TÉCNICO:**

---

Q. Katia Solórzano Maldonado

**SUSTENTANTE:**

---

Mirna Hernández Carrillo

## Índice

<b>Capítulo I.</b> Introducción.....	9
1.1 Objetivos.....	10
<b>Capítulo 2.</b> Marco teórico.....	11
2.1 Justificación.....	13
<b>Capítulo 3.</b> Antecedentes.....	14
3.1 Quelites.....	14
3.1.1 Definición.....	14
3.1.2 Distribución.....	15
3.1.3 Diversidad.....	16
3.1.4 Cultivo y Domesticación.....	16
3.1.5 Continuidad.....	18
3.1.6 Los quelites en la dieta del mexicano.....	19
3.2 Pápalo o Pápaloquelite ( <i>Porophyllum ruderale</i> ).....	20
3.2.1 Significado.....	20
3.2.2 Orígenes.....	21
3.2.3 Clasificación taxonómica.....	21
3.2.4 Sinónimos.....	21
3.2.5 <i>Porophyllum ruderale</i> . Descripción botánica y morfológica de la especie.....	22
3.2.6 Condiciones de hábitat natural.....	22
3.2.7 Plantaciones.....	23
3.2.8 Producción.....	24
3.2.9 Aprovechamiento.....	25
3.2.10 Importancia económica.....	26
3.2.11 Importancia ecológica.....	27
3.2.12 Consumo de Pápaloquelite en la época actual.....	27

3.2.13 Áreas de distribución real.....	28
3.2.14 Usos actuales y potenciales.....	29
3.2.15 Toxicidad.....	30
3.3 Alimentos funcionales.....	30
3.3.1 Alimento y su función nutricional.....	30
3.3.2 ¿Qué es un alimento funcional?.....	31
3.3.3 Características.....	32
3.3.4 Regulación de los alimentos funcionales.....	33
3.3.5 Decretos de salud.....	36
3.3.6 ¿Quién puede consumirlos?.....	39
<b>Capítulo 4. Fundamentos de Metodologías.....</b>	<b>40</b>
4.1 Determinaciones Cualitativas.....	40
4.1.1 Identificación de azúcares reductores.....	40
4.1.1.1 Prueba de Benedict.....	40
4.1.2 Identificación de Alcaloides.....	41
4.1.2.1 Método de Dragendorff.....	41
4.1.3 Identificación de fenoles.....	41
4.1.3.1 Método del Cloruro Férrico.....	41
4.2 Determinaciones Cuantitativas.....	41
4.2.1 Métodos de secado.....	41
4.2.1.1 Método de secado en termobalanza.....	42
4.2.2 Determinación de Cenizas.....	42
4.2.2.1 Método de Cenizas totales (calcinación).....	42
4.2.3 Determinación de elementos minerales.....	43
4.2.3.1 Método de Absorción Atómica.....	43
4.2.3.1.1 Método analítico utilizado.....	44
4.2.4 Determinación de Lípidos.....	44
4.2.4.1 Método de Soxhlet.....	44
4.2.5 Determinación de Proteínas.....	45
4.2.5.1 Método de Kjeldahl.....	46

4.2.6 Determinación de Carbohidratos reductores.....	47
4.2.6.1 Método ácido dinitrosalicílico (DNS).....	47
4.2.7 Determinación de Fenoles Totales.....	48
4.2.7.1 Método de Follin-Ciocalteu.....	48
4.2.8 Determinación de Vitamina C.....	49
4.2.8.1 Método 2,6-Diclorofenol indofenol.....	50
<b>Capítulo 5. Procedimiento Experimental.....</b>	<b>51</b>
5.1 Pruebas cualitativas.....	53
5.1.1 Identificación de azúcares reductores mediante la prueba de Benedict.....	53
5.1.2 Identificación de alcaloides mediante la prueba de Dragendorff.....	53
5.1.3 Identificación de Fenoles mediante la prueba de FeCl <sub>3</sub> .....	53
5.2 Pruebas cuantitativas.....	54
5.2.1 Determinación de Humedad por el método de termobalanza.....	54
5.2.2 Determinación de cenizas totales por el método de calcinación.....	54
5.2.3 Determinación de grasa por el método de Soxhlet.....	54
5.2.4 Determinación de proteína por el método de Kjeldahl.....	55
5.2.5 Determinación de carbohidratos reductores por el método de ácido dinitrosalicílico (DNS).....	56
5.2.6 Determinación de Vitamina C por el método 2,6-Diclorofenol indofenol.....	56
5.2.7 Determinación de Fenoles Totales por el método de Follin Ciocalteu.....	57
<b>Capítulo 6. Resultados y discusión.....</b>	<b>58</b>
<b>Capítulo 7. Conclusiones.....</b>	<b>70</b>

<b>Capítulo 8. Bibliografía.....</b>	<b>72</b>
<b>Capítulo 9. Anexo.....</b>	<b>75</b>
9.1 IR de la grasa obtenida del Pápalo.....	75

### Índice de Figuras

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
<b>1</b>	Quelites	14
<b>2</b>	Distribución de los quelites en México	15
<b>3</b>	Formas de manejo de quelites	17
<b>4</b>	Recolecta de plántulas de <i>Chenopodium berlandieri</i> (conocido hoy en día como “quelite cenizo”)	18
<b>5</b>	Papaloquítlil “hierba de la mariposa”	20
<b>6</b>	Cultivo de pápaloquelite	23
<b>7</b>	Pápalo en una semita poblana	25
<b>8</b>	Distribución real de <i>Porophyllum ruderale</i> var. <i>macrocephalum</i> en México	28
<b>9</b>	Alimento funcional: Aproximación a una nueva alimentación	32
<b>10</b>	Diagrama del Espectrofotómetro de Absorción Atómica	44
<b>11</b>	Esquema de extracción Soxhlet	45
<b>12</b>	Pápalo ( <i>Porophyllum ruderale</i> )	51
<b>13</b>	Esquema de Bloques de la Estrategia Experimental	52
<b>14</b>	Prueba de Benedict (Azúcares reductores)	66
<b>15</b>	Prueba de FeCl <sub>3</sub> (Fenoles totales)	68
<b>16</b>	Prueba de Dragendorff (Alcaloides)	69

## Índice de Tablas

<b>Tabla</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
<b>1</b>	Producción Total Anual de Pápalo los últimos 12 años	24
<b>2</b>	Principales actividades atribuidas al pápalo	26
<b>3</b>	Funciones objetivo de algunos componentes alimentarios	35
<b>4</b>	Ingredientes funcionales y sus efectos	36
<b>5</b>	Decretos de salud	38
<b>6</b>	Resultados de la determinación de humedad	58
<b>7</b>	Resultados de la determinación de cenizas	58
<b>8</b>	Determinación de Hierro (Fe)	59
<b>9</b>	Determinación de Calcio (Ca)	60
<b>10</b>	Determinación de Sodio (Na)	60
<b>11</b>	Determinación de Magnesio (Mg)	61
<b>12</b>	Determinación de Potasio (K)	62
<b>13</b>	Resultados de la determinación de minerales	62
<b>14</b>	Resultados de la determinación de Grasa	63
<b>15</b>	Resultados de la determinación de Proteína	64
<b>16</b>	Resultados de la determinación del ácido ascórbico	65
<b>17</b>	Resultados Prueba de Benedict	66
<b>18</b>	Resultados de la determinación de Carbohidratos reductores	67
<b>19</b>	Resultado Prueba de Fenoles Totales	67
<b>20</b>	Resultados de la determinación de Fenoles totales	68
<b>21</b>	Resultado Prueba de Dragendorff	69

## Índice de Gráficas

<b>Gráfica</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
<b>1</b>	Curva de calibración obtenida de Hierro (Fe)	59
<b>2</b>	Curva de calibración obtenida de Calcio (Ca)	60
<b>3</b>	Curva de calibración obtenida de Sodio (Na)	61
<b>4</b>	Curva de calibración obtenida de Magnesio (Mg)	61
<b>5</b>	Curva de calibración obtenida de Potasio (K)	62
<b>6</b>	Curva patrón de glucosa para la determinación de carbohidratos reductores por el método DNS.	67
<b>7</b>	Curva patrón para la determinación de Fenoles totales	68

## Capítulo 1. Introducción

México es uno de los países con mayor diversidad biológica, en el territorio mexicano existen más de 26 000 especies de plantas superiores, que representan alrededor del 10% de la flora mundial, y se calcula que cerca de 7 000 especies de plantas son usadas de alguna forma en el país.

En los listados de plantas que se emplean en nuestro país destacan, por el número de especies que comprenden, tres categorías antropocéntricas: medicinales, comestibles y ornamentales.

Entre las plantas comestibles, los quelites ocupan un lugar destacado y han sido conocidos y utilizados desde tiempos prehispánicos, aunque en la actualidad su consumo ha disminuido considerablemente debido al empleo y abuso de productos químicos relacionados con la agricultura, lo cual lleva a la pérdida de los hábitats donde crecen. También se han modificado las preferencias alimenticias generadas por la migración o la publicidad; o por los cambios en la ocupación y en el nivel económico de los consumidores. Por ello es necesario promover la recuperación del consumo de algunas plantas comestibles revalorando la importancia cultural y culinaria, pero sobre todo la nutricional de dichos recursos naturales.

Este trabajo se enfoca particularmente al estudio del Pápalo o Pápaloquelite (*Porophyllum ruderale*).

De acuerdo a trabajos previos descritos para esta planta, contiene compuestos con alto valor nutricional, como minerales, carbohidratos, proteínas y fibra (Castro, et al, 2011). Algunos de estos compuestos tienen efectos beneficios que promueven o restauran la salud, lo que permite atribuirles propiedades terapéuticas.

Es por esto que el presente trabajo se enfocó a determinar la presencia de compuestos biológicamente activos que permitan clasificar a la planta estudiada como un **alimento funcional**. Entre los compuestos que pueden tener propiedades terapéuticas se describen: Minerales, antioxidantes, terpenos y vitaminas por citar solo algunos, pues al ser compuestos activos, tienen efectos

concretos en el organismo relacionados con la prevención de alguna enfermedad o en la recuperación de la salud del individuo que los consume dentro de su dieta habitual.

A través del desarrollo de este trabajo se estudió experimentalmente la presencia de compuestos con propiedades benéficas, destacando el contenido de vitamina C, que disminuye el estrés oxidativo evitando el envejecimiento prematuro y refuerza el sistema inmune; Fenoles totales los cuales tienen propiedades antioxidantes y disminuyen el riesgo de varias enfermedades degenerativas como la Arteriosclerosis, Alzheimer, Parkinson etc.; dentro de los minerales destaca la cantidad de Ca y Mg que coadyuvan en la maduración del sistema óseo reduciendo el riesgo de osteoporosis y Hierro que ayuda a prevenir la anemia y restablece los niveles adecuados de Fe en sangre.

De acuerdo a estos resultados se concluye que el pápaloquelite tiene las características de un alimento funcional, por lo que debe revalorarse su importancia en la alimentación humana.

## 1.1 Objetivos

- Realizar una revisión bibliográfica del pápaloquelite (*Porophyllum ruderale*).
- Contribuir al estudio nutricional de *Porophyllum ruderale*.
- Determinar la presencia de compuestos que permitan clasificar al pápalo como un alimento funcional.
- Difundir los beneficios a la salud de los compuestos biológicamente activos encontrados en la hoja de pápalo.

## Capítulo 2. Marco Teórico

Los quelites han sido definidos como “plantas cuyas hojas, tallos tiernos y en ocasiones las inflorescencias inmaduras, son consumidas como verdura” (Bye, 1981).

El término quelite deriva del náhuatl quiltil que se usa para designar a las hierbas comestibles y que tiene sus correspondientes vocablos en diversas lenguas indígenas (Bye, et al, 2011).

Dentro de los quelites sobresale el pápaloquelite o pápalo (*Porophyllum ruderale*) del cual se consumen las hojas, generalmente crudas en estado fresco.

Son tres los estados productores de pápalo mencionados en los censos agrícolas: Guerrero, Morelos y Puebla, enlistados en orden de importancia por superficie sembrada, producción y valor de la producción.

El pápaloquelite es importante como un recurso fitogenético para la alimentación, la agricultura y por ser originario de nuestro país. Ha sido utilizado como verdura desde épocas prehispánicas y actualmente tiene presencia en los mercados.

Las especies del género *Porophyllum* representan un alimento rico en calcio y riboflavina y son fuente importante de vitaminas tales como el retinol y ácido ascórbico. Aportan en menor medida algunos minerales como fósforo y hierro y algunas vitaminas como niacina y tiamina (Castro, et al, 2011).

Estos componentes además de tener un valor nutricional, en el contexto de una dieta variada proporcionan beneficios para la salud; por ser algunos de ellos compuestos bioactivos, se podría dar al Pápalo la característica de **alimento funcional**.

Se considera alimento funcional aquel recurso de origen animal o vegetal, que consumido en la dieta diaria, además de aportar nutrientes posee componentes biológicamente activos (Drago, et al, 2006), que ofrecen beneficios para la salud y reducen el riesgo de sufrir enfermedades. Entre algunos ejemplos de alimentos funcionales, destacan aquellos que contienen determinados minerales, vitaminas, ácidos grasos o fibra alimenticia. Estos compuestos ejercen efectos

farmacológicos que modulan funciones terapéuticas en el cuerpo, y por lo tanto resultan benéficos para la salud. (Roberfroid, 1999).

**Características de un alimento funcional:** (Ashwell, 2004)

- ❖ No es un comprimido, ni una cápsula, ni ninguna otra forma de suplemento alimenticio.
- ❖ La demostración de sus efectos debe satisfacer las exigencias de la comunidad científica.
- ❖ Debe producir efectos beneficiosos sobre las funciones orgánicas, además de sus efectos nutricionales intrínsecos, apropiados para mejorar la salud y el bienestar y/o reducir el riesgo de enfermedad.
- ❖ Deben consumirse como parte de un régimen normal de alimentación.

**Propiedades de los alimentos funcionales:** (INTI, 2010)

- ❖ Ayudan al crecimiento (talla y peso) y desarrollo (tejidos y órganos) en la infancia.
- ❖ Regulan los procesos metabólicos básicos.
- ❖ Favorecen la defensa contra el estrés oxidativo.
- ❖ Regulan la fisiología cardiovascular.
- ❖ Regulan la fisiología gastrointestinal.
- ❖ Mejoran el rendimiento cognitivo y mental, incluidos el estado de ánimo y la rapidez de reacción.
- ❖ Mejoran el rendimiento del estado físico.

## 2.1 Justificación

En la evolución del hombre, las verduras, entre ellas los quelites, han sido usadas como alimento desde tiempos muy remotos. Como fuente de alimento fueron muy importantes a partir del desarrollo de la agricultura, es decir desde hace unos 10 000 años, para el caso de México, se cuenta con registro escrito de su presencia y uso a partir del siglo XVI. En la actualidad aún cuando el pápalo se cultiva en forma intensiva y de manera comercial además de que se ubica entre los quelites de mayor consumo tanto por mestizos como por indígenas (Linares, et al, 1992), a pesar de sus propiedades benéficas está perdiendo importancia económica debido a los cambios en la alimentación cotidiana. Estos cambios están incrementando la obesidad y la hipertensión en la población mexicana, incluyendo la población infantil.

Como parte del compromiso contraído como químico de alimentos, se planteó como objetivo, realizar el estudio sobre la composición de un vegetal originario de nuestro país y en función de los resultados obtenidos, promover su consumo contribuyendo a mejorar la alimentación de la población mexicana con productos que, además de sus propiedades nutricionales, tengan las características de alimento funcional.

## Capítulo 3. Antecedentes

### 3.1 QUELITES

#### 3.1.1 Definición

El término quelite deriva del náhuatl “quilitl” que se refiere a una planta tierna comestible. La traducción resumida de este término náhuatl por los primeros españoles es “verdura o hierba comestible” (Mera, et al, 2011). Los quelites han sido definidos como “plantas generalmente herbáceas o leñosas, incluyendo algunas especies arbustivas y arbóreas, cuyas hojas y tallos tiernos y en ocasiones también las inflorescencias inmaduras, son consumidas como verdura” (Figura 1).

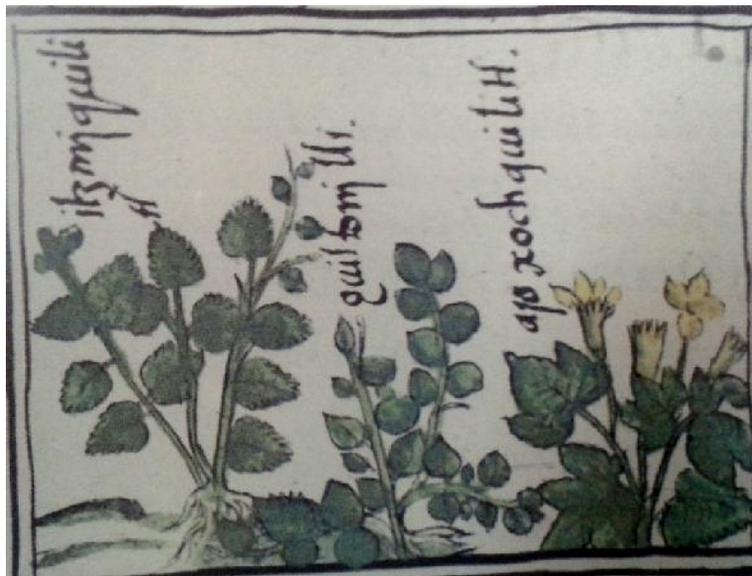
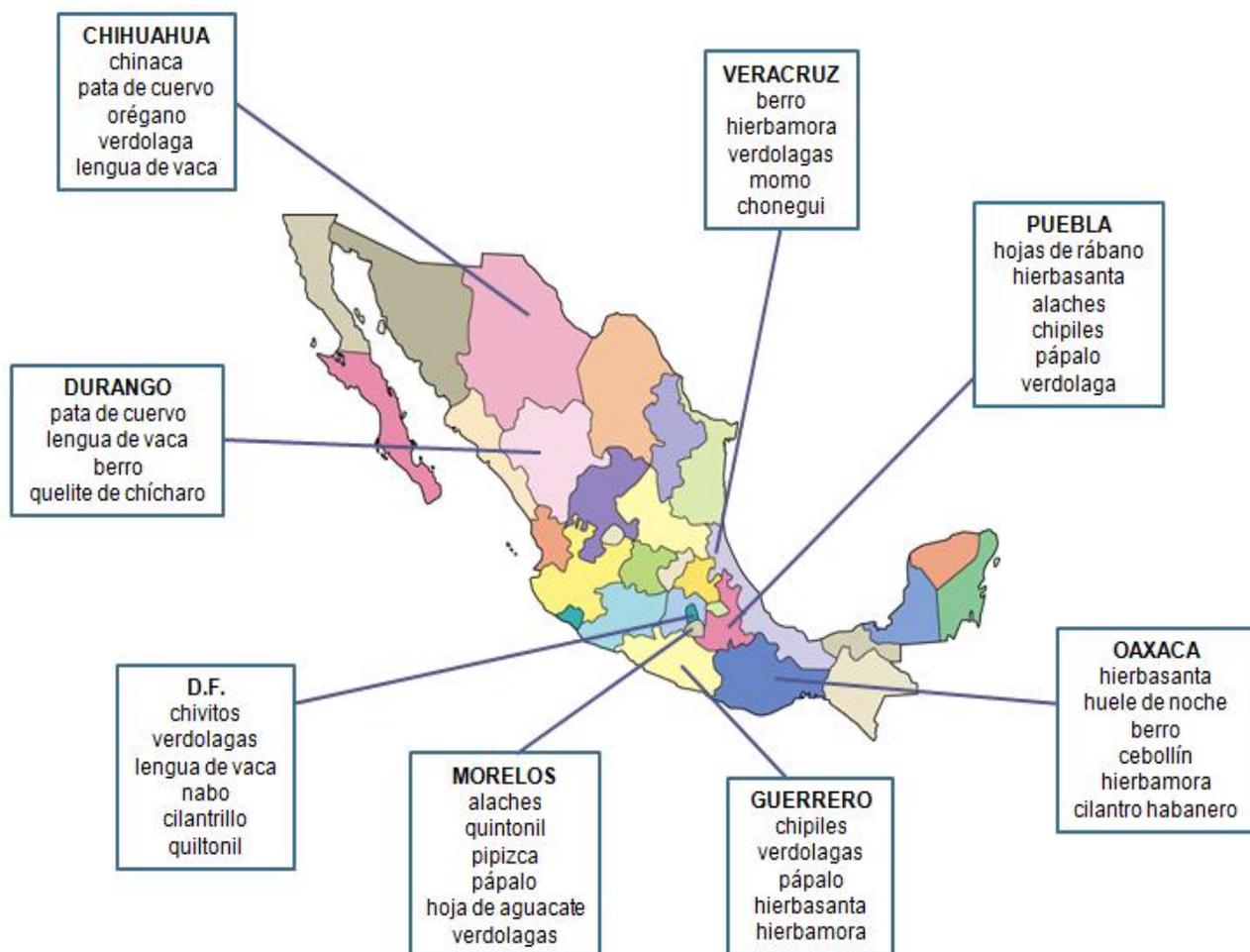


Figura 1. Quelites

### 3.1.2 Distribución

El inventario de quelites actualmente utilizados en el país llega a las 244 especies, de 121 géneros pertenecientes a 46 familias botánicas y su consumo está distribuido en todo el territorio nacional (Figura 2).



**Figura 2.** Distribución de los quelites en México

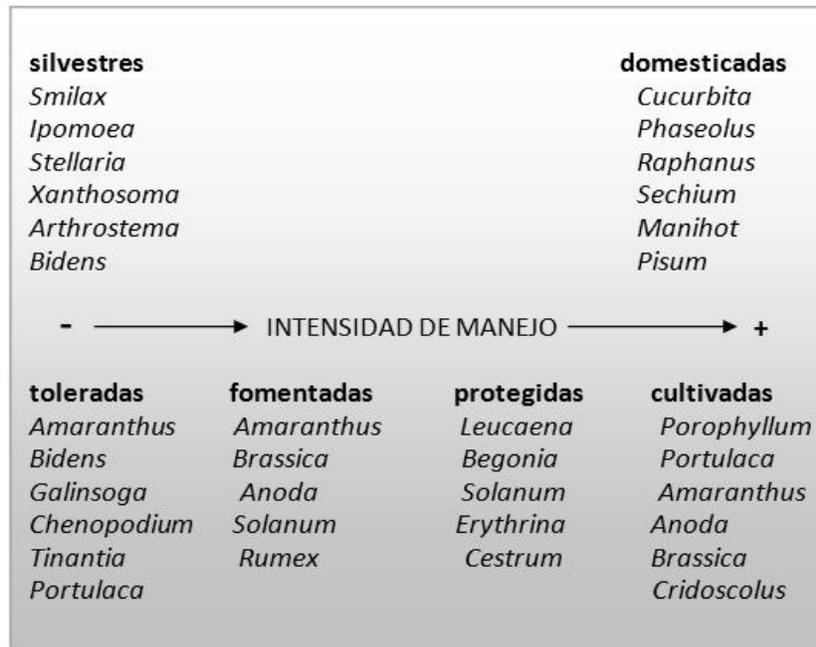
### **3.1.3 Diversidad**

México es uno de los países con mayor diversidad biológica y con gran variedad de ambientes. Se calcula que en el territorio mexicano existen más de 26 000 especies de plantas superiores, que representan alrededor del 10% de la flora mundial, y se calcula que cerca de 7 000 especies de plantas son usadas de alguna forma en el país (Caballero, 2001).

En los listados de plantas útiles realizados en México, destacan por el número de especies que comprenden, tres categorías antropocéntricas: medicinales, comestibles y ornamentales, (Martínez, et al, 1995) entre las plantas comestibles, los quelites ocupan un lugar destacado, con una distribución que abarca prácticamente todo el territorio nacional.

### **3.1.4 Cultivo y Domesticación**

La mayoría de los quelites comestibles son nativos de América, y se incluyen desde el punto de vista de su manejo especies que son: silvestres, toleradas, fomentadas, protegidas, cultivadas y domesticadas, es decir, el manejo que el hombre hace de estas plantas incluye todo el continuo que existe entre las especies silvestres (sin manejo, obtenidas sólo mediante recolecta), hasta plantas que adquirieron o desarrollaron ciertos caracteres morfológicos o de comportamiento, los cuales son heredables y, además, son el resultado de una interacción prolongada y de una selección artificial por parte del ser humano, teniendo como finalidad obtener determinados beneficios de dichas modificaciones (Mera, et al, 2011) (Figura 3).



**Figura 3.** Formas de manejo de quelites

Varias especies de quelites son cultivadas en asociación con otras plantas, sin embargo, en los últimos años algunas especies están siendo producidas como monocultivo en diferentes regiones del país, tal es el caso del pápalo, la pipicha y el chepiche (*Porophyllum* spp.), que se cultivan en varios municipios del sur del estado de Puebla así como en el estado de Oaxaca (Cázares, 2010).

El manejo como monocultivo de estas especies se ha dado por la iniciativa e inventiva de los propios agricultores, quienes ante una demanda elevada, dada por la existencia de mercados para estos quelites y a partir de su propia experiencia como productores agrícolas, comienzan a experimentar y depurar las prácticas agrícolas que resultan en la producción de estas plantas (Figura 4).

México es uno de los centros de domesticación de plantas más importante del mundo.



**Figura 4.** Recolecta de plántulas de *Chenopodium berlandieri* (conocido hoy en día como “quelite cenizo”).

### 3.1.5 Continuidad

En términos de continuidad, los quelites persisten en la cultura mexicana. Sin embargo, ha habido un deterioro, con respecto a su diversidad biológica y a su importancia social (Linares, et al, 2010).

Desde hace cinco siglos, la diversidad de especies consumidas como quelites ha disminuido entre 55% a 90% en el centro de México, este patrón es similar en todo el país. Por ejemplo, durante la época del virreinato la corona española realizó encuestas periódicas sobre la población y economía de la Nueva España conocidas como las Relaciones Geográficas (Paso y Troncoso, 1979); los quelites fueron registrados frecuentemente como unos de los alimentos ligados con el maíz, el frijol y la calabaza; en contraste, los capítulos de la Enciclopedia de los Municipios de México, obra contemporánea preparada por cada municipio, rara vez menciona a los quelites.

Las causas de su pérdida son diversas, entre las que se encuentran: factores de aculturación, cambios ambientales y la pérdida de conocimiento que representa la ruptura de la transmisión de los saberes entre generaciones, la cual se inició con el descenso abrupto de la población indígena en el centro de la Nueva España, produciendo una barrera del flujo de información sobre plantas comestibles entre las generaciones.

### **3.1.6 Los quelites en la dieta del mexicano**

Los quelites forman parte de la dieta del mexicano desde la época prehispánica, en asociación con maíz-frijol-calabaza, tanto en términos de su consumo en los diversos platillos, como en su producción en los agroecosistemas.

Los quelites son componentes importantes para la seguridad alimentaria de México, y para mejorar la nutrición de la dieta mexicana con aportación significativa de vitaminas, minerales, y ácidos grasos esenciales, además de proteína. Su consumo ofrece otros beneficios, especialmente en el control de “enfermedades de la modernidad”, al aportar gran cantidad de fibra útil para control de la diabetes, y al contener antioxidantes ventajosos para disminuir la incidencia de cáncer.

Los quelites siguen siendo un alimento cotidiano en muchas regiones de México, sobre todo en zonas rurales. Aportan a la dieta diversidad de olores, sabores y texturas, por lo que forman parte de la cocina tradicional.

Es importante preservar el cultivo de estos recursos naturales, ya que si se pierden, se pierde también la forma de realizar las recetas tradicionales, que ahora se consideran parte del patrimonio intangible de la humanidad.

## 3.2 Pápalo o Pápaloquelite (*Porophyllum ruderale*)

### 3.2.1 Significado

*Porophyllum* deriva del griego *porus* que significa poro y de *phyllon* que quiere decir hoja, debido a la presencia de glándulas en las hojas de la mayor parte de las especies que conforman este género.

Su nombre común pápaloquelite proviene del náhuatl, y significa “hierba de la mariposa”, porque la forma de sus hojas recuerda la de las alas de este insecto.

El taxón *runderale* var. *macrocephalum*, se restringe casi por completo al continente americano, y es posible encontrarlo representado desde los Estados Unidos de Norte América hasta el sur de Perú, el norte de Argentina y el sur de Brasil.

Esta planta es aromática al estrujarse, sus hojas están un poco divididas y son de color verde pálido. Las flores son amarillentas. Los frutos se abren al secarse. (Figura 5) (Acta Química Mexicana, 2010).



**Figura 5.** Papaloquelite “hierba de la mariposa”

### 3.2.2 Orígenes

El pápalo es originario de México, Centroamérica y Suramérica. Lo más al norte que crece es en Texas, en Estados Unidos se considera “una gran hierba nueva de México”.

### 3.2.3 Clasificación taxonómica

*Porophyllum ruderale*:

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliposida

Subclase: Asteridae

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Tribu: Heliantheae

Subtribu: Pectidinae

Género: *Porophyllum*

Especie: *Porophyllum ruderale*

Variedad: *macrocephalum*

### 3.2.4 Sinónimos

*Porophyllum latifolium* Benth.

*Porophyllum macrocephalum* DC.

*Kleinia glandulosa* Mociño & Sessé

*Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. subsp. *macrocephalum* (DC.) R.R. Johnson.

### **3.2.5 *Porophyllum ruderale*. Descripción botánica y morfológica de la especie.**

El género *Porophyllum* pertenece a la familia Asteraceae que está constituida por 1 000 géneros y unas 20 000 especies de distribución cosmopolita (Cronquist, 1981), dentro de esta familia se encuentra *Porophyllum ruderale* que es una planta herbácea, monoica, anual, erecta, algo glauca. Tallo ramificado en la parte superior, de 1.5 a 10 cm de alto, de verde a púrpura, teretistriado.

Hojas simples, opuestas o alternas, pedicoladas; lámina de 1 cm a 3.5 cm de largo y más de 2.5 cm de ancho, delgadas, de ovadas a obovadas, raramente lanceoladas u oblanceoladas; sinuadas con una glándula en cada sinus y una en el ápice; superficie de las hojas con o sin glándulas; ápice redondeado; base generalmente redondeada, algunas veces atenuada; peciolo de 0.5 cm a 2 cm de largo. Inflorescencia de cabezuela solitaria, terminal; pedúnculo erecto, clavado, de 1.5 cm a 6.4 cm de largo; filarias 5, verde a purpúreo, 1723 mm de largo, aunque en climas cálidos llega a medir hasta 2000 mm; 2.5 mm a 3.7 mm de ancho, con dos hileras de glándulas lineares; ápice obtuso o acusado, raramente acuminado. Flores perfectas, tubulares, actinomorfas; corola de 9.2 mm a 12.4 mm de largo, puberulenta, púrpura a verde olivo, tubo delgado algunas veces más largo que la garganta infundibuliforme, en forma de embudo. Fruto de aquenio hispídulo de 9.5 mm a 12.4 mm de largo; papus de 6.7 mm a 9.7 mm de largo, de color pajizo a café; cerdas escabrescentes.

### **3.2.6 Condiciones de hábitat natural**

Por lo general prospera en sitios que van de los 0 msnm (metros sobre el nivel del mar) a los 2 700 msnm con diferentes tipos de climas, entre los que destacan climas húmedos con abundantes lluvias en verano, cálidos subhúmedos con lluvias en verano, semicálidos y templados subhúmedos con lluvias en verano.

El pápaloquelite crece silvestre en muchas regiones del país, pero también es una planta cultivada en huertos familiares o en terrenos destinados para su cultivo. Está generalmente asociada a sitios de vegetación perturbada, cuya cubierta original fue principalmente selva baja caducifolia, matorrales espinosos y bosques de pino-encino. (Acta Química Mexicana, 2010).

### 3.2.7 Plantaciones

Cuando el pápalo se maneja como monocultivo, por lo regular se establece en melgas de 1.80 m a 2 m de ancho en lugares soleados con buen drenaje (Figura 6). Para preparar el terreno, únicamente, se necesita barbechar la tierra. La siembra es por semilla al voleo, se sacuden ramas secas que contienen infrutescencias maduras sobre todo el terreno a sembrar y posteriormente se da un riego de asentamiento (Castro, et al, 2011). La aplicación de insecticidas generalmente no es necesaria. Se puede fertilizar con materia orgánica o productos químicos y realizar riegos ligeros cada 10 o 15 días. Se cosecha entre los 30 y 40 días después de la siembra de manera manual.



**Figura 6.** Cultivo de pápaloquelite

### 3.2.8 Producción

Son tres los estados productores de pápalo mencionados en los censos agrícolas: Guerrero, Morelos y Puebla, enlistados en orden de importancia por superficie sembrada, producción y valor de la producción.

La superficie destinada al cultivo del pápalo ha aumentado en los últimos diez años en los tres estados reportados; por consiguiente la producción total anual también ha crecido. El precio de la producción ha tenido alzas importantes sobre todo en el año 2003, para volver a tener fluctuaciones pero últimamente, en el año 2010, el precio ha alcanzado su mejor nivel (Tabla 1) (Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera de la SAGARPA).

Año	Superficie Sembrada (Ha)	Superficie Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	Precio Medio Rural (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
2012	531.00	531.00	7,176.54	13.52	2,145.05	15,394.06
2011	548.00	548.00	7,269.50	13.27	2,267.34	16,482.46
2010	566.00	566.00	7,458.61	13.18	2,352.44	17,545.92
2009	525.00	525.00	6,888.00	13.12	1,935.10	13,329.00
2008	598.40	598.40	7,912.80	13.22	2,052.40	16,240.20
2007	560.50	560.50	6,689.40	11.94	1,978.01	13,231.69
2006	523.20	523.20	6,358.70	12.15	1,902.49	12,097.38
2005	446.90	446.90	4,961.58	11.10	2,088.37	10,361.62
2004	452.40	452.40	5,312.20	11.74	1,996.69	10,606.84
2003	440.40	440.40	5,362.40	12.18	2,527.56	13,553.77
2002	470.60	470.60	4,627.60	9.83	2,789.31	12,907.82
2001	360.00	360.00	3,245.20	9.01	2,770.18	8,989.79
2000	278.00	278.00	2,390.00	8.60	2,573.41	6,150.45

**Tabla 1.** Producción Total Anual de Pápalo los últimos 12 años.

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la SAGARPA

La mayor parte de la cosecha de Puebla y Guerrero se destina a la Central de Abastos de la Ciudad de México y posteriormente se distribuye en todo el Distrito Federal.

### **3.2.9 Aprovechamiento**

El pápaloquelite es una verdura autóctona de la cual se consumen las hojas crudas en estado fresco; sin embargo, otra forma de consumirse es hirviendo o guisando las hojas y los tallos.

El consumo de este quelite es una práctica muy antigua que se ha mantenido hasta nuestros días.

La forma de consumo es semejante a la que se tenía en el pasado. Se come crudo acompañando a los alimentos. Para su consumo se realizan cortes o poda a las ramas tiernas antes de que la planta florezca, doblando totalmente el tallo; algunas ramas de la misma no se cortan para que produzcan estructuras reproductivas (Camacho, 2005).



**Figura 7.** Pápalo en una semita poblana

### 3.2.10 Importancia económica

La importancia económica del pápalo radica en sus usos comestible, medicinal e industrial.

Como comestible, se ubica entre los quelites de mayor consumo tanto por mestizos como por indígenas, sin considerar el nivel económico (Linares, et al, 2010). La contribución nutritiva del pápaloquelite en la alimentación humana es importante si se toma en cuenta el precio del alimento y su contenido nutricional.

Se han identificado algunos constituyentes volátiles (monoterpenos, aromáticos y sesquiterpenos) en varias especies de Asteráceas entre ellas *Porophyllum*. Se menciona para este género la presencia de terpenos volátiles como limoneno, tujol, cineol, -fenaldreno, mirceno, -pineno, p-cimeno y acetato de linalol.

Medicinalmente se ha utilizado el pápalo en diferentes situaciones (Tabla 2), así como también en la industria perfumera y aún como pesticida, por las grandes cantidades de aceites esenciales volátiles de olor fuerte contenidos en las glándulas de las hojas de la planta.

ACTIVIDAD		
<b>Antiasmático</b>	Anticancerígeno	Fungicida
<b>Antioxidante</b>	Anticonvulsinante	Insecticida
<b>Diurético</b>	Antiinflamatorio	Laxante
<b>Antihelicobacter</b>	Antimutagénico	Nematicida
<b>Antiséptico</b>	Antiespasmódico	Trichonomicida
<b>Acaricida</b>	Antiviral	Expectorante
<b>Aleloquímico</b>	Diurético	Antitumor (próstata)
<b>Alergénico</b>	Analgésico	Antitumor (estómago)

**Tabla 2.** Principales actividades atribuidas al pápalo

### **3.2.11 Importancia ecológica**

Por contener grandes cantidades de aceites esenciales volátiles de olor fuerte, *Porophyllum* es un género ecológicamente importante, ya que se ha demostrado que los metabolitos secundarios tienen un papel adaptativo en las plantas dentro de las interacciones mutualistas con polinizadores y en la dispersión de frutos. En particular los terpenos volátiles, son atractivos de polinizadores, pero también tienen funciones de defensa a través del rechazo olfativo o de la toxicidad directa.

El limoneno contenido en este género repele a la hormiga “corta hojas” (*Atta cephalota*). El mirceno, sustancia contenida también en este género, es altamente tóxica para el escarabajo del pino (*Dendroctonus brevicomis*) (Guillet, 1997).

Por lo anterior, algunos productores de la Sierra Norte de Puebla siembran pápaloquelite alrededor de sus cultivos, principalmente de chile (*Capsicum annuum*), o intercalados en hileras al interior de los mismos, para repeler algunas plagas.

La importancia del pápalo como arvense que forma parte integral de policultivos, radica en que está disponible en diferentes épocas del año, aporta diversidad de componentes a la dieta, tiene producción estable, reduce la incidencia de enfermedades e insectos, hace eficiente el uso del suelo e intensifica la producción con recursos limitados.

### **3.2.12 Consumo de Pápaloquelite en la época actual**

Actualmente el pápalo se consume prácticamente en casi todos los estados de la República Mexicana, aunque haya disminuido el consumo. Su persistencia, a través de los años, se ve reflejada en el conocimiento que los diferentes grupos humanos tienen sobre esta especie, sus formas de preparación o utilización y su alta frecuencia de uso.

### 3.2.13 Áreas de distribución real

La distribución de la especie es muy amplia debido a que es una arvense adaptada a ambientes antropogénicos, que se encuentran en casi todo el territorio nacional (Figura 8).

La posibilidad de encontrar especies de *Porophyllum ruderale* var. *macrocephalum* en el territorio nacional es de 90%.



**Figura 8.** Distribución real de *Porophyllum ruderale* var. *macrocephalum* en México

### 3.2.14 Usos actuales y potenciales

El principal uso del pápaloquelite es comestible, de la cual se consumen las hojas crudas en estado fresco. Por su aporte nutricional es una buena alternativa para enriquecer la dieta de diversos grupos humanos, y un recurso potencial para la seguridad alimentaria.

En México se acostumbra poner ramas de pápalo en las mesas de restaurantes o puestos de comida, para que los comensales usen las hojas frescas para condimentar y dar sabor a sus platillos.

También forma parte de los ingredientes de muchos platos tradicionales; se le utiliza como condimento en salsas y guisos; su sabor y aroma, así como cualidades digestivas se asemejan a las del cilantro, por lo que suele emplearse en sustitución de éste.

El segundo uso más importante del pápaloquelite es el medicinal, pues se le atribuyen numerosas propiedades curativas entre las que destacan:

- a) Como analgésico local para el dolor de muelas, cabeza y oídos, con la aplicación externa de las hojas y frutos en la parte afectada.
- b) Como laxante.
- c) Para el mal de hígado, que se caracteriza por la presencia de mal aliento. En este caso, se aconseja comer la raíz y las hojas crudas como verdura, o bien, tomar su cocimiento.
- d) Para el tratamiento de desordenes estomacales, úlceras, vómitos, hemorroides, disentería, hipo, cólicos e indigestión. Se toma el cocimiento de las hojas contra la indigestión y cólicos.
- e) Posee propiedades como emenagogo (estimula la matriz para inducir la menstruación). En este caso se hacen lavados con el cocimiento de la raíz y las hojas.
- f) Para el dolor de corazón, en infusión.
- g) Para la gonorrea, paludismo, malaria y azote por relámpago se recomienda tomar un té preparado con las hojas y tallos de pápalo. (Castro, et al, 2011).

El tercer uso que se le asigna al pápaloquelite es como insecticida o repelente de insectos, lo que se asocia a los nombres comunes con que se le conoce en Sinaloa y sur de Oaxaca: matapiojo, piojillo, liendrilla, piojo o hierba del zancudo (Bretting, 1982).

### **3.2.15 Toxicidad**

El extracto acuoso obtenido de la planta completa no presentó efectos tóxicos en cuyos, cuando se administró por vía oral a la dosis de 52.5g/kg (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009).

## **3.3 Alimentos funcionales**

### **3.3.1 Alimento y su función nutricional**

Alimento es todo producto, natural o transformado, que le suministra a todo organismo que lo ingiere, la energía y las sustancias químicas necesarias para mantenerse en buen estado de salud.

Nutrientes son las sustancias químicas que contiene un alimento y que el organismo utiliza, transforma e incorpora a sus propios tejidos para cumplir con los siguientes fines:

- ✓ Aportar la energía necesaria para que se mantenga la integridad y el perfecto funcionamiento de las estructuras corporales.
- ✓ Proporcionar los materiales necesarios para la formación de estas estructuras.

- ✓ Suministrar las sustancias necesarias para regular el metabolismo.

Los nutrientes incluyen a las proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales, vitaminas y el agua.

De lo expresado se deduce que la primera o principal función de los alimentos es la función nutricional.

Además de los nutrientes, los alimentos contienen ciertas sustancias químicas capaces de tener efectos positivos para promover y/o restaurar la salud, lo que permite atribuirles una función secundaria o función saludable.

A partir de la década del 80 se introdujo en Occidente el término “alimentos funcionales”, ya que la función secundaria de los alimentos está implicada en la modulación de los sistemas fisiológicos de los organismos vivos, como el sistema inmune, endócrino, nervioso, circulatorio y digestivo, incluyendo efectos positivos en la salud, como por ejemplo, disminución de la presión sanguínea, reducción de los niveles de colesterol plasmático, mejoría de la microflora y del funcionamiento intestinal, entre otros. (INTI, 2010).

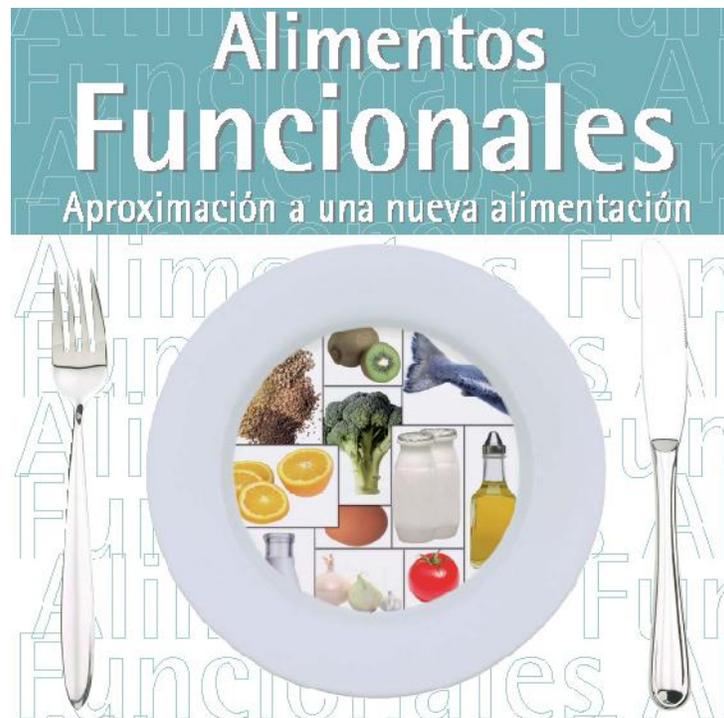
### **3.3.2 ¿Qué es un alimento funcional?**

Generalmente con el término “alimento funcional”, se hace referencia a cualquier alimento o ingrediente alimentario potencialmente saludable, que puede proporcionar beneficios a la salud que van más allá de los nutrientes tradicionales que contienen.

El término “funcional” implica que el alimento contiene algún componente biológicamente activo, que ofrece beneficios para la salud y reduce el riesgo de sufrir enfermedades para la persona que lo consume como parte de una dieta normal (EUFIC, 2006). Entre algunos ejemplos de alimentos funcionales, destacan los alimentos que contienen determinados minerales, vitaminas, ácidos grasos o fibra alimenticia, los alimentos a los que se han añadido sustancias

biológicamente activas, como los fitoquímicos u otros antioxidantes, y los probióticos, que tienen cultivos vivos de microorganismos beneficiosos.

Se ha descubierto que muchos productos alimenticios tradicionales, como las frutas, las verduras, la soja, los granos enteros y la leche, contienen componentes que pueden resultar beneficiosos para la salud. Además de éstos, se están desarrollando nuevos alimentos que añaden o amplían estos componentes benéficos, por las ventajas que proporcionan para la salud y sus convenientes efectos psicológicos.



**Figura 9.** Alimento funcional: Aproximación a una nueva alimentación

### 3.3.2 Características

Los alimentos funcionales pueden ser:

- ✓ Alimentos naturales.

- ✓ Alimentos con componentes añadidos para proveer beneficios específicos por ejemplo, bacterias probióticas seleccionadas de probados efectos beneficiosos sobre la salud intestinal.
- ✓ Alimentos en los que se ha removido algún componente considerado adverso para la salud, por ejemplo, los glucósidos cianogénicos que se encuentran en algunas verduras y legumbres y, al ser termolábiles pueden destruirse mediante un tratamiento térmico.
- ✓ Alimentos en los que uno o más de sus componentes han sido químicamente modificados, en función de su impacto sobre la salud humana; por ejemplo, los hidrolizados proteicos adicionados en los preparados para lactantes, para reducir el riesgo de alergenicidad.
- ✓ Alimentos en los que se ha modificado la biodisponibilidad de uno o más de sus componentes, a fin de mejorar la absorción de los mismos.
- ✓ Cualquier combinación de las posibilidades antes mencionadas.  
(Ashwell, 2004).

### **3.3.3 Regulación de los alimentos funcionales**

El primer país en legislar sobre alimentos funcionales fue Japón, que en un esfuerzo nacional por reducir el costo creciente de la atención de salud, se estableció en 1991 una categoría de alimentos potencialmente beneficiosos, denominados “alimentos de uso específico para la salud”: Foods for Specific Health Use, FOSHU. FOSHU, define a los alimentos funcionales como “alimentos procesados que contienen ingredientes que ayudan a funciones corporales específicas, además de ser nutritivos”.

La Unión Europea en 1999 estableció que un alimento puede ser clasificado como “funcional”, si se ha demostrado que su ingesta, más allá de la función tradicional de los nutrientes que contiene, influye de modo satisfactorio en una o más funciones del cuerpo, mejora el estado de la salud o bienestar, y/o reduce el

riesgo de enfermedades; su consumo queda comprendido dentro de una pauta normal de alimentación, y no en el suministro como tabletas, cápsulas u otras formas de suplementos dietarios. (INTI, 2010).

Debido al creciente interés en el concepto de los "Alimentos Funcionales" y en los "Decretos de Salud", la Unión Europea ha creado una Comisión Europea de Acción Concertada sobre Bromatología Funcional en Europa: Functional Food Science in Europe, FUFOSE. El programa ha sido coordinado por el Instituto Internacional de Ciencias Biológicas: International Life Sciences Institute (ILSI), y su objetivo es desarrollar y establecer un enfoque científico sobre las pruebas que se necesitan para respaldar el desarrollo de productos alimenticios, que puedan tener un efecto benéfico sobre una función fisiológica del cuerpo y mejorar el estado de salud y bienestar de un individuo, y/o reducir el riesgo de que desarrolle enfermedades.

El proyecto FUFOSE se centró en siete áreas de la ciencia y la salud:

- ❖ Ayudan al crecimiento (talla y peso) y desarrollo (tejidos y órganos) en la infancia.
- ❖ Regulan los procesos metabólicos básicos.
- ❖ Favorecen la defensa contra el estrés oxidativo.
- ❖ Regulan la fisiología cardiovascular.
- ❖ Regulan la fisiología gastrointestinal.
- ❖ Mejoran el rendimiento cognitivo y mental, incluidos el estado de ánimo y la rapidez de reacción.
- ❖ Mejoran el rendimiento del estado físico.

FUNCIONES OBJETIVO	COMPONENTES ALIMENTARIOS
Preservación del ADN	Vitamina C Vitamina E Carotenoides Polifenoles
Preservación de los ácidos grasos poliinsaturados	Vitamina C Vitamina E Carotenoides
Preservación de las lipoproteínas	Vitamina C Vitamina E Carotenoides Polifenoles
Rendimiento cognoscitivo	Glucosa Cafeína Vitamina B Colina
Carácter y vitalidad	Alcohol Carbohidratos Tirosina y triptófano
Estrés	Alcohol Carbohidratos Sacarosa
Maduración del esqueleto	Calcio Vitamina D Vitamina C
Desarrollo del tubo neural	Acido fólico
Defensa inmunológica	Vitamina A Vitamina D Antioxidantes Ácidos grasos poliinsaturados 3 y 6
Desarrollo psicomotor	Ácidos grasos poliinsaturados 3 y 6 Hierro Cinc Yodo

**Tabla 3.** Funciones objetivo de algunos componentes alimentarios

Ingredientes funcionales	Efectos	Ejemplos
Probióticos	Mejoran la función intestinal	Lactobacilos y bifidobacterias (Yogures)
Prebióticos	Favorecen el crecimiento de las bacterias intestinales beneficiosas	Fructo-oligosacáridos (Cereales integrales)
Vitaminas	Reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares y osteoporosis	Vitamina B6, vitamina B12, ácido fólico, vitamina D y vitamina K (Productos de panadería)
Minerales	Reducen el riesgo de osteoporosis y fortalecen el sistema inmune	Calcio, magnesio y zinc (Productos lácteos)
Antioxidantes	Reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares y el desarrollo de tumores	Vitamina C y E, carotenos, flavonoides y polifenoles (Zumos)
Ácidos grasos	Reducen el riesgo de enfermedades cardiovasculares y el desarrollo de tumores. Reducen los síntomas de la menopausia.	Ácidos grasos Omega 3 (Huevos)
Fitoquímicos	Reducen los niveles de colesterol y los síntomas de la menopausia	Fitoesteroles, isoflavonas y lignina (Margarinas)

**Tabla 4.** Ingredientes funcionales y sus efectos

### 3.3.4 Decretos de salud

La Acción Concertada de la Unión Europea apoya el desarrollo de los dos tipos de decretos de salud, que se indican a continuación con respecto a los alimentos funcionales, que deben ser siempre válidos en el contexto de la dieta global y estar asociados a los alimentos que se consumen normalmente:

1. TIPO A: Decretos de "función de mejora", asociados a determinadas funciones fisiológicas y psicológicas, y a actividades biológicas que van más allá de su papel establecido en el crecimiento, el desarrollo, y otras funciones normales del cuerpo. Este tipo de decreto no hace referencia a enfermedades o estados patológicos. Por ejemplo, la cafeína puede mejorar el rendimiento cognitivo.

2. TIPO B: Decretos de "reducción de riesgo de enfermedades", que se asocian al consumo de un alimento o de sus componentes para ayudar a reducir el riesgo de padecer una determinada enfermedad o afección, gracias a los nutrientes específicos que contenga o no contenga dicho alimento. Por ejemplo, el folato puede reducir el riesgo de que una mujer tenga un hijo con defectos del tubo neural, y una ingesta adecuada de calcio puede ayudar a reducir el riesgo posterior de padecer osteoporosis (EUFIC, 2006).

Los decretos están basados en un consenso de la comunidad científica sobre las relaciones alimentación-enfermedad, y alimentación-salud, están bien fundadas y generalmente aceptadas.

TIPO DE DECRETO	DEFINICIÓN	EJEMPLOS
<p><b>Decreto de salud</b></p> <p>Decretos de función de mejora</p> <p>Decretos de reducción del riesgo de enfermedad</p>	<p><i>Cualquier manifestación que afirme, sugiera o implique que existe una relación entre un alimento o ingrediente de ese alimento y la salud.</i></p> <p>Decretos relativos a los beneficios específicos del consumo de alimentos y de sus constituyentes en el contexto de una dieta total tendiente a mejorar las funciones fisiológicas o psicológicas, o las actividades biológicas, pero que no incluyen decretos de la función de un nutriente. Estos decretos declaran una supuesta contribución positiva para la salud, el mejoramiento de una función, o la modificación o preservación de la salud.</p> <p>Decretos que relacionan el consumo de un alimento o constituyente alimentario en el contexto de una dieta total con la disminución del riesgo de padecer una enfermedad o un trastorno de la salud. El decreto debe constar de dos partes: (1), información de una relación aceptada entre la alimentación y la salud, seguida de (2), información sobre la composición del producto que sea pertinente a esa relación.</p> <p>Reducción del riesgo significa modificar considerablemente uno o varios factores de riesgo de una enfermedad o trastorno de la salud. Las enfermedades tienen múltiples factores de riesgo, y modificar uno de ellos puede tener efectos beneficiosos o no. La presentación de decretos de reducción de riesgos, por ejemplo, debe asegurar, mediante un lenguaje apropiado y la referencia a otros factores de riesgo, que los consumidores no las interpreten como decretos de prevención.</p>	<p>“El alimento Y contiene x gramos de la sustancia A (se menciona el efecto de la sustancia A en el mejoramiento o modificación de una función fisiológica o de una actividad biológica asociada con la salud).”</p> <p>“Una dieta saludable rica en sustancia A puede reducir el riesgo de enfermedad D. El alimento X tiene alto contenido de sustancia A.”</p>

**Tabla 5.** Decretos de salud

### **3.3.5 ¿Quién puede consumirlos?**

Un alimento funcional puede estar destinado a toda la población o a grupos determinados, que se pueden clasificar por ejemplo, según su edad o su constitución genética.

Los alimentos funcionales pueden formar parte de la dieta de cualquier persona, además, están especialmente indicados en aquellos grupos de población con necesidades nutricionales especiales (embarazadas y niños), estados carenciales, intolerancias a determinados alimentos, colectivos con riesgo de determinadas enfermedades (cardiovasculares, gastrointestinales, osteoporosis, diabetes, etc.) y personas mayores.

Hoy en día, la gente reconoce en mayor medida, que llevar un estilo de vida sano, incluida la dieta, puede contribuir a reducir el riesgo de padecer enfermedades y dolencias, y a mantener el estado de salud y bienestar.

## Capítulo 4. Fundamentos de Metodologías

### 4.1 Determinaciones Cualitativas:

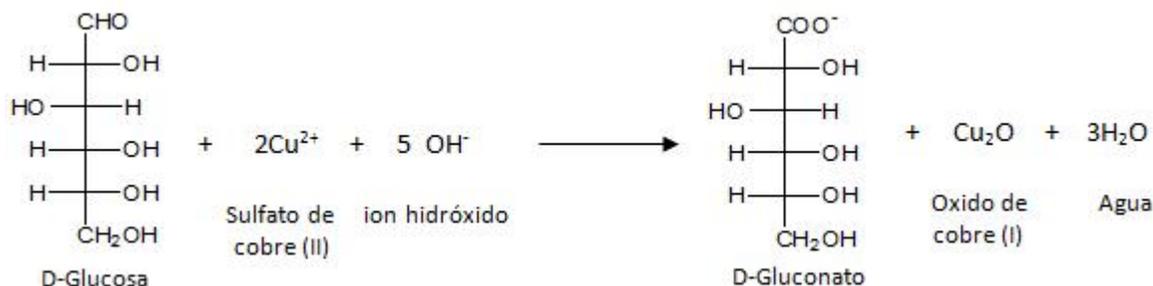
#### 4.1.1 Identificación de azúcares reductores

##### 4.1.1.1 Prueba de Benedict

Esta reacción es específica para azúcares con grupos carbonilos de aldehído o cetona o en su forma hemiacetalica.

Todos los monosacáridos poseen un grupo reductor. Los disacáridos maltosa y lactosa tienen grupos reductores, pero la sacarosa no los posee, ya que se pierden al formarse el disacárido.

La prueba de Benedict se basa en la reacción de un azúcar reductor con el ion  $\text{Cu}^{2+}$ . El reactivo de Benedict está formado por soluciones de carbonato de sodio, sulfato de cobre, y citrato de sodio. El  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  confiere a la solución un pH alcalino necesario para que la reacción pueda llevarse a cabo. El citrato de sodio mantiene al ion  $\text{Cu}^{2+}$  en solución ya que tiene la propiedad de formar complejos coloreados poco ionizados con algunos de los metales pesados. Si se le agrega al reactivo una solución de azúcar reductor y se calienta hasta llevar la mezcla a ebullición, el azúcar en solución alcalina se convertirá en D-gluconato y el  $\text{Cu}^{2+}$  se reducirá a  $\text{Cu}^{+1}$ , el cual en medio alcalino, precipita en forma de  $\text{Cu}_2\text{O}$  de color rojo ladrillo.



## 4.1.2 Identificación de Alcaloides

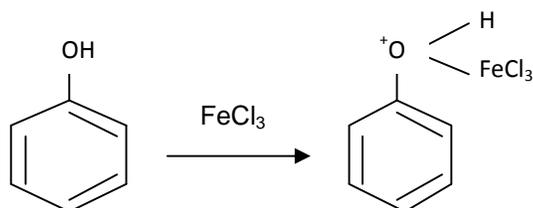
### 4.1.2.1 Método de Dragendorff

El reactivo más utilizado para identificar alcaloides es el reactivo de Dragendorff, éste reactivo contiene tetrayodo bismutato de potasio, con el cual los alcaloides forman un complejo de coordinación con el Bismuto y da un precipitado color rojo-naranja.

## 4.1.3 Identificación de fenoles

### 4.1.3.1 Método del Cloruro Férrico

La técnica de identificación de fenoles se lleva a cabo con el reactivo cloruro férrico, donde la prueba se considera positiva cuando la reacción entre la muestra y el reactivo da una coloración intensa azul, verde o púrpura, debido a la formación de un complejo de hierro.



## 4.2 Determinaciones Cuantitativas:

### 4.2.1 Métodos de secado

Los métodos de secado son los más comunes para valorar el contenido de humedad en los alimentos. Se calcula el porcentaje en agua por la pérdida en

peso debida a su eliminación, por calentamiento bajo condiciones normalizadas. Aunque estos métodos dan buenos resultados que pueden interpretarse sobre bases de comparación, es preciso tener presente que:

- a) algunas veces es difícil eliminar por secado toda la humedad presente;
- b) a cierta temperatura el alimento es susceptible de descomponerse, con lo que se volatilizan otras sustancias además de agua (Pearson, 1993).

#### **4.2.1.1 Método de secado en termobalanza**

Este método se basa en evaporar de manera continua la humedad de la muestra y el registrar continuamente la pérdida de peso, hasta que la muestra se sitúe a peso constante. El error de pesada en este método se minimiza cuando la muestra no se expone constantemente al ambiente. (Nollet, 1996).

#### **4.2.2 Determinación de Cenizas**

Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. Las cenizas normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el alimento original, debido a las pérdidas por volatilización o a las interacciones químicas entre los constituyentes.

##### **4.2.2.1 Método de Cenizas Totales (calcinación)**

La determinación en seco es el método más común para determinar la cantidad total de minerales en alimentos, se basa en la descomposición de la materia orgánica quedando solamente materia inorgánica en la muestra, este método es eficiente ya que determina tanto cenizas solubles en agua, como insolubles y

solubles en medio ácido. En este método toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550-600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza. (Nollet, 1996).

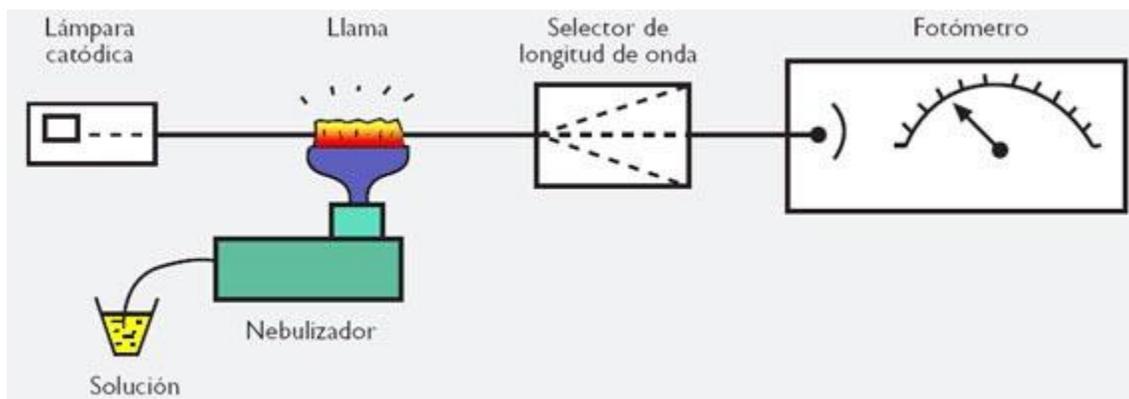
#### **4.2.3 Determinación de elementos minerales.**

El término elementos minerales es poco preciso porque en los minerales se encuentran elementos orgánicos como carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y azufre. Sirve para agrupar a aquellos elementos, en su mayoría metálicos, que se presentan en cantidades minoritarias en los alimentos, y que suelen determinarse como elementos más que como compuestos específicos o grupos de compuestos.

El número de estos elementos minerales que se encuentran en los alimentos es considerable, incluyéndose: silicio, calcio, magnesio, sodio, potasio, fósforo, azufre, cloro, hierro, aluminio, manganeso, flúor, arsénico, cobalto, cobre, mercurio, molibdeno, plomo, selenio, estroncio, zinc, yodo, mercurio y boro. En algunos casos estos elementos son naturales en los alimentos mientras que en otros casos son producto de la contaminación.

##### **4.2.3.1 Método de Absorción Atómica**

En un atomizador de llama, una solución de la muestra se nebuliza con un flujo de oxidante gaseoso mezclado con un combustible también gaseoso y se lleva hacia una llama donde ocurre la atomización. En la llama el disolvente se evapora para producir un aerosol molecular finamente dividido. Luego, éste se volatiliza para formar moléculas de gas. La disociación de la mayor parte de dichas moléculas produce un gas atómico. Una fracción de las moléculas y átomos se excitan también por el calor de la llama para producir espectros de emisión atómicos y moleculares.



**Figura 10.** Diagrama del Espectrofotómetro de Absorción Atómica

La determinación de los elementos: Na, K, Ca, Mg y Fe, se realizó en la USAI, en el laboratorio de Absorción Atómica a cargo de la M. C. Araceli Tovar, se determinaron

#### 4.2.3.1.1 Método analítico utilizado

Espectrofotometría de Absorción Atómica: Varian Spectr AA220.

Análisis realizado siguiendo el procedimiento técnico: PT-USAI-FQ-AA-002.

La muestra se digiere en horno de microondas marca CEM, modelo MDS 2000.

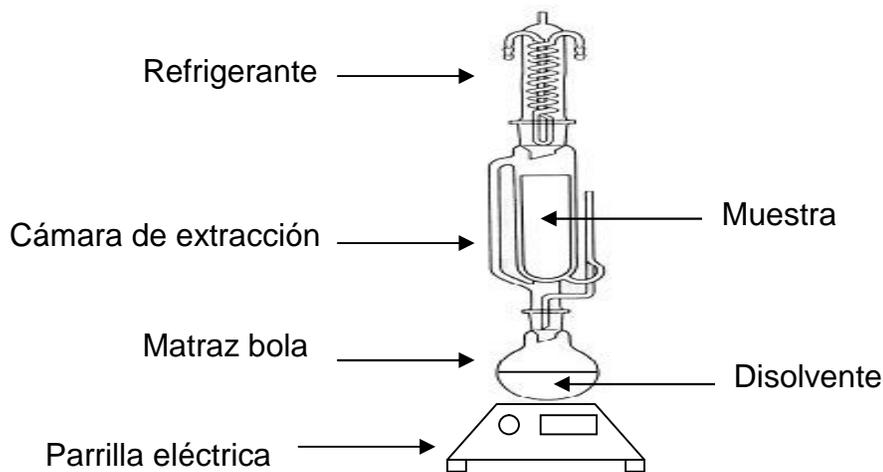
#### 4.2.4 Determinación de Lípidos

##### 4.2.4.1 Método de Soxhlet

El Método de Soxhlet se emplea para separar componentes de una determinada polaridad, para lo cual se elige un disolvente de polaridad similar a la del compuesto que se desea extraer.

El disolvente se coloca en el matraz bola y la muestra que se encuentra dentro de un cartucho de papel filtro se coloca en la cámara de extracción de Soxhlet. Una vez montado el equipo de Soxhlet, el disolvente se calienta a ebullición lenta en

una parrilla eléctrica y al ser condensado en el refrigerante cae al cartucho que contiene la muestra extrayendo el compuesto de polaridad similar, una vez que el disolvente esta dentro de la cámara de extracción y llega a cierto nivel, es sifoneado de regreso al matraz bola. Este proceso se repite tantas veces como sea necesario para extraer por completo el compuesto deseado. Se enfría el equipo, el disolvente se recupera por destilación y el compuesto quedará en la última fracción del destilado (Nielsen, 1998).



**Figura 11.** Esquema de extracción Soxhlet

#### 4.2.5 Determinación de Proteínas

Las proteínas juegan un papel central en los sistemas biológicos, abarcando todo tipo de funciones: estructura, transporte, defensa, reconocimiento, almacenamiento, etc. Poseen propiedades nutricionales y, de sus componentes se obtienen moléculas nitrogenadas que permiten conservar la estructura y el crecimiento de quien las consume.

Cuando el aporte de hidratos de carbono y grasa de la dieta no es suficiente para cubrir las necesidades energéticas, las proteínas se utilizan en la producción de energía.

#### 4.2.5.1 Método de Kjeldahl

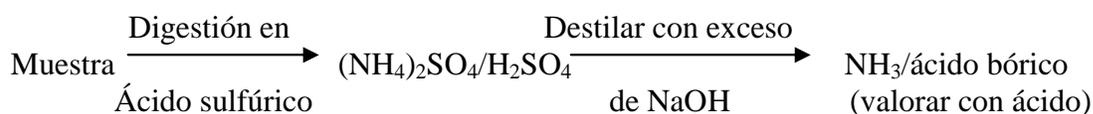
Por este método se determina el nitrógeno total, que incluye tanto nitrógeno proteico como no proteico.

El método se basa en la determinación de la cantidad de nitrógeno orgánico contenido en productos alimentarios. Involucra dos pasos consecutivos:

- a) La descomposición de la materia orgánica por calentamiento en presencia de ácido sulfúrico concentrado.
- b) La determinación de la cantidad de amoniaco formado en el paso anterior.

Durante el proceso de descomposición ocurre la deshidratación y carbonización de la materia orgánica y la transformación de carbono a dióxido de carbono. El nitrógeno orgánico es transformado a amoniaco que se retiene en la disolución de ácido sulfúrico como sulfato de amonio. La velocidad del proceso puede incrementarse adicionando sales, como el sulfato de potasio, que abate la temperatura de descomposición, o por la adición de oxidantes como: peróxido de hidrógeno, persulfatos o ácido crómico, o por la adición de un catalizador. (Nollet, 1996).

El método de Kjeldahl consta de las siguientes etapas:



En la mezcla de digestión se incluye sulfato sódico para aumentar el punto de ebullición de la mezcla y un catalizador para acelerar la reacción, tal como sulfato de cobre. Concluida la digestión se agrega hidróxido de sodio para liberar el amoniaco formado, se calienta la mezcla, el amoniaco presente en el destilado se recibe en ácido bórico y se valora directamente con HCl (Pearson, 1993).

Para convertir el nitrógeno a proteína se emplea el factor de 6.25, el cual proviene de la consideración de que la mayoría de las proteínas tienen una cantidad aproximada de 16% de nitrógeno.

Esta determinación se realizó con la ayuda del M. en C. Bernardo Lucas Florentino, en el anexo del laboratorio 4C del departamento de Alimentos y Biotecnología de la Facultad de Química.

#### **4.2.6 Determinación de Carbohidratos Reductores**

Los carbohidratos son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza, y también los más consumidos por los seres humanos, en muchos países constituyen entre 50 y 80% de la dieta poblacional. La función principal de los carbohidratos en nuestro organismo es producir energía y su estructura química determina su funcionalidad y características, mismas que repercuten de diferentes maneras en los alimentos, principalmente en el sabor, la viscosidad, la estructura y el color.

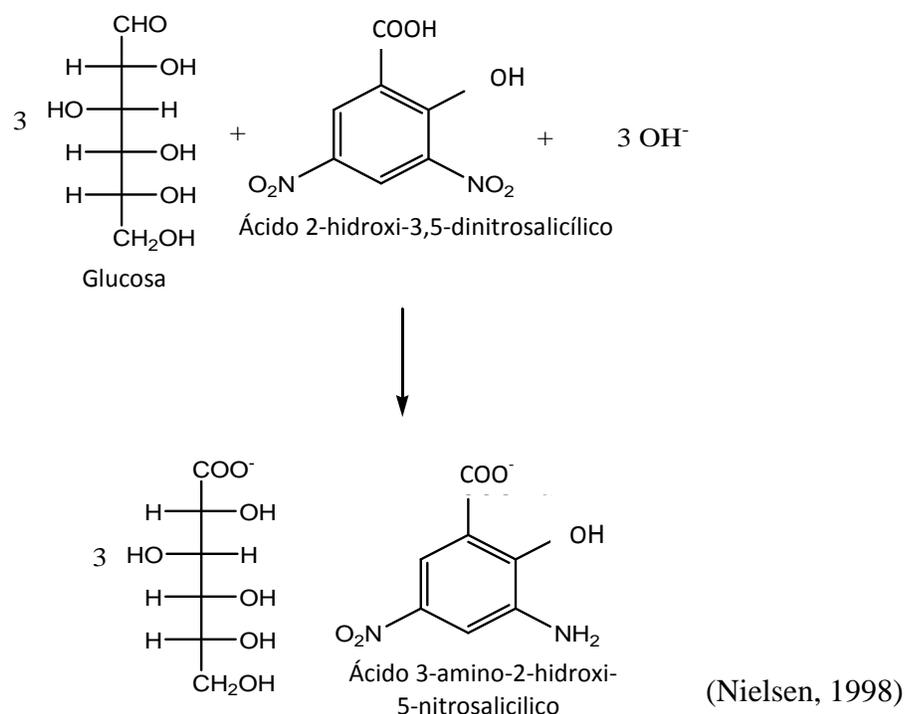
La glucosa es un carbohidrato importante en el metabolismo celular. La salud y el funcionamiento de todas las células del cuerpo, dependen de la energía que proporciona la glucosa y que permiten llevar a cabo los procesos que ocurren en el cuerpo, como la digestión, la reparación de los tejidos, la multiplicación de las células, etc. El cerebro es especialmente dependiente de una provisión estable y constante de glucosa ya que es su única fuente de energía.

##### **4.2.6.1 Método del Ácido dinitrosalicílico (DNS)**

En una solución alcalina del ácido dinitrosalicílico (DNS) el azúcar se oxida y a la vez reduce un grupo nitro de dicho ácido, para dar el monoamino correspondiente. Esta reacción da un producto colorido en solución alcalina. Para este

procedimiento se requiere tener estándares similares a la muestra y construir una curva patrón (Southgate, 1991).

La reacción que se lleva a cabo es la siguiente:



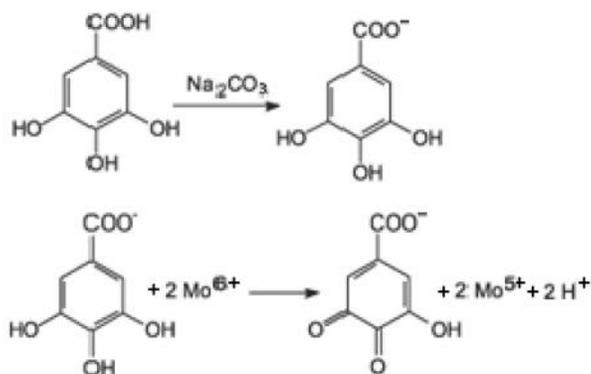
## 4.2.7 Determinación de Fenoles Totales

### 4.2.7.1 Método de Follin-Ciocalteu

El método de Follin-Ciocalteu se basa en la capacidad de los fenoles para reaccionar con agentes oxidantes. El reactivo de Follin-Ciocalteu contiene molibdato y tungstato sódico, que reaccionan con cualquier tipo de fenol, formando complejos fosfomolibdico-fosfotúngstico. La transferencia de electrones a pH básico, reduce los complejos fosfomolibdico-fosfotúngstico en óxidos, cromógenos

de color azul intenso, de tungsteno ( $W_8O_{23}$ ) y molibdeno ( $Mo_8O_{23}$ ), siendo proporcional este color al número de grupos hidroxilo presentes en la molécula.

Reacción del ácido gálico con molibdeno, componente del reactivo de Follin-Ciocalteu:



Para este procedimiento se requiere tener estándares similares a la muestra, por lo que se realizó una curva patrón con ácido gálico en concentraciones de 0.1 a 500 mg/L.

#### 4.2.8 Determinación de Vitamina C

La vitamina C o ácido ascórbico es una vitamina hidrosoluble necesaria para el crecimiento y desarrollo normales.

Las vitaminas hidrosolubles se disuelven en agua. Las cantidades sobrantes de la vitamina salen del cuerpo a través de la orina; eso quiere decir que la persona necesita un suministro continuo de esta vitamina.

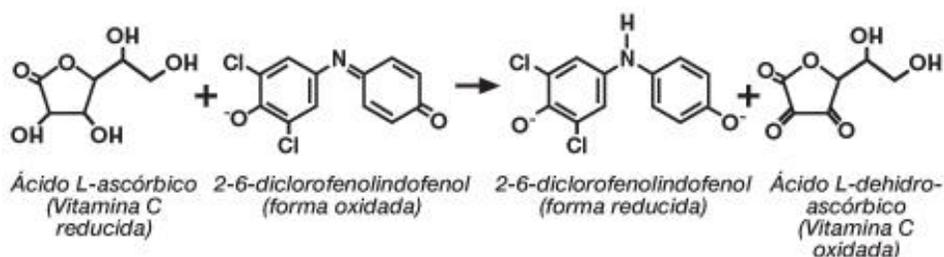
La vitamina C es necesaria para la síntesis de colágeno, para la formación de los huesos, de la dentina de los dientes, de los cartílagos y de las paredes de los capilares sanguíneos, es esencial para prevenir las alergias y cualquier enfermedad viral que afecte al sistema respiratorio; es un potente antioxidante, actuando para disminuir el estrés oxidativo. Entre sus muchos beneficios están el

que evita el envejecimiento prematuro y facilita la absorción de otras vitaminas y minerales. Además, reduce el riesgo de sufrir enfermedades degenerativas tales como arteriosclerosis, cáncer, enfermedad de Alzheimer y algunas enfermedades cardíacas. Se afirma que la vitamina C refuerza el sistema inmune y previene la gripe.

#### 4.2.8.1 Método de 2,6-Diclorofenol Indofenol

Este método se fundamenta en la reducción de una solución de 2,6 - diclorofenol indofenol (DFI) por el ácido ascórbico (vitamina C), éste se oxida y pasa a ácido deshidroascórbico, reacción que ocurre a medida que se añade solución titulante (DFI) sobre la solución que contiene el ácido ascórbico.

El método se basa en la fuerte capacidad reductora del ácido ascórbico, el cual es capaz de reducir al 2,6 diclorofenol indofenol (azul en medio básico y rojo en medio ácido) a una leucobase incolora. El punto final está determinado por la aparición de una coloración rosada debida a la presencia de DFI sin reducir, en medio ácido.

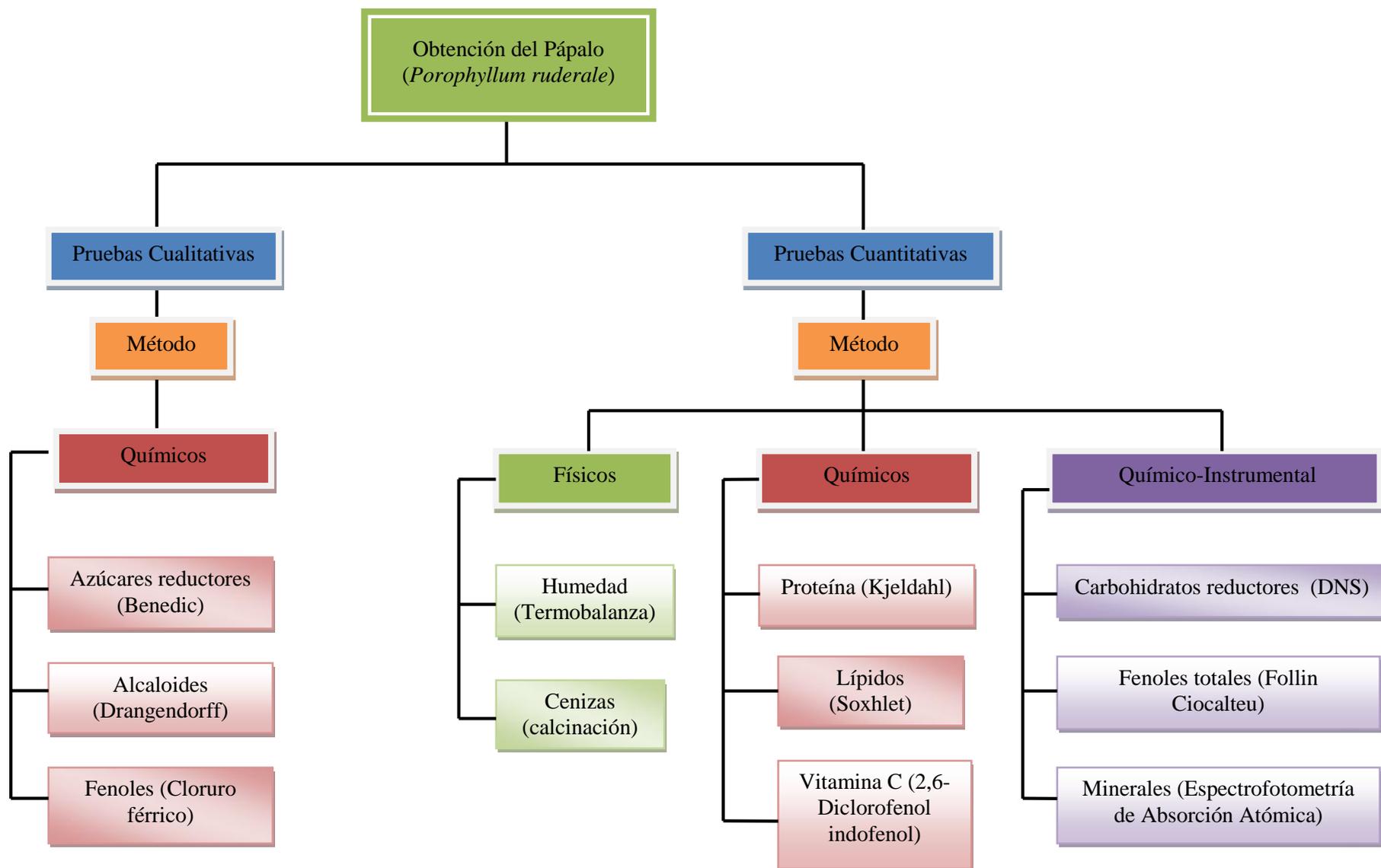


## Capítulo 5. Procedimiento Experimental

Para llevar a cabo el proceso experimental se utilizaron sólo las hojas de pápalo (*Porophyllum ruderale*) que es la parte de la planta que se consume, el pápalo fue adquirido en el local 08 del mercado “Puente Blanco”, localizado en la Delegación Iztapalapa, Colonia Puente Blanco, C.P. 09770



**Figura 12.** Pápalo (*Porophyllum ruderale*)



**Figura 13:** Esquema de Bloques de la Estrategia Experimental

## **5.1 Pruebas Cualitativas**

### **5.1.1 Identificación de azúcares reductores mediante la prueba de Benedict**

Se molió 1g de hoja seca de pápalo, a la cual se adicionaron 10 mL de agua destilada, se agitó y filtró, se colocó 1mL de la disolución de Benedict en un tubo de ensaye y se agregó 1 mL de la solución acuosa de la muestra, se calentó a ebullición con un mechero y se dejó enfriar a temperatura ambiente, se observó la formación de un precipitado color rojo ladrillo. Como testigo para esta prueba se utilizó una solución de glucosa al 5%. Esta prueba se realizó por triplicado.

### **5.1.2 Identificación de alcaloides mediante la prueba de Dragendorff**

Se molió 1g de la hoja seca de pápalo, a la cual se le adicionaron 10mL de etanol, se agitó y se filtró para quitar los restos de hoja que pudieran interferir con el procedimiento. En un tubo de ensaye se colocaron 2 mL de la solución filtrada para después agregar 0.5 mL del reactivo de Dragendorff, se observó la formación de un precipitado color naranja. Como testigo para esta prueba se utilizó una solución de cafeína al 5%. Esta prueba se realizó por triplicado.

### **5.1.3 Identificación de fenoles mediante la prueba de $\text{FeCl}_3$**

Se molió 1g de la hoja seca de pápalo, a la cual se le adicionaron 10mL de agua destilada, se agitó y se filtró para quitar los restos de hoja que pudieran interferir con el procedimiento. En un tubo de ensaye se colocaron 2 mL de la solución filtrada para después agregar 1 mL de una solución de  $\text{FeCl}_3$  al 10%, se observó un cambio de color de la solución, la cual se tornó verde-púrpura. Como testigo para esta prueba se utilizó una solución de Fenol al 5%. Esta prueba se realizó por triplicado.

## **5.2 Pruebas Cuantitativas**

### **5.2.1 Determinación de humedad por el método de termobalanza**

Se pesaron 2 g de pápalo fresco y se distribuyeron en una charola de aluminio formando una capa homogénea. Se colocó la charola con muestra en el espacio destinado para ello en la termobalanza (OHAUS MB35 HALOGEN), y se encendió el equipo. Se registró el porcentaje de humedad cuando ya no hubo variación en la lectura. Esta determinación se hizo por triplicado, utilizando el valor promedio obtenido.

### **5.2.2 Determinación de cenizas por el método de calcinación**

En la mufla se colocaron 2 crisoles, se calentó a 600° y se llevó a peso constante. Se colocaron aproximadamente 2 g de pápalo fresco en cada crisol previamente pesado. Se calcinó la muestra, primeramente con un mechero en la campana hasta que no se desprendió humo, y posteriormente se introdujo a la mufla por 2 hrs. cuidando que la temperatura no pasara de 550°C, hasta conseguir unas cenizas homogéneas blancas o ligeramente grises. Se enfrió en desecador y se pesó. Esta determinación se hizo por duplicado, obteniendo el porcentaje de cenizas totales por diferencia entre el peso inicial y el peso final de la muestra, se reportó el valor promedio obtenido.

### **5.2.3 Determinación de Lípidos por el método de Soxhlet**

Se pesaron 15 g de pápalo y se colocaron en un cartucho de papel, se tapó con un algodón y se colocó el cartucho en la cámara de extracción de Soxhlet que debe estar unido al refrigerante del equipo de extracción. En un matraz bola se

colocaron aproximadamente 100 mL de hexano para proceder a la extracción de los compuestos no polares, se calentó el matraz con parrilla a ebullición suave, con la consecuente extracción continua por 4 horas.

Una vez concluido el tiempo de extracción de la grasa, se trasvasó el hexano a un matraz para la recuperación por destilación del disolvente, y del compuesto no polar contenido en él. Se obtuvo el porcentaje de lípidos por diferencia del peso una vez concluida la recuperación del hexano.

#### **5.2.4 Determinación de proteína por el método de Kjeldahl**

Se pesaron 0.7 g de pápalo fresco y se introdujeron en un tubo de Kjeldahl, se agregaron 0.15 g de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 2.5g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y 10 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado.

Se encendió el aparato digestor y se precalentó a una temperatura de  $360^\circ\text{C}$ . Se colocaron los tubos en el portatubos del equipo Kjeldahl y se introdujeron en el bloque de calentamiento. Se puso la unidad de evacuación de gases con las juntas colocadas sobre los tubos de digestión, y se accionó la trampa de succión de gases. Se digirió por 3 horas hasta la total destrucción de la materia orgánica (líquido traslúcido color azul turquesa). Una vez finalizada la digestión, sin retirar la unidad de evacuación de gases, se colocó en el portatubos para enfriar.

En un matraz Erlenmeyer de 250 mL, se adicionaron 50 mL de ácido bórico al 4% con indicadores (fenolftaleína 0.035 mg%, rojo de metilo 6.6 mg%, verde de bromocresol 3.3 mg%).

Se colocó el tubo de digestión con la muestra diluida y las sales disueltas en el aparato de destilación, cuidando de introducir la alargadera hasta el fondo de la solución. Se adicionó NaOH al 40% (40 mL aproximadamente). Se destiló hasta alcanzar un volumen en el matraz Erlenmeyer de 150mL, se tituló la solución obtenida con HCl 0.01N. De esta forma se obtuvo el porcentaje de nitrógeno de la muestra, el cual se multiplicó por el factor 6.25 obteniéndose el % de proteína

cruda (asumiendo que la proteína tiene un 16% de nitrógeno). Esta determinación se realizó por triplicado.

#### **5.2.5 Determinación de carbohidratos reductores por el método de ácido dinitrosalicílico (DNS)**

Se colocó 1 g de pápalo seco y molido en un matraz aforado de 25 mL y se aforó con agua destilada, se tomó 1 mL de la solución acuosa de la muestra y se adicionó 1 mL del reactivo de DNS, se calentó por 5 min en un baño de agua hirviente, se dejó enfriar y se diluyó con 10 mL de agua destilada.

Se leyó en un espectrofotómetro UV (Marca: PYE-UNICAM Modelo: SP6-400) la absorbancia del color producido a 540 nm, frente a un blanco de reactivos y agua destilada tratado igual que la muestra.

Esta determinación se realizó por triplicado. Se cuantificaron los azúcares reductores interpolando los valores de absorbancia obtenidos, en una curva estándar preparada utilizando un carbohidrato reductor (glucosa) en concentraciones de 0.2 a 1.7 mg/mL.

#### **5.2.6 Determinación de Vitamina C por el método 2,6-Diclorofenol Indofenol**

Se pesó 1 g de pápalo fresco, se colocó en un matraz aforado de 100 mL, se agregaron 50 mL de ácido acético al 5% con el fin de inactivar enzimas, y se llevó al aforo con agua destilada, se filtró a través de papel filtro de poro grueso. Se tomó una alícuota de 10 mL y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 125 mL. Se tituló con una solución valorada de 2,6-diclorofenol-indofenol 0.002N hasta que persistiera el color rosado por lo menos 10 segundos. Esta determinación se realizó por triplicado y lo más rápido posible, para evitar la oxidación de la vitamina C.

Se tituló una solución estándar de ácido ascórbico (0.01mg/mL) tratada de la misma forma que la muestra, con el 2,6-diclorofenol-indofenol 0.002N, obteniéndose un título de 18 mL.

### **5.2.7 Determinación de Fenoles Totales por el método de Follin-Ciocalteu**

En un matraz aforado de 100 mL, se colocaron 0.1 g de púpalo seco y pulverizado, se llevó al aforo con agua destilada caliente, enseguida se filtró.

En una placa de 96 pozos se agregaron 160 µL de agua destilada, 20 µL del extracto de púpalo y 20µL del reactivo de Follin-Ciocalteu, se dejó reposar a temperatura ambiente por 10 min en la oscuridad, después de este tiempo se adicionaron 10 µL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> al 20%, se dejó reposar a temperatura ambiente por 60 min, después de este tiempo se midió la absorbancia a 700 nm. Este técnica se hizo por triplicado.

Se realizó una curva patrón con ácido gálico en concentraciones de 0.1 a 500 mg/L. Para obtener los valores de concentración de fenoles totales, se interpolaron los valores de absorbancia en esta curva patrón.

## Capítulo 6. Resultados y discusión

### Humedad

N° de muestra	Muestra húmeda (g)	Muestra seca (g)	% Humedad
1	2.202	0.304	86.194
2	1.897	0.265	86.036
3	2.163	0.300	86.095
<b>Promedio</b>			86.108

**Tabla 6.** Resultados de la Determinación de humedad

Generalmente, al agua no se le considera un nutrimento porque no sufre cambios químicos durante su aprovechamiento biológico; pero es un hecho que sin ella no pueden llevarse a cabo las innumerables transformaciones bioquímicas propias de todas las células activas (Badui, 2006).

Entre el 60 y 70% del cuerpo humano es agua, la fuente más importante es la ingesta de líquidos, pero también se adquiere de diferentes alimentos, en especial de los abundantes en agua como los vegetales, en este caso el pápalo.

En la tabla 6 se muestra el porcentaje de humedad en las hojas de pápalo; el valor es bajo comparado con el de la literatura que se encuentra alrededor del 91 % (Castro, et al, 2011), una posible causa de esta diferencia es la exposición de la materia prima a los rayos solares, ya que al encontrarse en un lugar como el mercado, no se le dan las condiciones adecuadas de temperatura y humedad para mantener por completo la frescura de la planta.

### Cenizas

N° de muestra	Muestra (g)	Ceniza (g)	% Cenizas
1	2.026	0.041	2.027
2	2.062	0.042	2.056
<b>Promedio</b>			2.042

**Tabla 7.** Resultados de la Determinación de cenizas

Las cenizas de un alimento se definen como el residuo inorgánico que queda después de quemar la materia orgánica; el valor promedio de cenizas para el pápalo fue de 2.042% (Tabla 7), este valor es relativamente alto con respecto a diferentes especies de quelites como la hoja de aguacate y el colorín, que no pasan del 1.5% de cenizas, esto se debe a que tiene una cantidad considerable de minerales; es decir nutrimentos inorgánicos como Ca, K, Na, Mg, Fe, que fueron los cuantificados por absorción atómica.

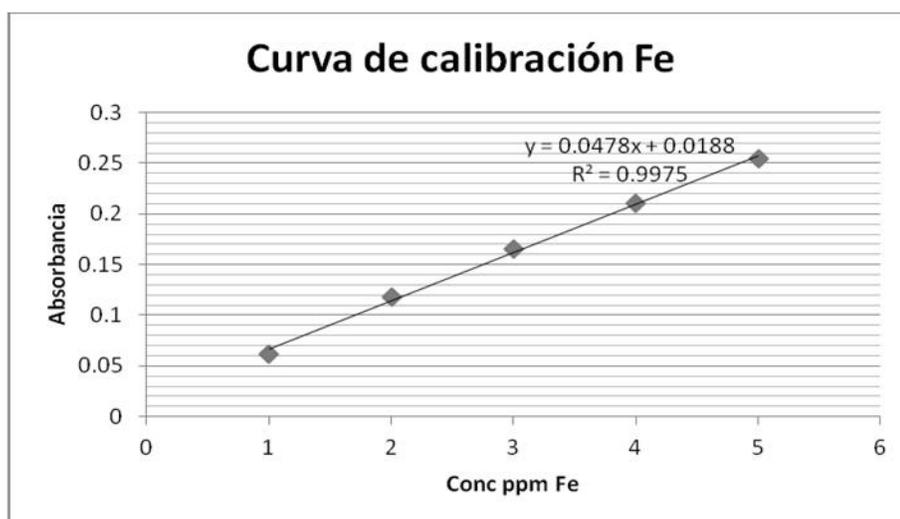
La cantidad de cenizas obtenidas es superior a la reportada en la literatura la cual es del 0.9 %, esta diferencia puede deberse a la variación natural que existe de un pápalo a otro y a la composición de la tierra en donde se cultiva (Castro, et al, 2011).

## Minerales

### ❖ Hierro

Concentración (ppm)	Absorbancia
1	0.062
2	0.1178
3	0.1656
4	0.2109
5	0.2543

**Tabla 8.** Determinación de Hierro (Fe)

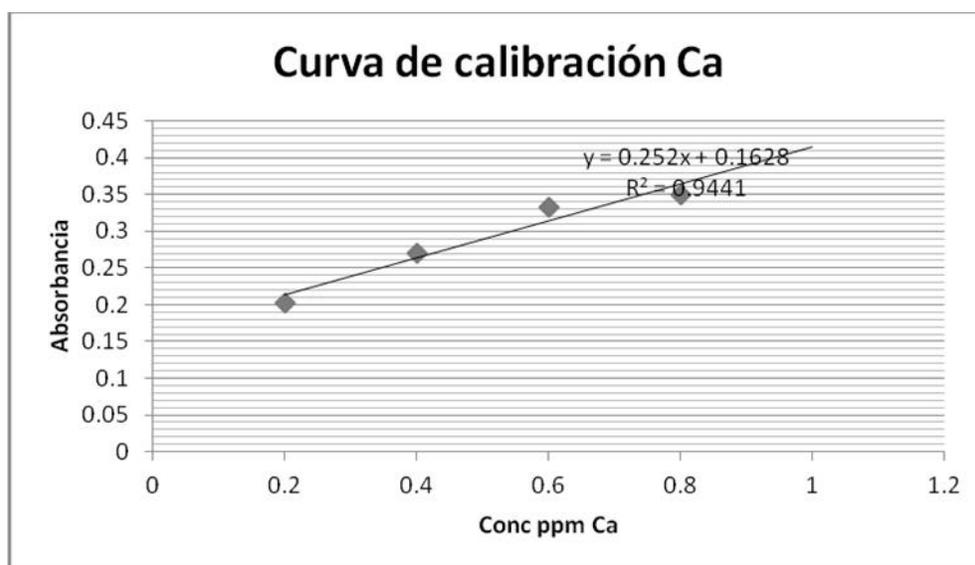


**Gráfica 1.** Curva de calibración obtenida de Hierro (Fe)

❖ **Calcio**

Concentración ppm	Absorbancia
0.2	0.2023
0.4	0.2704
0.6	0.333
0.8	0.3494
1	

**Tabla 9.** Determinación de Calcio (Ca)

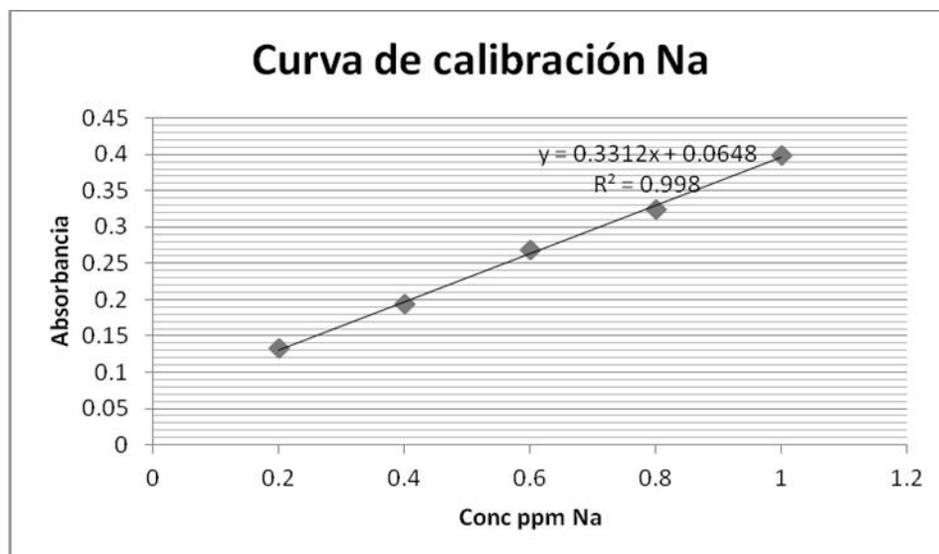


**Gráfica 2.** Curva de calibración obtenida de Calcio (Ca)

❖ **Sodio**

Concentración ppm	Absorbancia
0.2	0.1329
0.4	0.1934
0.6	0.2686
0.8	0.3239
1	0.3988

**Tabla 10.** Determinación de Sodio (Na)

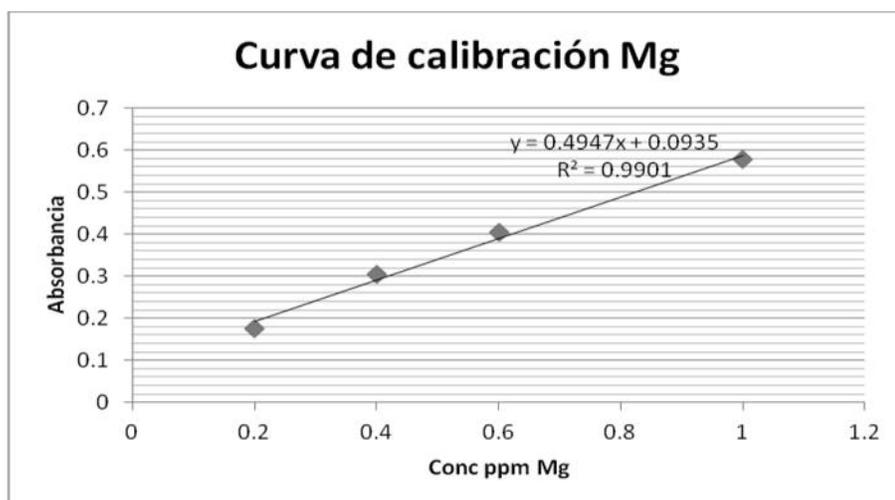


**Gráfica 3.** Curva de calibración obtenida de Sodio (Na)

❖ **Magnesio**

Concentración ppm	Absorbancia
0.2	0.1745
0.4	0.3054
0.6	0.4052
0.8	
1	0.5773

**Tabla 11.** Determinación de Magnesio (Mg)

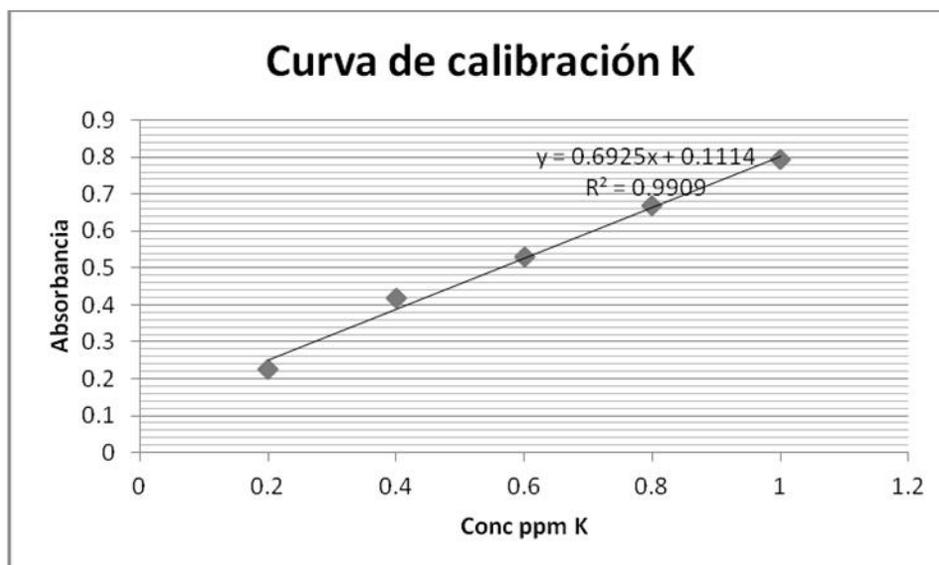


**Gráfica 4.** Curva de calibración obtenida de Magnesio (Mg)

❖ **Potasio**

Concentración ppm	Absorbancia
0.2	0.2246
0.4	0.4199
0.6	0.5287
0.8	0.6682
1	0.7929

**Tabla 12.** Determinación de Potasio (K)



**Gráfica 5.** Curva de calibración obtenida de Potasio (K)

Muestra	Ca	Na	Mg	K	Fe
Ppm	4517.01	175.67	1380.40	1139.49	64.50
mg/100g	451.70	17.57	138.04	113.95	6.45

**Tabla 13.** Resultados de la Determinación de minerales.

Se realizó la determinación de minerales por el Método de Absorción Atómica, encontrándose el Ca, Mg y K como los más abundantes (Tabla 13), quedando por encima de productos básicos como el huevo entero (56 mg Ca, 12 mg Mg, 147 mg K), el maíz tierno (6 mg Ca, 48 mg Mg, 167 mg K) y el arroz (6 mg/ Ca, 64 mg Mg, 103 mg K), aunque el huevo entero y el maíz superan en potasio al pápalo, el

calcio y el magnesio están por encima de la cantidad encontrada en los productos mencionados.

El calcio llega a representar hasta el 2% del peso corporal en un ser humano. Aproximadamente el 99% de este elemento se encuentra distribuido en las estructuras óseas ayudando a la maduración del esqueleto, reduce el riesgo de osteoporosis y fortalece el sistema inmune lo que lo hace esencial en la dieta.

La concentración de magnesio en el cuerpo es de 250 mg / kg. El requerimiento diario es de 300 a 400 mg, es un elemento de soporte de la vida, debido a su papel indispensable en el metabolismo del cuerpo, la deficiencia de magnesio provoca trastornos graves.

La concentración de potasio en el cuerpo es de 2 g / kg. La ingesta de potasio en una dieta normal es de 2-5.9 g / día. La deficiencia de potasio se asocia con una serie de síntomas y puede ser el resultado de la desnutrición o el consumo de alimentos con deficiencia de potasio (Belitz, 2009).

El hierro y el sodio aunque se encuentran en menor proporción en el pápalo siguen representando una cantidad considerable, superando al arroz (0.60 mg Fe, 6 mg Na) y al maíz tierno (0.55 mg Fe, 0 mg Na), el huevo entero contiene (2.1 mg Fe, 140 mg Na), estos elementos cumplen con funciones biológicas importantes en el organismo. El hierro transporta y almacena el oxígeno en sangre y músculos, mediante la hemoglobina y la mioglobina respectivamente, además actúa como cofactor de varias enzimas.

## Lípidos

Disolvente	Muestra inicial (g)	Lípidos obtenidos (g)	% Lípidos obtenidos
Hexano	15.613	0.078	0.499

**Tabla 14.** Resultados de la Determinación de Lípidos

Se determinó también la cantidad de lípidos (Tabla 14), utilizando el hexano que es un disolvente no polar, obteniéndose un total de 0.499% de lípidos, este valor

es más alto que el ya reportado de 0.3% (Castro, et al, 2011), esta diferencia puede atribuirse a condiciones climáticas o formas de cultivo.

En base a estos resultados se puede observar, que el pápalo no se distingue por la presencia de lípidos, ya que éstos se encuentran por debajo del 0.5%.

Se realizó el espectro de IR de la grasa obtenida, el cual mostró bandas características de una cera. En el espectro (Anexo 9.1) se observan claramente bandas en 2915 y 2848  $\text{cm}^{-1}$ , que indican la presencia de enlaces C-H (metilos y metilenos), así como una banda en 1734  $\text{cm}^{-1}$  que indica presencia de un carbonilo, y varias bandas en las zona entre 1000 y 1200  $\text{cm}^{-1}$  características de enlace C-O y la banda en 719.52  $\text{cm}^{-1}$ , más de 4 metilenos juntos.

### Proteínas

N° de Muestra	Peso de muestra (g)	% Proteína (NX6.25)
1	0.070	4.812
2	0.071	4.806
3	0.070	4.759
<b>Promedio</b>		4.792

**Tabla 15.** Resultados de la Determinación de Proteína

En la tabla 15 se muestra el porcentaje de proteína contenida en la hoja de pápalo, la cual tiene un valor de 4.792% que está por encima del valor descrito, que es de 1.8%. Esta diferencia se puede deber a las variaciones en la concentración de nutrientes de una planta de pápalo a otra, a los diferentes tipos de suelo o de clima en donde se produjo. A pesar de encontrarse por encima del valor descrito, no es una cantidad significativa dentro del grupo de los quelites, pero en comparación con algunas otras verduras de hojas, sobresale su contenido proteico, ya que tiene mayor cantidad que la acelga (2.1%), apio (0.8%), brócoli (3.3%), col blanca (1.8%), coliflor (2.5%), espinaca (2.5%), lechuga (1.3%), perejil (4.4%), verdolaga (1.5%), que son verduras que se consumen frecuentemente, pudiéndose sustituir alguna de ellas por el pápalo.

## Vitamina C

Se realizó la cuantificación de vitamina C, un compuesto químicamente activo que se encuentra principalmente en vegetales frescos; no la contienen en suficiente cantidad los cereales, carnes, leche, pescado, etc.; por esta razón, el consumo cotidiano de frutas y verduras es necesario para aportar la vitamina C requerida diariamente (60 mg diarios en adultos), ya que al ser hidrosoluble, el hombre no la almacena. A diferencia de otras vitaminas, el humano no la sintetiza, lo que la hace un nutriente esencial para el organismo.

La vitamina C total es la suma del ácido L-ascórbico (AA) y su forma oxidada, el ácido dehidroascórbico (DHAA). En el estudio se obtuvo un contenido promedio de Vitamina C de 16.821 mg/100 g de pápalo (tabla 16), lo que es inferior al valor ya descrito, que es de 19 mg (Castro, Bye y Mera 2011), aunque esta diferencia puede justificarse, ya que la vitamina C al ser un compuesto inestable, se oxida en función de muchas variables, principalmente disponibilidad del oxígeno, temperatura, pH y luz; en este caso, la materia prima pudo verse afectada desde el manejo postcosecha hasta la preparación de la muestra para el análisis: exposición al aire y condiciones ambientales, picado de la muestra ejerciendo fricción lo que puede destruir parte de la vitamina, etc.

Determinación	Muestras (g)	Volumen utilizado de 2,6-DI (mL)	Cantidad de Acido ascórbico (mg/100g muestra)
1	1.028	31.6	17.075
2	1.032	31	16.673
3	1.023	30.9	16.716
<b>Promedio</b>			16.821

**Tabla 16.** Resultados de la determinación del ácido ascórbico.

La vitamina C es un potente antioxidante, actuando para disminuir el estrés oxidativo. Entre sus muchos beneficios están el que evita el envejecimiento prematuro y facilita la absorción de otras vitaminas y minerales.

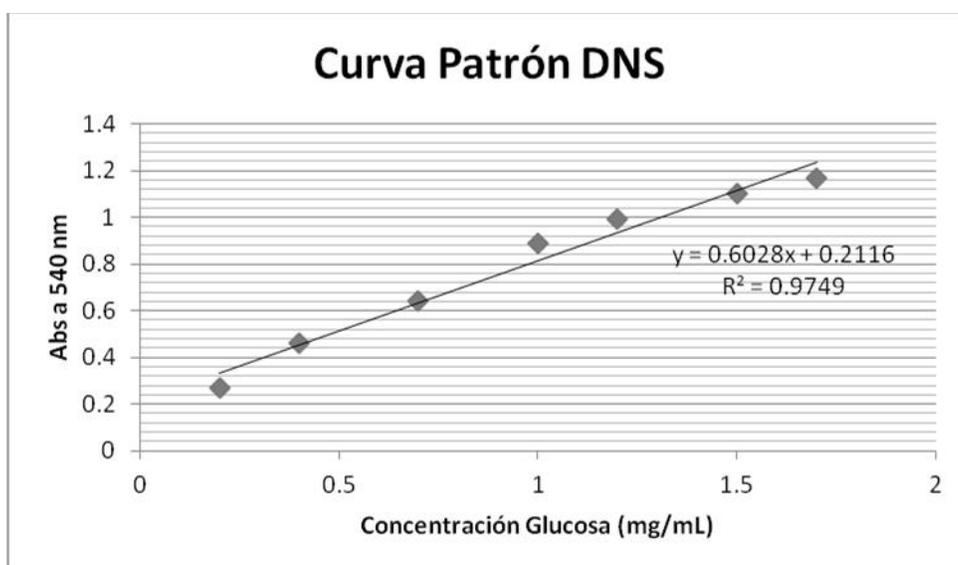
## Azúcares Reductores

Prueba	Testigo	Resultado
Benedict	Glucosa	+

Tabla 17. Resultados Prueba de Benedict



Figura 14. Prueba Benedict (azúcares reductores). Tubos de izquierda a derecha: extracto de pápalo + reactivo de Benedict (prueba positiva), soluci3n de glucosa + reactivo de Benedict (testigo).



Gráfica 6. Curva patr3n de glucosa para la determinaci3n de carbohidratos Reductores por el m3todo DNS

Absorbancia a 540 nm	mg glucosa/100g pápalo		Promedio (mg glucosa/100g pápalo)	
	Base Seca	Base Húmeda	Base Seca	Base Húmeda
0.67	1898.84	263.77	1898.84	263.77
0.68	1940.27	269.52		
0.66	1857.42	258.02		

**Tabla 18.** Resultados de la determinación de Carbohidratos Reductores

Se identificó la presencia de azúcares reductores en el extracto de pápalo mediante la prueba cualitativa de Benedict (Tabla 17, Figura 14), por lo que se realizó la prueba cuantitativa DNS para estos azúcares (Tabla 18), que dio como resultado un valor de 263.77 mg de glucosa por cada 100 g de pápalo, este resultado se obtuvo con la ayuda de una curva patrón (Gráfica 6), utilizando como estándar glucosa, ya que la forma en que procede la reacción no es estequiométrica y depende de la estructura del azúcar de interés. La importancia de los carbohidratos radica en la salud y el funcionamiento de las células, ya que la energía de la glucosa se requiere para llevar a cabo todos los procesos que ocurren en el organismo humano; pero el cerebro es especialmente dependiente de una provisión estable y constante de energía para realizar sus funciones, la glucosa es el sustrato de energía obligatorio del cerebro.

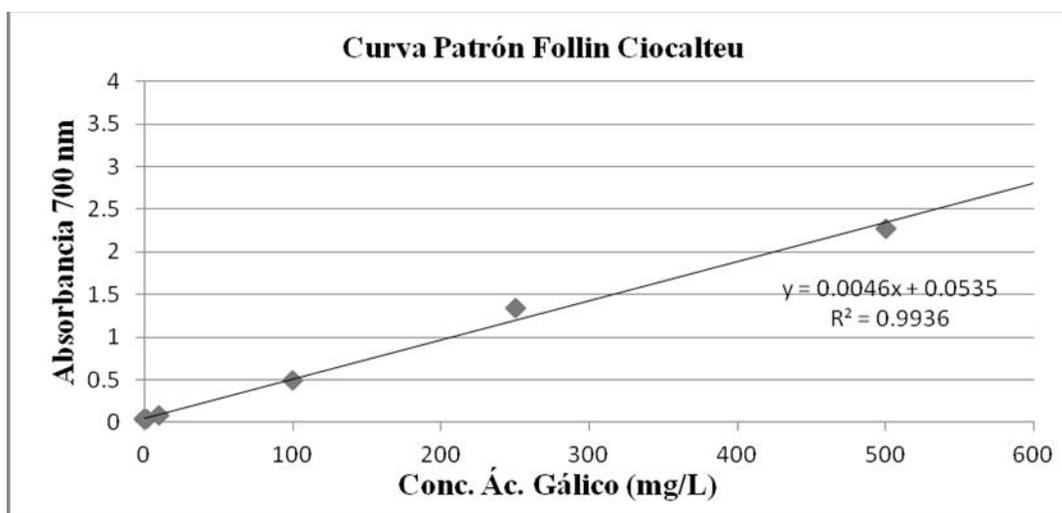
### Fenoles Totales

Prueba	Testigo	Resultado
Fenoles totales	Cristales de Fenol	+

**Tabla 19.** Resultado Prueba de Fenoles Totales



**Figura 15.** Prueba de  $FeCl_3$  (Fenoles totales). Tubos de izquierda a derecha: extracto de pápalo, extracto de pápalo + reactivo de  $FeCl_3$  (prueba positiva), soluci3n de fenol al 5% + reactivo de  $FeCl_3$  (testigo).



**Gráfica 7.** Curva patr3n para la determinaci3n de Fenoles totales

Absorbancia a 700 nm	Fenoles Totales mg ác. Gálico/100g pápalo		Promedio Fenoles Totales mg ác. Gálico/100g pápalo	
	Base Seca	Base Húmeda	Base Seca	Base Húmeda
0.078	525.240	72.962	496.664	68.992
0.075	460.938	64.029		
0.077	503.816	69.985		

**Tabla 20.** Resultados de la determinaci3n de Fenoles totales

La prueba de fenoles realizada al extracto de pápalo result3 positiva (Tabla 19, Figura 15) con el reactivo  $FeCl_3$ , por lo que se realiz3 la prueba cuantitativa por el m3todo de Follin-Ciocalteu, obteni3ndose 68.992 mg de fenoles totales en 100 g

(Tabla 20). Este es el primer trabajo en el que se cuantifican fenoles totales en el pápalo, por lo que es de gran importancia, ya que los fenoles son compuestos químicos que se encuentran ampliamente distribuidos en las plantas.

Los compuestos fenólicos constituyen un amplio grupo de sustancias, con diferentes propiedades químicas y sobre todo con actividad biológica. Como antioxidantes, los polifenoles pueden proteger las células contra el daño oxidativo, y por lo tanto limitar el riesgo de varias enfermedades degenerativas asociadas al estrés oxidativo causado por los radicales libres; además de su comprobada actividad antioxidante, se les ha atribuido una gran diversidad de efectos terapéuticos, tales como actividades cardiotónica, antiinflamatoria, hepatoprotectora, antineoplástica, antimicrobial, etc. (Gutiérrez, et al, 2008).

### Alcaloides

Prueba	Testigo	Resultado
Dragendorff	Cafeína	+

**Tabla 21.** Resultado Prueba de Dragendorff



**Figura 16.** Prueba de Dragendorff (Alcaloides). Tubos de izquierda a derecha: solución de cafeína 5% + reactivo de Dragendorff (testigo), extracto de pápalo + reactivo de Dragendorff (prueba positiva)

Aunque se obtuvo prueba positiva para alcaloides, no se realizó la cuantificación de los mismos.

## Capítulo 7. Conclusiones

Se realizó la identificación y caracterización de algunos de los componentes presentes en el pápalo. Algunos de ellos con valor nutricional destacando el aporte de minerales y proteína.

El pápalo (*Porophyllum ruderale*) se puede clasificar como un alimento funcional pues se identificó:

- La presencia de vitamina C que es modulador del crecimiento, previene alergias, refuerza el sistema inmune y tiene propiedades antioxidantes evitando el envejecimiento prematuro.
- La presencia de fenoles, los cuales tienen también propiedades antioxidantes y disminuyen el riesgo de varias enfermedades degenerativas asociadas al estrés oxidativo como el Parkinson, esclerosis múltiple, catarata senil, Alzheimer etc., además, se le atribuyen diversos efectos terapéuticos como actividad cardiotónica, antiinflamatoria, hepatoprotectora, antineoplásica.
- Calcio y magnesio, que actúan como moduladores del crecimiento ayudando a la maduración del esqueleto, reducen el riesgo de osteoporosis y fortalecen el sistema inmune y
- Hierro, que es un modulador del desarrollo psicomotor y ayuda a prevenir la anemia.

Por lo anteriormente descrito, se concluye que el pápalo *Porophyllum ruderale* se puede clasificar como un **alimento funcional**, por lo que debería formar parte fundamental de la alimentación humana.

Por ser un alimento funcional puede ayudar a la prevención de algunas enfermedades si se consume en forma cotidiana. Su consumo es una buena opción para enriquecer la dieta del mexicano y un recurso potencial para la

seguridad alimentaria lo que implica tener un alimento de calidad que no es costoso y se puede conseguir en tianguis y mercados.

El pápalo, por lo tanto, contribuye a dar variedad a la dieta, aportando texturas, sabores y aromas, enriqueciendo así la cocina mexicana.

## Capítulo 8. Bibliografía

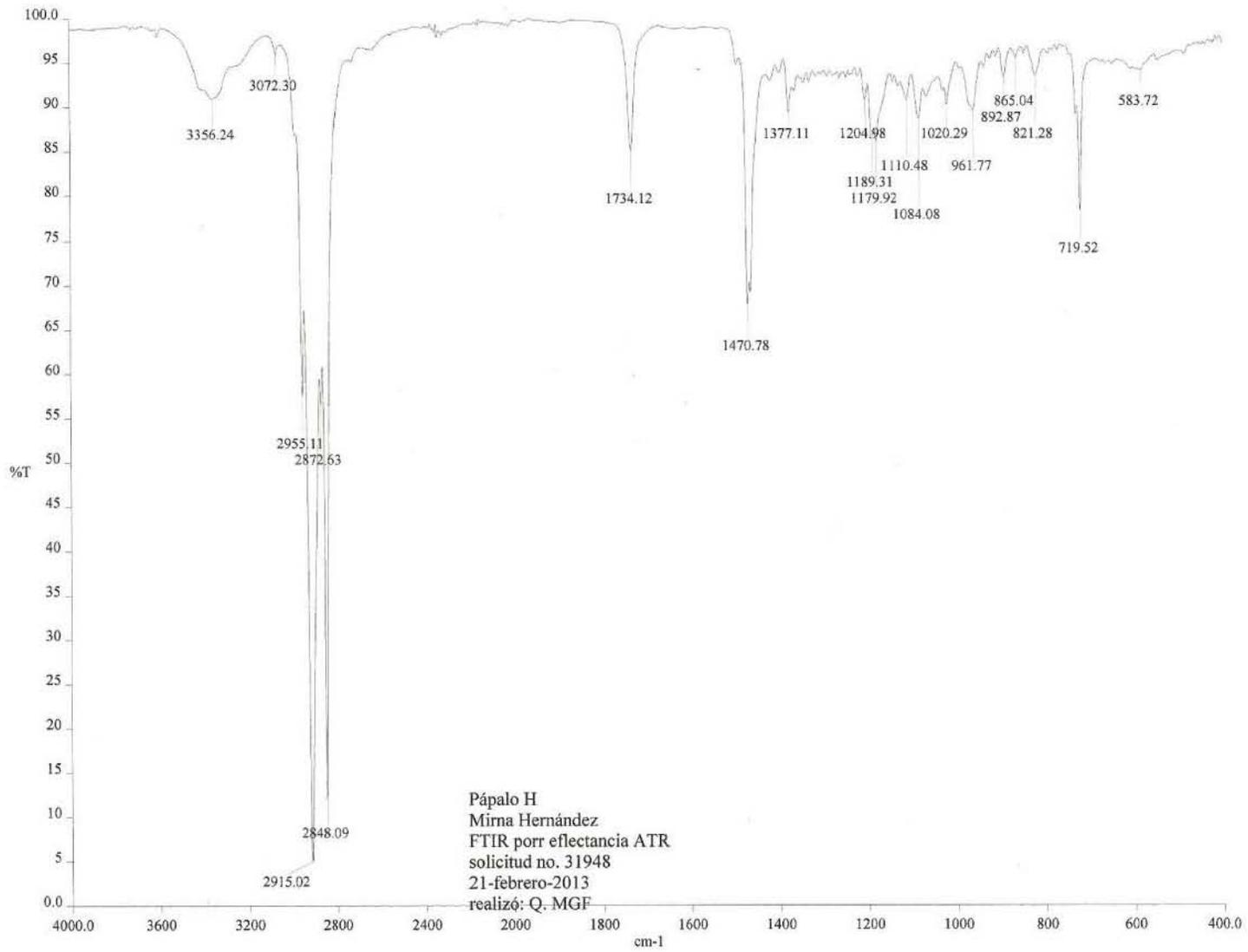
- ✓ Acta Química Mexicana, 2010. *Uso alternativo de fitoquímicos de algunas especias para el control de enfermedades transmitidas por alimentos*. [En línea]. Disponible en: <http://www.postgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%204/AQM4fitoquimicos.html> [Último acceso el 10 de Diciembre de 2013].
- ✓ Ashwell, M., 2004. *Conceptos sobre los alimentos funcionales*. Washington D.C., EUA: ILSI Europe.
- ✓ Badui, S., 2006. *Química de los alimentos*. Cuarta edición. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- ✓ Belitz, H. D., Grosch, W., Schieberle, P., 2009. *Food Chemistry*. Cuarta edición. Berlin Heidelberg: Springer
- ✓ Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009. *Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana: Pápalo o pápaloquelite*. [En línea]. Disponible en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=&id=7743> [Último acceso el 12 de Diciembre de 2013].
- ✓ Bretting, K., y Hernández X. E., 1982. *Pápaloquelite y la etnobotánica de las especies de Porophyllum en México*. Biotica. 7(2): 191-203.
- ✓ Bye, R., 1981. *Ethnoecology of edible greens-past, present, and future*. Journal of Ethnobiology. 1(1):109-123.
- ✓ Bye, R.A., Castro, D., Basurto, F, y Mera, L.M., 2011. *Los quelites, tradición milenaria en México*. México, Edo. de México.
- ✓ Caballero, J. y Cortes, L., 2001. *Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México*. In: B. Rendón, S. Rebollar, J. Caballero y M. A. Martínez (eds.) *Plantas, cultura y sociedad*. Universidad Autónoma Metropolitana y SEMARNAP, México D.F.
- ✓ Camacho, J.R., 2005. *Plantas comestibles silvestres; especies de mayor uso*. Coordinación general del programa IMSS-Oportunidades. México. 103 pp.

- ✓ Castro, D., Bye, R.A. y Mera, L.M., 2011. *Diagnóstico del pápaloquelite en México Porophyllum ruderale (Jacq.) Cass. var. macrocephalum (DC.) Cronq.* México, Edo. de México.
- ✓ Cázares, J., Magaña, M. y Mariaca, R., 2010. *Etnobotánica de estructuras foliares comercializadas en el mercado de San Cristóbal de las Casas, Chiapas.* En: A. Rodríguez, O. Vargas, M. Harker y A. Monroy (eds.). Memoria XVII Congreso Mexicano de Botánica. Universidad de Guadalajara, Sociedad Botánica de México y Universidad Autónoma Metropolitana. Guadalajara, Jalisco.
- ✓ Cronquist, A., 1981. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants.* New York, NY: Columbia University Press. 1262 pp.
- ✓ Drago, M.E., López, M. y Sainz, T.R., 2006. *Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal.* Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas, 37(004), pp. 58-68.
- ✓ EUFIC (European Food Information Council), 2006. *Alimentos funcionales.* [En línea]. Disponible en: <http://www.eufic.org/article/es/expid/basics-alimentos-funcionales/> [Último acceso el 05 de Enero de 2014].
- ✓ Guillet, F. L., Belanger, A., Arnason J.T. y Bernays E. A., 1997. *Production of glands in leaves of Porophyllum spp. (Asteraceae): Ecological and genetic determinants, and implications for insect herbivores.* Journal of Ecology 85: 647-55.
- ✓ Gutiérrez, D., Ortiz C.A. y Mendoza, A., 2008. *Medición de Fenoles y Actividad Antioxidante en Malezas Usadas para Alimentación Animal.* Simposio de Metrólogía. Querétaro, México. 22-24 de Octubre.
- ✓ INTI, 2010. *¿Qué es un alimento funcional?.* [En línea]. Disponible en: [http://www.inti.gob.ar/productos/pdf/mat\\_alim\\_funcional.pdf](http://www.inti.gob.ar/productos/pdf/mat_alim_funcional.pdf) [Último acceso el 03 de Enero de 2014].
- ✓ Linares, E. y Bye, R., 2010. *Los principales quelites de México.* En: E. Linares y J. Aguirre (eds.). Los Quelites, un tesoro culinario. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México; Instituto Nacional de la Nutrición: Salvador Zurbirán. México, D.F. pp. 11-25.

- ✓ Manual de Química Orgánica III, Facultad de Química, UNAM
- ✓ Manual de Laboratorio de Alimentos I, Facultad de Química, UNAM.
- ✓ Manual de Laboratorio de Alimentos II, Facultad de Química, UNAM.
- ✓ Manual de laboratorio de toxicología, Facultad de Química, UNAM.
- ✓ Martínez, M. A., Evangelista, V., Mendoza, M., Morales, G., Toledo, G., y Wong, A., 1995. *Catálogo de plantas útiles de la Sierra Norte de Puebla, México*. Cuadernos 27. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- ✓ Mera. L., Alvarado, R., Basurto, F., Bye R., Castro, D., Evangelista, V., Mapes, C., Martínez, M.A., Molina, N., y Saldívar, J., 2003. *De quelites me como un taco. Experiencia en educación nutricional*. Revista del Jardín Botánico de Cuba. 24(12): 45-49.
- ✓ Mera, L.M., Castro D. y Bye R.A. (Compiladores). 2011. *Especies vegetales poco valoradas: una alternativa para la seguridad alimentaria*. México. D.F., UNAM-SNICS-SINAREFI. 215pp.
- ✓ Nielsen, S., 1998. *Food Analysis Second Edition*. Gaithersburg, Maryland: An Aspen Publication.
- ✓ Nollet, Leo M. L., 1996. *Handbook of food analysis*. New York: M. Dekker.
- ✓ Paso y Troncoso, F., del. 1979. *Relaciones Geográficas de México*. México, D.F., Cosmos. 324 pp.
- ✓ Pearson, D., 1993. *Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos*. Zaragoza (España): Acribia, S.A.
- ✓ Roberfroid, M.B., 1999. Concepts in Functional foods: the case of inulin and oligofructose. *Journal of Nutrition*, 129(7): 1398- 1401.
- ✓ Southgate, D.A.T., 1991. *Determination of Food Carbohydrates*. Second Edition. London and New York: Elsevier Applied Science.

Capítulo 9. Anexos

9.1 IR de la grasa obtenida del Pápalo



Pápalo H  
Mirna Hernández  
FTIR por reflectancia ATR  
solicitud no. 31948  
21-febrero-2013  
realizó: Q. MGF

c:\pel\_data\spectra\q. organica\yolanda caballero\31948.sp