



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**CONTENIDO DE OXALATOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN  
ALIMENTOS DE ALTO CONSUMO EN MÉXICO**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
QUÍMICA DE ALIMENTOS**

**PRESENTA**

**PAMELA RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ**



**CIUDAD DE MÉXICO**

**AÑO 2019**



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:** Bertha Julieta Sandoval Guillen

**VOCAL:** José Pedraza Chaverri

**SECRETARIO:** Nimbe Torres y Torres

**1er. SUPLENTE:** Adriana Berenice Pérez Jiménez

**2° SUPLENTE:** Adriana Vega Pérez

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA**

DEPARTAMENTO DE FISIOLÓGIA DE LA NUTRICIÓN. INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS  
MÉDICAS Y NUTRICIÓN SALVADOR ZUBIRÁN.

**ASESOR DEL TEMA:**

Dra. Nimbe Torres y Torres

**SUPERVISOR TÉCNICO:**

Dra. Azalia Ávila Nava

**SUSTENTANTE:**

Pamela Rodríguez Hernández

## **AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS:**

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme las mejores enseñanzas académicas en México y sobre todo en la mejor Facultad para estudiar Química de Alimentos: la Facultad de Química, la cual me ha dejado los mejores conocimientos para mi futuro en México además de darme de las mejores vivencias que he tenido en mi vida dentro de sus instalaciones, igualmente agradezco a cada uno de los profesores que hizo que este proceso de preparación en Licenciatura sea culminado con mi Titulación.

Al Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición, Departamento de Fisiología de la Nutrición por permitirme probar mis conocimientos adquiridos en sus laboratorios de Alta Especialidad, sobre todo a mi Asesor Dra. Nimbe Torres y Torres por abrirme las puertas de su gran equipo de trabajo para realizar mi Estancia Estudiantil y Tesis, a mi Supervisor Técnico: la Dra. Azalia Ávila Nava por siempre creer en mí y apoyarme en cada paso que he dado en este tiempo y al Dr. Armando Tovar por igualmente siempre brindarme su apoyo y consejo.

Al CONACYT por su apoyo con la aportación del Apoyo para Ayudante de Investigador Nivel III.

A mi Jurado Asignado: Dres. Julieta Sandoval y Jose Pedraza, sus excelentes aportaciones han sido fundamentales para el término de este ciclo, además de que su paciencia ha sido clave para que pudiera llegar hasta este punto.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento y dedicación.

## **AGRADECIMIENTOS PERSONALES:**

A mis más grandes pilares y motor de cada uno de mis días: **Mis padres** (Alicia Hernández y Carlos Rodríguez), quienes no solo me dieron la vida, si no que han depositado su confianza en mi persona. Mamá y papá, me han criado con los más grandes valores y me han dado la mejor educación que cualquier persona quisiera recibir; incluso antes de nacer ustedes ya veían por mis hermanos y por mí, sé lo duro que han trabajado y sin importar el cansancio me han ofrecido su mano y apoyo durante mis días buenos y malos, créanme cuando les digo que cada uno de sus esfuerzos han formado base fundamental en mi persona, ahora más que nunca soy consciente de ello. Los amo demasiado y este logro no puede ser mío si no es suyo, son mi más grande ejemplo para seguir, mi mayor dedicación y agradecimiento es hacia ustedes. Infinitas gracias, los amo.

¿Qué sería de una mujer cómo yo sin unos hermanos cómo ustedes? **A David y Carlos Rodríguez**, quiénes me han protegido, mimado, regañado, cubierto mil y una fechorías, quiénes me han amado siempre, gracias a ustedes por siempre tener su mano amiga y por ser mis güaches locos, yo igual siempre estaré para ustedes, los amo con todo mi corazón. **A mi cuñada Laura** por llegar a hacer muy feliz a mi hermano Carlos y una dedicación súper especial a **mi sobrino Axel David**, que a pesar de que aún no naces, algún día te contaré de cómo intenté correr con todos mis trámites para que tu mami, tu papi y tú (en la pancita) pudieran estar conmigo, al parecer no lo logré, espero que cuándo crezcas entiendas muy bien que hay que aprender a balancear la vida laboral y tus logros personales para siempre evolucionar y salir adelante (es muy difícil pero veras que vale la pena). Quiero que sepas que eres una inspiración muy grande en mi vida, aún no naces y ya quiero cuidarte para siempre, darte todo el amor del mundo y que sepas que tienes una tía que haría cualquier cosa por ti, te amo.

**Gracias a mis otras mamás, “La Chula” y “Tiuchis”** (María Piedra y Ma.Cruz Hernández), si Dios me dio la bendición de tener una excelente madre, con ustedes me bendijo aún más, gracias por nunca dejarme sola y quererme cómo sólo ustedes saben hacerlo.

Disfrutar y compartir la vida junto a ustedes literalmente en las buenas, no tan buenas, malas y muy malas... siempre me hará sentir bendecida. **A mis primas hermanas y mejores amigas: Clau Suárez, Nancy Suárez, Marisol Hdez, Karina Hdez y Lidia Hdez.** Este nuevo logro va también para ustedes, por cada momento que hemos compartido, todos y cada uno de ellos han sido muy especiales y sé que ahora con la llegada de la hermosa **Ivanna** comenzaremos una nueva etapa de memorias inolvidables para todas nosotras, de verdad que sé que con ustedes siempre voy a poder contar sin importar absolutamente nada. Muchas gracias por siempre creer en mí.

**A mi padrino Carlos Zuñiga** por el apoyo tan grande que me has dado durante toda mi vida, no tengo palabras para agradecer todo lo que me has apoyado en la etapa de mi primera casa (uno de los mayores logros que he tenido en la vida) de manera definitiva, este logro también va para ti. **A mis sobrinos Diego y Vanne,** quiénes han sido parte de mis más grandes alegrías; gracias por todo el apoyo y risas a su lado, son los primeros seres humanos que he visto crecer desde la pancita hasta sus ya 10 y 15 años, no me puedo sentir más que orgullosa por tenerlos cómo sobrinos, sigan siendo tan unidos como hasta ahora y sigan creciendo tan alegres e inteligentes, nunca dejen de perseguir sus sueños.

Hay de anécdotas a anécdotas y definitivamente las tuyas son las que más me gustan y las que jamás me canso de escuchar, **Abue Luisa:** ¡Qué bendición es ser tu nieta! Muchas gracias por quererme tan bonito, justo en esta etapa de mi vida he tenido la oportunidad de platicar y convivir más contigo y tu bendición de la mañana siempre me llena de paz, nuevamente muchas gracias por todo ¡Qué me dueres para siempre! **Tía Mary,** igualmente he tenido la fortuna de tenerte a mi lado en esta etapa tan fuerte para mí, no sólo por mi titulación, si no por todos los cambios buenos que gracias a Dios he tenido en mi vida y tú me has ofrecido un techo para descansar, todo tu apoyo y cariño, millones de gracias, no tengo cómo pagarte las atenciones hacía mí e igualmente muchísimas de gracias **a mis primos Miriam y Ricardo,** quiénes me han dado cama y muchas sonrisas al llegar a su casa, de verdad que el esfuerzo que han hecho por mí no tengo cómo agradecerse.

Siempre es importante contar con alguien que te ame mucho, que te proteja, que te procure, que te respete, que te admires, que te admire, que te de mucha pero mucha paz, y eso encuentro en ti **mi amor: Daniel García** gracias por un día decidir que conmigo podías tener una historia bonita y pedir que tomara tu mano para comenzar esta gran aventura, el apoyo incondicional que me has dado durante ya estos 2 años me hace enamorarme cada día más de ti, estoy segura que si nos lo seguimos proponiendo llegaremos muy lejos, siempre juntos, siempre de la mano. De mis mayores agradecimientos y dedicación para ti. Te amo.

A mi mejor amiga de toda la vida, **Dany Castilla** quién no sólo es mi amiga por elección si no la hermana que nunca tuve, mi amiga más antañona y la que me ha visto en mis peores y mejores momentos, gracias por tanto amigami, sé que seremos amigas hasta que la muerte nos separe.

A las mejores amigas que pude haber encontrado en la Facultad de Química: **Nat, Ale, Fri y Karla**; millones de gracias por tantas vivencias, sé que, aunque la vida nos ha puesto distancia en kilómetros eso no quiere decir que nuestra amistad se distancie y les quiero agradecer que precisamente a pesar de la distancia, seguimos creando momentos inolvidables juntas.

El Instituto de Nutrición igualmente me ha dejado personas que no quiero perder nunca, mi agradecimiento y dedicación a: **Chio, Azalia, Adri Rosas y Chabe**, ustedes tenían toda la experiencia del mundo dentro del laboratorio y me guiaron durante toda mi estancia ahí para poder lograr esto que sea veía lejos pero que por fin está culminando, a todas ustedes: Millones de gracias.

Por último, quiero agradecer a **HERDEZ** por permitirme probar en la Industria que mi potencial va más allá del que creo, me ha retado en muchos aspectos, pero definitivamente el estar dentro de la empresa me ha ayudado a confiar más en mí y a siempre ir por el Sí. Gracias a **Martha Guerra**, la primer jefa, líder y mentora que he tenido dentro de la Industria y de la cual me quedé con muchísimos aprendizajes, a mis compañeros y ex compañeros de HERDEZ que han hecho cambios positivos en mi vida: **Marieta, Karla y Erick**, gracias por todo su apoyo en este mundo de locura, el mundo godín.

**A todos ustedes:**

Las personas que hacen bonito tu mundo son aquellas que permanecen. O sea, quienes te reconfortan, te sacan sonrisas, te sosiegan y te mantienen fuerte ante la vida. Con ellas las relaciones son sólidas, consistentes y leales

La *gente bonita*, es la sincera, la que aprieta la mano y cuando mira a los ojos llega hasta el corazón. Su sola presencia emociona, porque respetan, porque no juzgan y porque siempre dan la cara. Por eso son las personas que hacen lindo nuestro mundo.

**Todos ustedes hacen más lindo mi mundo. para siempre.... GRACIAS**

**Pamela**

# ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>RESUMEN</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1. Introducción</b>  |           |
| 1.1 Oxalatos definición y metabolismo                           | 3         |
| 1.2 <i>Oxalobacter formigenes</i> en el metabolismo del oxalato | 5         |
| 1.3 El papel de los oxalatos en diversas patologías             | 6         |
| 1.4 Oxalatos y estrés oxidante                                  | 8         |
| 1.5 Oxalatos y su relación con los antioxidantes                | 9         |
| <b>2. Objetivo General</b>                                      | <b>11</b> |
| 2.1 Objetivos específicos                                       | 11        |
| <b>3. Hipótesis</b>   | <b>11</b> |
| <b>4. Metodología</b>   | <b>11</b> |
| 4.1 Determinación de la concentración de oxalatos               | 12        |
| 4.2 Determinación de la capacidad antioxidante                  | 13        |
| 4.3 Mapa conceptual de las metodologías empleadas               | 14        |
| 4.4 Análisis estadístico  | 14        |
| <b>5. Resultados</b>  | <b>15</b> |
| 5.1 Concentración de oxalatos en diferentes alimentos           | 15        |
| 5.1.1 Oxalatos en frutas  | 15        |
| 5.1.2 Oxalatos en vegetales y chiles                            | 16        |
| 5.1.3 Oxalatos en leguminosas                                   | 17        |
| 5.1.4 Oxalatos en cereales sin y con grasa                      | 18        |
| 5.1.5 Oxalatos en azúcares con grasa y moles                    | 19        |
| 5.1.6 Oxalatos en aceites y grasas con proteína                 | 19        |
| 5.1.7 Oxalatos en alimentos de origen animal                    | 19        |
| 5.1.8 Oxalatos en alimentos altos en azúcar                     | 19        |
| 5.1.9 Oxalatos en alimentos libres de energía                   | 19        |
| 5.1.10 Oxalatos en sustitutos de leche                          | 19        |
| 5.2 Concentración de antioxidantes en diferentes alimentos      | 20        |
| 5.2.1 Actividad antioxidante en frutas                          | 20        |
| 5.2.2 Actividad antioxidante en vegetales y chiles              | 21        |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 5.2.3  | Actividad antioxidante en leguminosas                   | 22 |
| 5.2.4  | Actividad antioxidante en cereales sin y con grasa      | 22 |
| 5.2.5  | Actividad antioxidante en azúcares con grasa y moles    | 22 |
| 5.2.6  | Actividad antioxidante en aceites y grasas con proteína | 22 |
| 5.2.7  | Actividad antioxidante de alimentos de origen animal    | 23 |
| 5.2.8  | Actividad antioxidante en alimentos altos en azúcar     | 23 |
| 5.2.9  | Antioxidantes en alimentos libres de energía            | 23 |
| 5.2.10 | Oxalatos en sustitutos de leche.                        | 23 |
| 6      | Discusión de Resultados                                 | 39 |
| 7      | Conclusiones  | 42 |
| 8      | Referencias Bibliográficas                              | 43 |
| 9      | Anexo   | 50 |

## TABLAS

**Tabla 1.0** Factores dietarios promotores de litogénesis y su mecanismo.

**Tabla 2.0** Clasificación de los valores de concentración de oxalatos obtenidos por análisis estadístico.

**Tabla 3.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversas **FRUTAS** de alto consumo en México.

**Tabla 4.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **VEGETALES** de alto consumo en México.

**Tabla 5.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **CHILES** de alto consumo en México.

**Tabla 6.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversas **LEGUMINOSAS** de alto consumo en México.

**Tabla 7.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **CEREALES SIN GRASA** de alto consumo en México.

**Tabla 8.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en un **CEREAL CON GRASA** de alto consumo en México.

**Tabla 9.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **AZÚCARES CON GRASA** de alto consumo en México.

**Tabla 10.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **MOLES** de alto consumo en México.

**Tabla 11.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **ACEITES Y GRASAS CON PROTEÍNA** de alto consumo en México.

**Tabla 12.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL** de alto consumo en México.

**Tabla 13.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **ALIMENTOS ALTOS EN AZÚCAR** de alto consumo en México.

**Tabla 14.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **ALIMENTOS LIBRES DE ENERGÍA** de alto consumo en México.

**Tabla 15.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **SUSTITUTOS DE LECHE** de alto consumo en México.

**Tabla 16.0** Clasificación de los valores de concentración de antioxidantes obtenidos por análisis estadístico

**Tabla 17.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversas **FRUTAS** de alto consumo en México.

**Tabla 18.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **VEGETALES** de alto consumo en México.

**Tabla 19.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **CHILES** de alto consumo en México.

**Tabla 20.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversas **LEGUMINOSAS** de alto consumo en México.

**Tabla 21.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **CEREALES SIN GRASA** de alto consumo en México.

**Tabla 22.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversas **CEREALES CON GRASA** de alto consumo en México.

**Tabla 23.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **AZÚCARES CON GRASA** de alto consumo en México.

**Tabla 24.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **MOLES** de alto consumo en México.

**Tabla 25.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **ACEITES Y GRASAS CON PROTEÍNA** de alto consumo en México.

**Tabla 26.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL** de alto consumo en México.

**Tabla 27.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **ALIMENTOS ALTOS EN AZÚCAR** de alto consumo en México.

**Tabla 28.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **ALIMENTOS LIBRES DE ENERGÍA** de alto consumo en México.

**Tabla 29.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **SUSTITUTOS DE LECHE** de alto consumo en México.

## FIGURAS

**Figura 1.** Vía del Metabolismo del oxalato

**Figura 2.** Mecanismo propuesto del paso de oxalato en hígado, estómago, tracto intestinal y riñón.

**Figura 3.** Vía metabólica de degradación de oxalato mediante la actividad de *Oxalobacter formigenes* en el intestino.

**Figura 4.** Formación intracelular de especies reactivas de oxígeno

**Figura 5.** Modelo hipotético que representa la deposición de cristales de oxalato de calcio en células renales por endocitosis y el proceso intracelular durante condiciones litiasis renal

**Figura 6.** Reacciones enzimáticas que se llevan a cabo para la determinación de oxalato en la muestra.

**Figura 7.** Reacción generada para el ensayo de actividad antioxidante evaluada por el método ORAC.

## ABREVIATURAS

**±DS** → Desviación estándar.

**AAPH** → Dihidrocloruro de 2,2'-azobis(2-metilpropionamida).

**AGT** → Alanina:glicolato aminotransferasa

**AUC** → Área bajo la curva.

**Ca<sup>2+</sup>** → Calcio

**CaOx** → Oxalato de calcio.

**CO<sub>2</sub>** → Dioxido de carbono.  
**DMAB** → Ácido 3-(diametilamino)-benzoico.  
**EO** → Estrés oxidante.  
**ER** → Especies reactivas.  
**ERO** → Especies reactivas de oxígeno.  
**Fe<sup>2+</sup>** → Hierro  
**GO** → Glicolato oxidasa.  
**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** → Peróxido de hidrógeno.  
**HCl** → Ácido clorhídrico.  
**LDH** → Lactato dehidrogenasa.  
**LPO** → lipoperoxidación o peroxidación lipídica.  
**MDA** → Malondialdehido.  
**MBTH** → 3-metil-2-benzotiazolina hidrazona.  
**Mg<sup>2+</sup>** → Magnesio  
**n** → Número de muestras.  
**ND** → No detectado.  
**NS** → No significativo  
***O. formigenes*** → *Oxalobacter formigenes*.  
**ORAC** → Capacidad de absorción de radicales de oxígeno.  
**Oxalil- CoA** → Oxalil coenzima A.  
**OxIT** → Intercambiador oxalato-formiato  
**ROO·** → Radical peroxilo.  
**rpm** → Revoluciones por minuto  
**SLC** → Acarreadores de solutos.  
**SMAE** → Sistema Mexicano de Alimentos equivalentes.

## RESUMEN

**Introducción.** Los oxalatos son ácidos dicarboxílicos generados como producto final del metabolismo de plantas y humanos. La concentración de oxalatos en los seres humanos depende tanto de fuentes endógenas como exógenas. En el metabolismo endógeno se producen oxalatos en el hígado a partir del glioxalato, el cual se genera como metabolito intermedio de la glicina, hidroxiprolina y glicolato. De manera exógena, la concentración de oxalato puede modificarse dependiendo de los alimentos que se consuman en la dieta habitual. Actualmente se sabe que el exceso de oxalatos promueve la formación de cristales en el organismo debido a que actúan como agentes quelantes de diversos cationes como el calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), hierro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ). La generación de estos cristales se ha asociado con diferentes patologías como nefropatía, gota, artritis reumatoide, vulvodinia, así como también alteraciones en las personas que se han practicado cirugía bariátrica. Además, el exceso de oxalatos también se ha relacionado con el aumento en la producción de especies reactivas y la generación de estrés oxidante, lo cual promueve el daño celular al facilitar la fijación del oxalato de calcio y su subsecuente acumulación, hasta la formación de cálculos y alteración de las membranas celulares. **Justificación.** Debido a las alteraciones que se promueven por el exceso de oxalatos, es de gran importancia generar estrategias que permitan controlar los niveles de éstos en el organismo. Una de ellas es a través de la regulación del consumo de alimentos con alto contenido de oxalatos, así como el aumento del consumo de antioxidantes a través de la dieta. Debido a ello, se analizó la concentración de oxalatos y antioxidantes presentes en diferentes alimentos de alto consumo en la población mexicana. **Hipótesis.** La generación de información acerca de la concentración de oxalatos y antioxidantes en alimentos de alto consumo en México se utilizará como una herramienta en las estrategias dietarias para el tratamiento o control de dichas patologías. **Metodología.** Se realizó la determinación de la concentración de oxalatos y actividad antioxidante en diferentes alimentos consumidos por la población mexicana clasificados en grupos establecidos por el Sistema Mexicano de Equivalentes como: frutas, verduras, chiles, cereales sin grasa, aceites, grasas con proteína, alimentos de origen animal, azúcares, alimentos libres, moles y sustitutos de leche. La concentración de

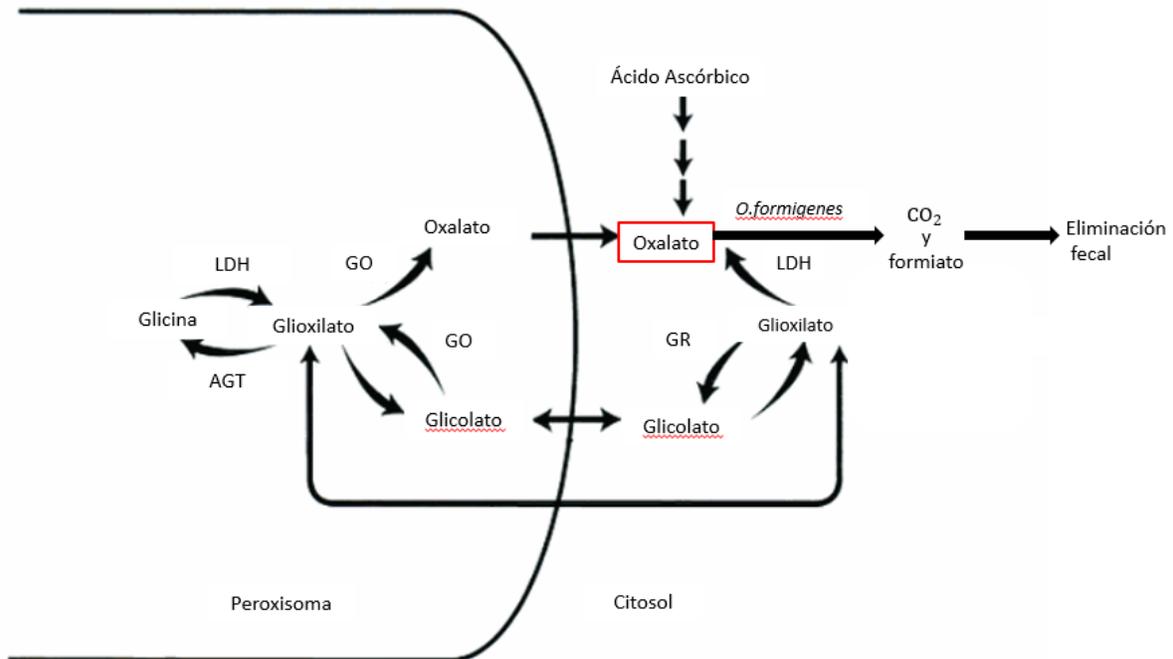
oxalatos se realizó utilizando el Kit de oxalato y la determinación de la actividad antioxidante fue a través del método ORAC. **Resultados.** Los resultados de la concentración de oxalatos y la actividad antioxidante de los diferentes alimentos se clasificaron en las siguientes categorías: muy alto, alto, bajo y muy bajo. Las concentraciones más altas de oxalato se encontraron en la granada, la espinaca cruda, la verdolaga, el amaranto, la semilla de chía, la avellana, el huanzontle, el cacao, el nopal crudo y diferentes tipos de moles; mientras que los alimentos con muy bajos niveles de oxalatos fueron champiñones crudos, manzana roja, naranjas, tomate, arándano, cuitlacoche y queso Oaxaca. Acerca de la actividad antioxidante, las fresas y moras presentaron los niveles más altos, seguidas del mole rojo, el pinolillo, el cacao, la vainilla, la flor de jamaica y los chocolates de Oaxaca y Chiapas. Además, se observó que únicamente existe una correlación lineal moderada de la concentración de oxalatos y la actividad antioxidante en alimentos como los azúcares con grasa, aceites con grasa y proteína. **Conclusión.** La información generada acerca de la concentración de oxalatos y actividad antioxidante en alimentos de alto consumo en la población mexicana podrá servir de apoyo nutricional en diversas estrategias dietarias para el control de enfermedades específicas relacionadas con el metabolismo de oxalatos a través de los profesionales de la nutrición y de la salud.

## 1.0 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Oxalatos: definición y metabolismo

Los oxalatos son ácidos dicarboxílicos (HOOC-COOH) que provienen principalmente del metabolismo endógeno y de la dieta. En el organismo, el único precursor de oxalato es glioxilato. El glioxilato se forma a partir de compuestos como glicolato, glicina y el  $\gamma$ -hidroxi- $\alpha$ -cetoglutarato, el cual es un metabolito de hidroxiprolina. El gliconato genera glioxilato a través de la enzima glicolato oxidasa (GO), y la glicina lo lleva a cabo a través de la enzima lactato dehidrogenasa (LDH) (Figura 1); en condiciones saludables, solo parte del glioxilato es transformado en oxalato.

Otra vía de generación de oxalatos de manera endógena es a través del ácido ascórbico, el cual pueden convertirse en oxalato sin formación previa de glioxilato (Figura 1).

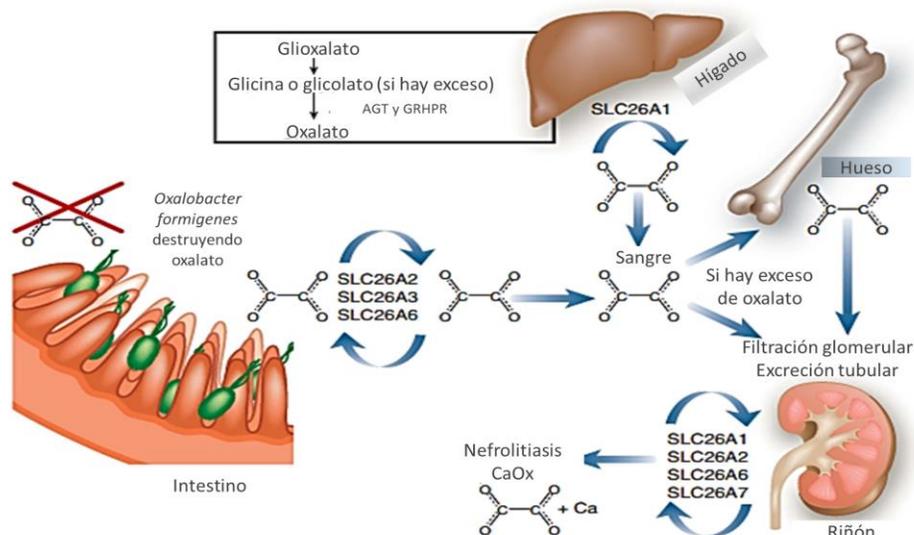


**Figura 1.** Vía del Metabolismo del oxalato (Tomada y modificada de Ruml y colaboradores, 1997). AGT: Alanina:glicolato aminotransferasa, GO: Glicolato Oxidasa, LDH: Lactado dehidrogenasa.

De manera exógena, el oxalato proveniente de la dieta es internalizado al hígado a través de los transportadores de soluto y es absorbido a nivel intestinal a través de un transportador que pertenece a la familia de acarreadores de solutos (SLC, por sus siglas en inglés), específicamente el portador de soluto ligado 26 (SLC26). Este transportador de intercambio aniónico promueve la excreción del oxalato por el riñón a través de dos filtraciones, glomerular y tubular (Ivanovsk y Drüeke i, 2013; Toblli et al, 2003) (Figura 2).

La cantidad de oxalatos excretados en la orina es un factor de riesgo para la generación de diversas patologías. La excesiva acumulación de oxalatos en el organismo provoca que estos compuestos puedan actuar como agentes quelantes de diversos cationes como el calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), el hierro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) y el magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), promoviendo la formación de cristales en el organismo, los cuales son capaces de inducir daño generalizado a diversos tejidos.

Anteriormente se sabía que la contribución del oxalato proveniente de la dieta sólo era del 10% de la excreción diaria de oxalato. Sin embargo, actualmente se ha incrementado el interés por conocer la cantidad de oxalatos provenientes de la dieta ya que se ha demostrado que del 24% al 53% del oxalato urinario proviene de una ingesta de 10 a 250 mg de oxalato por día (Holmes y Assimios, 2004).

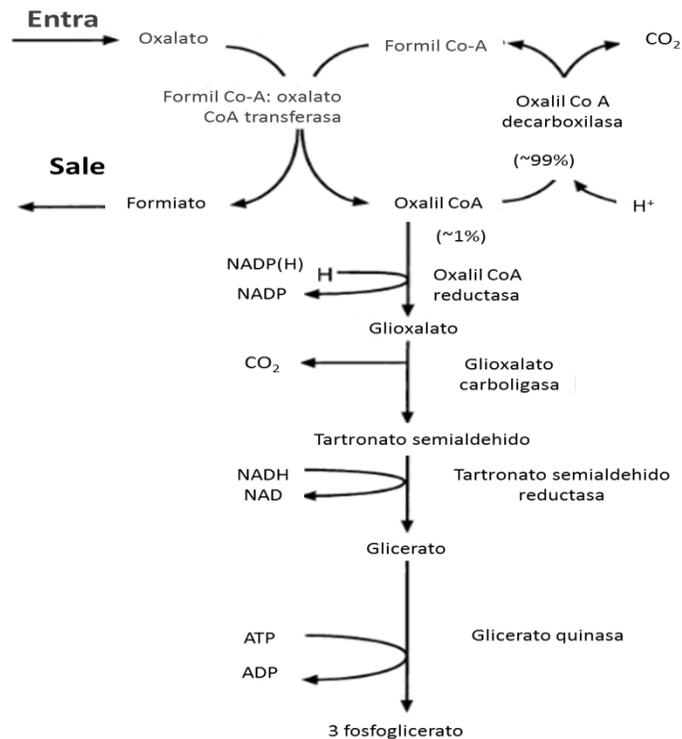


**Figura 2.** Mecanismo propuesto del paso de oxalato en hígado, tracto intestinal y riñón (Tomada y modificada de Ivanovski, 2013). SLC: Portador de Solute Ligado (26A1, 26A2, 26A3, 26A6, 26A7), AGT: Alanina:glicolato aminotransferasa.

## 1.2 *Oxalobacter formigenes* en el metabolismo del oxalato

Otra vía de eliminación del oxalato es mediante la actividad de la bacteria *Oxalobacter formigenes*. Esta bacteria es un microorganismo anaerobio que se encuentra de manera natural en el colon humano, y utiliza como fuente de energía al carbono del oxalato. Al metabolizar este compuesto genera una fuerza motriz debido al intercambio de protones para la conservación de energía la cual es generada por un gradiente electrogénico de oxalato y formato debido al intercambio de oxalato-formato (OxIT) (Figura 3).

Esta vía metabólica es de gran importancia para la salud, ya que es una forma de prevenir la excesiva acumulación de oxalatos en el organismo. En diversos estudios se ha demostrado que individuos que fueron colonizados con *O. formigenes* presentaron una disminución del 70% en el riesgo presentar cálculos de oxalato de calcio (Kaufman et al, 2008). Lo anterior, concuerda con la reducción en la incidencia de hiperoxaluria que se observó en pacientes con problemas renales a los cuales se les administró *O. Formigenes* (700 millones) (Jairath et al, 2015).



**Figura 3.** Vía metabólica de degradación de oxalato mediante la actividad de *Oxalobacter formigenes* en el intestino. (Tomada y modificada de Massey, 2007).

### 1.3 El papel de los oxalatos en diversas patologías

La regulación del metabolismo de oxalatos juega un papel importante en el desarrollo de algunas patologías. En diversos estudios se ha demostrado que el aumento de consumo de alimentos con un alto contenido de oxalatos promueve la formación de cristales en el organismo e induce daño en este (Bele et al, 2012), principalmente en enfermedades renales (Tiselius y Hojaard, 1999), gota (Villanueva et al, 2007), artritis reumatoide (Morales et al, 2019), vulvodinia (Ricci,2010); así como también en alteraciones en personas que se hayan practicado cirugía bariátrica (Esquide et al, 2011).

Una de las principales patologías asociadas al exceso de oxalatos es la litiasis renal o nefrolitiasis. Esta enfermedad consiste en la formación de cálculos renales en las vías urinarias desde el riñón hasta los uréteres. La formación de cálculos sucede cuando la concentración de los componentes de la orina alcanza un nivel de sobresaturación en el que es imposible su solubilización (Anicama, 2003). Se ha podido demostrar a nivel experimental que existen diferentes niveles de saturación de estas sales de calcio en los túbulos renales (Tiselius y Hojaard 1999; Imperiale et al, 2001). Esta patología afecta alrededor del 1-3% de la población mundial y la tasa de recurrencia es bastante alta (Ramasamy, 2003). En México se ha informado una prevalencia de 2.4 casos de urolitiasis por cada 10,000 sujetos derechohabientes del Instituto Mexicano del Seguro Social (Sanchez et al, 2014).

Actualmente se sabe que uno de los factores ambientales asociados a la generación de este tipo de compuestos es el consumo excesivo de oxalatos a través de la dieta (Tabla 1). Entre los factores dietarios que pueden actuar como promotores e inhibidores de litogénesis destacan el oxalato, el sodio, fuentes de proteína animal, vitamina C y los carbohidratos (Negri, 2013).

**Tabla 1.** Factores dietarios promotores de litogénesis y su mecanismo:

| <b>Factor dietario</b> | <b>Mecanismo propuesto</b>                     |
|------------------------|--|
| <b>Oxalato</b>         | Incremento en la excreción urinaria de oxalato |
| <b>Sodio</b>           | Incremento en la excreción urinaria de calcio  |

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Proteína animal</b> | Incremento en la excreción urinaria de calcio y ácido úrico y la reducción en la excreción urinaria de citrato |
| <b>Vitamina C</b>      | Incremento en la generación y excreción de oxalato   |
| <b>Carbohidratos</b>   | Incremento en la excreción urinaria de calcio  |

La cirugía bariátrica es otra de las patologías asociadas a la excesiva acumulación de oxalatos. Se ha demostrado que los pacientes que han sido sometidos a cirugía bariátrica presentan cálculos de oxalato de calcio, a través de mecanismos de hiperoxaluria (Esquide et al, 2011) (Canales y Gonzales, 2014).

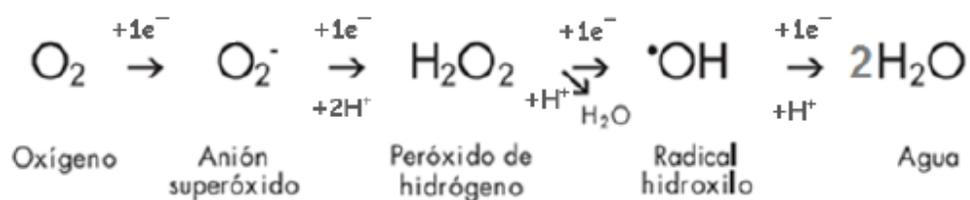
La vulvodinia, es una patología compleja que se define como un dolor crónico de la vulva, el cual puede ser generalizado o localizado. Se estima que la prevalencia en Estados Unidos de América es del 15%, aproximadamente 14 millones de mujeres lo padecen (Ricci, 2010); en México no hay datos claros sobre la prevalencia e incidencia de esta patología. Sin embargo, en algunos estudios se menciona que puede presentarse hasta en el 15% en la consulta ginecológica. Un estudio en el que se aplicó una encuesta a 2,127 mujeres determinó que en un 3.8% había presentado vulvodinia; se informa que cada año se presenta un caso nuevo por cada 20 a 50 mujeres, mientras que a lo largo de un año sólo una de cada 10 mujeres que padecen vulvodinia, tendrá remisión de los síntomas (CENETEC, 2015). Los oxalatos urinarios pueden ser considerados irritantes inespecíficos que pudieran estar involucrados en las complicaciones de la vulvodinia. Sin embargo, el impacto de los oxalatos como iniciador de esta patología es poco probable (Ricci, 2010). Diferentes publicaciones sugieren que una dieta con restricción de oxalatos genera un efecto benéfico (Ricci, 2010). En otros estudios han mostrado que la restricción del consumo de oxalatos en la dieta, en pacientes con una función excreción urinaria anormal, ha generado un efecto benéfico sobre la función renal hasta en un 37% de los casos (Poole et al, 1999).

Existen estudios recientes que han sugerido que los oxalatos pueden contribuir, o por lo menos tener un papel en el daño neuropsiquiátrico y en la disfunción del

comportamiento en los niños con trastorno de autismo, ya que la hiperoxaluria es una alteración que podría estar involucrada en la patología de dicho trastorno (Konstantynowicz, 2011). El autismo es un trastorno complejo del desarrollo neurológico que afecta gravemente las habilidades sociales, de comportamiento y de comunicación en niños afectados. México no cuenta con un registro del número de casos, pero es posible estimar que uno por cada 88 nacimientos posee el trastorno de autismo y que, por cada 3 varones con autismo, hay una niña (Reynoso, 2015, Clínica de Trastornos de Comunicación y Autismo del Centro Médico ABC).

#### 1.4 Oxalatos y estrés oxidante

Los oxalatos juegan un papel importante en el desarrollo de patologías que están relacionadas con la generación de estrés oxidante (EO). El EO es el desequilibrio entre las especies reactivas de oxígeno (ERO) y el sistema antioxidante encargado de eliminar dichas especies (Rodríguez et al, 2004). Las ERO se generan en condiciones fisiológicas normales, a través de la cadena de electrones y la fosforilación oxidativa (Figura 4). Sin embargo, cuando hay alteraciones en estos procesos, se genera un exceso de ERO. Las ERO son especies químicas que poseen un electrón no apareado en el último orbital, por lo que son capaces de extraer un electrón de las moléculas vecinas para complementar su orbital y es por ello por lo que son componentes altamente reactivos y oxidantes.



**Figura 4.** Formación intracelular de especies reactivas de oxígeno (ERO) (Tomada y modificada de Benezér–Benezér, 2008).

Entre las moléculas que pueden oxidar las ERO se encuentran las proteínas, ácidos nucleicos, lípidos y carbohidratos (Rodríguez et al, 2004). Los lípidos, son probablemente una de las biomoléculas más susceptible al daño oxidante. El proceso de oxidación de los lípidos es llamado lipoperoxidación, en éste se generan compuestos tóxicos como el malondialdehído (MDA).

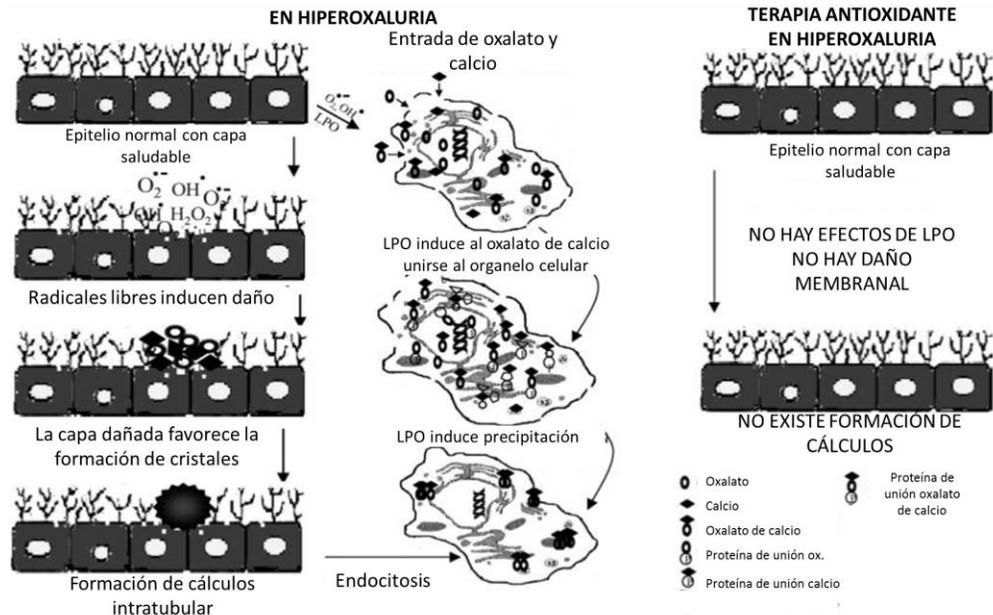
Uno de los principales componentes celulares dañados por este proceso son los lípidos de la membrana celular, lo cual promueve daños estructurales y de función en la célula. Existe evidencia científica que muestra que el proceso de lipoperoxidación está mediado también por el exceso de oxalatos (Ramasamy, 2003). La lesión en la membrana celular se considera una de las principales causas de retención de los cristales de oxalato de calcio en la célula. Las interacciones de la membrana con los complejos formados por los oxalatos inducen la generación de ERO promoviendo la oxidación de los lípidos de ésta, causando disminución del sistema antioxidante endógeno, fallo de la bomba de calcio y además se sabe que los cristales formados por los complejos de oxalato y calcio dañan la membrana celular mediante su interacción y resultan con la liberación de los contenidos celulares (Ramasamy, 2003).

### **1. 5 Oxalatos y su relación con los antioxidantes.**

Debido a la relación que existe entre los oxalatos y el EO, se han buscado estrategias para disminuir el daño oxidante, siendo el uso de antioxidantes una de las mejores estrategias ante diversas patologías relacionados con el metabolismo de los oxalatos.

Un antioxidante es una sustancia que neutraliza, previene y/o remueve la oxidación a un sustrato (Halliwell, 1990). A nivel celular, existe un sistema de defensa antioxidante endógeno, cuya función es impedir la formación de ERO o neutralizarlas una vez que se han formado. El sistema antioxidante enzimático está formado por un grupo de enzimas especializadas, como la superóxido dismutasa, catalasa, la glutatión peroxidasa y la glutatión reductasa, entre otras (Ramasamy, 2001). Sin embargo, bajo ciertas condiciones este sistema antioxidante disminuye o no alcanza a eliminar todas las ERO. Por ello, se han buscado otras fuentes de antioxidantes para los pacientes que han sido diagnosticado con patologías asociadas a la excesiva acumulación de oxalatos y EO como es el caso de la hiperoxaluria (Figura 5). Todo ello con el fin de disminuir las alteraciones metabólicas y/o complicaciones presentes en estas patologías. Lo anterior, basado

en la idea de la reducción del consumo de oxalatos y un aumento en el consumo de antioxidantes a través de la dieta.



**Figura 5.** Modelo hipotético que representa la deposición de cristales de oxalato de calcio en células renales por endocitosis y el proceso intracelular durante condiciones litiasis renal (Tomada y modificada de Ramasamy, 2001).

Aunque existen diversos estudios que han reportado el contenido de oxalatos y actividad antioxidante en diferentes alimentos, los valores para un mismo alimento pueden variar. Lo anterior puede deberse a los métodos de análisis y/o variación biológica, incluyendo el tipo de cultivo, el tiempo de la cosecha, las condiciones de cultivo y la biodisponibilidad de estos compuestos en los alimentos (Massey, 2007). Debido a ello, se llevó a cabo un análisis de la concentración de oxalatos y actividad antioxidante de 124 alimentos, para poder generar evidencia que pueda servir como apoyo en la generación de estrategias nutrimentales utilizadas en estas patologías.

## **2.0 OBJETIVO GENERAL**

Generar un compendio que contenga información acerca del contenido de oxalatos y la actividad antioxidante en diferentes alimentos de alto consumo en México cómo herramienta para generar estrategias dietarías en patologías asociadas con el metabolismo de los oxalatos y el estrés oxidante.

### **2.1 Objetivos específicos:**

**2.1.1** Evaluar la concentración de oxalatos en diferentes alimentos de alto consumo en México clasificados en los siguientes grupos: frutas, verduras, chiles, cereales sin grasa, aceites, grasas con proteína, alimentos de origen animal, azúcares, alimentos libres, moles y sustitutos de leche; cómo herramienta para generar estrategias dietarías en patologías asociadas con el metabolismo de los oxalatos.

**2.1.2** Evaluar la actividad antioxidante en diferentes alimentos de alto consumo en México clasificados en los siguientes grupos: frutas, verduras, chiles, cereales sin grasa, aceites, grasas con proteína, alimentos de origen animal, azúcares, alimentos libres, moles y sustitutos de leche; cómo herramienta para generar estrategias dietarías ante el daño oxidante asociado con el metabolismo de los oxalatos.

## **3.0 HIPÓTESIS:**

Si se genera un compendio con la información de la concentración de oxalatos y la actividad antioxidante presentes en alimentos de alto consumo en México entonces será utilizada como una herramienta para implementar estrategias dietarías en el tratamiento y/o control de diversas patologías asociadas con los oxalatos y el estrés oxidante.

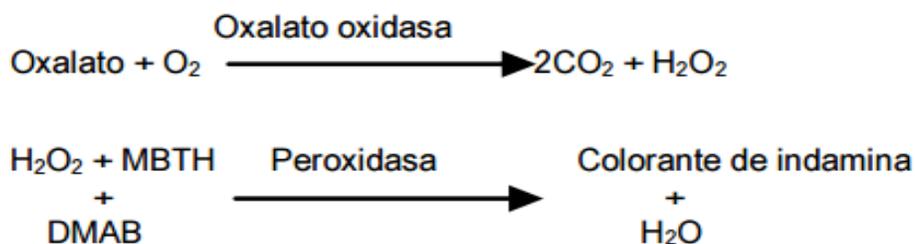
## **4.0 METODOLOGÍA**

Se obtuvieron 124 muestras de alimentos en diversos mercados y supermercados de fácil acceso a la población. Éstos fueron clasificados en grupos establecidos por

el Sistema Mexicano de Equivalentes (SMAE) como: frutas, verduras, chiles, cereales sin grasa, aceites, grasas con proteína, alimentos de origen animal, azúcares, alimentos libres, moles y sustitutos de leche.

#### 4.1 Determinación de la concentración de oxalatos

La determinación de la concentración de oxalatos en los diferentes alimentos se realizó con el Kit de Oxalatos marca Trinity Biotech (código 591) a través de un método enzimático (Liu, et al. 2009). En esta reacción el oxalato es oxidado a dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) por la enzima oxalato oxidasa. El  $\text{H}_2\text{O}_2$  reacciona con la 3-metil-2-benzotiazolina hidrazona (MBTH) y el ácido 3-(diametilamino) benzoico (DMAB) en presencia de peroxidasa para formar un colorante de indamina que presenta un máximo de absorbancia a 590 nm (Figura 6).



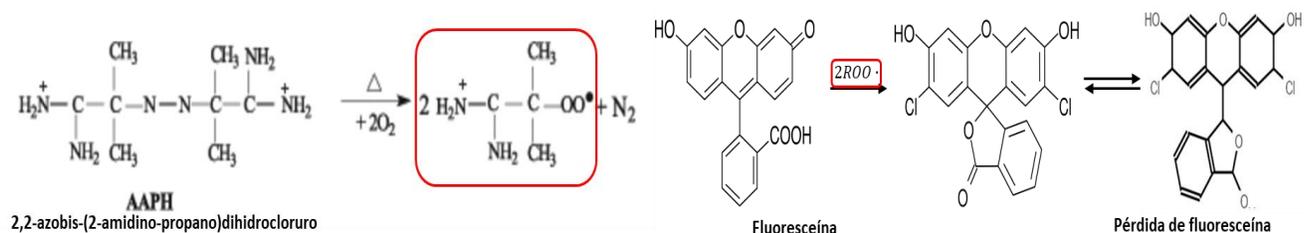
**Figura 6.** Reacciones enzimáticas que se llevan a cabo para la determinación de oxalato en la muestra.

#### Ensayo

Para la determinación de oxalatos se colocaron de 0.2-0.5 g de muestra (el tratamiento previo dependía de la naturaleza de esta), y se añadieron 1.6 mL de HCl (0.5 M). Posteriormente se colocaron en Baño María con agitación durante 20 minutos. Al finalizar este tiempo, se aforó a 10 mL con agua destilada y se almacenaron en refrigeración durante la noche. Al día siguiente las muestras se centrifugaron a 4000 rpm durante 10 min a 4°C. Una vez que se obtuvo el sobrenadante se tomaron 3 mL y se ajustó el pH a 5-7. Posteriormente se siguieron las indicaciones del fabricante (Trinity Biotech). Al finalizar, se determinó la absorbancia a 590 nm en el equipo Synergy™ con el software Gen 0.5. Todas las determinaciones se realizaron por duplicado.

## 4.2 Determinación de la actividad antioxidante

La actividad antioxidante se llevó a cabo mediante el método ORAC (capacidad de absorción de radicales de oxígeno). Este método se basa en la pérdida de fluorescencia debido a la presencia de especies reactivas. En el ensayo, se genera el radical peroxilo ( $\text{ROO}\cdot$ ) mediante el dihidrocloruro de 2,2'-azobis (2-metilpropionamida) (AAPH). Esta especie reactiva oxida a la fluoresceína, y provoca la pérdida de fluorescencia (Figura 7). Al finalizar el ensayo se obtiene el cálculo del área bajo la curva (AUC, por sus siglas en inglés). Para poder analizar los resultados, se utilizó Trolox como antioxidante de referencia (Avila-Nava et al, 2014).

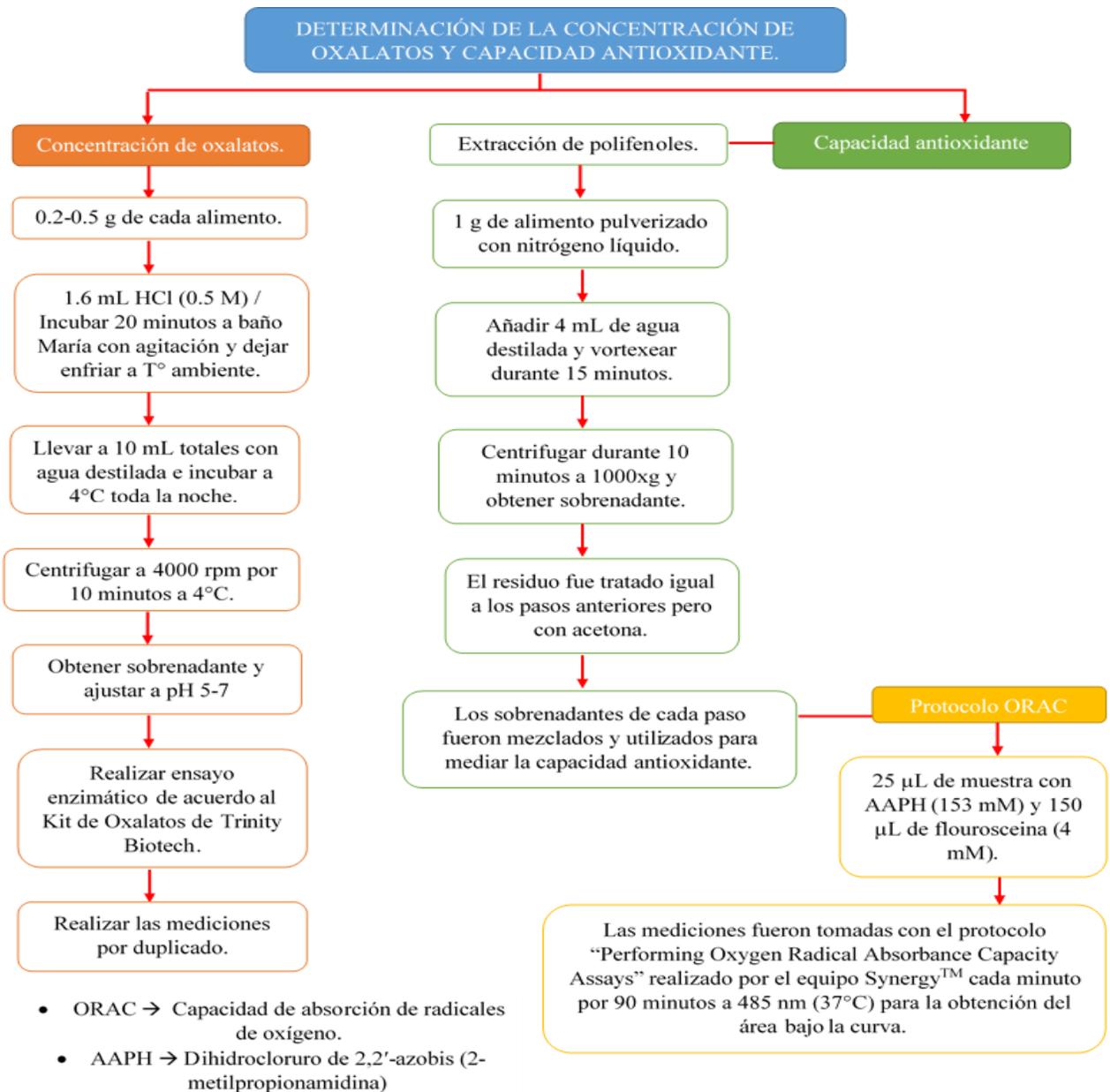


**Figura 7.** Reacción generada para el ensayo de actividad antioxidante evaluada por el método ORAC.

### Ensayo

La actividad antioxidante se realizó en extractos de cada uno de los alimentos. Para generar los extractos se molieron los alimentos en un mortero con nitrógeno líquido para mantener sus propiedades. Posteriormente, se pesó 1 g de cada alimento, se le agregaron 4 mL de agua desionizada y se centrifugó a 1000xg durante 10 min. El sobrenadante que se obtuvo se recuperó y al residuo se le agregaron 2 mL de agua desionizada, y nuevamente se centrifugó a 1000xg durante 10 min, se recuperó el sobrenadante. Se realizó nuevamente el procedimiento descrito anteriormente, pero con el uso de acetona al 100%. Los sobrenadantes obtenidos se mezclaron y se utilizaron para la determinación de la actividad antioxidante por el método ORAC. Para ello, se colocó en una placa negra de 96 pozos (marca Corning Costar) la siguiente mezcla: 25  $\mu\text{L}$  de muestra, 150  $\mu\text{L}$  de fluoresceína (40 nM) y 25  $\mu\text{L}$  de AAPH (150 mM). Se determinaron las longitudes de excitación de 485 nm y de emisión de 520 nm a través de una cinética de 90 min en un espectrofluorómetro Biotek Sinergy HT (Biotek, Winooski, VA, USA).

### 4.3 Mapa conceptual de las metodologías empleadas



### 4.4 Análisis estadístico

Para la concentración de oxalatos y actividad antioxidante (Equivalentes Trolox) se generaron intervalos iguales con 3 puntos de corte de las percentilas 25, 50 y 75 para crear 4 categorías (muy bajo, bajo, alto y muy alto), para lo cual se utilizó el programa estadístico SPSS para MAC (versión 23).

En la categoría muy bajo se encuentran los datos con contenidos por debajo de la percentila 25, la categoría bajo comprende los datos de la percentila 25 a la 50, la

categoría alto comprende datos de la percentila 50 a la 75 y finalmente la categoría muy alto son aquellos datos por arriba de la percentila 75. Esta categorización se hizo con respecto a diferentes cantidades de alimentos como: gramo, 100 gramos de alimento y la porción sugerida del SMAE.

## 5.0 RESULTADOS

### 5.1 Concentración de oxalatos en diferentes alimentos.

Los resultados del contenido de oxalato presente en 124 muestras de alimentos clasificados como: frutas, verduras, chiles, cereales sin grasa, aceites, grasas con proteína, alimentos de origen animal, azúcares, alimentos libres, moles y sustitutos de leche se describen en la tabla 2.0

**Tabla 2.0** Clasificación de los valores de concentración de oxalatos obtenidos por análisis estadístico:

| Clasificación | mg oxalatos / g | mg oxalatos / 100 g | mg oxalatos / porción SMAE |
|---------------|-----------------|---------------------|----------------------------|
| Muy bajo      | (0 - 0.046)     | (0 - 4.61)          | (0 - 1.75)                 |
| Bajo          | (0.047 - 0.223) | (4.62 - 22.3)       | (1.76 - 9.26)              |
| Alto          | (0.224 - 1.16)  | (22.4 -116)         | (9.27 - 27.40)             |
| Muy alto      | > 1.16          | >116                | >27.40                     |

#### 5.1.1 Oxalatos en frutas:

Se analizaron 21 diferentes frutas (Tabla 3.0), de las cuales se observó que la sandía, la granada de la especie *Punica granatum* y la guayaba son las frutas con mayor contenido de oxalatos ( $166 \pm 0.61$ ,  $121 \pm 5.6$  y  $82.8 \pm 0.65$  mg / 100 g respectivamente). Mientras que el mamey ( $2.17 \pm 0.28$  mg / 100 g), las uvas verdes ( $2.40 \pm 0.28$  mg / 100 g), la papaya ( $2.75 \pm 1.20$  mg / 100 g), la zarzamora ( $2.97 \pm 0.00$  mg / 100 g) y el zapote negro ( $4.45 \pm 0.82$  mg / 100 g) presentan muy bajo contenido de oxalatos.

Sin embargo, es importante mencionar que, con base en la porción sugerida por el SMAE, la clasificación de algunas frutas que son de bajo contenido de oxalatos (mg / 100 g) se modifica a una clasificación de alto contenido de oxalatos por porción sugerida. Entre estas frutas se encuentran la ciruela pasa ( $5.53 \pm 0.16$  mg / porción sugerida), la fresa ( $4.11 \pm 0.10$  mg / porción sugerida), la piña ( $11.8 \pm 0.49$  mg / porción sugerida), el plátano ( $12.52 \pm 4.64$  mg / porción sugerida) y la tuna ( $17.2 \pm 3.14$  mg / porción sugerida).

Además, es importante mencionar que, en el arándano deshidratado con azúcar, la granada china, la manzana roja con cáscara y la naranja no se detectó la presencia de oxalatos por este método. (Tabla 3.0)

### **5.1.2 Oxalatos en vegetales y chiles.**

En las tablas 4.0 y 5.0 se muestran los vegetales y chiles. Se analizaron 19 alimentos que se clasificaron en este grupo. La espinaca cruda es el alimento que contiene la mayor cantidad de oxalatos ( $960 \pm 3.55$  mg / 100 g), seguido del huazontle, la espinaca congelada, la verdolaga, acelga y betabel. Entre los alimentos de esta categoría que tienen bajos contenido de oxalatos se encuentran el pepino sin cáscara y semillas ( $0.97 \pm 0.34$  mg / 100 g), la flor de calabaza ( $2.06 \pm 0.00$  mg / 100 g) y el rábano ( $2.92 \pm 0.26$  mg / 100 g). Alimentos en los que no se detectó ningún contenido de oxalatos por este método son los champiñones y el huitlacoche.

No todos los alimentos dentro de esta clasificación se consumen de forma cruda, uno de los alimentos que se somete a cocción es el nopal. Éste se analizó bajo diferentes preparaciones y se observa que nopal crudo ( $152 \pm 5.71$  mg / 100 g) tiene mayor cantidad de oxalatos comparado con el nopal cocido durante 10 minutos y el nopal cocido durante 10 minutos y enjuagado ( $116 \pm 1.76$  y  $100 \pm 0.85$  mg / 100 g) (Tabla 4.0).

Otros de los alimentos que forman parte importante de la dieta de la población mexicana son los chiles, por lo que se analizaron 9 diferentes tipos. Los resultados

muestran que sólo el chile serrano y el chile morita tienen un bajo contenido de oxalatos ( $0.05 \pm 0.01$  y  $0.16 \pm 0.02$  mg / 100 g), mientras que las otras variedades como el pimiento verde ( $19.00 \pm 2.00$  mg / 100 g) y chile chipotle ( $150.18 \pm 1.71$  mg / 100 g) tienen alto y muy alto contenido de oxalatos (Tabla 12). Sin embargo, el chile ancho, el chile de árbol y el chile guajillo al reportarse el contenido de oxalatos por porción sugerida del SMAE se clasifican como bajo contenido de oxalatos ya que la porción es una pieza únicamente (Tabla 5.0).

### **5.1.3 Oxalatos en leguminosas.**

En México las leguminosas son de gran importancia, ya que muchas de las especies que están dentro de esta clasificación son importantes fuentes de proteínas en la dieta. Como se observa en la Tabla 6.0, se analizaron trece diferentes tipos de leguminosas fueron analizadas; sin embargo, no todas las leguminosas fueron analizadas de la misma forma, las alubias, los garbanzos, el haba, las lentejas y los diferentes tipos de frijol tuvieron un proceso de cocción previo de 25 minutos.

Las alubias son el alimento con mayor contenido de oxalatos ( $130 \pm 1.99$  mg oxalatos / 100 g), seguido del frijol flor de mayo, el frijol de soya, el frijol negro y el frijol pinto (Tabla 14). A pesar de que el frijol de soya tiene un alto contenido de oxalatos ( $67.6 \pm 0.52$  mg oxalatos / 100 g), la soya hidrolizada que es un subproducto generado de ésta presenta un bajo contenido de oxalatos ( $21.8 \pm 0.00$  mg oxalatos / 100 g).

Otros alimentos de esta categoría con bajo contenido de oxalatos son el garbanzo ( $10.0 \pm 2.18$  mg oxalatos / 100g), el haba ( $13.8 \pm 0.89$  mg oxalatos/ 100 g) y la lenteja ( $9.58 \pm 2.85$  mg oxalatos/ 100 g). El frijol peruano es el único alimento en esta categoría al que no se le detectó contenido de oxalatos por este método.

Respecto a las porciones del SMAE, las habas y las lentejas fueron los alimentos que cambian de bajo contenido de oxalatos a la categoría de alto contenido de oxalatos por la porción que se sugiere. Aunque no existe una porción sugerida en el SMAE para algunos alimentos, como el frijol de soya se sugirió la misma porción que los demás frijoles (35 g) dando un resultado de muy alto contenido de oxalatos por porción recomendada ( $23.66 \pm 0.18$  mg / porción sugerida). En cuanto a la soya

aislada se sugirió una porción mucho más alta de 57 g ( $0.85 \pm 0.52$  mg oxalatos / porción sugerida) lo cual lo clasifica con muy bajo contenido de oxalatos.

#### **5.1.4 Oxalatos en cereales sin y con grasa.**

En la tabla 7.0 y 8.0 se reportan los diez alimentos que fueron analizados en esta categoría, nueve dentro de los cereales sin grasa (Tabla 7.0) y uno en los cereales con grasa (Tabla 8.0). Entre los cereales sin grasa destacan el amaranto tostado sin endulzar y el ajonjolí tostado por ser los alimentos con mayor cantidad de oxalatos ( $216 \pm 0.31$  y  $342 \pm 26.3$  mg / 100 g), mientras que la tapioca fue el alimento que contenía el más bajo nivel de oxalatos ( $2.36 \pm 0.17$  mg / 100 g). Otros alimentos como el pan integral con ajonjolí, el bolillo y el germen de trigo son alimentos con bajo contenido de oxalatos, sin embargo, con la clasificación del SMAE su clasificación se modifica a alto contenido de oxalatos por la porción que se sugiere (Tabla 7.0).

Dentro de la categoría de cereales con grasa, se analizaron las papas a la francesa sin ningún tipo de condimento o salsa para acompañar y se clasificaron con alto contenido de oxalatos ( $45.0 \pm 0.27$  mg / 100 g), y bajo la recomendación de la SMAE se clasifica con bajo contenido, debido a que la porción sugerida son 2 piezas.

#### **5.1.5 Oxalatos en azúcares con grasa y moles.**

Todos los alimentos analizados en esta categoría están reportados en la Tabla 9.0 y 10.0 mismos que tienen alto contenido de oxalatos. Sin embargo, los chocolates con diferente contenido de cacao (70 y 100%) son los alimentos clasificados con muy alto contenido de oxalatos ( $>116$  mg / 100 g) (Tabla 9.0). El único alimento que cambia de clasificación a bajo contenido de oxalatos por la porción sugerida del SMAE es la pasta de cacahuete (Tabla 9.0). A los alimentos como la nutella, una bebida hecha a base de maíz y cacao (pinolillo) y el chocolate snicker no se les ha establecido una porción sugerida en el SMAE.

Uno de los alimentos más representativos de México es el mole. Existe una gran variedad de éstos, por ello se hizo el análisis de cinco tipos, entre los que se encuentran el mole almendrado, el mole negro, el mole verde, el mole rojo y el

adobo. Todos éstos tienen un alto contenido de oxalatos ( $>116$  mg / 100 g) (Tabla 10.0), siendo el mole rojo el que presenta el nivel más alto ( $321 \pm 7.31$  mg / 100 g). Esta clasificación coincide con la clasificación por la porción sugerida del SMAE; el único que no se tiene asignada una porción es del adobo.

#### **5.1.6 Oxalatos en aceites y grasas con proteína.**

En la Tabla 11.0 se muestran los resultados de los alimentos clasificados con muy elevado contenido de oxalatos en este grupo fueron las almendras ( $98.3 \pm 1.40$  mg/100 g), el cacao ( $198 \pm 3.35$  mg / 100 g), la avellana ( $243 \pm 6.04$  mg / 100 g) y la semilla de chía ( $254 \pm 8.29$  mg / 100 g). El chapulín y la semilla de calabaza fueron los alimentos con menor contenido de oxalatos bajo contenido de oxalatos ( $5.42 \pm 0.28$  y  $6.79 \pm 0.00$  mg / 100 g). Los cacahuates, la nuez de la india, la nuez de castilla y los pistaches son alimentos que por porción recomendada en el SMAE resultaron clasificados como alimentos con bajo contenido de oxalatos (Tabla 11.0).

#### **5.1.7 Oxalatos en alimentos de origen animal.**

En la Tabla 12.0 se muestran los alimentos que se clasificaron en esta categoría, clara de huevo cocida, el jamón de pavo, el queso Oaxaca y la salchicha de pavo. Sin embargo, en ninguno de éstos se detectaron los niveles de oxalatos por este método.

#### **5.1.8 Oxalatos en alimentos altos en azúcar.**

En la tabla 13.0 se observan los resultados obtenidos para los alimentos altos en azúcar. En este grupo se analizaron las glorias (dulce de leche), la mermelada de fresa y la cátsup. Los resultados revelan que la cátsup es el alimento con la mayor cantidad de oxalatos ( $28.9 \pm 1.29$  mg / 100 g), seguido por las glorias ( $5.48 \pm 1.03$  mg / 100 g) y finalmente la mermelada con el nivel más bajo ( $1.10 \pm 0.77$  mg / 100 g). La cátsup al ser categorizada por la porción sugerida por el SMAE se clasifica con bajo contenido de oxalatos.

#### **5.1.9 Oxalatos en alimentos libres de energía.**

La vaina de vainilla y la flor de Jamaica son los alimentos que se clasificaron en esta categoría reportada en la Tabla 14.0 y ambos tienen un alto contenido de oxalatos

(49.7 ± 0.69 y 166 ± 7.42 mg / 100 g). Sin embargo, al reportarse con la porción sugerida del SMAE se clasifican con muy bajo contenido de oxalatos (Tabla 14.0).

### 5.1.10 Oxalatos en sustitutos de leche.

Todos los sustitutos de leche analizados se encuentran en la Tabla 15.0, entre los que se encuentran la leche de almendras, la leche de soya, la leche de soya con chocolate y la leche de almendras con chocolate tienen niveles muy bajos de oxalatos (Tabla 15.0).

## 5.2 Actividad antioxidante en diferentes alimentos.

La actividad antioxidante de 124 muestras de alimentos clasificados como: frutas, verduras, chiles, cereales sin grasa, aceites, grasas con proteína, alimentos de origen animal, azúcares, alimentos libres, moles y sustitutos de leche se describe a continuación. Los resultados de la actividad antioxidante se expresan como equivalentes Trolox (µmoles/g).

**Tabla 16.0** Clasificación de los valores de concentración de antioxidantes reportados en equivalentes Trolox obtenidos por análisis estadístico:

| Clasificación | Equivalentes Trolox<br>(µmoles / 100 g) | Equivalentes Trolox<br>(µmoles / porción SMAE) |
|---------------|---|--|
| Muy bajo      | (0 – 18,750)                            | (0 – 5,774)                                    |
| Bajo          | (18,751 – 48,970)                       | (5,775 – 74,895)                               |
| Alto          | (48,971 – 147,100)                      | (21,932 – 74,895)                              |
| Muy alto      | > 147,100                               | > 74,895                                       |

### 5.2.1 Actividad antioxidante en frutas.

Entre los alimentos con mayor contenido de antioxidantes se encuentran las frutas y las verduras. Los resultados de la actividad antioxidante de las 20 frutas analizadas se muestran en la Tabla 17.0. Entre los alimentos que presentaron

mayor actividad antioxidante se encuentran la granada ( $887 \pm 29.5 \mu\text{moles / g}$ ), el arándano azul ( $1,258 \pm 356 \mu\text{moles / g}$ ), la granada china ( $2,198 \pm 35.8 \mu\text{moles / g}$ ), la guayaba ( $3,617 \pm 512 \mu\text{moles / g}$ ), la zarzamora ( $3,621 \pm 207 \mu\text{moles / g}$ ) y las fresas ( $9,655 \pm 101 \mu\text{moles / g}$ ). La tuna y la sandía son dos alimentos que presentaron muy baja actividad antioxidante ( $19.9 \pm 1.33$  y  $25.9 \pm 1.17 \mu\text{moles / g}$ ). Sin embargo, la tuna que es un alimento endémico de México se modifica a la clasificación de alto contenido antioxidante con la porción sugerida de la SMAE que son dos piezas. Otras frutas que tienen la misma tendencia respecto a la porción sugerida de la SMAE son el higo, el kiwi y el mamey (Tabla 17.0).

### **5.2.2 Actividad antioxidante en vegetales y chiles.**

En la Tabla 18.0 se muestran los resultados del análisis de la actividad antioxidante en los diferentes vegetales revelan que el perejil ( $1,781 \pm 107 \mu\text{moles / g}$ ) y el huazontle ( $2,391 \pm 243 \mu\text{moles / g}$ ) fueron los alimentos con mayor actividad antioxidante. Uno de los alimentos que también presenta alta actividad antioxidante es el nopal. Sin embargo, la actividad antioxidante no es igual en todas las formas en las que se consume; los resultados revelan que el nopal cocido durante 10 min ( $1469 \pm 55.7 \mu\text{moles / g}$ ) tiene la mayor actividad antioxidante comparado con el nopal crudo y el nopal cocido durante 10 minutos y enjuagado ( $732 \pm 59.0$  y  $622 \pm 23.9 \mu\text{moles / g}$ ). Los champiñones, el chícharo, el huitlacoche, la flor de calabaza, el pepino con cáscara y semillas, el rábano, la verdolaga y las zanahorias están entre los alimentos con baja actividad antioxidante. Sin embargo, con la porción sugerida por la SMAE, los champiñones, la flor de calabaza, el rábano y la verdolaga se clasifican con alta actividad antioxidante (Tabla 18.0).

Cómo se observa en la Tabla 19.0, todas las especies de chile presentan alta actividad antioxidante, el chile morita es el que presenta la actividad más alta ( $4,440 \pm 318 \mu\text{moles / g}$ ) y el pimiento verde el de menor actividad antioxidante ( $577 \pm 22.5 \mu\text{moles / g}$ ). Aunque el chile ancho también presenta actividad antioxidante alta, por la porción sugerida por el SMAE se clasifica con muy bajo contenido (Tabla 19.0).

### **5.2.3 Actividad antioxidante en leguminosas.**

Como se mencionó anteriormente las leguminosas tuvieron un proceso de cocción previo de 25 minutos. Los resultados revelan la mayor actividad antioxidante está en la soya texturizada ( $7,981 \pm 61.9$   $\mu\text{moles} / \text{g}$ ), las lentejas ( $687 \pm 23.0$   $\mu\text{moles} / \text{g}$ ) y el frijol pinto ( $600 \pm 51.7$   $\mu\text{moles} / \text{g}$ ). Las habas, el garbanzo y el frijol peruano son los alimentos de este grupo con menor actividad antioxidante (Tabla 20).

### **5.2.4 Actividad antioxidante en cereales sin y con grasa.**

En el grupo de cereales sin grasa, el ajonjolí tostado sin endulzar es el único alimento que presenta alta actividad antioxidante ( $554 \pm 30.7$   $\mu\text{moles} / \text{g}$ ). El cereal All-Bran natural, el bolillo, el germen de trigo y la tapioca son alimentos que presentan muy baja actividad antioxidante (Tabla 21.0). A ninguno de estos alimentos se les modifica la clasificación por porción sugerida por la SMAE. Respecto a las papas a la francesa que se analizaron en el grupo de cereal con grasa, se muestra que la actividad antioxidante es muy baja según la porción recomendada por el SMAE ( $452.50 \pm 79.54$   $\mu\text{moles} / \text{g}$ ) (Tabla 22.0).

### **5.2.5 Actividad antioxidante en azúcares con grasa y moles.**

Todos los chocolates con diferente contenido de cacao (47, 70 y 100%) tienen una muy alta actividad antioxidante ( $>147,100$  Equivalentes Trolox  $\mu\text{moles} / 100 \text{g}$ ). Otro alimento que también presentó un muy alto nivel de actividad antioxidante es el pinolillo ( $3,661 \pm 458$   $\mu\text{moles} / \text{g}$ ). Un alimento con baja actividad antioxidante es la pasta de cacahuete ( $301 \pm 34.6$   $\mu\text{moles} / \text{g}$ ) (Tabla 23.0). Respecto a los diferentes tipos de moles, se observa que todos tienen una alta actividad antioxidante (Tabla 24.0), siendo el mole rojo el que presenta la mayor actividad ( $2206 \pm 262$   $\mu\text{moles/g}$ ) y el mole negro la menor ( $858 \pm 24$   $\mu\text{moles/g}$ ). No hay ningún cambio respecto a la clasificación dada por la porción sugerida del SMAE.

### **5.2.6 Actividad antioxidante en aceites y grasas con proteína.**

En esta categoría los chapulines y el cacao son los alimentos que presentan mayor actividad antioxidante ( $1399 \pm 136$  y  $1495 \pm 244$   $\mu\text{moles/g}$ ) respectivamente. La nuez de macadamia, los cacahuates y las almendras tiene una actividad antioxidante muy

baja (0-18750) Equivalentes Trolox ( $\mu\text{moles}/100\text{ g}$ ) (Tabla 25.0). Esta clasificación no sufre modificación respecto a la SMAE por la porción sugerida.

### **5.2.7 Actividad antioxidante de alimentos de origen animal.**

Tres alimentos fueron analizados, la clara de huevo cocida, el jamón de pavo y el queso Oaxaca asado. Los resultados muestran que los tres alimentos tienen una baja actividad antioxidante, siendo la clara de huevo cocida el alimento con más baja actividad ( $140 \pm 11.5 \mu\text{moles} / \text{g}$ ), seguido del jamón de pavo y finalmente el queso Oaxaca (Tabla 26.0).

### **5.2.8 Actividad antioxidante en alimentos altos en azúcar.**

Los alimentos altos en azúcar analizados son las glorias (dulce de leche), la cátsup y la mermelada de fresa, las cuales presentan una baja actividad antioxidante las. La mermelada de fresa es el alimento que presentó mayor actividad antioxidante ( $375 \pm 12.6 \mu\text{moles} / \text{g}$ ) seguido de las glorias y finalmente la cátsup (Tabla 27.0).

### **5.2.9 Antioxidantes en alimentos libres de energía.**

La flor de Jamaica presentó una alta actividad antioxidante ( $6252 \pm 188 \mu\text{moles}/\text{g}$ ), lo cual se asocia con resultados anteriores en lo cuales se ha adjudicado diversos efectos benéficos a este tipo de alimento. Otro de los alimentos con elevada actividad antioxidante es la vaina de vainilla, la cual presenta 2.7 veces más actividad antioxidante ( $17365 \pm 638 \mu\text{moles}/\text{g}$ ) que la flor de jamaica, lo cual es de gran importancia debido a que la vainilla es endémica de México (Tabla 28.0)

### **5.2.10 Antioxidantes en sustitutos de leche.**

Lo sustitutos de leche analizados presentaron un comportamiento similar entre sí; todos los alimentos clasificados en esta categoría presentan una actividad antioxidante baja (Tabla 29.0). La mayor actividad en este grupo se reporta en la leche de soya y chocolate ( $221 \pm 9.56 \mu\text{moles}/\text{g}$ ) seguida de la leche de soya ( $208 \pm 16.1 \mu\text{moles}/\text{g}$ ). Ambos alimentos cambian a la clasificación de baja a alta actividad antioxidante cuando se informan por porción sugerida del SMAE.

### 5.1 Resultados generales de la concentración de oxalatos en alimentos de alto consumo en México

**Tabla 2.0** Clasificación de los valores de concentración de oxalatos obtenidos por análisis estadístico:

|                 |                              |                                |  |
|-----------------|------------------------------|--------------------------------|--|
| <b>Muy bajo</b> | (0-0.046) mg oxalatos/ g     | (0-4.61) mg oxalatos/100 g     | (0-1.75) mg oxalatos/ porción SMAE     |
| <b>Bajo</b>     | (0.047-0.223) mg oxalatos/ g | (4.62-22.3) mg oxalatos/ 100 g | (1.76-9.26) mg oxalatos/ porción SMAE  |
| <b>Alto</b>     | (0.224-1.16) mg oxalatos/ g  | (22.4-116) mg oxalatos/ 100 g  | (9.27-27.40) mg oxalatos/ porción SMAE |
| <b>Muy alto</b> | >1.16 mg oxalatos/ g         | >116 mg oxalatos/ 100 g        | >27.40 mg oxalatos/ porción SMAE       |

**Tabla 3.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversas **FRUTAS** de alto consumo en México.

| Alimento   | Oxalatos mg/g | Oxalatos mg/100 g | Clasificación | Porción recomendada* (g) | Equivalente* | Oxalatos mg/porción* | Clasificación | Porción sugerida (g) | Equivalente  | Oxalatos mg/porción sugerida | Clasificación por porción sugerida |
|--|---------------|-------------------|---------------|--------------------------|--------------|----------------------|---------------|----------------------|--------------|------------------------------|------------------------------------|
| <b>Arándano deshidratado con azúcar</b> ( <i>Vacciniummyrtillus L.</i> ) | ND            | ND                | ---           | 5                        | 1/2 taza     | ND                   | ---           | 5                    | 1/2 taza     | ND                           | ---                                |
| <b>Granada china</b> ( <i>Passiflora ligularis</i> )                     | ND            | ND                | ---           | 120                      | 2 piezas     | ND                   | ---           | 120                  | 2 piezas     | ND                           | ---                                |
| <b>Manzana roja con cascara</b> ( <i>Pyrus malus L.</i> )                | ND            | ND                | ---           | 138                      | 1 pieza      | N-D                  | ---           | 138                  | 1 pieza      | ND                           | ---                                |
| <b>Naranja</b> ( <i>Citrus sinensis</i> )                                | ND            | ND                | ---           | 242                      | 2 piezas     | ND                   | ---           | 242                  | 2 piezas     | ND                           | ---                                |
| <b>Mamey</b> ( <i>Pouteria sapota</i> )                                  | 0.02±0.00     | 2.17±0.28         | Muy bajo      | 137                      | 1/3 pieza    | 2.98±0.38            | Bajo          | 137                  | 1/3 pieza    | 2.98±0.38                    | Bajo                               |
| <b>Arándano azul</b> ( <i>Vaccinium corymbosum</i> )                     | 0.02±0.00     | 2.31±0.72         | Muy bajo      | 109                      | 3/4 taza     | 2.51±0.79            | Bajo          | 5                    | 5 piezas     | 0.12±0.04                    | Muy bajo                           |
| <b>Uvas verdes</b> ( <i>Vitis Vinifera</i> )                             | 0.02±0.00     | 2.40±0.28         | Muy bajo      | 92                       | 1 taza       | 2.21±0.26            | Bajo          | 92                   | 1 taza       | 2.21±0.26                    | Bajo                               |
| <b>Papaya</b> ( <i>Carica papaya</i> )                                   | 0.03±0.01     | 2.75±1.20         | Muy bajo      | 140                      | 1 taza       | 3.85±1.68            | Bajo          | 140                  | 1 taza       | 3.85±1.68                    | Bajo                               |
| <b>Zarzamora</b> ( <i>Rubus ulmifolius</i> )                             | 0.03±0.00     | 2.97±0.00         | Muy bajo      | 150                      | 1 taza       | 4.45±0.00            | Bajo          | 150                  | 1 taza       | 4.27±0.00                    | Bajo                               |
| <b>Zapote negro</b> ( <i>Diospyros nigra</i> )                           | 0.04±0.00     | 4.45±0.82         | Muy bajo      | 150                      | 1/2 pieza    | 6.68±1.23            | Bajo          | 115                  | 1/4 taza     | 5.12±0.94                    | Bajo                               |
| <b>Pasas</b> ( <i>Vitis vinifera</i> )                                   | 0.06±0.01     | 6.12±1.24         | Bajo          | 20                       | 10 pizas     | 1.22±0.25            | Muy bajo      | 20                   | 10 piezas    | 1.22±0.25                    | Muy bajo                           |
| <b>Tuna</b> ( <i>Cactus ficus-indica L.</i> )                            | 0.07±0.01     | 6.88±1.26         | Bajo          | 250                      | 2 piezas     | 17.20±3.14           | Alto          | 83                   | 1 1/4 piezas | 5.71±1.04                    | Bajo                               |
| <b>Higo</b> ( <i>Ficus carica</i> )                                      | 0.08±0.01     | 8.45±0.65         | Bajo          | 80                       | 2 piezas     | 6.76±0.52            | Bajo          | 40                   | 1 pieza      | 3.38±0.26                    | Bajo                               |
| <b>Piña</b> ( <i>Ananas comosus</i> )                                    | 0.10±0.00     | 9.52±0.40         | Bajo          | 124                      | 3/4 taza     | 11.80±0.49           | Alto          | 42                   | 1/3 taza     | 4.00±0.17                    | Bajo                               |
| <b>Fresas</b> ( <i>Fragaria vesca</i> )                                  | 0.14±0.00     | 13.69±0.32        | Bajo          | 166                      | 1 taza       | 22.728±0.536         | Alto          | 30                   | 3/4 taza     | 4.11±0.10                    | Bajo                               |
| <b>Plátano</b> ( <i>Musa sapientum</i> )                                 | 0.16±0.06     | 15.65±5.80        | Bajo          | 80                       | 1/2 pieza    | 12.52±4.64           | Alto          | 40                   | 1/4 pieza    | 6.26±2.32                    | Bajo                               |
| <b>Kiwi</b> ( <i>Actinia chinensis</i> )                                 | 0.19±0.05     | 18.77±4.70        | Bajo          | 132                      | 1 1/2 piezas | 24.77±6.21           | Alto          | 30                   | 1 pieza      | 5.63±1.41                    | Bajo                               |
| <b>Ciruela pasa</b> ( <i>Prunus domestica</i> )                          | 0.20±0.01     | 19.75±0.58        | Bajo          | 56                       | 7 piezas     | 11.06±0.32           | Alto          | 28                   | 3 1/2 piezas | 5.53±0.16                    | Bajo                               |
| <b>Guayaba</b> ( <i>Psidium guajava</i> )                                | 0.82±0.04     | 82.77±3.97        | Alto          | 135                      | 3 piezas     | 111.746±5.365        | Muy alto      | 45                   | 1 pieza      | 37.25±1.79                   | Muy alto                           |

|  |           |             |          |     |            |                 |          |    |              |            |          |
|--|-----------|-------------|----------|-----|------------|-----------------|----------|----|--------------|------------|----------|
| <b>Granada</b> ( <i>Punica granatum</i> )  | 1.21±0.06 | 121.42±5.60 | Muy alto | 190 | 1 pieza    | 230.694±10.63 g | Muy alto | 48 | 3/4 pieza    | 58.28±2.69 | Muy alto |
| <b>Sandía</b> ( <i>Citrullus lanatus</i> ) | 1.66±0.01 | 166.00±0.61 | Muy alto | 200 | 1 rebanada | 14.57±1.21      | Alto     | 50 | 1/4 rebanada | 5.47±0.30  | Bajo     |

Los valores se expresan como promedio ± DS (n=2) //ND= No detectado // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 4.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **VEGETALES** de alto consumo en México.

| Alimento  | Oxalatos mg/g | Oxalatos mg/100 g | Clasificación | Porción recomendada* (g) | Equivalente* | Oxalatos mg/porción* | Clasificación | Porción sugerida (g) | Equivalente | Oxalatos mg/porción sugerida | Clasificación por porción sugerida |
|---|---------------|-------------------|---------------|--------------------------|--------------|----------------------|---------------|----------------------|-------------|------------------------------|------------------------------------|
| <b>Huitlacoche</b> ( <i>Ustilago maydis</i> )                   | ND            | ND                | ---           | 66                       | 1/3 taza     | ND                   | ---           | 66                   | 1/3 taza    | ND                           | ---                                |
| <b>Champiñones</b> ( <i>Agaricus bisporus</i> )                 | ND            | ND                | ---           | 70                       | 1/2 taza     | ND                   | ---           | 70                   | 1/2 taza    | ND                           | ---                                |
| <b>Pepino sin cascara y semilla</b> ( <i>Cucumis sativus</i> L) | 0.010±0.003   | 0.97±0.34         | Muy bajo      | 104                      | 1 taza       | 1.01±0.357           | Muy bajo      | 104                  | 1 taza      | 1.01±0.357                   | Muy bajo                           |
| <b>Flor de Calabaza</b> ( <i>Cucurbita andreana</i> )           | 0.02±0.00     | 2.06±0.00         | Muy bajo      | 132                      | 4 tazas      | 2.72±0.00            | Bajo          | 60                   | 2 tazas     | 1.24±0.00                    | Muy bajo                           |
| <b>Rábano</b> ( <i>Raphanus sativus</i> )                       | 0.03±0.00     | 2.92±0.26         | Muy bajo      | 116                      | 1 taza       | 3.39±0.30            | Bajo          | 40                   | 1 pieza     | 1.17±0.10                    | Muy bajo                           |
| <b>Jitomate</b> ( <i>Solanum lycopersicum</i> )                 | 0.13±0.05     | 8.94±1.53         | Bajo          | 120                      | 120 g        | 10.73 ±1.84          | High          | 60                   | 60 g        | 5.36±0.92                    | Bajo                               |
| <b>Chícharo crudo sin vaina</b> ( <i>Pisum sativum</i> L)       | 0.12±0.04     | 12.09±4.28        | Bajo          | 40                       | 1/4 taza     | 4.84±1.71            | Bajo          | 40                   | 1/4 taza    | 4.84±1.71                    | Bajo                               |
| <b>Cilantro</b> ( <i>Coriandrum sativum</i> )                   | 0.15±0.00     | 14.79±0.34        | Bajo          | 120                      | 2 tazas      | 17.75±0.41           | Alto          | 30                   | 1/2 taza    | 4.44±0.10                    | Bajo                               |
| <b>Zanahorias</b> ( <i>Daucus carota</i> )                      | 0.24±0.01     | 23.80±0.94        | Alto          | 64                       | 1/2 taza     | 15.23±0.60           | Alto          | 20                   | 20 g        | 4.76±0.19                    | Bajo                               |
| <b>Perejil</b> ( <i>Petroselinum crispum</i> )                  | 0.26±0.01     | 26.18±0.59        | Alto          | 60                       | 1 taza       | 15.71±0.35           | Alto          | 30                   | 1/2 taza    | 7.85±0.18                    | Bajo                               |
| <b>Chayote verde</b> ( <i>Sechium edule</i> )                   | 0.26±0.01     | 26.20±0.67        | Alto          | 102                      | 1/2 pieza    | 26.72±0.68           | Alto          | 50                   | 1/4 pieza   | 13.10±0.33                   | Alto                               |
| <b>Nopal enjuagado 10'</b> ( <i>Opuntia Ficus Indica</i> )      | 1.00±0.01     | 100.12±0.85       | Alto          | 140                      | 2 piezas     | 140.17±1.19          | Muy alto      | 62                   | 1/2 taza    | 62.08±0.53                   | Muy alto                           |
| <b>Nopal cocido 10'</b> ( <i>Opuntia Ficus Indica</i> )         | 1.16±0.02     | 116.42±1.76       | Alto          | 149                      | 1 taza       | 173.46±2.62          | Muy alto      | 30                   | 1/2 taza    | 34.92±0.53                   | Muy alto                           |
| <b>Nopal crudo</b> ( <i>Opuntia Ficus Indica</i> )              | 1.52±0.06     | 151.66±5.71       | Muy alto      | 140                      | 2 piezas     | 212.32±7.99          | Muy alto      | 62                   | 1/2 taza    | 94.03±3.54                   | Muy alto                           |

|   |           |              |          |     |           |              |          |    |              |             |          |
|---|-----------|--------------|----------|-----|-----------|--------------|----------|----|--------------|-------------|----------|
| <b>Betabel</b> ( <i>Beta vulgaris</i> var. <i>Conditiva</i> ) | 2.23±0.04 | 223.29±3.86  | Muy alto | 43  | 1/4 pieza | 96.01±1.66   | Muy alto | 21 | 3 cucharadas | 46.89±0.81  | Muy alto |
| <b>Acelga</b> ( <i>Beta maritima</i> L)                       | 3.50±0.05 | 350.27±4.83  | Muy alto | 120 | 2 tazas   | 420.32±5.80  | Muy alto | 14 | 1/2 taza     | 49.04±0.68  | Muy alto |
| <b>Espinaca congelada</b> ( <i>Spinacea Oleracea</i> L)       | 7.91±0.11 | 391.74±6.25  | Muy alto | 120 | 2 tazas   | 949.43±13.11 | Muy alto | 13 | 1/2 taza     | 102.85±1.42 | Muy alto |
| <b>Verdolaga</b> ( <i>Portulaca oleracea</i> L)               | 4.18±0.10 | 417.81±10.15 | Muy alto | 192 | 2 tazas   | 802.19±19.48 | Muy alto | 14 | 1/2 taza     | 58.49±1.42  | Muy alto |
| <b>Huazontle</b> ( <i>Chenopodium berlandieri</i> )           | 4.38±0.05 | 438.28±5.23  | Muy alto | 40  | 1/2 taza  | 175.31±2.09  | Muy alto | 30 | 1/4 taza     | 131.48±1.57 | Muy bajo |
| <b>Espinaca cruda</b> ( <i>Spinacea Oleracea</i> L.)          | 9.60±0.04 | 960.45±3.55  | Muy alto | 120 | 2 tazas   | 1152.54±4.26 | Muy alto | 13 | 1/2 taza     | 124.86±0.46 | Muy alto |

Los valores se expresan como promedio ± DS (n=2) //ND= No detectado // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 5.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **CHILES** de alto consumo en México.

| Alimento   | Oxalatos mg/g | Oxalatos mg/100 g | Clasificación | Porción recomendada* (g) | Equivalente* | Oxalatos mg/porción* | Clasificación | Porción sugerida (g) | Equivalente | Oxalatos mg/porción sugerida | Clasificación por porción sugerida |
|--|---------------|-------------------|---------------|--------------------------|--------------|----------------------|---------------|----------------------|-------------|------------------------------|------------------------------------|
| <b>Chile serrano</b> ( <i>Capsicum annum</i> L)  | 0.05±0.01     | 4.62±0.69         | Bajo          | 10.00                    | 10 g         | 0.46±0.07            | Muy bajo      | 3.00                 | 2 piezas    | 0.14±0.02                    | Muy bajo                           |
| <b>Chile morita</b> ( <i>Capsicum annum</i> L)   | 0.16±0.02     | 15.67±1.66        | Bajo          | 10.00                    | 10 g         | 1.57±0.17            | Muy bajo      | 3.00                 | 2 piezas    | 0.47±0.05                    | Muy bajo                           |
| <b>Pimiento verde</b> ( <i>Capsicum annum</i> )  | 0.19±0.02     | 19.00±2.00        | Alto          | 74.00                    | 1 pieza      | 14.37±1.15           | Alto          | 37                   | 1/2 pieza   | 7.18±0.58                    | Bajo                               |
| <b>Chile ancho</b> ( <i>Capsicum annum</i> L)    | 0.29±0.01     | 28.65±0.94        | Alto          | 10.00                    | 10 g         | 2.86±0.09            | Bajo          | 3.00                 | 1/2 pieza   | 0.86±0.03                    | Muy bajo                           |
| <b>Chile guajillo</b> ( <i>Capsicum annum</i> L) | 0.39±0.03     | 38.67±3.04        | Alto          | 10.00                    | 10 g         | 3.87±0.30            | Bajo          | 3.00                 | 2 piezas    | 1.16±0.09                    | Muy bajo                           |
| <b>Chile de árbol</b> ( <i>Capsicum annum</i> L) | 0.51±0.01     | 50.65±0.89        | Alto          | 10.00                    | 10 g         | 5.07±0.09            | Bajo          | 3.00                 | 1 pieza     | 1.52±0.03                    | Muy bajo                           |
| <b>Chile cascabel</b> ( <i>Capsicum annum</i> L) | 0.99±0.01     | 99.28±0.83        | Alto          | 10.00                    | 10 g         | 9.93±0.08            | Alto          | 3.00                 | 2 piezas    | 2.98±0.02                    | Bajo                               |
| <b>Chile pasilla</b> ( <i>Capsicum annum</i> L)  | 1.03±0.05     | 103.13±4.59       | Alto          | 10.00                    | 10 g         | 10.31±0.46           | Alto          | 7.00                 | 3 piezas    | 7.22±0.32                    | Bajo                               |
| <b>Chile chipotle</b> ( <i>Capsicum annum</i> L) | 1.50±0.02     | 150.18±1.71       | Muy alto      | 10.00                    | 2 piezas     | 15.02±0.17           | Alto          | 5.00                 | 1 pieza     | 7.51±0.09                    | Bajo                               |

Los valores se expresan como promedio ± DS (n=2) //ND= No detectado // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 6.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversas **LEGUMINOSAS** de alto consumo en México.

| Alimento  | Oxalatos mg/g | Oxalatos mg/100 g | Clasificación | Porción recomendada* (g) | Equivalente* | Oxalatos mg/porción* | Clasificación | Porción sugerida (g) | Equivalente | Oxalatos mg/porción sugerida | Clasificación por porción sugerida |
|---|---------------|-------------------|---------------|--------------------------|--------------|----------------------|---------------|----------------------|-------------|------------------------------|------------------------------------|
| <b>Frijol peruano 25'</b><br>( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)      | ND            | ND                | ---           | 86                       | 1/2 taza     | ND                   | ---           | 86                   | 1/2 taza    | ND                           | ---                                |
| <b>Soya aislada</b>   | 0.015±0.09    | 1.49±0.91         | Muy bajo      | ***                      | ***          | ---                  | ---           | 57                   | 4/3 taza    | 0.85±0.52                    | Muy bajo                           |
| <b>Maíz 25'</b> ( <i>Zea mays</i> )                               | 0.04±0.01     | 3.60±0.64         | Muy bajo      | 20                       | 20 g         | 0.72±0.13            | Muy bajo      | 20                   | 20 g        | 0.72±0.13                    | Muy bajo                           |
| <b>Lenteja 25'</b> ( <i>Lens culinaris</i> )                      | 0.10±0.03     | 9.58±2.85         | Bajo          | 99                       | 1/2 taza     | 9.48±2.82            | Alto          | 50                   | 1/4 taza    | 4.79±1.43                    | Bajo                               |
| <b>Garbanzo 25'</b><br>( <i>Cicer arietinum</i> L.)               | 0.10±0.02     | 10.02±2.18        | Bajo          | 82                       | 1/2 taza     | 8.21±1.79            | Bajo          | 50                   | 1/4 taza    | 5.01±1.09                    | Bajo                               |
| <b>Haba 25'</b> ( <i>Vicia faba</i> L.)                           | 0.14±0.01     | 13.77±0.89        | Bajo          | 85                       | 1/2 taza     | 11.70±0.75           | Alto          | 50                   | 1/4 taza    | 6.88±0.44                    | Bajo                               |
| <b>Soya Hidrolizada</b><br>( <i>Glycine Max</i> (L.))             | 0.22±0.000    | 21.84±0.00        | Bajo          | ***                      | ***          | ---                  | ---           | 35                   | 1/2 taza    | 12.45±0.00                   | Alto                               |
| <b>Frijol pinto 25'</b><br>( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)        | 0.23±0.01     | 22.76±0.89        | Alto          | 86                       | 1/2 taza     | 19.58±0.77           | Alto          | 50                   | 1/4 taza    | 11.38±0.45                   | Alto                               |
| <b>Frijol negro 25'</b><br>( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)        | 0.44±0.00     | 43.88±0.35        | Alto          | 86                       | 1/2 taza     | 37.74±0.30           | Muy alto      | 50                   | 1/4 taza    | 21.94±0.18                   | Alto                               |
| <b>Frijol de soya 25'</b><br>( <i>Glycine max</i> L.)             | 0.68±0.01     | 67.59±0.52        | Alto          | ***                      | ***          | ---                  | ---           | 35                   | 1/2 taza    | 23.66±0.18                   | Muy alto                           |
| <b>Soya texturizada</b>   | 0.68±0.01     | 67.62±1.08        | Alto          | 30                       | 30 g         | 20.29±0.00           | Alto          | 10                   | 1/4 taza    | 6.76±0.11                    | Bajo                               |
| <b>Frijol flor de mayo 25'</b><br>( <i>Pericallis hadrosoma</i> ) | 1.07±0.03     | 107.17±2.88       | Alto          | 86                       | 1/2 taza     | 92.17±2.47           | Muy alto      | 50                   | 1/4 taza    | 53.58±1.44                   | Muy alto                           |
| <b>Alubias 25'</b><br>( <i>Phaseolus spp</i> )                    | 1.30±0.02     | 129.84±1.99       | Muy alto      | 90                       | 1/2 taza     | 116.86±1.79          | Muy alto      | 50                   | 1/4 taza    | 64.92±0.99                   | Muy alto                           |

Los valores se expresan como promedio ± DS (n=2) // ND= No detectado // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes) // \*\*\*Porción no disponible en SMAE

**Tabla 7.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **CEREALES SIN GRASA** de alto consumo en México.

| Alimento   | Oxalatos mg/g | Oxalatos mg/100 g | Clasificación | Porción recomendada* (g) | Equivalente* | Oxalatos mg/porción* | Clasificación | Porción sugerida (g) | Equivalente | Oxalatos mg/porción sugerida | Clasificación por porción sugerida |
|--|---------------|-------------------|---------------|--------------------------|--------------|----------------------|---------------|----------------------|-------------|------------------------------|------------------------------------|
| <b>Tapioca</b>   | 0.02±0.00     | 2.36±0.17         | Muy bajo      | 19                       | 2 cucharadas | ND                   | ---           | 86                   | 1/2 taza    | ND                           | ---                                |
| <b>Bolillo</b>   | 0.10±0.00     | 10.13±0.31        | Bajo          | 20                       | 1/3 pieza    | 92.17±2.47           | Muy alto      | 50                   | 1/4 taza    | 53.58±1.44                   | Muy alto                           |
| <b>Avena cruda</b><br>( <i>Avena sativa</i> L.)        | 0.12±0.02     | 11.61±1.55        | Bajo          | 20                       | 1/2 taza     | 8.21±1.79            | Bajo          | 50                   | 1/4 taza    | 5.01±1.09                    | Bajo                               |
| <b>Pan integral con ajonjolí</b>                       | 0.19±0.00     | 18.82±0.34        | Bajo          | 25                       | 1 rebanada   | 116.86±1.79          | Muy alto      | 50                   | 1/4 taza    | 64.92±0.99                   | Muy alto                           |
| <b>Germen de trigo</b><br>( <i>Triticum aestivum</i> ) | 0.22±0.01     | 22.32±1.43        | Bajo          | 60                       | 1 taza       | 13.39±0.86           | Alto          | 15                   | 1/4 taza    | 3.35±0.22                    | Bajo                               |
| <b>Cereal All-Bran Natural</b>                         | 0.97±0.01     | 97.07±1.00        | Alto          | 20                       | 1/3 taza     | 37.74±0.30           | Muy alto      | 50                   | 1/4 taza    | 21.94±0.18                   | Alto                               |

|  |           |              |          |    |              |            |          |    |              |            |      |
|--|-----------|--------------|----------|----|--------------|------------|----------|----|--------------|------------|------|
| <b>Ajonjolí tostado</b><br>( <i>Sesamum indicum</i> L.)                | 2.16±0.00 | 215.99±0.31  | Muy alto | 13 | 5 cucharadas | 28.08±0.04 | Muy alto | 10 | 4 cucharadas | 21.60±0.03 | Alto |
| <b>Amaranto tostado y endulzado (Alegría)</b><br>( <i>Amaranthus</i> ) | 2.60±0.00 | 259.52±0.00  | Muy alto | 16 | 4 cucharadas | 19.58±0.77 | Alto     | 50 | 1/4 taza     | 11.38±0.45 | Alto |
| <b>Amaranto tostado sin endulzar</b><br>( <i>Amaranthus</i> )          | 3.42±0.26 | 342.01±26.30 | Muy alto | 16 | 4 cucharadas | 11.70±0.75 | Alto     | 50 | 1/4 taza     | 6.88±0.44  | Bajo |

Los valores se expresan como promedio ± DS (n=2) //ND= No detectado // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 8.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en un **CEREAL CON GRASA** de alto consumo en México.

| Alimento                   | Oxalatos mg/g | Oxalatos mg/100 g | Clasificación | Porción recomendada* | Equivalente* | Oxalatos mg/porción* | Clasificación | Porción sugerida (g) | Equivalente | Oxalatos mg/porción sugerida | Clasificación por porción sugerida |
|----------------------------|---------------|-------------------|---------------|----------------------|--------------|----------------------|---------------|----------------------|-------------|------------------------------|------------------------------------|
| <b>Papas a la francesa</b> | 0.45±0.00     | 44.98±0.27        | Alto          | 20                   | 4 piezas     | 9.00±0.05            | Bajo          | 10                   | 2 piezas    | 4.50±0.03                    | Bajo                               |

Los valores se expresan como promedio ± DS (n=2) //ND= No detectado // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 9.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **AZÚCARES CON GRASA** de alto consumo en México.

| Alimento  | Oxalatos mg/g | Oxalatos mg/100 g | Clasificación | Porción recomendada* (g) | Equivalente* | Oxalatos mg/porción* | Clasificación | Porción sugerida | Equivalente | Oxalatos mg/porción sugerida | Clasificación por porción sugerida |
|---|---------------|-------------------|---------------|--------------------------|--------------|----------------------|---------------|------------------|-------------|------------------------------|------------------------------------|
| <b>Snickers</b>   | 0.19±0.00     | 19.24±0.41        | Bajo          | ***                      | ***          | ---                  | ---           | 27               | 1/2 barra   | 5.19±0.11                    | Bajo                               |
| <b>Nutella</b>  | 0.71±0.03     | 70.75±2.85        | Alto          | ***                      | ***          | ---                  | ---           | 8                | 1 cucharada | 5.66±0.23                    | Bajo                               |
| <b>Chocolate Oaxaca 47% cacao</b><br>( <i>Theobroma cacao</i> )   | 0.64±0.00     | 64.27±0.37        | Alto          | 17                       | 17 g         | 10.93±0.06           | Alto          | 10               | 1/4 barra   | 6.43±0.04                    | Bajo                               |
| <b>Pasta de cacahute</b>  | 0.30±0.00     | 30.33±0.23        | Alto          | 13                       | 5 cucharadas | 3.944±0.03           | Bajo          | 8                | 3 cucharada | 2.43±0.02                    | Bajo                               |
| <b>Pinolillo</b>  | 0.30±0.04     | 29.70±3.68        | Alto          | ***                      | ***          | ---                  | ---           | 10               | 1 cucharada | 2.97±0.04                    | Bajo                               |
| <b>Chocolate Chiapas 100% cacao</b><br>( <i>Theobroma cacao</i> ) | 3.22±0.01     | 321.94±0.72       | Muy alto      | 14                       | 1/3 barra    | 45.07±0.10           | Muy alto      | 7                | 7 g         | 22.54±0.05                   | Alto                               |
| <b>Chocolate Chiapas 70% cacao</b><br>( <i>Theobroma cacao</i> )  | 1.74±0.01     | 174.05±0.69       | Muy alto      | 17                       | 17 g         | 29.59±0.12           | Muy alto      | 10               | 1/4 barra   | 17.41±0.07                   | Alto                               |
| <b>Chocolate Alemán 73% cacao</b>                                 | 1.33±0.02     | 133.21±2.06       | Muy alto      | 17                       | 17 g         | 22.65±0.35           | Alto          | 10               | 1/4 barra   | 13.32±0.21                   | Alto                               |

|  |           |             |          |    |      |            |          |    |           |            |      |
|--|-----------|-------------|----------|----|------|------------|----------|----|-----------|------------|------|
| ( <i>Theobroma cacao</i> )                                     |           |             |          |    |      |            |          |    |           |            |      |
| <b>Chocolate Suizo 70% cacao</b><br>( <i>Theobroma cacao</i> ) | 1.49±0.04 | 148.79±3.96 | Muy alto | 17 | 17 g | 25.30±0.67 | Muy Alto | 10 | 1/4 barra | 14.88±0.40 | Alto |

Los valores se expresan como promedio ± DS (n=2) //ND= No detectado // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes) // \*\*\*Porción no disponible en SMAE

**Tabla 10.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **MOLES** de alto consumo en México.

| Alimento               | Oxalatos mg/g | Oxalatos mg/100 g | Clasificación | Porción recomendada* (g) | Equivalente* | Oxalatos mg/porción* | Clasificación | Porción sugerida (g) | Equivalente      | Oxalatos mg/porción sugerida | Clasificación por porción sugerida |
|------------------------|---------------|-------------------|---------------|--------------------------|--------------|----------------------|---------------|----------------------|------------------|------------------------------|------------------------------------|
| <b>Adobo</b>           | 2.57±0.07     | 257.05±7.11       | Muy alto      | ***                      | ***          | ***                  | ---           | 24                   | 1 1/2 cucharadas | 61.7±1.70                    | Muy alto                           |
| <b>Mole almendrado</b> | 2.45±0.05     | 244.74±4.61       | Muy alto      | 48                       | 3 cucharadas | 117.48±2.21          | Muy alto      | 24                   | 1 1/2 cucharadas | 58.74±1.11                   | Muy alto                           |
| <b>Mole negro</b>      | 1.32±0.01     | 131.56±1.24       | Muy alto      | 48                       | 3 cucharadas | 63.15±0.60           | Muy alto      | 24                   | 1 1/2 cucharadas | 31.58±0.30                   | Muy alto                           |
| <b>Mole verde</b>      | 1.47±0.00     | 147.01±0.24       | Muy alto      | 48                       | 3 cucharadas | 70.57±0.11           | Muy alto      | 24                   | 1 1/2 cucharadas | 35.29±0.06                   | Muy alto                           |
| <b>Mole rojo</b>       | 3.21±0.07     | 320.55±7.31       | Muy alto      | 48                       | 3 cucharadas | 153.87±3.51          | Muy alto      | 24                   | 1 1/2 cucharadas | 76.93±1.75                   | Muy alto                           |

Los valores se expresan como promedio ± DS (n=2) //ND= No detectado // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes) // \*\*\*Porción no disponible en SMAE

**Tabla 11.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **ACEITES Y GRASAS CON PROTEÍNA** de alto consumo en México.

| Alimento   | Oxalatos mg/g | Oxalatos mg/100 g | Clasificación | Porción recomendada* | Equivalente*     | Oxalatos mg/porción* | Clasificación | Porción sugerida (g) | Equivalente      | Oxalatos mg/porción sugerida | Clasificación por porción sugerida |
|--|---------------|-------------------|---------------|----------------------|------------------|----------------------|---------------|----------------------|------------------|------------------------------|------------------------------------|
| <b>Linaza</b><br>( <i>Linum usitatissimum</i> L.)          | ND            | ND                | ---           | ***                  | ***              | ---                  | ---           | 25                   | 1 taza           | ---                          | ---                                |
| <b>Chapulines</b><br>( <i>Sphenarium purpurascens</i> Ch). | 0.05±0.00     | 5.42±0.28         | Bajo          | ***                  | ***              | ---                  | ---           | 30                   | 1 taza           | 1.63±0.09                    | Muy bajo                           |
| <b>Macadamia</b><br>( <i>Macadamia integrifolia</i> )      | 0.16±0.02     | 16.13±2.28        | Bajo          | 10                   | 4 piezas         | 1.61±0.23            | Bajo          | 10                   | 4 piezas         | 1.61±0.23                    | Bajo                               |
| <b>Nuez pecana</b><br>( <i>Carya illinoensis</i> )         | 0.21±0.05     | 20.57±5.13        | Bajo          | 9                    | 3 piezas         | 1.85±0.46            | Bajo          | 5                    | 2 1/2 piezas     | 1.03±0.26                    | Muy bajo                           |
| <b>Pepita</b> ( <i>Cucurbita maxima</i> )                  | 0.07±0.00     | 6.79±0.00         | Bajo          | 12                   | 1 1/2 cucharadas | 0.81±0.00            | Muy bajo      | 12                   | 1 1/2 cucharada  | 0.81±0.00                    | Muy bajo                           |
| <b>Semilla de girasol</b><br>( <i>Curcubita maxima</i> )   | 0.13±0.00     | 13.47±0.24        | Bajo          | 12                   | 4 cucharadas     | 1.62±0.03            | Muy bajo      | 10                   | 3 1/2 cucharadas | 1.35±0.02                    | Muy bajo                           |
| <b>Cacahuete</b><br>( <i>Arachis hypogaea</i> L.)          | 0.77±0.03     | 77.18±2.51        | Alto          | 12                   | 14 piezas        | 9.26±0.30            | Bajo          | 6                    | 7 piezas         | 4.63±0.15                    | Bajo                               |
| <b>Pistaches</b><br>( <i>Pistacia vera</i> )               | 0.33±0.00     | 33.42±0.29        | Alto          | 13                   | 18 piezas        | 4.34±0.04            | Bajo          | 7                    | 5 piezas         | 2.34±0.02                    | Bajo                               |

|  |           |             |          |    |                      |            |          |    |                        |            |          |
|--|-----------|-------------|----------|----|----------------------|------------|----------|----|------------------------|------------|----------|
| <b>Nuez de la India</b><br>( <i>Aleurites moluccanus</i> ) | 0.65±0.02 | 64.50±2.03  | Alto     | 12 | 12 piezas a la mitad | 7.74±0.24  | Bajo     | 10 | 10 mitades             | 6.45±0.20  | Bajo     |
| <b>Nuez de castilla</b><br>( <i>Juglans Regia L.</i> )     | 0.39±0.01 | 39.32±1.10  | Alto     | 9  | 3 piezas             | 3.54±0.10  | Bajo     | 5  | 2 1/2 piezas regulares | 1.97±0.05  | Bajo     |
| <b>Almendras</b><br>( <i>Prunus dulcis</i> )               | 3.43±0.06 | 98.28±1.40  | Muy alto | 12 | 10 piezas            | 41.13±0.66 | Muy alto | 10 | 10 cucharadas          | 34.28±0.55 | Muy alto |
| <b>Cacao</b><br>( <i>Theobroma cacao</i> )                 | 1.98±0.03 | 198.18±3.35 | Muy alto | 12 | 12 g                 | 23.78±0.40 | Alto     | 5  | 5 g                    | 9.91±0.17  | Alto     |
| <b>Chia (semillas)</b><br>( <i>Salvia hispanica L.</i> )   | 2.54±0.08 | 253.64±8.29 | Muy alto | 12 | 5 cucharadas         | 30.44±1.00 | Muy alto | 6  | 3 1/2 cucharadas       | 15.22±0.50 | Alto     |
| <b>Avellana</b> ( <i>Corylus avellana L.</i> )             | 2.43±0.06 | 242.53±6.04 | Muy alto | 13 | 9 piezas             | 31.53±0.78 | Muy alto | 7  | 5 piezas               | 16.98±0.42 | Alto     |

Los valores se expresan como promedio ± DS (n=2) //ND= No detectado // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes) // \*\*\*Porción no disponible en SMAE

**Tabla 12.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL** de alto consumo en México.

| Alimento              | Oxalatos mg/g | Oxalatos mg/100 g | Clasificación | Porción recomendada* (g) | Equivalente* | Oxalatos mg/porción* | Clasificación | Porción sugerida (g) | Equivalente | Oxalatos mg/porción sugerida | Clasificación por porción sugerida |
|-----------------------|---------------|-------------------|---------------|--------------------------|--------------|----------------------|---------------|----------------------|-------------|------------------------------|------------------------------------|
| Clara de huevo cocida | ND            | ND                | ---           | 66                       | 2 piezas     | ND                   | ---           | 66                   | 2 piezas    | ND                           | ----                               |
| Jamón de pavo         | ND            | ND                | ---           | 42                       | 2 rebanadas  | ND                   | ---           | 42                   | 2 rebanadas | ND                           | ---                                |
| Queso Oaxaca asado    | ND            | ND                | ---           | 30                       | 30 g         | ND                   | ---           | 30                   | 30 g        | ND                           | ---                                |
| Salchicha de pavo     | ND            | ND                | ---           | 61                       | 1 pieza      | ND                   | ---           | 61                   | 1 pieza     | ND                           | ---                                |

Los valores se expresan como promedio ± DS (n=2) //ND= No detectado // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 13.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **ALIMENTOS ALTOS EN AZÚCAR** de alto consumo en México.

| Alimento           | Oxalatos mg/g | Oxalatos mg/100 g | Clasificación | Porción recomendada* (g) | Equivalente*     | Oxalatos mg/porción* | Clasificación | Porción sugerida (g) | Equivalente      | Oxalatos mg/porción sugerida | Clasificación por porción sugerida |
|--------------------|---------------|-------------------|---------------|--------------------------|------------------|----------------------|---------------|----------------------|------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Mermelada de fresa | 0.01±0.01     | 1.10 ± 0.77       | Muy bajo      | 43                       | 2 1/2 cucharadas | 0.47±0.33            | Muy bajo      | 43                   | 2 1/2 cucharadas | 0.47±0.33                    | Muy bajo                           |
| Glorias            | 0.05±0.01     | 5.48 ± 1.03       | Bajo          | 7                        | 1 pieza pequeña  | 0.38±0.07            | Muy bajo      | 7                    | 1 pieza pequeña  | 0.38±0.07                    | Muy bajo                           |
| Catsup             | 0.29±0.01     | 28.98 ± 1.29      | Alto          | 30                       | 2 cucharadas     | 8.69±0.39            | Bajo          | 15                   | 1 cucharada      | 4.35±0.19                    | Muy bajo                           |

Los valores se expresan como promedio ± DS (n=2) //ND= No detectado // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 14.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **ALIMENTOS LIBRES DE ENERGÍA** de alto consumo en México.

| Alimento  | Oxalatos mg/g | Oxalatos mg/100 g | Clasificación | Porción recomendada* (g) | Equivalente*    | Oxalatos mg/porción* | Clasificación | Porción sugerida (g) | Equivalente     | Oxalatos mg/porción sugerida | Clasificación por porción sugerida |
|---|---------------|-------------------|---------------|--------------------------|-----------------|----------------------|---------------|----------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------------|
| <b>Vaina de vainilla</b><br>( <i>Vanilla Planifolia</i> ) | 0.50±0.007    | 49.68 ± 0.69      | Alto          | 3                        | 1/4 de vaina    | 1.490±0.021          | Muy bajo      | 3                    | 1/4 de vaina    | 1.49±0.021                   | Muy bajo                           |
| <b>Jamaica</b> ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> )             | 1.66±0.07     | 165.67 ± 7.42     | Muy alto      | 1                        | 1 taza con agua | 1.66±0.07            | Muy bajo      | 1                    | 1 taza con agua | 1.66±0.07                    | Muy bajo                           |

Los valores se expresan como promedio ± DS (n=2) //ND= No detectado // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 15.0** Contenido de oxalatos y su clasificación en diversos **SUSTITUTOS DE LECHE** de alto consumo en México.

| Alimento                                | Oxalatos mg/g | Oxalatos mg/100 g | Clasificación | Porción recomendada* (g) | Equivalente* | Oxalatos mg/porción* | Clasificación | Porción sugerida (g) | Equivalente | Oxalatos mg/porción sugerida | Clasificación por porción sugerida |
|---|---------------|-------------------|---------------|--------------------------|--------------|----------------------|---------------|----------------------|-------------|------------------------------|------------------------------------|
| <b>Leche de almendras</b>               | 0.04±0.00     | 4.48 ± 0.16       | Muy bajo      | ***                      | ***          | ---                  | ---           | 240                  | 1 taza      | 10.75±0.38                   | Alto                               |
| <b>Leche de soya</b>                    | 0.03±0.00     | 3.42 ± 0.03       | Muy bajo      | ***                      | ***          | ---                  | ---           | 120                  | 1/2 taza    | 4.10±0.04                    | Bajo                               |
| <b>Leche de soya con chocolate</b>      | 0.03±0.00     | 3.46 ± 0.29       | Muy bajo      | 300                      | 1 1/4 taza   | 10.39±0.86           | Alto          | 150                  | 3/4 taza    | 5.20±0.43                    | Bajo                               |
| <b>Leche de almendras con chocolate</b> | 0.03±0.00     | 3.31 ± 0.09       | Muy bajo      | ***                      | ***          | ---                  | ---           | 240                  | 1 taza      | 7.95±0.23                    | Bajo                               |

Los valores se expresan como promedio ± DS (n=2) //ND= No detectado // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes) // \*\*\*Porción no disponible en SMAE

## 5.2 Resultados generales de la concentración de antioxidantes en alimentos de alto consumo en México

**Tabla 16.0** Clasificación de los valores de concentración de antioxidantes obtenidos por análisis estadístico

|                 |   |   |
|-----------------|---|---|
| <b>Muy bajo</b> | (0-18750) Equivalentes Trolox (µmoles/100 g)      | (0 – 5774) Equivalentes Trolox (µmoles/porción SMAE)      |
| <b>Bajo</b>     | (18751-48970) Equivalentes Trolox (µmoles/100 g)  | (5775 – 21931) Equivalentes Trolox (µmoles/porción SMAE)  |
| <b>Alto</b>     | (48971-147100) Equivalentes Trolox (µmoles/100 g) | (21932 – 74895) Equivalentes Trolox (µmoles/porción SMAE) |
| <b>Muy alto</b> | >147100 Equivalentes Trolox (µmoles/100 g)        | >74895 Equivalentes Trolox (µmoles/porción SMAE)          |

**Tabla 17.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversas **FRUTAS** de alto consumo en México.

| Alimento  | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/g) | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/100 g) | Clasificación | Porción recomendada (g)* | Equivalente* | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles /porción) * | Clasificación |
|---|--|--|---------------|--------------------------|--------------|---|---------------|
| <b>Tuna</b> ( <i>Cactus ficus-indica</i> L.)                            | 19.97±1.33                                   | 1,996.67±132.79                                  | Muy bajo      | 250                      | 2 piezas     | 4,991.67±331.98                                       | Alto          |
| <b>Sandía</b> ( <i>Citrullus lanatus</i> )                              | 25.89±1.17                                   | 2,589.33±117.02                                  | Muy bajo      | 200                      | 1 rebanada   | 5,178.67±234.03                                       | Muy bajo      |
| <b>Uvas verdes</b> ( <i>Vitis Vinifera</i> )                            | 95.35±5.40                                   | 9,535.00±539.95                                  | Muy bajo      | 92                       | 1 taza       | 8,772.20±8,772.20                                     | Bajo          |
| <b>Papaya</b> ( <i>Carica papaya</i> )                                  | 110.27±4.90                                  | 11,026.67±489.65                                 | Muy bajo      | 140                      | 1 taza       | 15,437.33±685.51                                      | Bajo          |
| <b>Naranja</b> ( <i>Citrus sinensis</i> )                               | 117.45±2.09                                  | 7,830.00±3393.70                                 | Muy bajo      | 242                      | 2 piezas     | 18,948.60±8,212.75                                    | Bajo          |
| <b>Plátano</b> ( <i>Musa sapientum</i> )                                | 165.93±10.02                                 | 16,593.33±1001.70                                | Muy bajo      | 80                       | 1/2 pieza    | 13,274.67±801.36                                      | Bajo          |
| <b>Piña</b> ( <i>Ananas comosus</i> )                                   | 180.13±40.77                                 | 18,013.33±4076.80                                | Muy bajo      | 124                      | 3/4 taza     | 22,336.53±5,055.23                                    | Alto          |
| <b>Higo</b> ( <i>Ficus carica</i> )                                     | 296.38±20.57                                 | 29,637.50±2057.23                                | Bajo          | 80                       | 2 piezas     | 23,710.00±1,645.79                                    | Muy alto      |
| <b>Kiwi</b> ( <i>Actinia chinensis</i> )                                | 298.10±38.36                                 | 29,810.00±3836.04                                | Bajo          | 132                      | 1 1/2 piezas | 39,349.20±5,063.58                                    | Alto          |
| <b>Mamey</b> ( <i>Pouteria sapota</i> )                                 | 476.17±29.94                                 | 47,616.67±2994.01                                | Bajo          | 137                      | 1/3 pieza    | 65,234.83±4,101.80                                    | Alto          |
| <b>Manzana roja con cáscara</b> ( <i>Pyrus malus</i> L.)                | 483.38±8.05                                  | 48,337.50±805.20                                 | Bajo          | 138                      | 1 pieza      | 66,705.75±1,111.17                                    | Alto          |
| <b>Ciruela pasa</b> ( <i>Prunus domestica</i> )                         | 616.00±16.09                                 | 61,600.00±1,608.83                               | Alto          | 56                       | 7 piezas     | 34,496.00±900.94                                      | Alto          |
| <b>Arándano deshidratado con azúcar</b> ( <i>Vacciniummyrtillus</i> L.) | 826.40±41.67                                 | 82,640.00±4,167.25                               | Alto          | 5                        | 1/2 taza     | 4,132.00±208.36                                       | Muy bajo      |
| <b>Granada</b> ( <i>Punica granatum</i> )                               | 887.50±29.49                                 | 88,750.00±2,949.11                               | Alto          | 190                      | 1 pieza      | 168,625.00±5,603.30                                   | Muy alto      |
| <b>Zapote negro</b> ( <i>Diospyros nigra</i> )                          | 1,125.67±222.37                              | 112,566.67±22,237.15                             | Alto          | 150                      | 1/2 pieza    | 168,850.00±33,355.72                                  | Muy alto      |
| <b>Arándano azul</b> ( <i>Vaccinium corymbosum</i> )                    | 1,257.67±355.87                              | 125,766.67±35,587.37                             | Alto          | 109                      | 3/4 taza     | 137,085.67±38,790.23                                  | Muy alto      |
| <b>Granada china</b> ( <i>Passiflora ligularis</i> )                    | 2,198.33±35.85                               | 219,833.33±3,584.81                              | Muy alto      | 120                      | 2 piezas     | 263,800.00±4,301.77                                   | Muy alto      |

|  |                 |                      |          |     |          |                      |          |
|--|-----------------|----------------------|----------|-----|----------|----------------------|----------|
| <b>Guayaba</b> ( <i>Psidium guajava</i> )    | 3,616.67±511.88 | 361,666.67±51,187.51 | Muy alto | 135 | 3 piezas | 488,250.00±69,103.13 | Muy alto |
| <b>Zarzamora</b> ( <i>Rubus ulmifolius</i> ) | 3,620.75±207.23 | 362,075.00±20,723.07 | Muy alto | 150 | 1 taza   | 543,112.50±31,084.60 | Muy alto |
| <b>Fresas</b> ( <i>Fragaria vesca</i> )      | 9,654.75±101.41 | 965475.00±10,141.28  | Muy alto | 166 | 1 taza   | 1602688.50±16,834.53 | Muy alto |

Los resultados se expresan como promedio±EEM (n=3) // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 18.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **VEGETALES** de alto consumo en México.

| Alimento  | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/g) | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/100 g) | Clasificación | Porción recomendada (g)* | Equivalente* | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles /porción)* | Clasificación |
|---|--|--|---------------|--------------------------|--------------|--|---------------|
| <b>Chayote verde</b> ( <i>Sechium edule</i> )                     | 14.64±1.14                                   | 1,463.65±114.05                                  | Muy bajo      | 102                      | 1/2 pieza    | 1,492.9±116.33                                       | Muy bajo      |
| <b>Pepino con cascara y semillas</b> ( <i>Cucumis sativus L</i> ) | 41.92±8.74                                   | 4,191.50±873.96                                  | Muy bajo      | 104                      | 1 taza       | 4,359.16±908.92                                      | Muy bajo      |
| <b>Zanahorias</b> ( <i>Daucus carota</i> )                        | 44.24±4.56                                   | 4,423.75±456.43                                  | Muy bajo      | 64                       | 1/2 taza     | 2,831.20±292.12                                      | Muy bajo      |
| <b>Flor de Calabaza</b> ( <i>Cucurbita andreana</i> )             | 166.15±12.16                                 | 1,6615.00±1,216.01                               | Muy bajo      | 132                      | 4 tazas      | 21,931.80±1605.13                                    | Alto          |
| <b>Huitlacoche</b> ( <i>Ustilago maydis</i> )                     | 189.95±26.96                                 | 18,995.00±2,696.39                               | Bajo          | 66                       | 1/3 taza     | 12,536.70±1779.62                                    | Bajo          |
| <b>Verdolaga</b> ( <i>Portulaca oleracea L</i> )                  | 200.38±20.73                                 | 20,037.50±2,072.99                               | Bajo          | 192                      | 2 tazas      | 38,472.00±3980.13                                    | Alto          |
| <b>Chicharo sin vaina</b> ( <i>Pisum sativum L</i> )              | 287.60±6.10                                  | 28,760.00±609.63                                 | Bajo          | 40                       | 1/4 taza     | 11,504.00±243.85                                     | Bajo          |
| <b>Rábano</b> ( <i>Raphanus sativus</i> )                         | 442.82±33.33                                 | 44,281.88±3,333.37                               | Bajo          | 116                      | 1 taza       | 51,366.98±3866.71                                    | Alto          |
| <b>Betabel</b> ( <i>Beta vulgaris var. Conditiva</i> )            | 499.23±9.38                                  | 49,922.50±937.54                                 | Alto          | 43                       | 1/4 pieza    | 21,466.68±403.14                                     | Bajo          |
| <b>Jitomate</b> ( <i>Solanum lycopersicum</i> )                   | 565.15±8.29                                  | 56,515.00±829.28                                 | Alto          | 120                      | 120 g        | 67,818.00±95.14                                      | Alto          |
| <b>Champiñones</b> ( <i>Agaricus bisporus</i> )                   | 612.10±82.94                                 | 61,210.00±8,293.92                               | Bajo          | 70                       | 1/2 taza     | 42,847.00±5,805.74                                   | Alto          |
| <b>Nopal enjuagado 10'</b> ( <i>Opuntia Ficus Indica</i> )        | 621.78±23.93                                 | 62,177.50±2,393.31                               | Alto          | 140                      | 2 piezas     | 87,048.50±3,350.63                                   | Muy alto      |
| <b>Espinaca cruda</b> ( <i>Spinacea Oleracea L.</i> )             | 624.13±30.02                                 | 62,412.50±3,002.27                               | Alto          | 120                      | 2 tazas      | 74,895.00±3,602.72                                   | Alto          |
| <b>Cilantro</b> ( <i>Coriandrum sativum</i> )                     | 714.30±73.00                                 | 71,430.00±7,299.61                               | Alto          | 120                      | 2 tazas      | 85,716.00±8,759.54                                   | Muy alto      |
| <b>Nopal crudo</b> ( <i>Opuntia Ficus Indica</i> )                | 731.85±59.00                                 | 73,185.00±5,900.19                               | Alto          | 140                      | 2 piezas     | 102,459.00±8,260.26                                  | Muy alto      |
| <b>Acelga</b> ( <i>Beta maritima L</i> )                          | 1,072.33±118.44                              | 107,232.50±11,844.05                             | Alto          | 120                      | 2 tazas      | 128,679.00±14,212.86                                 | Muy alto      |

|  |                 |                     |          |     |          |                     |          |
|--|-----------------|---------------------|----------|-----|----------|---------------------|----------|
| <b>Nopal cocido 10'</b><br>( <i>Opuntia Ficus Indica</i> ) | 1,469.30±55.72  | 146,930.00±5,571.56 | Alto     | 149 | 1 taza   | 218,925.70±8,301.63 | Muy alto |
| <b>Perejil</b> ( <i>Petroselinum crispum</i> )             | 1,780.75±106.98 | 178,075.00±10697.77 | Muy alto | 60  | 1 taza   | 106,845.00±6418.66  | Muy alto |
| <b>Huazontle</b><br>( <i>Chenopodium berlandieri</i> )     | 2,390.50±242.85 | 239,050.00±24284.51 | Muy alto | 40  | 1/2 taza | 95,620.00±9713.80   | Muy alto |

Los resultados se expresan como promedio±EEM (n=3) // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 19.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **CHILES** de alto consumo en México.

| Alimento  | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/g) | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/100 g) | Clasificación | Porción recomendada (g)* | Equivalente* | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles /porción)* | Clasificación |
|---|--|--|---------------|--------------------------|--------------|--|---------------|
| <b>Pimiento verde</b><br>( <i>Capsicum annum L.</i> ) | 577.41±22.55                                 | 57,740.63±2254.63                                | Alto          | 10.00                    | 10 g         | 5,774.06±225.46                                      | Bajo          |
| <b>Chile pasilla</b><br>( <i>Capsicum annum L.</i> )  | 914.78±13.35                                 | 91,477.50±1334.97                                | Alto          | 10.00                    | 10 g         | 9,147.75±133.50                                      | Bajo          |
| <b>Chile guajillo</b><br>( <i>Capsicum annum L.</i> ) | 2,208.00±227.83                              | 220,800.00±22783.07                              | Muy alto      | 10.00                    | 10 g         | 22,080.00±2,278.31                                   | Alto          |
| <b>Chile cascabel</b><br>( <i>Capsicum annum L.</i> ) | 2,418.25±99.51                               | 241,825.00±9950.91                               | Muy alto      | 10.00                    | 10 g         | 24,182.50±995.09                                     | Alto          |
| <b>Chile chipotle</b><br>( <i>Capsicum annum L.</i> ) | 2,256.75±217.68                              | 225,675.00±21767.80                              | Muy alto      | 10.00                    | 2 piezas     | 22,567.50±2,176.78                                   | Alto          |
| <b>Chile verde</b><br>( <i>Capsicum annum L.</i> )    | 3,105.50±278.10                              | 310,550.00±27810.26                              | Muy alto      | 10.00                    | 10 g         | 31,055.00±2,781.03                                   | Alto          |
| <b>Chile ancho</b><br>( <i>Capsicum annum L.</i> )    | 3,107.70±234.74                              | 310,770.00±23473.83                              | Muy alto      | 10.00                    | 10 g         | 31,077.00±2,347.38                                   | Muy bajo      |
| <b>Chile morita</b><br>( <i>Capsicum annum L.</i> )   | 4,439.75±318.31                              | 443,975.00±31831.00                              | Muy alto      | 10.00                    | 10 g         | 44,397.50±3,183.10                                   | Alto          |

Los resultados se expresan como promedio±EEM (n=3) // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 20.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversas **LEGUMINOSAS** de alto consumo en México.

| Alimento  | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/g) | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/100 g) | Clasificación | Porción recomendada (g)* | Equivalente* | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles /porción)* | Clasificación |
|---|--|--|---------------|--------------------------|--------------|--|---------------|
| <b>Garbanzo 25'</b> ( <i>Cicer arietinum L.</i> )             | 89.22±3.97                                   | 8,921.75±397.23                                  | Muy bajo      | 82                       | 1/2 taza     | 7,315.84±325.73                                      | Bajo          |
| <b>Haba 25'</b> ( <i>Vicia faba L.</i> )                      | 100.43±11.81                                 | 10,042.50±1180.77                                | Muy bajo      | 85                       | 1/2 taza     | 8,536.13±1,003.65                                    | Bajo          |
| <b>Frijol peruano 25'</b><br>( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> ) | 126.65±8.04                                  | 12,665.00±804.14                                 | Muy bajo      | 86                       | 1/2 taza     | 10,891.90±691.56                                     | Bajo          |
| <b>Maíz</b> ( <i>Zea mays</i> )                               | 176.98±45.49                                 | 17,697.50±4,549.09                               | Muy bajo      | 20                       | 20 g         | 3,539.50±909.82                                      | Muy bajo      |
| <b>Alubias 25'</b><br>( <i>Phaseolus spp</i> )                | 192.30±22.48                                 | 19,230.00±2,247.55                               | Bajo          | 90                       | 1/2 taza     | 17,307.00±2,022.79                                   | Bajo          |
| <b>Frijol negro 25'</b><br>( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> )   | 266.81±21.65                                 | 26,680.63±2,164.88                               | Bajo          | 86                       | 1/2 taza     | 22,945.34±1,861.79                                   | Alto          |

|  |                |                     |          |    |          |                     |          |
|--|----------------|---------------------|----------|----|----------|---------------------|----------|
| <b>Frijol flor de mayo 25'</b> ( <i>Pericallis hadrosoma</i> ) | 357.20±50.59   | 35,720.00±5,058.75  | Bajo     | 86 | 1/2 taza | 30,719.20±4,350.52  | Muy bajo |
| <b>Frijol pinto 25'</b> ( <i>Phaseolus vulgaris L</i> )        | 600.59±51.72   | 6,0059.00±5,171.50  | Alto     | 86 | 1/2 taza | 51,650.74±4,447.49  | Alto     |
| <b>Lenteja 25'</b> ( <i>Lens culinaris</i> )                   | 687.43±23.05   | 68,742.50±2,305.20  | Alto     | 99 | 1/2 taza | 68,055.08±2,282.15  | Alto     |
| <b>Soya texturizada</b>  | 7,981.50±61.88 | 798,150.00±6,188.23 | Muy alto | 30 | 30 g     | 239,445.00±1,856.47 | Muy alto |

Los resultados se expresan como promedio±EEM (n=3) // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 21.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **CEREALES SIN GRASA** de alto consumo en México.

| Alimento  | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/g) | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/100 g) | Clasificación | Porción recomendada (g)* | Equivalente* | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles /porción)* | Clasificación |
|---|--|--|---------------|--------------------------|--------------|--|---------------|
| <b>Tapioca</b>  | 22.95±5.65                                   | 2,295.00±564.60                                  | Muy bajo      | 19                       | 2 cucharadas | 436.05±107.27  | Muy bajo      |
| <b>Germen de trigo</b> ( <i>Triticum aestivum</i> )                 | 49.81±3.08                                   | 4,980.75±308.49                                  | Muy bajo      | 60                       | 1 taza       | 2,988.45±185.09                                      | Muy bajo      |
| <b>Cereal All-Bran Natural</b>                                      | 110.21±0.07                                  | 11,020.65±7.42                                   | Muy bajo      | ***50+                   | ***1/4 taza+ | 5,510.32±3.71  | Muy bajo      |
| <b>Bolillo</b>  | 160.48±8.61                                  | 16,048.00±860.51                                 | Muy bajo      | 20                       | 1/3 pieza    | 1,380.94±74.05                                       | Muy bajo      |
| <b>Amaranto tostado y endulzado (Alegría)</b> ( <i>Amaranthus</i> ) | 221.20±14.18                                 | 22,120.00±1417.64                                | Bajo          | 16                       | 4 cucharadas | 3,539.20±226.82                                      | Muy bajo      |
| <b>Avena cruda</b> ( <i>Avena sativa L.</i> )                       | 268.50±42.78                                 | 26,850.00±4278.06                                | Bajo          | 20                       | 1/2 taza     | 5,370.00±855.61                                      | Muy bajo      |
| <b>Amaranto tostado sin endulzar</b> ( <i>Amaranthus</i> )          | 295.13±35.39                                 | 29,513.13±3538.50                                | Bajo          | 16                       | 4 cucharadas | 4,722.10±566.16                                      | Muy bajo      |
| <b>Pan integral con ajonjolí</b>                                    | 429.80±34.13                                 | 42,980.00±3413.37                                | Bajo          | 25                       | 1 rebanada   | 10,745.00±853.34                                     | Bajo          |
| <b>Ajonjolí tostado sin endulzar</b> ( <i>Sesamum indicum L.</i> )  | 553.95±30.70                                 | 55,395.00±3069.68                                | Alto          | 13                       | 5 cucharadas | 7,201.35±399.06                                      | Bajo          |

Los resultados se expresan como promedio ± EEM (n=3) // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes) // \*\*\*Porción no disponible en SMAE// + Porción sugerida

**Tabla 22.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversas **CEREALES CON GRASA** de alto consumo en México.

| Alimento                   | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/g) | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/100 g) | Clasificación | Porción recomendada (g)* | Equivalente* | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles /porción)* | Clasificación |
|----------------------------|--|--|---------------|--------------------------|--------------|--|---------------|
| <b>Papas a la francesa</b> | 22.63±3.98                                   | 2,262.50±397.71                                  | Muy bajo      | 20                       | 4 piezas     | 452.50±79.54   | Muy bajo      |

Los resultados se expresan como promedio±EEM (n=3) // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 23.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **AZÚCARES CON GRASA** de alto consumo en México.

| Alimento  | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/g) | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/100 g) | Clasificación | Porción recomendada (g)* | Equivalente*    | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles /porción)* | Clasificación |
|---|--|--|---------------|--------------------------|-----------------|--|---------------|
| <b>Pasta de cacahuete.</b>  | 300.73±34.63                                 | 30,072.50±3462.91                                | Bajo          | 13                       | 5 spoons        | 3,909.43±450.18                                      | Muy bajo      |
| <b>Snickers</b>   | 496.05±29.56                                 | 49,605.00±2956.42                                | Alto          | ***52.7+                 | ***1 barra+     | 26,141.83±1558.03                                    | Alto          |
| <b>Nutella</b>  | 908.01±45.28                                 | 90,801.25±4528.20                                | Alto          | ***8+                    | ***1 cucharada+ | 7,264.10±362.26                                      | Bajo          |
| <b>Pinolillo</b>  | 3,661.50±458.29                              | 366,150.00±45829.11                              | Muy alto      | ***10+                   | ***1 cucharada+ | 36,615.00±4,582.91                                   | Alto          |
| <b>Chocolate Oaxaca 47% cacao.</b><br>( <i>Theobroma cacao</i> )  | 4,096.51±211.41                              | 40,9651.25±21140.52                              | Muy alto      | 17                       | 17 g            | 69,640.71±3,593.89                                   | Alto          |
| <b>Chocolate Suizo 70% cacao</b><br>( <i>Theobroma cacao</i> )    | 4,656.26±17.36                               | 465,626.25±1736.01                               | Muy alto      | 17                       | 17 g            | 79,156.46±295.12                                     | Muy alto      |
| <b>Chocolate Aleman 73% cacao.</b><br>( <i>Theobroma cacao</i> )  | 5,426.69±97.35                               | 542,668.75±9735.21                               | Muy alto      | 14                       | 1/3 bar         | 75,973.63±1,362.93                                   | Muy alto      |
| <b>Chocolate Chiapas 70% cacao.</b><br>( <i>Theobroma cacao</i> ) | 7,617.88±192.64                              | 761,787.50±19263.62                              | Muy alto      | 17                       | 17 g            | 129,503.88±3,274.82                                  | Muy alto      |
| <b>Chocolate Chiapas 100% cacao</b><br>( <i>Theobroma cacao</i> ) | 8,581.75±105.26                              | 858,175.00±10525.55                              | Muy alto      | 14                       | 1/3 bar         | 120,144.50±1,473.58                                  | Muy alto      |

Los resultados se expresan como promedio±EEM (n=3) // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes) // \*\*\*Porción no disponible en SMAE // + Porción sugerida

**Tabla 24.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **MOLES** de alto consumo en México.

| Alimento               | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/g) | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/100 g) | Clasificación | Porción recomendada (g)* | Equivalente*     | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles /porción)* | Clasificación |
|------------------------|--|--|---------------|--------------------------|------------------|--|---------------|
| <b>Mole negro</b>      | 858.25±24.20                                 | 85,825.00±2420.13                                | Alto          | 48                       | 3 cucharadas     | 41,196.00±1161.66                                    | Alto          |
| <b>Adobo</b>           | 1,478.38±126.67                              | 147,837.50±12667.37                              | Muy alto      | ***48+                   | ***3 cucharadas+ | 70,962.00±6080.34                                    | Alto          |
| <b>Mole almendrado</b> | 1,921.25±240.17                              | 192,125.00±24016.78                              | Muy alto      | 48                       | 3 cucharadas     | 92,220.00±11528.05                                   | Muy alto      |
| <b>Mole rojo</b>       | 2,206.50±261.63                              | 220,650.00±26163.35                              | Muy alto      | 48                       | 3 cucharadas     | 105,912.00±12558.41                                  | Muy alto      |

Los resultados se expresan como promedio±EEM (n=3) // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes) // \*\*\*Porción no disponible en SMAE // + Porción sugerida

**Tabla 25.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **ACEITES Y GRASAS CON PROTEÍNA** de alto consumo en México.

| Alimento  | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/g) | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/100 g) | Clasificación | Porción recomendada (g)* | Equivalente* | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles /porción)* | Clasificación |
|---|--|--|---------------|--------------------------|--------------|--|---------------|
| <b>Macadamia</b><br>( <i>Macadamia integrifolia</i> ) | 172.50±8.54                                  | 17,250.00±853.77                                 | Muy bajo      | 10                       | 4 piezas     | 1,725.00±85.38                                       | Muy bajo      |
| <b>Almendras</b><br>( <i>Prunus dulcis</i> )          | 272.45±43.49                                 | 27,245.26±4348.62                                | Bajo          | 12                       | 10 piezas    | 3,269.43±521.83                                      | Muy bajo      |

|  |                  |                       |          |        |              |                     |          |
|--|------------------|-----------------------|----------|--------|--------------|---------------------|----------|
| <b>Cacahuete</b><br>( <i>Arachis hypogaea</i> L.)          | 359.15±9.20      | 35,915.00±920.19      | Bajo     | 12     | 14 piezas    | 4,309.80±110.42     | Muy bajo |
| <b>Chía (semillas)</b><br>( <i>Salvia hispanica</i> L)     | 544.63±16.43     | 54,462.50±1,642.51    | Alto     | 12     | 7 cucharadas | 6,535.50±197.10     | Bajo     |
| <b>Linaza</b><br>( <i>Linum usitatissimum</i> L)           | 664.40±39.89     | 66,440.00±3,989.27    | Alto     | ***25+ | ***1 taza+   | 16,610.00±997.32    | Bajo     |
| <b>Nuez pecana</b><br>( <i>Carya illinoensis</i> )         | 1303.00±122.73   | 130,300.00±12272.67   | Alto     | 9      | 3 piezas     | 11,727.00±1,104.54  | Bajo     |
| <b>Chapulines</b><br>( <i>Sphenarium purpurascens</i> Ch). | 1,399.25±136.42  | 139,925.00±13641.50   | Muy alto | ***30+ | ***1 taza+   | 41,977.50±4,092.45  | Alto     |
| <b>Cacao</b> ( <i>Theobroma cacao</i> )                    | 14,925.92±244.32 | 1,492,591.75±24432.34 | Muy alto | 12     | 12 g         | 179,111.01±2,931.88 | Muy alto |

Los resultados se expresan como promedio±EEM (n=3) // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes) // \*\*\*Porción no disponible en SMAE // + Porción sugerida

**Tabla 26.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL** de alto consumo en México.

| Alimento                     | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/g) | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/100 g) | Clasificación | Porción recomendada (g)* | Equivalente* | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles /porción)* | Clasificación |
|------------------------------|--|--|---------------|--------------------------|--------------|--|---------------|
| <b>Clara de huevo cocida</b> | 37.75±5.96                                   | 3,775.00±596.34                                  | Muy bajo      | 66                       | 2 piezas     | 2,491.50±393.59                                      | Muy bajo      |
| <b>Jamón de pavo</b>         | 140.15±11.54                                 | 14,015.00±1,154.27                               | Muy bajo      | 42                       | 2 rebanadas  | 5,886.30±484.79                                      | Bajo          |
| <b>Queso Oaxaca asado</b>    | 252.00±31.10                                 | 25,200.00±3,110.20                               | Bajo          | 30                       | 30 g         | 7,560.00±933.06                                      | Bajo          |

Los resultados se reportan como promedio±EEM (n=3) // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 27.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **ALIMENTOS ALTOS EN AZÚCAR** de alto consumo en México.

| Alimento                  | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/g) | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/100 g) | Clasificación | Porción recomendada (g)* | Equivalente*    | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles /porción)* | Clasificación |
|---------------------------|--|--|---------------|--------------------------|-----------------|--|---------------|
| <b>Glorias</b>            | 266.48±72.92                                 | 26647.50±7292.32                                 | Bajo          | 7                        | 1 pieza pequeña | 1865.33±510.46                                       | Muy bajo      |
| <b>Catsup</b>             | 264.05±26.72                                 | 26405.00±2671.94                                 | Bajo          | 30                       | 2 cucharadas    | 7921.50±801.58                                       | Bajo          |
| <b>Mermelada de fresa</b> | 375.40±12.60                                 | 37540.00±1260.03                                 | Bajo          | 43                       | 2 1/2 cucharada | 16142.20±541.81                                      | Bajo          |

Los resultados se expresan como promedio±EEM (n=3) // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 28.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **ALIMENTOS LIBRES DE ENERGÍA** de alto consumo en México.

| Alimento   | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/g) | Antioxidantes Equivalentes Trolox (µmoles/100 g) | Clasificación | Porción recomendada (g)* | Equivalente*    | Antioxidantes (µeq TROLOX/porción)* | Clasificación |
|--|--|--|---------------|--------------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------|
| <b>Jamaica</b> ( <i>Hibiscus sabdariffa</i> )          | 6,252.00±187.78                              | 625,200.00±18,778                                | Muy alto      | 1                        | 1 taza con agua | 6,252.00±187.78                     | Bajo          |
| <b>Vaina de vainilla</b> ( <i>Vanilla Planifolia</i> ) | 17,365.25±638.42                             | 1,736,525.00±6,384                               | Muy alto      | 3                        | 1/4 de vaina    | 52,095.75±1,915.26                  | Muy alto      |

Los resultados se expresan como promedio±EEM (n=3) // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes)

**Tabla 29.0** Contenido de antioxidantes y su clasificación en diversos **SUSTITUTOS DE LECHE** de alto consumo en México.

| Alimento                        | Antioxidantes Equivalentes Trolox (μmoles/g) | Antioxidantes Equivalentes Trolox (μmoles/100 g) | Clasificación | Porción recomendada (g)* | Equivalente*             | Antioxidantes Equivalentes Trolox (μmoles /porción)* | Clasificación |
|---------------------------------|--|--|---------------|--------------------------|--------------------------|--|---------------|
| Leche de almendras              | 49.52±3.58                                   | 4,951.88±358.14                                  | Muy bajo      | ***240 <sup>+</sup>      | ***1 taza <sup>+</sup>   | 11,884.50±859.54                                     | Bajo          |
| Leche de almendras y chocolates | 54.52±6.40                                   | 5,452.25±639.73                                  | Muy bajo      | ***240 <sup>+</sup>      | ***1 taza <sup>+</sup>   | 52,962.00±2,294.49                                   | Bajo          |
| Leche de soya                   | 207.55±16.07                                 | 20,755.00±1,607.10                               | Bajo          | ***120 <sup>+</sup>      | ***1/2 taza <sup>+</sup> | 24,906.00±1,928.52                                   | Alto          |
| Leche de soya y chocolate       | 220.68±9.56                                  | 22,067.50±956.04                                 | Bajo          | 300                      | 1 1/4 taza               | 66,202.50±2,868.11                                   | Alto          |

Los resultados se expresan como promedio±EEM (n=3) // \*SMAE (Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes) // \*\*\*Porción no disponible en SMAE // + Porción sugerida

## 6.0 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los oxalatos son compuestos que se encuentran en diversas plantas ya que forman parte de su metabolismo endógeno. Por lo cual, los vegetales son alimentos con las concentraciones más elevadas de oxalatos. Esto se debe a que una de las principales funciones de los oxalatos en las plantas es la formación de cristales como proceso de regulación y protección (Franceschi, 2005). Actualmente, se han asociado las altas cantidades de oxalatos con las dietas vegetarianas debido a que la mayoría de los alimentos permitidos en este tipo de dietas son provenientes de vegetales y de cereales integrales (Siener, 2006). Estos últimos son de gran relevancia ya que el ácido oxálico se encuentra principalmente en las capas externas de los granos de los cereales (Siener et al, 2006). En estudios previos se ha demostrado que diversas semillas y el cacao contienen altas concentraciones de oxalatos (Atalla y Mongs, 2014). Lo cual, concuerda con los resultados acerca de la concentración de oxalatos presentes en los productos derivados de estos alimentos como los chocolates y los moles.

Este análisis es de gran importancia, ya que el chocolate y los moles son alimentos que se producen y se consumen típicamente en la población mexicana. Por lo que se sugiere que el consumo de este tipo de alimentos debe ser moderado, ya que podría contribuir a la ingesta diaria de oxalato en un grado considerable. De hecho, la fundación oxalosis e hiperoxaluria de los Estados Unidos Americanos recomienda que las personas que presenten alteraciones en el metabolismo del oxalato eviten el consumo de semilla de cacao, así como de sus productos (OHF, 2004). En México no existen datos certeros del contenido de oxalatos presentes en alimentos de alto consumo, por lo que esta guía será de gran utilidad para desarrollar estrategias alimentarias para las personas que tengan algún problema relacionado con el metabolismo de oxalatos. Debido a la variedad de alimentos de la dieta cotidiana, se sabe que se consumen entre 200-300 mg de oxalato diariamente. Sin embargo, para la prevención de patologías renales se sugiere que el consumo sea entre 50-100 mg de oxalato diariamente, ya que una dieta baja en oxalato contribuye a disminuir el oxalato presente en la orina (Coe, 2017).

Otra de las formas en las que se puede regular el contenido de oxalatos en diferentes alimentos es a través del tratamiento térmico y el remojo en agua, ya que estos procesos se han asociado con la disminución en la cantidad de este tipo de compuestos. Los oxalatos se pueden eliminar o descomponer mediante un tratamiento térmico adecuado debido a que se rompen los enlaces liberando los oxalatos haciéndolos más solubles (Hussain, et al., 1984). Esto último, hace al remojo un proceso efectivo para la disminución de oxalatos, ya que este tipo de compuestos son hidrosolubles (Bhasin et al, 2015).

Un alimento en el cual se pudo observar el efecto del tratamiento térmico sobre la concentración de oxalatos fue el nopal, ya que la cocción durante 10 minutos redujo considerablemente el contenido de oxalatos en un 76% ( $116.42 \pm 1.76$  mg / 100g) comparado con el nopal crudo ( $151.66 \pm 5.71$  mg / 100g). Además, se observa que el enjuagar el nopal con agua después del tratamiento disminuye aún más el contenido de oxalatos en un 85% ( $100.12 \pm 0.85$  mg/100g) comparado con el nopal que sólo tuvo el tratamiento térmico ( $116.42 \pm 1.76$  mg/100g). Se ha demostrado que diferentes vegetales que fueron sometidos a ebullición con agua disminuyeron su contenido total de oxalatos entre 30% y 87% (Chai y Liebman, 2005). En otros estudios en alimentos de Nueva Zelanda y Tailandia, se demostró que en verduras hervidas disminuyeron sus concentraciones de oxalatos (Savage et al, 2000; Judprasong et al, 2006). Por ello, el tratamiento térmico y el remojo en agua son procesos que pueden ser utilizados para disminuir la cantidad de oxalatos presentes en los alimentos.

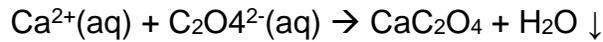
Sin embargo, no sólo se debe tomar en cuenta la presencia de oxalatos en los alimentos, ya que la regulación del consumo de este tipo de compuestos genera una paradoja. Muchos alimentos con concentraciones elevadas de oxalatos también contienen diversos compuestos bioactivos como los antioxidantes. Debido a esto, es de gran importancia buscar estrategias que permitan establecer regulación en el consumo de este tipo de compuestos. Una de ellas es a través del consumo de frutas y verduras, ya que los compuestos antioxidantes están presentes de forma natural en este tipo alimentos (Shahidi, 2000). En el presente estudio se observó la

mayor actividad antioxidante se presentó en las fresas y las moras, lo cual se debe a la presencia de diversos polifenoles en este tipo de frutas (Shaheen et al, 2012).

Es importante mencionar que diversos alimentos endémicos como el mole rojo, el pinolillo, el cacao, la vainilla, la Jamaica y los chocolates de Oaxaca y Chiapas también presentaron una elevada actividad antioxidante. Los chocolates, la vainilla y la flor de jamaica son alimentos que se han asociado con mejoras en la salud debido a sus altos niveles de antioxidantes (Vinson et al, 1999; Da-Costa-Rocha et al, 2014; Shyamala et al, 2007). Sin embargo, éstos tienen también niveles altos de oxalatos y pueden causar alteraciones en la salud de personas que presentan alguna deficiencia en el metabolismo del oxalato en el organismo (Schroder y Vanhanen, 2011).

La actividad antioxidante del pinolillo, bebida hecha de maíz y cacao, puede deberse a la combinación de estos alimentos, ya que se ha demostrado la actividad antioxidante tanto del maíz como del cacao (Vinson, J., 1999; Avila-Nava, 2017). Los moles fueron otros de los alimentos que presentaron gran actividad antioxidante, lo cual puede deberse a la mezcla de chiles asados con los cuales se elaboran. La forma de preparación de este tipo de alimentos tiene un gran impacto sobre la actividad antioxidante, ya que se ha demostrado el proceso térmico en los chiles (tostado) incrementa la concentración de los compuestos fenólicos totales y, en consecuencia, su actividad antioxidante (Muangkote S, 2019). Otro alimento en el que se observa este tipo de efecto es nopal, ya que la actividad antioxidante en el nopal aumenta después del tratamiento debido a que la cocción incrementa la biodisponibilidad de los compuestos antioxidantes como los polifenoles (Avila-Nava, A. 2017). Sin embargo, es importante destacar que este proceso térmico también tuvo un efecto sobre los oxalatos ya que el nopal cocido durante 10 min presentó una disminución en la concentración de oxalato comparado con el nopal crudo, esto debido a que los oxalatos son solubles en agua caliente, esto lo podemos ejemplificar con la reacción del ácido oxálico ya que se produce la precipitación del calcio en forma de oxalato cálcico monohidratado, que es un polvo blanco, fino y

poco soluble en agua fría, pero sí es soluble en agua caliente según la siguiente reacción:



Lo anterior es de gran importancia ya que algunos alimentos que presentan alta actividad antioxidante también pueden presentar un alto contenido de oxalatos dependiendo de la porción ingerida. Por ello, la información presente en este compendio servirá para generar estrategias que permitan mantener una dieta baja en oxalatos y alta en antioxidantes, debido a que las patologías asociadas con alteraciones en el metabolismo de oxalatos regularmente generan estrés oxidante.

## **7.0 CONCLUSIONES**

Los alimentos que presentaron mayor contenido de oxalato son las espinacas crudas, verdolaga, amaranto, semillas de chía, avellanas, huanzontle, cacao, nopal crudo y los diferentes tipos de moles. Los alimentos con muy bajo contenido de oxalato son los hongos crudos, la manzana roja, las naranjas, el jitomate, el arándano, el huitlacoche y el queso de Oaxaca.

Respecto a la actividad antioxidante los alimentos con mayor actividad son las fresas, todos los tipos de chocolate, la jamaica, el chile morita y el pinolillo mientras que los alimentos con muy bajo contenido de antioxidantes son el chayote, la tuna, papas a la francesa, la tapioca y la sandía.

## 8.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Attalla, K., De, S., & Monga, M. (2014). Oxalate content of food: a tangled web. *Urology*, 84(3), 555-560.
2. Anicama J. (2015). Fisiopatología de la litiasis urinaria. Sistema Metropolitano de Solidaridad. [es.slideshare.net/rajivandre/fisiopatología-de-la-litiasis-urinaria](https://es.slideshare.net/rajivandre/fisiopatología-de-la-litiasis-urinaria).
3. Moore, K. L., & Agur, A. M. R. Anatomía con orientación clínica. 2ª edición. 2003. Editorial Panamericana.
4. Avila-Nava, A., Noriega, L. G., Tovar, A. R., Granados, O., Perez-Cruz, C., Pedraza-Chaverri, J., & Torres, N. (2017). Food combination based on a pre-hispanic Mexican diet decreases metabolic and cognitive abnormalities and gut microbiota dysbiosis caused by a sucrose-enriched high-fat diet in rats. *Molecular nutrition & food research*, 61(1), 1501023.
5. Avila-Nava, A., Calderón-Oliver, M., Medina-Campos, O. N., Zou, T., Gu, L., Torres, N., & Pedraza-Chaverri, J. (2014). Extract of cactus (*Opuntia ficus indica*) cladodes scavenges reactive oxygen species in vitro and enhances plasma antioxidant capacity in humans. *Journal of Functional Foods*, 10, 13-24.
6. Bhasin, B., Ürekli, H. M., & Atta, M. G. (2015). Primary and secondary hyperoxaluria: understanding the enigma. *World journal of nephrology*, 4(2), 235.
7. Bele, U., & Hajdinjak, T. (2012). The Role of Oxalate in Urolithiasis.

8. Benezzer-Benezzer, M., Castro-Mercado, E., & García-Pineda, E. (2008). The production of reactive oxygen species during the expression of disease resistance in plants. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 26(1), 56-61.
9. Canales, B. K., & Gonzalez, R. D. (2014). Kidney stone risk following Roux-en-Y gastric bypass surgery. *Translational andrology and urology*, 3(3), 242.
10. CENETEC (2015). Diagnóstico y Tratamiento de la Vulvodinia en los Tres Niveles de Atención. *Catálogo Maestro de Guías de Práctica*, Gobierno de la Ciudad de México 1(8)8-54.
11. Chai, W., & Liebman, M. (2005). Effect of different cooking methods on vegetable oxalate content. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(8), 3027-3030.
12. Coe Frederic. (2007). Why Eat a Low Oxalate Diet?. The University of Chicago. <https://kidneystones.uchicago.edu/low-oxalate-diet/>
13. Da-Costa-Rocha, I., Bonnlaender, B., Sievers, H., Pischel, I., & Heinrich, M. (2014). Hibiscus sabdariffa L.—A phytochemical and pharmacological review. *Food chemistry*, 165, 424-443.
14. Esquide-Ruiz, V., Peris, P., Gifre, L., & Guañabens, N. (2011). Alteraciones del metabolismo óseo en la cirugía bariátrica. *Medicina Clínica*, 136(5), 215-221.
15. Franceschi, V. R., & Nakata, P. A. (2005). Calcium oxalate in plants: formation and function. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 56, 41-71.
16. Halliwell, B. (1990). How to characterize a biological antioxidant. *Free radical research communications*, 9(1), 1-32.
17. Holmes, R. P., & Assimos, D. G. (2004). The impact of dietary oxalate on kidney stone formation. *Urological research*, 32(5), 311-316.
18. Holmes, R. P., Goodman, H. O., & Assimos, D. G. (2001). Contribution of dietary oxalate to urinary oxalate excretion. *Kidney international*, 59(1), 270-276.

19. Huang, D., Ou, B., Hampsch-Woodill, M., Flanagan, J. A., & Prior, R. L. (2002). High-throughput assay of oxygen radical absorbance capacity (ORAC) using a multichannel liquid handling system coupled with a microplate fluorescence reader in 96-well format. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(16), 4437-4444.
20. Hussain, M., Norton, C., and R.J., Neale, 1984. Composition and Nutritive Value of Cormel of cocoyam. *J. Sci.Food Agric* 35, 1112-1119.
21. Imperiale N, Schiappapietra J, Güermes C, Fayad E. (2001). Programa de Actualización Continua y a Distancia en Urología. *Sociedad Argentina de Urología*. 98 :50-59.
22. Ivanovski, O., & Drüeke, T. B. (2013). A new era in the treatment of calcium oxalate stones?. *Kidney international*, 83(6), 998-1000.
23. Jaworska, G. (2005). Content of nitrates, nitrites, and oxalates in New Zealand spinach. *Food Chemistry*, 89(2), 235-242.
24. Jairath, A., Parekh, N., Otano, N., Mishra, S., Ganpule, A., Sabnis, R., & Desai, M. (2014). Oxalobacter formigenes: opening the door to probiotic therapy for the treatment of hyperoxaluria. *Scandinavian journal of urology*, 49(4), 334-337.
25. Judprasong, K., Charoenkiatkul, S., Sungpuag, P., Vasanachitt, K., & Nakjamanong, Y. (2006). Total and soluble oxalate contents in Thai vegetables, cereal grains and legume seeds and their changes after cooking. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(4), 340-347.
26. Kaufman, D. W., Kelly, J. P., Curhan, G. C., Anderson, T. E., Dretler, S. P., Preminger, G. M., & Cave, D. R. (2008). Oxalobacter formigenes may reduce the risk of calcium oxalate kidney stones. *Journal of the American Society of Nephrology*, 19(6), 1197-1203.
27. Kumar, R., Lieske, J. C., Collazo-Clavell, M. L., Sarr, M. G., Olson, E. R., Vrtiska, T. J., ... & Li, X. (2011). Fat malabsorption and increased intestinal oxalate absorption are common after Roux-en-Y gastric bypass surgery. *Surgery*, 149(5), 654-661.

28. Konstantynowicz, J., Porowski, T., Zoch-Zwierz, W., Wasilewska, J., Kadziela-Olech, H., Kulak, W., ... & Kaczmarski, M. (2011). A potential pathogenic role of oxalate in autism. *European journal of paediatric neurology*, 16(5), 485-491.
29. Liu, E. E., Luo, W., Zhou, H., & Peng, X. X. (2009). Determination of oxalate in plant tissues with oxalate oxidase prepared from wheat. *Biologia plantarum*, 53(1), 129-132.
30. Massey, L. K. (2007). Food oxalate: factors affecting measurement, biological variation, and bioavailability. *Journal of the American Dietetic Association*, 107(7), 1191-1194.
31. Morales MC, Montes JP, Paniagua CI, Cubino N. (2013). Artritis Microcristalinas. *Elsevier Medicine*. 2093-2100
32. Muangkote, S., Vichitsoonthonkul, T., Srilaong, V., Wongs-Aree, C., & Photchanachai, S. (2019). Influence of roasting on chemical profile, antioxidant and antibacterial activities of dried chili. *Food science and biotechnology*, 28(2), 303-310.
33. Negri, A. L., Spivacow, F. R., & Del Valle, E. E. (2013). LA DIETA EN EL TRATAMIENTO DE LA LITIASIS RENAL BASES FISIOPATOLÓGICAS. *Medicina (Buenos Aires)*, 73(3).
34. OHF: Oxalosis & Hyperoxaluria Foundation (2019). Understanding Hyperoxaluria. <https://www.ohf.org/learn-understanding-hyperoxaluria>
35. Pak, C. Y., Adams-Huet, B., Poindexter, J. R., Pearle, M. S., Peterson, R. D., & Moe, O. W. (2004). Relative effect of urinary calcium and oxalate on saturation of calcium oxalate. *Rapid Communication. Kidney international*, 66(5), 2032-2037.
36. POOLE, G. RAVENHILL, PE MUNDAY, S. (1999). A pilot study of the use of a low oxalate diet in the treatment of vulval vestibulitis. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 19(3), 271-272.
37. Ramasamy S. (2002). Calcium oxalate stone disease: role of lipid peroxidation and antioxidants. *Urological research*, 30(1), 35-47.

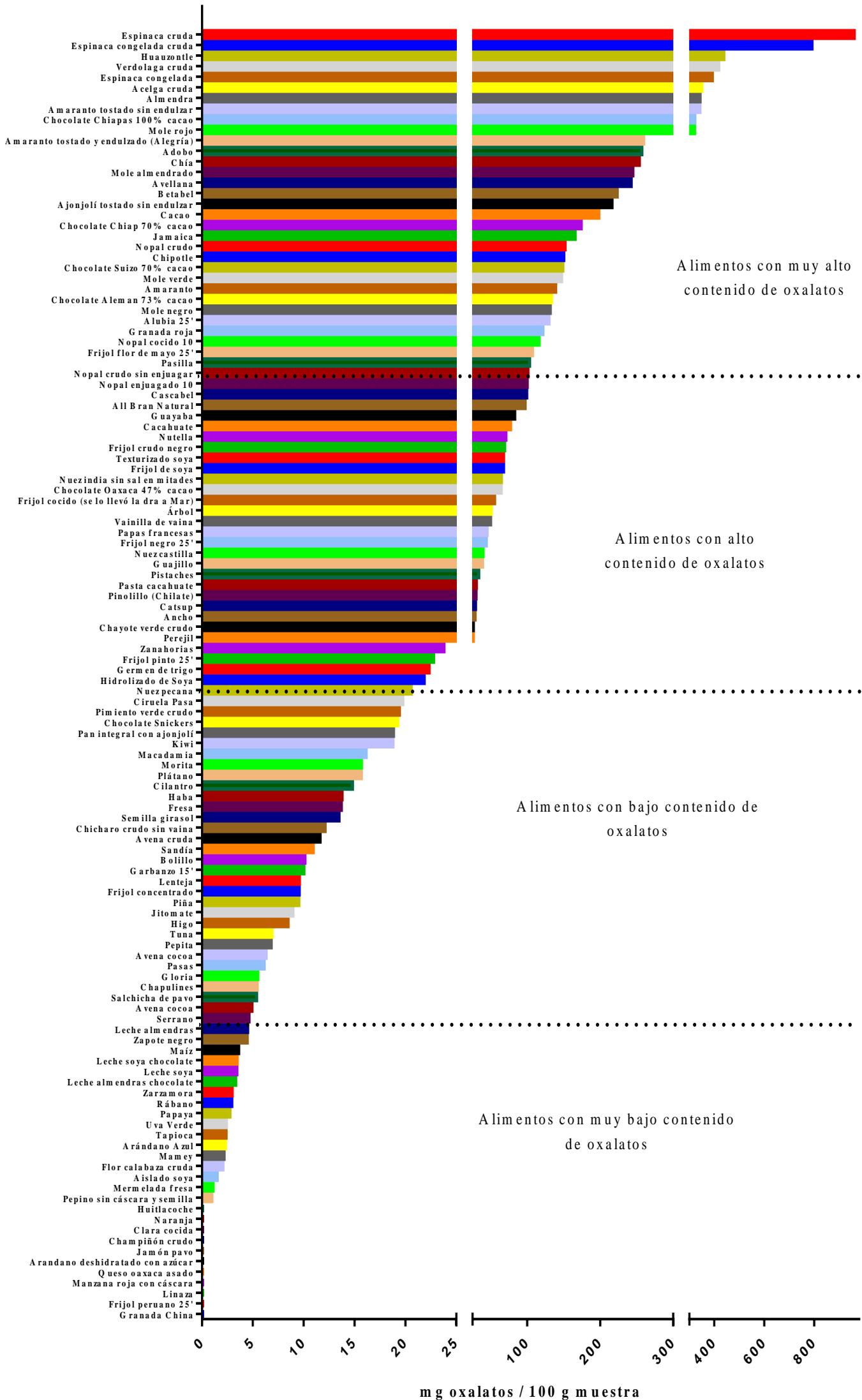
38. Ramasamy S., & Kalaiselvi, P. (2003). Oxalate binding proteins in calcium oxalate nephrolithiasis. *Urological research*, 31(4), 242-256.
39. Reynoso C. (2015). Clínica de Trastornos de Comunicación y Autismo. *Revista Centro Médico ABC*. 1-7.
40. Ricci, P. (2010). Vulvodinia: un diagnóstico olvidado frente al dolor vulvar. *Revista chilena de obstetricia y ginecología*, 75(1), 64-76.
41. Rodman J, Sosa RE, Seidman C, Jones R.(2007). The Kidney Stone “boom”. En: *No more kidney stones*. New-Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken. P 3-7.
42. Rodríguez, M. A. S., Osorio, E. S., Vargas, L. A., & Núñez, V. M. M. (2004). Propuesta de un constructo para evaluar integralmente el estrés oxidativo. *Bioquímica*, 29(3), 81-90.
43. Ruml, L. A., Pearle, M. S., & Pak, C. Y. (1997). Medical therapy: calcium oxalate urolithiasis. *Urologic Clinics of North America*, 24(1), 117-133.
44. Savage, G. P., Vanhanen, L., Mason, S. M., & Ross, A. B. (2000). Effect of cooking on the soluble and insoluble oxalate content of some New Zealand foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 13(3), 201-206.
45. Shaheen, N., Goto, M., Watanabe, J., & Takano-Ishikawa, Y. (2012). Antioxidant capacity and total phenol content of commonly consumed indigenous foods of Asian tropical regions. *J. Food Sci. Eng*, 2(4), 187-195.
46. Shahidi, F. (2000). Antioxidants in food and food antioxidants. *Food/nahrung*, 44(3), 158-163.
47. Scheid, C., Koul, H., Hill, W. A., Lubner-Narod, J., Jonassen, J., Honeyman, T., ... & Menon, M. (1996). Oxalate toxicity in LLC-PK1 cells, a line of renal epithelial cells. *The Journal of urology*, 155(3), 1112-1116.
48. Schroder, T., Vanhanen, L., & Savage, G. P. (2011). Oxalate content in commercially produced cocoa and dark chocolate. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(7), 916-922.

49. Shyamala, B. N., Naidu, M. M., Sulochanamma, G., & Srinivas, P. (2007). Studies on the antioxidant activities of natural vanilla extract and its constituent compounds through in vitro models. *Journal of*
50. Selvam, R. (2002). Calcium oxalate stone disease: role of lipid peroxidation and antioxidants. *Urological research*, 30(1), 35-47.
51. Siener, R., Hönow, R., Voss, S., Seidler, A., & Hesse, A. (2006). Oxalate content of cereals and cereal products. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(8), 3008-3011.
52. Tiselius, H. G., & Højgaard, I. (1999). Some aspects of the intratubular precipitation of calcium salts. *Journal of the American Society of Nephrology: JASN*, 10, S371-5.
53. Toblli, J. E., Angerosa, M., Stella, I., Ferder, L., & Inserra, F. (2003). Sobresaturación urinaria del Oxalato de Calcio más allá de la Nefrolitiasis: La relación con el daño tubulointersticial. *MEDICINA (Buenos Aires)*, 63(2), 97-104.
54. Toblli, J. E., de Cavanagh, E. M. V., Angerosa, M., Fraga, C. G., Ferder, L., & Inserra, F. (2000, April). Enalapril enhances antioxidant defenses in renal tissue in rats with hyperoxaluria. In *AMERICAN JOURNAL OF KIDNEY DISEASES* (Vol. 35, No. 4, pp. A27-A27). INDEPENDENCE SQUARE WEST CURTIS CENTER, STE 300, PHILADELPHIA, PA 19106-3399 USA: WB SAUNDERS CO.
55. Ubillo-Sánchez, J. M., Bonilla-Rojas, J., Peña, L. A., Zurita-Cruz, J. N., Cárdenas-Navarrete, R., Serret-Montoya, J., & Villasís-Keever, M. Á. (2014). Curso clínico y pronóstico de pacientes con urolitiasis en un hospital pediátrico. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 52(2), S68-S73.
56. Villanueva, J. S., Escobedo, M. M., Díaz, A. A., & Soberanis, G. M. (2007). Excreción de oxalatos y citratos en pacientes adultos con litiasis urinaria. *Bioquímica*, 32(4), 134-140.

57. Vinson, J. A., Proch, J., & Zubik, L. (1999). Phenol antioxidant quantity and quality in foods: cocoa, dark chocolate, and milk chocolate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(12), 4821-4824.
58. Williams, A. W., & Wilson, D. M. (1990, January). Dietary intake, absorption, metabolism, and excretion of oxalate. In *Seminars in nephrology* (Vol. 10, No. 1, pp. 2-8). Elsevier.

## 9.0 ANEXOS

**Anexo 1.0** Gráfica general de la concentración de oxalatos expresados en mg por cada 100 g de alimento.



**Anexo 2.0** Gráfica general de la concentración de antioxidantes expresados en mg por cada 100 g de alimento.

