UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD
ÁREA ACADÉMICA DE NUTRICIÓN

"DETERMINACIÓN DE SELENIO EN 200 ALIMENTOS MEXICANOS"

T E S I S

Que para obtener el título de

Licenciada en Nutrición

P R E S E N T A

OLIVA MARIA RIVERO SILVA

Bajo la Dirección de:

M.C. JOSE LUIS SILENCIO BARRITA
INVESTIGADOR C DEL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN SALVADOR ZUBIRAN.

Pachuca, Hgo., 2010.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, por que gracias a la fe que me han inculcado mis padres para creer en el, pude realizar una de mis metas: “El poder finalizar una carrera universitaria”.

También la dedico a mis padres (Ángel y Blanca), quienes me brindaron su apoyo incondicional en todos los aspectos, hasta los últimos momentos para terminar exitosamente este proyecto.

Sin olvidar una persona más, mi hermano Migue, quien fue, a sido y yo se que lo seguirá siendo, un apoyo importante para mí.

En este proyecto cumplí varias expectativas para mi formación profesional, así que yo misma me incluyo y me dedico este trabajo.

A todos los anteriores de todo corazón les digo:

“GRACIAS”

AGRADECIMENTO

Quiero agradecer a Dios por permitirme finalizar este proyecto. A el M en C José Luis Silencio Barrita, director, asesor y sobre todo “ Un Buen Amigo” , al Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, en especial al Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, por el apoyo recibido durante el desarrollo de la investigación.

Sin pasar por alto, agradezco a mis papas y hermano por su apoyo, económico, moral y anímico.

Por último y no menos importante a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, a los profesores que resolvieron mis dudas y me transmitieron día a día a lo largo de la carrera una serie de conocimientos.

MUCHAS GRACIAS

CONTENIDO

PAG

1. RESÚMEN 1

2. MARCO TEÓRICO 3
2.1. INTRODUCCIÓN 3

2.2. SELENIO 3
2.2.1. FUNCIÓN 5
2.2.2. METABOLISMO 7
2.2.3. ABSORCIÓN 8
2.2.4. TRANSPORTE 9
2.2.5. EXCRECIÓN 9
2.2.6. FUENTES 9
2.2.7. REQUERIMIENTOS 10
2.2.8. DEFICIENCIAS 11

3. ESTUDIOS PREVIOS 12

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 13

5. JUSTIFICACIÓN 14

6. OBJETIVOS 15
6.1. GENERAL 15
6.2. ESPECÍFICOS 15

7. DISEÑO METODOLÓGICO 16
7.1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA 18
7.1.2. Tamaño de la muestra 18
7.1.3. Criterios de selección 18
7.1.3.1. Criterios de inclusión 18
7.1.3.2. Criterios de exclusión 18
7.1.3.3. Criterios de eliminación 19
7.1.4. Sitios sugeridos de muestreo 19
7.1.5. Datos que deben registrarse 19
7.2. CUANTIFICACION DE SELENIO EN ALIMENTOS POR FLUOROMETRIA 19
7.2.1. Limpieza del material 19
7.2.2. Preparación de la muestra 19
7.2.3. Digestión de la muestra 19
7.2.4. Obtención del fluorocromo 20
7.2.5. Separación de las fases 20
7.2.6. Lectura de la intensidad luminosa de las fases 20
7.3. ESTATEGIAS DE ANALISIS ESTADISTICO 21

8. RESULTADOS 22
8.1. DISCUSION DE RESULTADOS 42

9. CONCLUSIONES 47

10. RECOMENDACIONES 47

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 48

ANEXOS 52

ÍNDICE DE FIGURAS

PAG
Figura 1. Aminoácidos que contienen selenio 4
Figura 2. Metabolismo de selenometionina derivada de las plantas 7
Figura 3. Metabolismo de selenometinina derivada de las proteínas animales 8

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Selenoproteínas animales 6
Cuadro 2. Funciones enzimáticas de las selenoproteínas 6
Cuadro 3. Ingestión dietética recomendada (IDR µg/día) de selenio 10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de selenio en Verduras 22
Tabla 2. Contenido de selenio en Frutas 23
Tabla 3. Contenido de selenio en Cereales y Tubérculos 24
Tabla 4. Contenido de selenio en Leguminosas 25
Tabla 5. Contenido de selenio en Porcino 26
Tabla 6. Contenido de selenio en Res 27
Tabla 7. Contenido de selenio en Pollo 28
Tabla 8. Contenido de selenio en Pescados 29
Tabla 8. Contenido de selenio en Mariscos 30
Tabla 10. Contenido de selenio en Otros Cánicos/Insectos Comestibles 31
Tabla 11. Contenido de selenio en Productos Lácteos y Derivados 32
Tabla 12. Contenido de selenio en Oleaginosas 33
Tabla 13. Contenido de selenio en Azúcares y Dulces 34
Tabla 14. Contenido de selenio en Condimentos/Especias 35
Tabla 15. Contenido de selenio en Aceites 36
Tabla 16. Contenido de selenio en Bebidas Alcohólicas 37
Tabla 17. Alimentos con mayor contenido de selenio 38
Tabla 18. alimentos con menor concentración de selenio 39

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Contenido promedio de selenio por grupos de alimentos (µg/100g) 40
Grafica 2. Porcentaje que cubre la recomendación 41
Gráfica 3. Concentración de selenio (µg/100g) de alimentos representativos por cada grupo de alimentos 41

1. RESÚMEN

La mayor parte del selenio presente en los sistemas biológicos se encuentra en aminoácidos, como componente de proteínas.

En México todavía no se cuenta con información suficiente de alimentos que sean fuentes ricas en selenio, es por ello que este trabajo aportara información necesaria para la población mexicana, y a partir de esta se pueden realizar nuevos proyectos de investigación para controlar y/o prevenir enfermedades cancerosas (hígado, colón, pulmón) o cardiopatías.

El poder prevenir algunas enfermedades, en este caso se habla de algún tipo de cáncer o cardiopatías por medio de la dieta, es una alternativa muy positiva, ya que por medio de esta se administra el aporte necesario de nutrimentos inorgánicos (selenio) y orgánicos a nuestro organismo. Por tal motivo es importante conocer que alimentos proporcionan mayor aporte de selenio, el analizar los alimentos consumidos y disponibles en la población mexicana, resulta interesante, ya que estos tienen características importantes para prevenir algunas enfermedades. El objetivo general es: Determinar la concentración de selenio en 200 alimentos mexicanos, consumidos y disponibles en y por la población mexicana, mediante el método de fluorometría. La concentración de selenio se presenta por medio de tablas clasificados por grupo de alimentos; destacando el alimento con mayor concentración de selenio por cada grupo, obteniendo al grupo de las oleaginosas con mayor concentración de selenio que corresponde a 44.83 µg/100g. De la misma manera se reporta el promedio general de contenido de selenio en µg/100g por grupo de alimentos y finalmente el porcentaje que cubre la recomendación.

Palabras clave: Selenio, Enfermedades, Alimentos Mexicanos.

1. SUMMARY

Most of the selenium present in biological systems are found in amino acids as a component of proteins. In Mexico there are not a lot of data of Selenium in foods or about, the foods that are good sources from this metal. For this the reasons this work will provide date about foods that contain this mineral necessary the Mexican people. This data will be useful for some research proyect where this mineral is important since it is implicated in some diseases like cancer (liver, colon, lung) or cardiac diseases.

Whit this data reported here is possible to prevent diseases that are the mainly troubles of public health in Mexico.

Prevention with diet is a positive alternative for the good performance of the body. The objective of this work was to determined the selenium concentration in 200 mexican ingested foods by a fluorometric method, including some process foods. The selenium concentrations are presented in tables by group and remarking the best source in the each group. Getting the seeds (oleaginous) group with more concentration with 44.83 µg/100g, also is reported the general percent of selenium concentration in µg/100g per food group, and finally the percent that cover the recommendation.

Keywords: Selenium, Diseases, Mexican foods.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. INTRODUCCIÓN

El selenio atrajo por primera vez el interés de los bioquímicos durante la década de 1930, cuando se observó que producía una enfermedad alcalina, un envenenamiento crónico del ganado bovino que consumía plantas que crecían en suelos ricos de selenio. En 1957, algunos autores (Schwarz y Folts) señalaron que los rastros de selenio evitaban la necrosis hepática en ratas con deficiencia de vitamina E, con lo que se demostraba que no solo era una toxina sino también un nutrimento esencial. Tiempo después se demostró, que la deficiencia de selenio y de vitamina E influyen en la aparición de diversas enfermedades nutricionales de importancia económica en bovinos, ovejas, cerdos y aves. La primera demostración de una función bioquímica del selenio en animales se publicó en 1973, cuando se puso en evidencia que era un componente de la enzima glutation peroxidasa.

En 1979 se demostró la importancia del selenio, cuando algunos científicos chinos señalaron que un suplemento con selenio evitó la aparición de una miocadiopatía conocida como enfermedad de Keshan en niños que habitaban en regiones con suelos deficientes de selenio. La información acerca del papel del selenio en la nutrición se incrementó con rapidez durante la década de 1980 y para 1989 se recomendó incluirlo en la dieta (Burk, 2002).

2.2. SELENIO

El selenio es un elemento esencial para los seres humanos, animales y bacterias (Panee *et al.,* 2007). Es indispensable para el funcionamiento del cuerpo (Kobayashi *et al.,* 2002). Los componentes del selenio son de bajo peso molecular, y tiene diversa biodisponibilidad (Panee *et al.,* 2007).

Este elemento se presenta en forma orgánica como selenocisteína y selenometionina (figura 1), y de forma inorgánica como selenita y selenato (Kobayashi *et al.,* 2002).

Selenocisteína Selenometionina

Figura 1. Aminoácidos que contienen selenio (Burk, *et al.,* 2002).

La mayor parte del selenio presente en los sistemas biológicos se encuentra en aminoácidos, como componente de proteína. Los tres aminoácidos: serina, cisterna y selenocisteína contienen respectivamente, oxígeno, azufre y selenio en la misma estructura de carbono; la selenocisteína es el más reactivo de los tres aminoácidos y su selenol realiza funciones catalíticas en la proteína.
Una selenoproteína es una proteína que contiene cantidades estequiométricas de selenio (Burk, *et al.,* 2002).

Este elemento mineral tiene poderes antioxidantes (Bertinato, *et al.,* 2007) y, por ello, puede frenar el proceso de envejecimiento de las células de tu cuerpo. Debido a su capacidad para luchar contra los radicales libres, puede ser un aliado esencial en tu dieta para evitar determinados tipos de cáncer. La relación entre este oligoelemento y el cáncer de próstata se ha puesto de manifiesto por organismos que se dedican a investigar el complejo origen del cáncer y a dar orientaciones sobre cómo prevenir el desarrollo de esta enfermedad.
La deficiencia de este mineral también se relaciona con otros tipos de cáncer como el de colon, hígado y pulmón. Además de las relaciones entre el y todos estos tipos de cáncer, la deficiencia de este mineral esta unida con la población que presenta, entre sus dolencias la artritis. Es recomendable la administración de este mineral para prevenirla, y también una vez contraída, para

contrarrestar sus efectos: la inflamación y el dolor. Dado su potencial para contrarrestar la acción de los radicales libres y, por lo tanto, para evitar que disminuyan las defensas de tu sistema inmunitario, el selenio se recomienda para el bloqueo de la oxidación celular. Al reforzar el sistema inmunitario (http://www.zonadiet.com/nutricion/selenio.htm), impide que los tejidos sanos sufran las acciones contraproducentes de los radicales libres resultantes de la oxidación (http;www.maravillas-de-la-nutricion-y-de-la-dieta.com/selenio.html).

2.2.1. FUNCIÓN

El selenio es el componente dominante de un número de selenoproteínas funcionales requeridas para la salud normal. La más conocida de éstas es la glutation peroxidasa (Al-Kunani, *et al.,* 2001; Silencio, 2003; Rudik, *et al.,* 2005; Dercksen, *et al.,* 2007). Las cuales son enzimas antioxidantes importantes que catabolizan la deficiencia de selenio (Rudik, *et al.,* 2005) y que elimina el peróxido de hidrógeno y otros hidróxidos perjudiciales del lípido y fosfolípidos generados por los radicales libres (Al-Kunani, *et al.,* 2001; Silencio, 2003).

Se ha considerado que el selenio es un antioxidante que puede desempeñar papeles importantes en la prevención o control de asma.

Las funciones de la familia de las selenoproteinas incluyen papeles en el metabolismo de la hormona tiroidea, antioxidación intra y extracelular, regulación redox, metabolismo de la glucosa y maduración y protección del esperma (Hoffmann, *et al.,* 2007)

En los animales se han identificado 11 selenoproteinas (cuadro 1) y aun hay evidencia de que existan algunas más.

CUADRO 1: Selenoproteínas animales.

PROTEÍNA	NÚMERO DE REFERENCIA
FAMILIA DE GLUTATION PEROXIDASA • $GSHP_X$-1 (citosólica o típica) • $GSHP_X$-2 (gastro intestinal) • $GSHP_X$-3 (extracelular o plasmática) • $GSHP_X$-4 (hidroperóxido fosfolípido)	 4 39 40 41
FAMILIA DESYODINASA DE YODOTIRONINA • Tipo I (hígado, riñón, tiroides) • Tipo II (encéfalo) • Tipo III (inactivante)	 34 42 43
REDUCTASA DE TIOREDOXINA	44
SINTETASA DE SELENOFOSFATO	32
SELENOPROTEINA T	45
SELENOPROTEINA W	46

Fuente: Burk, *et al.,* 2002.

A casi todas las selenoproteínas se les atribuyen funciones enzimáticas; sin embargo, no se descubren las funciones bioquímicas de algunas (cuadro 2).

CUADRO 2: Funciones enzimáticas de las selenoproteínas.

SELENOPROTEINAS	FUNCIÓN ENZIMÁTICA
GLUTATION PEROXIDASA GSHPx (1,2,3,4)	PROTEGE A LAS CÉLULAS DE MOLÉCULAS OXIDANTES.
DESYODINASA DE YODOTIRONINA (1,2,3)	REGULAN LA CONCENTRACIÓN DE LA HORMONA TRIYODOTIRONINA
REDUCTASA DE TIOREDOXINA	CONTROLA Y REDUCE A LA TIOREDOXINA (PARTICIPA MECANISMO DE REPARACIÓN EN LA SÍNTESIS DE ADN)
SELENOPROTEINA P	DEFENSA ANTIOXIDANTE. TRANSPORTA Se HÍGADO A OTROS ÓRGANOS.

Fuente: Burk, *et al.,* 2002.

2.2.2. METABOLISMO

El selenio ingresa al cuerpo de varias formas, las dos principales son la selenometionina derivada en último término de las plantas, y la selenocisteína, de las proteínas animales. Al parecer no se puede reconocer a la selenometionina como un compuesto específico del selenio y se metaboliza con la reserva de metionina. Se cuantifica como selenio tisular debido a que se encuentra en la proteína de los tejidos que contienen metionina. En la selenometionina el selenio queda disponible para uso específico durante el catabolismo de aminoácidos; después el selenio entra al metabolismo regulado y puede incorporarse de manera específica en las macromoléculas con el fin de transportarse a otros órganos o bien ser excretados (figura 2) (Burk, *et al.,* 2002).

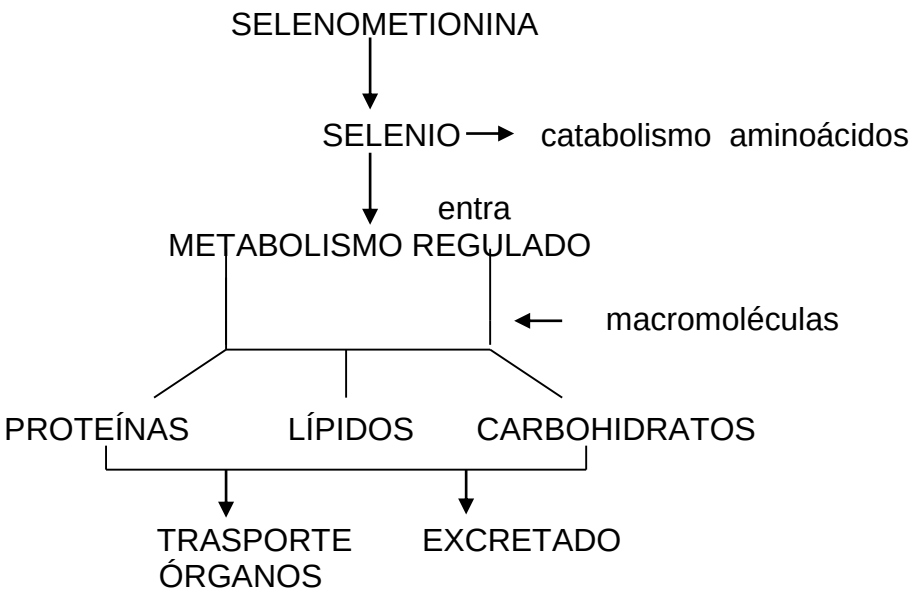


Figura 2. Metabolismo de la Selenometionina derivada de las plantas.

El catabolismo de la selenometionina se realiza por la vía transulfuración para producir selenocisteína, la liasa beta de selenocisteína descompone la selenocisteína libre, ya sea derivada de la selenometionina o del catabolismo de la selenoproteína, el selenido resultante puede penetrar a la vía anabólica para convertirse en selenofosfato o ser metilado para excreción (figura 3) (Burk, *et al.,* 2002).

.

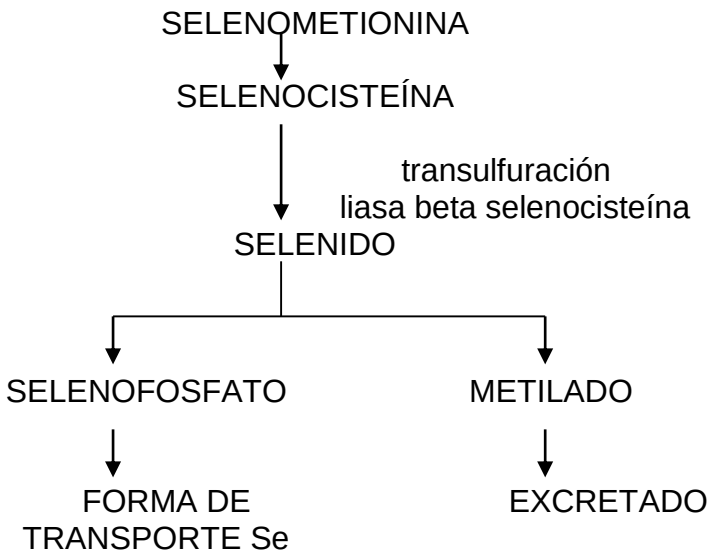


Figura 3. Metabolismo de la selenocisteína derivada de las proteínas animales.

La ingestión de selenio se absorbe en el intestino, principalmente en el duodeno (Kinney, *et al.,* 1988), posteriormente éste se adhiere a una proteína y es transportado en la sangre, hacia los tejidos, donde se incorpora a las proteínas tisulares como lo son la selenocisteína y selenometionina, en el siguiente proceso el selenio reemplaza al sulfuro en los aminoácidos cisteína y metionina (Wilson, *et al.,* 1978; Ensminger, *et al.,* 1994; Burk, *et al.,* 2002).

2.2.3. ABSORCIÓN

Las plantas absorben el selenio del suelo para incorporarlo a las proteínas en forma de selenocisteína o selenometionina.

El selenio llega a los organismos animales por medio de la cadena alimenticia a través de las plantas. La absorción ocurre esencialmente en el segmento superior del intestino delgado (Mohan, *et al.,* 1992). Se ha demostrado que el selenio contenido en la dieta se absorbe de 55 a 70 %, la cual no parece tener función importante en su regulación homeostática y es mejor cuando el elemento se da como selenometionina, sin embargo, esta varía de acuerdo con factores intraluminales, por eso se concluye que la absorción de selenio varía desde el 50 al 100% (Burk, *et al.,* 2002; Silencio, *et al.,* 2004).

2.2.4. TRANSPORTE

El selenio se acumula más rápido en sujetos que consumen selenometionina, esto se debe a que el selenio se acompleja mejor con la metionina de muchas proteínas, como la hemoglobina. En el eritrocito existen 2 proteínas que contienen selenio mientras que en el plasma hay tres selenoproteinas; GPx, selenoproteina P y albúmina, y cualquiera de estas sirve como proteína de transporte (Mohan, *et al.,* 1992; Burk, *et al.,* 2002; Silencio, *et al.,* 2004).

2.2.5. EXCRECIÓN

La principal forma de excreción del selenio es la excreción urinaria (Hawkes, *et al.,* 2003); es importante saber que el selenio es un buen indicador para estudiar el estado nutricio del paciente (Silencio, *et al.,* 2004).

Con una ingestión muy alta, las formas volátiles de selenio se pierden en la espiración, y la respiración se convierte en una ruta significativa para la excreción (Burk, *et al.,* 2002).

Se han descrito por lo menos nueve proteínas de la leche que contienen selenio, de las cuales la glutation peroxidasa (GPx) contiene del 15 al 30% de selenio en la leche (Silencio, *et al.,* 2004).

2.2.6. FUENTES

El selenio es un elemento esencial obtenido sobre todo del pan, de los cereales (como en el trigo) de los pescados, las aves de corral y de la carne el general (Hawkes, *et al.,* 2003).

El hígado y el riñón son relativamente altos en cuanto a la concentración de vitamina A y selenio (Williams, 2006).

La concentración más elevada fue encontrada en nueces de brasil (254 µg/ 100g), el riñón (146 µg /100g), la carne de cangrejo (84 µg /100g) y el hígado (42 µg /100g), mientras que la mayoría de los productos lácteos tienen menos de 2 µg /100g (Al-Kunani, *et al.,* 2001).

Considerando excelente fuente (0.4 - 1.5 µg/g) la nuez de brasil, la mantequilla, la harina de pescado, la langosta; así como buena fuente (0.1 - 0.4 µg/g) la cerveza, el aderezo de vinagre, la melaza, el cangrejo, el huevo, el cordero, el champiñón, la almeja, el riñón de puerco, las especias (canela, ajo, nuez moscada) el nabo, el salvado, el trigo, los granos enteros, las hojuelas de trigo, la cebada, el centeno, la avena; bajo contenido de selenio (0.1 - 0.8 µg/g) la col, la zanahoria, el queso, el maíz, el jugo de uva, la nuez, el jugo de naranja, la leche entera e insignificante contenido de selenio (menor a 0.1 µg/g) las frutas y el azúcar (Ensminger, *et al.,* 1994; Bourges, 2006).

La amplia variación del contenido de selenio de cereales y granos se debe a que las plantas no requieren de este mineral, y por tanto contienen cantidades de este elemento disponible para su captación en el suelo (Ensminger, *et al*.; 1994; Burk, *et al.,* 2002; Escott-Stump, *et al.,* 2005).

2.2.7. REQUERIMIENTOS

Se ha descrito en la bibliografía que la referencia de selenio es de 75 µg/día para hombres y 65 µg/día para mujer adultos (cuadro 3) (Mohan, *et al.,* 1992; Al-Kunani, *et al.,* 2001; Silencio, *et al.,* 2004).

CUADRO 3: Ingestión dietética recomendada (IDR µg/día) de selenio

EDAD (AÑOS)	**IDR (µg/día)**
LACTANTES	
0.0 – 0.5	10
0.5 – 1.0	15
NIÑOS	
1 – 3	20
1 – 4	20
7 – 10	30
HOMBRES	
11 – 14	40
15 – 18	50
19 – 24	70
25 – 50	70
+ 51	70
MUJERES	
11 – 14	45
15 – 18	50
19 – 24	55
25 – 50	55
+ 51	55
EMBARAZO	65
Lactancia	65
Primeros 6 meses	75
Segundos 6 meses	75

Fuente: Silencio, *et al.,* 2004

2.2.8. DEFICIENCIA

En la población que consume una dieta variada no existe deficiencia de selenio. La enfermedad por deficiencia del mismo es la de Keshan (Escott-Stump, *et al.,* 2005; Brown, 2006), la enfermedad se da con frecuencia en la adolescencia y consiste, al inicio, en rigidez simétrica, tumefacción y dolor en las articulaciones interfalángicas de los dedos de las manos, seguidos de osteortritis generalizada que afecta los codos, las rodillas y los tobillos (Silencio, *et al.,* 2004).

Otra enfermedad que se relaciona con la deficiencia de selenio es llamada Hashin-Beck (Escott-Stump, *et al.,* 2005; Brown, 2006), que es una osteortritis endémica que aparece durante la pubertad o adolescencia, donde hay degeneración necrótica de los condorcitos; el enanismo y la deformación de las articulaciones constituyen el resultado de estas anomalías en el cartílago (Burk, *et al.,* 2002).

3. ESTUDIOS PREVIOS

El contenido de selenio de los alimentos de origen vegetal, depende en gran medida de la concentración en la tierra. Casi todas las tierras estadounidenses poseen abundante cantidad de selenio en especial las de Nebraska septentrional, Dakota del sur occidental y Wyoming oriental; algunas regiones de China y Rusia, Europa Dinamarca, Finlandia y Alemania poseen tierras con escasa concentración de selenio. El enriquecimiento del forraje animal con selenio altera el contenido de este mineral en los alimentos de origen animal (Biesalski, *et al.,* 2007).

Desde hace varios años se ha utilizado el método fluorométrico para la cuantificación de selenio, tales el caso de Morris en el año 1970, en el artículo titulado “Selenio contenido en alimentos”, hasta hoy en día con Thompson en 2009.

En el artículo “Selenium content of Thai foods” utilizaron en método fluorométrico para el análisis de este, basados también en la AOAC, haciendo algunas modificaciones (Sirichakwal, *et al.,* 2005), un estudio más reciente “Selenium content of foods consumed by canadians, utiliza el mismo método (Thompson, *et al.,* 2009).

Se ha comparado el contenido de selenio de alimentos Tailandeses con otras ciudades del mundo como lo son Reino Unido, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Irlanda y China, en lo cual se observa que a pesar de analizar el mismo alimento, el contenido de alimento tiene variación, de diferentes rangos, tan cerca puede estar un resultado de ciudad a ciudad, como tan alejado, e incluso en algunos alimentos no se informa resultado alguno, esto se debe a la disponibilidad del alimento y del selenio en el suelo, ubicación geográfica, consumo, etc. (Sirichakwal, *et al.,* 2005).

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la actualidad no se cuenta con la suficiente información sobre los beneficios que proporciona el consumo de selenio, teniendo en cuenta que éste es un elemento indispensable para el ser humano (Silencio, *et al.,* 2004); y que la disponibilidad de este varía de acuerdo a las diferentes regiones geográficas.

La ingestión de selenio varia en las diferentes zonas geográficas; dentro de las principales fuentes tenemos las concentraciones más altas en las vísceras y los mariscos de concha, seguidos por los granos y carnes, comparados con frutas y verduras; ya que su concentración es más baja (Bourges, 2006).

Este elemento protege contra enfermedades cardiovasculares y estimula el sistema inmunológico. Al decir que es un antioxidante, se refiere a que disminuye el proceso de envejecimiento celular, y también se le asocia a la prevención del cáncer. Existen estudios que indican que en zonas donde hay carencia de este mineral en el suelo aparecen cardiopatías y algunos tipos de cáncer (colón, pulmón, hígado) (Al-Kunani, *et al.,* 2001; Ramiro, 2005).

En México todavía no se cuenta con información suficiente de alimentos que sean fuentes ricas en selenio, es por ello que este trabajo aportara información necesaria para la población mexicana, y a partir de esta se pueden realizar nuevos proyectos de investigación para controlar y/o prevenir enfermedades cancerosas (hígado, colón, pulmón) o cardiopatías.

5. JUSTIFICACIÓN

El selenio participa en muchas actividades que son indispensables para el ser humano, por mencionar algunas; participa en el metabolismo de algunos medicamentos, en la formación de huesos y dientes, es constituyente de diversas metaloenzimas, y su principal papel es como antioxidante (Bourges, 2006; Casanueva, *et al.;* 2004), es constituyente algunas proteínas, como: glutatión peroxidasa, la desiyodinasa de la yodotironina y la selenio proteína P., en dosis elevadas se le ha atribuido un efecto antitumoral (Bourges, 2006)

El poder prevenir algunas enfermedades, en este caso se habla de algún tipo de cáncer o cardiopatías por medio de la dieta, es una alternativa muy positiva, ya que por medio de esta se administra el aporte necesario de nutrimentos inorgánicos (selenio) y orgánicos a nuestro organismo.

Por tal motivo es importante conocer cuales alimentos proporcionan mayor aporte de selenio, el analizar los alimentos consumidos y disponibles en la población mexicana, resulta interesante, ya que estos tienen características importantes para prevenir algunas enfermedades.

En la literatura científica consultada los estudios experimentales que se ha realizado son extranjeros, y las referencias que se proporcionan sobre las concentraciones de selenio no muestran una gran gama de alimentos que sean de origen mexicano; por lo tanto contar con información a partir de datos mexicanos, ayudaría a nuestra población para hacer investigaciones mexicanas y no tomar como referencia datos ajenos a nuestra población.

El selenio es un micronutriente esencial, pero hay poca información con respecto a su papel en la reproducción humana. Una variedad de desórdenes, tales como enfermedad cardiaca y un riesgo creciente de cáncer (ya que éste ultimo es un problema grave de salud publica), se ha asociado a deficiencia del selenio. El selenio es un cofactor de la glutation peroxidasa, que protege a la célula contra daño por radicales libres (Al-Kunani, *et al.,* 2001).

6. OBJETIVOS

6.1. General

° Determinar la concentración de selenio en 200 alimentos mexicanos, consumidos por la población mexicana, por un método fluorométrico.

6.2. Específicos

° Seleccionar 200 alimentos consumidos por la población mexicana.

° Clasificar los grupos de alimentos y cuantificar las concentraciones de selenio por grupo.

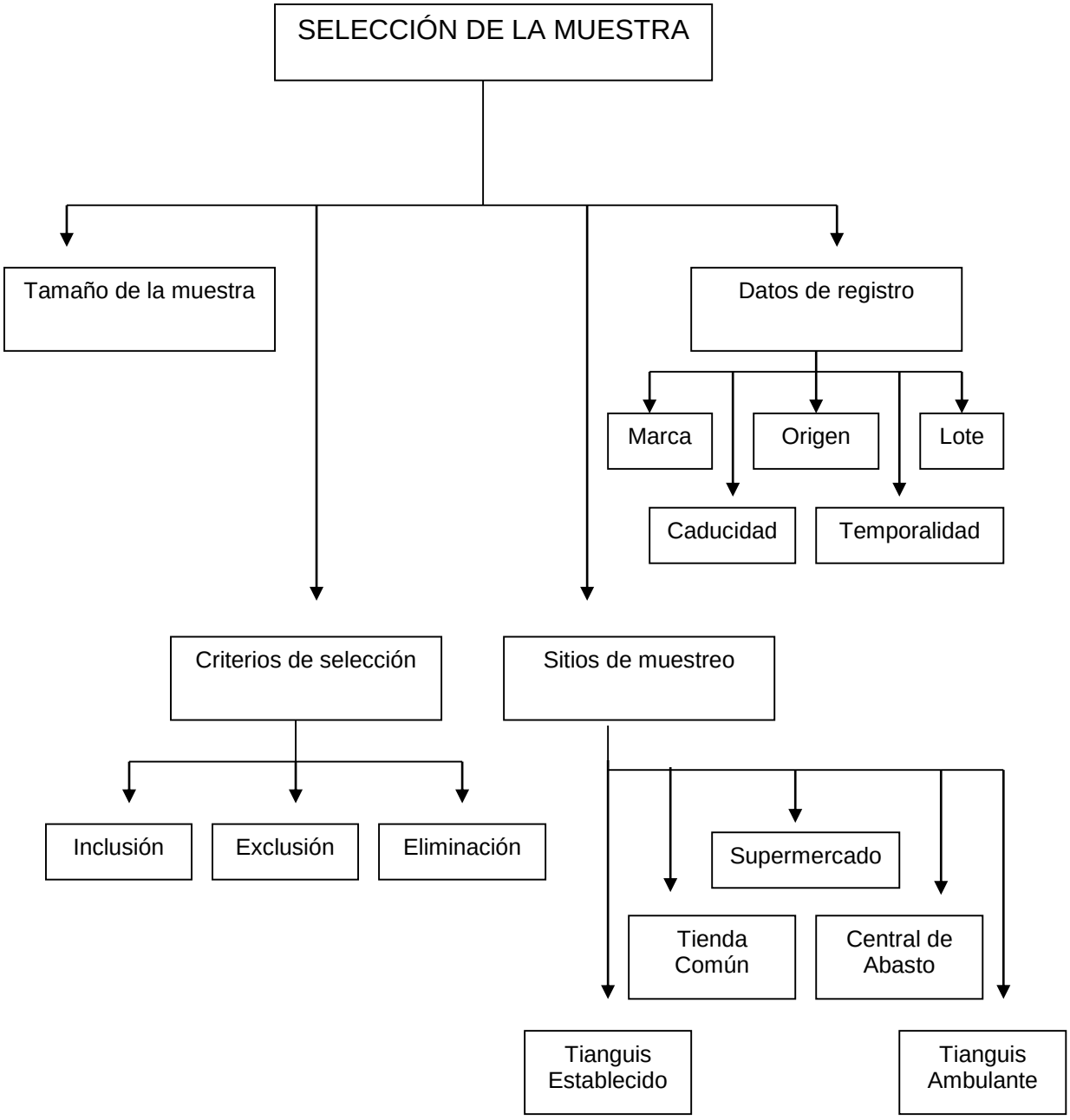
° Determinar que alimento de cada grupo es representativo en cuanto a mayor concentración de selenio.

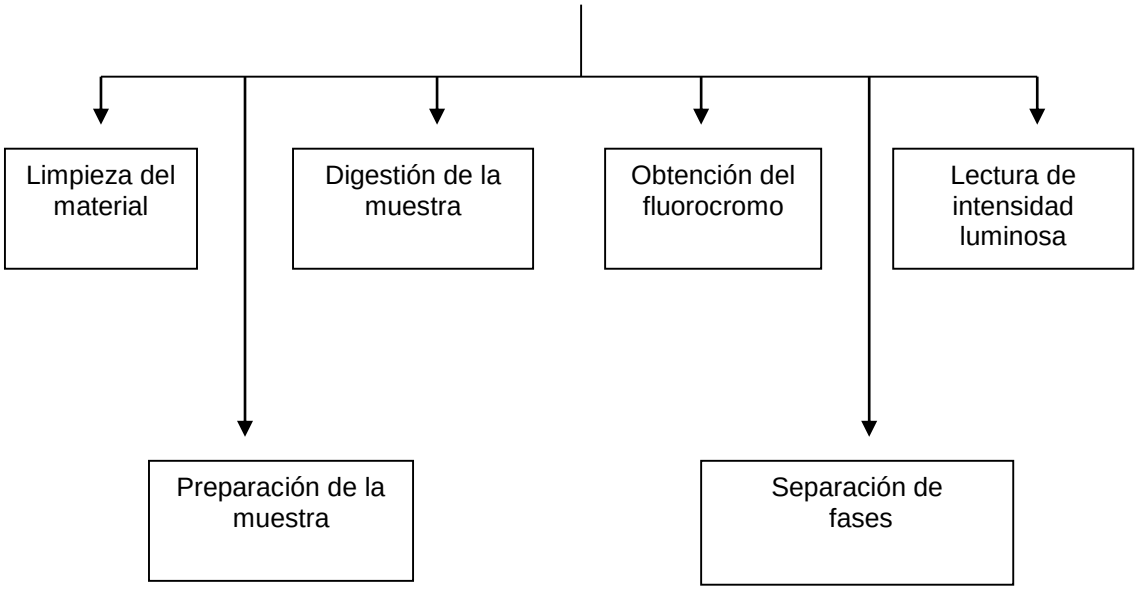
° Presentar por medio de tablas el contenido de selenio de los alimentos analizados, clasificados por grupos.

° Obtener el contenido promedio de selenio (µg/día) por grupo de alimentos.

° Calcular el porcentaje que cubre la recomendación.

7. DISEÑO METODOLOGICO


SELECCIÓN DE LA MUESTRA
Tamaño de la muestra
Datos de registro
Marca
Origen
Lote
Caducidad
Temporalidad
Criterios de selección
Sitios de muestreo
Inclusión
Exclusión
Eliminación
Supermercado
Tienda Común
Central de Abasto
Tianguis Establecido
Tianguis Ambulante


Limpieza del material
Digestión de la muestra
Obtención del fluorocromo
Lectura de intensidad luminosa
Preparación de la muestra
Separación de fases

7.1. SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Anterior a este trabajo realizado por Ramiro en 2005, se analizaron 100 alimentos, cuya información se recabo por medio de encuestas de frecuencia de consumo y recordatorio de 24 horas en pacientes con cáncer, por tal motivo en este estudio no aparecerán ciertos alimentos de la canasta básica.

Los alimentos se seleccionaron a partir de la preferencia, disponibilidad en la población mexicana y con el uso de "Tablas de valor nutritivo de los Alimentos", que son tablas mexicanas (Muñoz, *et al.;* 2002) y con información reclutada de las encuestas anteriormente mencionadas.

7.1.2. Tamaño de la muestra

Para hacer el cálculo del tamaño de la muestra se tomaron en cuenta las diferencias de las concentraciones entre el grupo de cárnicos y el grupo de semillas de leguminosas, previamente analizados (Ramiro, 2005), obteniendo una diferencia entre promedios de 38.34%, con una p=0.3834 (considerada como error α, una Q=0.6166 (que es el intervalo de confianza), (cálculo matemático, Anexo I) y una d=0.1 (constante de la literatura consultada).

El tamaño de la muestra se calculó utilizando la interpretación de la tabla para determinar el intervalo de confianza (Anexo II), así mismo utilizando la ecuación correspondiente (Anexo III) (Fleiss, *et al*., 2003).

Al criterio de interpretación de la tabla nos da como resultado una n=70 alimentos, como mínimo a analizar.

Se determinó la cantidad de selenio en 200 alimentos diferentes. Se consideraron los alimentos disponibles y consumidos para y por la población mexicana.

7.1.3. Criterios de selección

Se analizaron las materias primas de los alimentos seleccionados. Se consideraron algunos alimentos industrializados, crudos y cocidos.

7.1.3.1. Criterios de inclusión

Alimentos que se encontraron en buen estado**,** no caducados**,** no golpeados.

7.1.3.2. Criterios de exclusión

Se excluyeron alimentos que presentaron características de descomposición, mal estado, mal aspecto.

7.1.3.3. Criterios de eliminación

No se analizaron preparaciones culinarias. Que por ciertas circunstancias no estuvieron disponibles en cuanto a temporalidad.

7.1.4. Sitios sugeridos de muestreo

Supermercados, central de abasto, tianguis ambulante, tianguis establecido, tienda común.

7.1.5. Datos que deben registrarse

Caducidad, marca, lote, origen, temporalidad (de acuerdo a las estaciones del año).

7.2. CUANTIFICACIÓN DE SELENIO EN ALIMENTOS POR FLUOROMETRIA.

Todas las formas de selenio se convierten por digestión oxidativa a selenio IV o selenio VI y éste último con una digestión con ácido clorhídrico (HCl) se reduce a selenio VI. La interferencia de otros elementos se disminuye con la adición de EDTA. Se mide la fluorescencia del piazelenol derivado del selenio IV, el piazelenol se forma de una reacción con el 2,3 diaminonaftaleno (DAN). El complejo formado (piazelenol) se excita a una longitud de onda de 375 nm y fluórese a 525 nm, es soluble en ciclohexano (AOAC., 2000; Kirk, *et al.,* 2002).

7.2.1. Limpieza del material

Todo el material que se utilizó se purgó con ácido nítrico concentrado (HNO_3) (Fermont, 01415) al 30% y se enjuagó con agua desionizada, (Milli Q síntesis A-10) con un contenido de orgánicos totales de 1-10 ppb. El material desmineralizado se seco en una estufa (LABCONCO) a 100 grados centígrados.

7.2.2. Preparación de la muestra

En el caso de los alimentos sólidos, se homogenizó el alimento en un mortero y se peso 0.1g de alimento en la balanza analítica (Tecator modelo 6110); en el caso de alimentos líquidos se midió 0.1 mL con una pipeta automática (Eppendort).

7.2.3. Digestión de la muestra

Cada muestra se analizó por triplicado, se realizó una digestión húmeda durante 5 horas con ácido nítrico concentrado (HNO_3) (Fermont, 01415) (Silencio, 1993).

7.2.4. Obtención de fluorocromo

Al digerido obtenido se le agregó 2 mL de ácido clorhídrico (HCl) 2.5 N (Fermont, 01245), 1 mL de cloruro de calcio ($CaCl_2$) al 30% (J.T.Baker, 1313-5) y 3 gotas de permanganato de potasio ($KMnO_4$) 0.1 N (Fermont). La muestra ebulló durante 2 minutos y se enfrió a temperatura ambiente; se le agregó 1 mL de hidróxido de sodio (NaOH) 0.5 N (REPROQUIFIN) a cada matraz y ebulló hasta sequedad. Las muestras se enfriaron a temperatura ambiente, se agregaron 5 mL de cloruro de amonio (NH_4Cl) al 50% (J:T Baker, 0660-10), se colocaron a baño maría durante 10 minutos y se enfriaron a temperatura ambiente, se agregaron 5 mL de ácido etilendiaminotetracetico (EDTA) 0.1 N (Fermont, 05802) a cada muestra, mas 5 mL de hidróxido de amonio (NH_4OH) 5 N (J.T.Baker), se ajustó el pH de las muestras a 1.5 con hidróxido de amonio (NH_4OH) concentrado, esto se realizó en un potenciómetro (Orion Research), a partir del siguiente paso se trabajo con luz de baja intensidad. Se agrego a cada muestra 1 mL de 2,3 Diaminonaftaleno (DAN) al 0.1% (SIGMA, D-2757), se calentaron a baño maría durante 5 minutos y se enfriaron a temperatura ambiente, se agregaron a las muestras 10 mL de ciclohexano (J.T Baker, 9258-02) y se agitaron en un vortex (Thermolyne, modelo M37615) durante 2 minutos y se dejaron reposar por 10 minutos.

7.2.5. Separación de las fases

Con una pipeta Pasteur de vidrio (Corning, 7095B-9) se separó la fase superior en un tubo de ensaye y la fase inferior se desecho. Posteriormente a la fase superior se le adicionaron 10 mL de ácido clorhídrico (HCl) 2.5 N y se agitó la muestra en un vortex, la muestra se dejo reposar 1 minuto, la fase superior se separó en otro tubo de ensaye y se repitió el procedimiento anterior nuevamente, el siguiente paso fue evaporar la muestra a sequedad por aire, se agregaron 2 mL de ciclohexano y se agitó la muestra (AOAC., 2000, Lott, P. F., *et. al.,* 1963).

7.2.6. Lectura de intensidad luminosa de las muestras

La intensidad luminosa de cada muestra se midió en un espectrofotómetro (Perkin Elmer) (calibrado con un curva previamente realizada) a una excitación de 375 nm y una emisión de 525 nm. Realizando la lectura de las muestras por triplicado.

7.3. ESTRATEGIA DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

De los valores obtenidos en las mediciones de cada uno de los alimentos, se obtuvo el promedio y la desviación estándar. Los resultados se integraron en una base de datos, siendo analizados con el programa SigmaStat, Versión 2.03.

8. RESULTADOS

Se analizaron 200 alimentos de todos los grupos descritos en las Tablas de Valor Nutritivo de los Alimentos de mayor consumo y preferencia en la población mexicana. Para informar los resultados, los alimentos analizados se clasificaron de acuerdo al Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (Pérez, A., B., *et al*; 2002) en 8 grupos principales y 10 subgrupos; se adquirieron de 200 a 500 g de alimento, los cuales se compraron en centros comerciales, tianguis ambulantes, mercados establecidos y tiendas ordinarias. En estos sitios de muestreo se tomaron en cuenta las características físicas y químicas (olor, color, apariencia, aspecto, fecha de caducidad, lote, marca, etc.), se analizó la materia prima comestible (cruda) y algunos alimentos procesados (industrializados), se hizo una homogenización tomando una porción de 100 g, de los cuales solo se utilizaron 0.1 g de muestra para la digestión; cada muestra de alimento se hizo por triplicado.

Los resultados que se presentan en la tabla 1, muestran el contenido de selenio para el grupo de las verduras, destacando a el haba con mayor concentración de este mineral (82.04±21.9 µg/100g) y al huauzontle con menor concentración (12.82±0.4 µg/100g).

Tabla 1: Contenido de Selenio en VERDURAS

ALIMENTO	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Acelga	K	34.12±4.2
Apio	K	21.45±1.3
Berro	K	33.88±3.4
Betabel	K	20.89±0.9
Cebolla	K	48.59±3.6
Chayote	K	17.86±2.5
Chilaca	K	36.64±1.4
Chilacayote	K	41.42±0.4
Chile cuaresmeño	K	16.17±2.0

ALIMENTO	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Flor de calabaza	K	69.04±6.6
Haba °	K	**82.04±21.9**
Huauzontle °°	K	**12.82±0.4**
Poro	K	22.90±16.0
Quelite	K	21.84±4.6
Rábano	K	18.68±2.7
Verdolaga	K	44.78±1.0
Xoconostle	K	33.91±1.9
Zeta	K	28.95±0.5

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

En la tabla 2, se muestra el contenido de selenio para el grupo de las frutas, se obtuvo a la mora como alimento representativo para este grupo, ya que la concentración de selenio fue de 50.70±9.9 µg/100g y la guayaba con una concentración menor de 9.53±0.2 µg/100g.

Tabla 2: Contenido de Selenio en FRUTAS

ALIMENTO	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Arándanos	K	13.61±0.0
Capulín	K	12.74±1.7
Chico zapote	K	24.91±2.4
Ciruela	K	11.56±0.3
Ciruela pasa	K	24.96±9.6
Coco	K	33.89±0.2
Durazno	K	9.60±0.3
Fresa	K	11.20±0.0
Guanábana	K	10.77±0.7
Guayaba °°	K	**9.53±0.2**
Higo	K	28.95±7.7
Kiwi	K	38.08±8.0
Lichis	K	10.01±0.2
Lima	K	19.71±3.5
Mamey	K	18.34±0.4
Mora °	K	**50.70±9.9**
Piña	K	10.71±0.0
Plátano dominico	K	12.40±0.6
Toronja	K	37.00±3.0
Tuna	K	25.99±7.0

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

Para algunos alimentos (caso de los alimentos procesados y/o industrializados) se incluyó la columna de marca y lote, ya que su compra nos proporciono estos datos, los cuales se incluyeron en el registro de datos.

La tabla 3, corresponde al grupo de cereales y tubérculos, donde se indica que el pastel de chocolate (por el contenido de harinas en su elaboración) es el producto con mayor concentración de selenio y papas fritas naturales es el de menor concentración (91.98±21.4 y 10.01±0.00 µg/100g, respectivamente).

Tabla 3: Contenido de Selenio en CEREALES Y TUBERCULOS

ALIMENTO	MARCA	LOTE	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Camote	_	_	K	18.19±1.4
Pan dulce	_	_	J	26.89±0.1
Totopo casero	_	_	J	21.24±1.3
PROCESADOS				
Fécula de maíz	Pronto	6272B	G	41.18±0.1
Galleta rellena,chocolate	Emperador	VA1314496	G	15.00±1.6
Granola	Quaker	10MA11149 09:20	F	13.82±2.4
Harina de arroz	3 estrellas	203307 18:18	G	13.15±0.3
Harina hot cakes	Selecta	PUE 011278 12:56	G	12.02±1.0
Pan caja integral	Bimbo	366 03:57 02 9	G	41.40±3.0
Pan industrializado	Bimbo	A3575B05 20:37	G	30.98±0.9
Pan tostado	Bimbo	4324 02:38 24	G	12.18±0.7
Papas fritas naturales °°	Sabritas	VR4A27 14:21	G	**10.01±.0.00**
Pastel de chocolate °	Globo	_	H	**91.98±21.4**

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

En el grupo de las leguminosas el garbanzo fue alimento representativo de este grupo, ya que la concentración de selenio fue de 50.75±1.8 µg/100g y frijol bayo con menor concentración de 12.39±4.6 µg/100g. Dichos datos se muestran en la tabla 4.

Tabla 4: Contenido de Selenio en LEGUMINOSAS

ALIMENTO	MARCA	LOTE	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Alubia	_	_	A	31.95±2.8
Alverjón	_	_	A	50.04±5.3
Frijol bayo °°	_	_	A	**12.39±4.6**
Frijol flor de mayo	_	_	A	25.71±0.2
Frijol negro	_	_	A	31.05±0.3
Frijol peruano	_	_	A	24.30±2.4
Garbanzo °	_	_	A	**50.75±1.8**
Haba	_	_	B	41.77±0.8
Lenteja	_	_	A	50.64±3.0
PROCESADOS				
Soya texturizada	Nutricassa	EA 80 L07	A	33.79±9.5

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

La tabla 5, muestra los datos obtenidos para el grupo en carne de porcino con mayor concentración de selenio para el hígado y el de menor concentración fue para la milanesa (66.11±2.2 y 5.64±1.1 µg/100g respectivamente).

Tabla 5: Contenido de Selenio en carne de PORCINO

ALIMENTO	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Cecina	B	7.38±0.37
Chicharrón	B	11.99±0.0
Chicharrón prensado	B	7.61±0.6
Chuleta	B	9.06±0.6
Corazón	B	14.77±7.6
Costilla	B	8.50±1.0
Filete	B	5.73±1.1
Hígado °	B	**66.11±2.2**
Longaniza	B	8.60±0.1
Milanesa °°	B	**5.64±1.1**
Molida	B	8.66±0.2
Moronga	B	7.43±0.2
Patas	B	14.67±3.3
Pierna	B	7.14±0.7
Riñón	B	8.52±0.1
Sesos	A	10.17±1.0
Tocino	B	9.44±0.2

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

La tabla 6 corresponde al grupo de carne de res, informando que la panza de res fue la que presentó mayor contenido de selenio lo cual correspondió a 72.26±27.6 µg/100g y con menor contenido a la falda reportando 0.79±0.1 µg/100g.

Tabla 6: Contenido de Selenio en carne de RES

ALIMENTO	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Agujas	A	1.10±0.1
Arrachera	B	67.68±2.8
Cabeza	B	56.13±0.0
Cola	B	43.01±0.7
Corazón	B	62.00±0.6
Criadilla	A	2.16±0.2
Falda °	A	**0.79±0.1**
Filete	A	0.91±0.1
Lengua	B	6.02±0.1
Milanesa	B	47.71±4.4
Molida	A	0.95±0.1
Panza °°	B	**72.26±27.6**
Pata	B	38.57±24.2
Pescuezo	A	1.04±0.0
Pulpa	A	0.81±0.1
Suadero	A	0.87±0.0
Tripa	B	68.88±27.1

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

27Los resultados para el grupo de pollo se muestran el la tabla 7, en la cual indica

que la mayor concentración de selenio correspondió a las patas y la de menor fue para la rabadilla con resultados de 11.03±1.4 µg/100g y 2.46±0.1 µg/100g, respectivamente.

Tabla 7: Contenido de Selenio en carne de POLLO

ALIMENTO	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Ala	A	4.06±0.1
Corazón	A	2.51±0.1
Hígado	A	6.18±0.2
Molleja	A	2.77±0.7
Patas °	A	**11.03±1.4**
Pechuga	A	9.51±0.1
Pescuezo	A	7.96±0.8
Rabadilla °°	A	**2.46±0.1**
Retazo	A	7.63±0.7

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

La tabla 8 indica que el huachinango fue el pecado con mayor concentración de selenio con un resultado de 54.42±6.7 µg/100g y el bacalao con menor concentración, esto es; 8.54±0.9 µg/100g; esta tabla corresponde al grupo de pescados.

Tabla 8: Contenido de Selenio en PESCADOS

ALIMENTO	MARCA	LOTE	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Bacalao °°	_	_	A	**8.54±0.9**
Callo de hacha	_	_	D	8.75±0.5
Carpa	_	_	A	12.42±1.8
Charales	_	_	E	9.81±1.4
Huachinango °	_	_	A	**54.42±6.7**
Mojarra	_	_	A	39.33±0.6
Salmón	_	_	C	17.23±1.3
Surimi	_	_	C	17.02±0.1
PROCESADOS				
Atún agua	Hérdez	FM8267/V2AW	G	35.54±4.0
Ensalada de atún con verduras	Tuny	PML88A-1L40V	G	39.28±4.1
Sardina	Yavaros	LI303	F	44.86±2.4

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

La tabla 9 corresponde al grupo de mariscos, donde se reporta al camarón como alimento representativo para este grupo, por su contenido mayor de selenio con 74.41±38.9 µg/100g y a la almeja con una concentración menor correspondiente a 6.61±0.4 µg/100g.

Tabla 9: Contenido de Selenio en MARISCOS

ALIMENTO	MARCA	LOTE	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Almeja °°	_	_	A	**6.61±0.4**
Calamar	_	_	A	23.05±8.8
Camarón °	_	_	A	**74.41±38.9**
Pulpo	_	_	C	12.28±2.9
PROCESADOS				
Mejillón ahumado	May Lily	KORP-086	G	65.20±2.0

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

La tabla 10 reporta los resultados correspondientes al grupo de otros cárnicos/insectos comestibles, donde se indica que la pechuga de pavo fue la que presentó mayor contenido de selenio (99.99±17.0 µg/100g) y los chinicuiles menor contenido (0.90±0.1 µg/100g).

Tabla 10: Contenido de Selenio OTROS CARNICOS/INSECTOS COMESTIBLES

ALIMENTO	MARCA	LOTE	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Barbacoa/lomo	_	_	A	53.66±14.5
Caracol	_	_	A	28.75±5.8
Chinicuiles °°	_	_	A	**0.90±0.1**
Codorniz	_	_	J	18.64±2.3
Conejo	_	_	A	28.48±2.9
Escamoles	_	_	A	48.70±7.7
Huevo/codorniz	_	_	J	12.37±0.3
Lengua de borrego	_	_	E	6.24±0.2
Guajolote/muslo	_	_	A	27.17±7.3
Sesos de borrego	_	_	A	5.79±0.1
PROCESADOS				
Jamón de pavo	Fud	_	B	48.77±3.4
Pechuga de pavo °	Zwan	_	F	**99.99±17.0**
Salchicha de pavo	San Rafael	L 13C2 17:21	F	72.05±26.7

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

Los resultados para el grupo de productos lácteos y derivados se presentan en la tabla 11, donde se indica que la crema acidificada fue la que presenta mayor contenido de selenio reportando 79.84±29.0 µg/100g y el requesón con menor contenido (8.01±2.3 µg/100g)

Tabla 11: Contenido de Selenio en PRODUCTOS LACTEOS Y DERIVADOS

ALIMENTO	MARCA	LOTE	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Queso Oaxaca	_	_	A	29.08±6.7
Queso panela	_	_	A	35.04±6.5
Requesón °°	_	_	A	**8.01±2.3**
PROCESADOS				
Crema acidificada °	Lala	L-110 7:39	F	**79.84±29.0**
Danonino/fresa	Danone	L31 18:23	F	9.26±0.1
Leche evaporada	Clavel	91030211PE	F	10.67±0.9
Leche condensada	Lechera	120509 07/03 19:52	G	33.11±4.2
Leche polvo	Esvelti	83370206K2-17	G	48.72±0.1
Leche polvo	Nido 1+	9050020583 05 19/02 22:52	F	23.47±19.7
Leche de sabor chocolate	Alpura	18:44 J	F	9.28±0.5
Mantequilla	iberia	901311B6	F	18.57±15.3
Yakult	_	LJ 15:39	G	13.62±1.6
Yogurt natural	Danone	L21 06:40	G	14.88±5.8

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

Los resultados para el grupo de oleaginosas, se presentan el la tabla 12, informando como alimento representativo a la nuez con mayor contenido de selenio y la avellana con menor contenido de este (99.25±2.4 y 8.70±0.1 µg/100g respectivamente).

Tabla 12: Contenido de Selenio en OLEAGINOSAS

ALIMENTO	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Ajonjolí	B	37.36±5.8
Almendra	B	55.04±1.0
Avellana °°	B	**8.70±0.1**
Cacahuate	B	72.87±9.1
Nuez °	B	**99.25±2.4**
Nuez de la india	B	25.71±14.2
Pepitas	B	16.71±8.6
Piñón	B	19.28±0.1
Pistache	B	68.52±9.3

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

La tabla 13 corresponde al grupo de azúcares y dulces, donde indica que el azúcar blanca fue la que presentó mayor contenido de selenio y el chocolate en polvo fue el que contiene menor cantidad de selenio (47.90±6.1 y 9.98±1.8 µg/100g, respectivamente).

Tabla 13: Contenido de Selenio en AZUCARES Y DULCES

ALIMENTO	MARCA	LOTE	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Ate guayaba	_	_	B	10.40±1.9
Azúcar blanca °	_	_	J	**47.90±6.1**
Azúcar glass	_	_	J	12.27±0.5
Azúcar morena	_	_	J	41.24±11.4
Cocoa	_	_	J	10.44±0.2
Gomitas	_	_	B	45.45±3.1
Palanqueta	_	_	J	24.58±14.1
Piloncillo	_	_	J	11.75±1.8
PROCESADOS				
Chicle de menta	Trident	2-1345-56-005/V-01/08	G	11.25±0.6
Chocolate en polvo °°	Choco Milk	8L42437 F	F	**9.98±1.8**
Malvavisco	De la Rosa	L040091	J	32.18±2.3
Mermelada de fresa	Aurrera	L2.01	G	17.74±0.1
Néctar de manzana	Herdez	IN9094 08:35	G	26.37±1.4
Halls de miel	Halls	158BXR	G	16.34±3.8
Splenda	_	3258R1 00:01/112010	I	44.12±11.4

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

La tabla 14 corresponde al grupo de condimentos/especias, donde se obtuvo al perejil como alimento representativo para este grupo, ya que la concentración de selenio fue de 56.64±0.8 µg/100g y a la canela con una concentración menor de 11.97±1.9 µg/100g.

Tabla 14: Contenido de Selenio en CONDIMENTOS/ESPECIAS

ALIMENTO	MARCA	LOTE	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Ajo	_	_	K	28.33±2.9
Canela °°	_	_	A	**11.97±1.9**
Chile piquín	_	_	K	51.11±7.3
Cilantro	_	_	K	35.58±0.8
Epazote	_	_	K	46.76±3.1
Pápalo	_	_	K	24.29±2.2
Pipían	_	_	A	41.48±2.3
Perejil °	_	_	K	**56.64±0.8**
PROCESADOS				
Sal refinada	La Fina	L-002226-C	G	36.22±9.6

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

En la tabla 15, se muestra el contenido de selenio para el grupo de los aceites, obteniendo al aceite de canola/linaza con mayor concentración de selenio y el aceite de girasol, con menor concentración de selenio (24.21±6.6 y 11.54±3.0 µg/100g, respectivamente).

Tabla 15: Contenido de Selenio en ACEITES

ALIMENTO	MARCA	LOTE	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Aceite de canola	Canoil	71215907	G	20.25±6.0
Aceite de canola/linaza °	Capullo	821205L	G	**24.21±5.6**
Aceite de cártamo	Oleico	LR 903-7021	G	20.39±3.6
Aceite de girasol °°	Cristal	2160589	G	**11.54±3.0**
Aceite de maíz	Mazola	G9 073 A	F	15.55±0.4

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

La tabla 16 identifica al grupo de las bebidas alcohólicas, donde se obtuvo que el rompope contiene mayor concentración de selenio, informando un valor de 74.85±6.1 µg/100 y al tequila con menor concentración, que corresponde a un valor de 15.81±3.6 µg/100.

Tabla 16: Contenido de Selenio en BEBIDAS ALCOHÓLICAS

ALIMENTO	MARCA	LOTE	ORIGEN*	SELENIO** (µg/100g)
Agua ardiente de caña a granel	_	_	A	26.39±0.4
Pulque	_	_	A	29.36±2.6
Agua de coco	_	_	K	26.23±2.2
PROCESADOS				
Agua ardiente de caña	Carrizales de oro	0113	A	26.38±2.6
Bebida alcohólica preparada	Viña Real	28JO8L62 12:27	J	23.89±0.9
Brandy	Don Pedro	LI192C_X 21:22	H	27.58±7.1
Cerveza	Modelo especial	IF06B126 07:24	J	21.21±0.9
Cogñac	Martel 1715	L06:32ª	H	23.64±0.3
Jerez	3 Coronas	7501043703505	A	24.05±0.1
Licor de almendra	Jesús Reyes	L11B1	J	17.52±4.1
Rompope °	Coronado	4200209	H	**74.85±6.1**
Tequila °°	Don julio	073 04 4W 314 19:12	H	**15.81±3.6**
Vino tinto	Santa Rita	L3230	H	23.49±5.1
Vodka	Smirnoff	032A033 309 18:30	H	30.58±1.1
Whisky Escoses	J&B	L28PO8387276	H	23.77±1.9

- * Ver anexo IV, **Promedio ± desviación estándar
- ° Mayor contenido de selenio.
- °° Menor contenido de selenio.

La tabla 17 muestra un resumen del alimento representativo por cada grupo de alimentos, por su mayor contenido de selenio (µg/100)

Tabla 17: Alimentos con mayor contenido de selenio (µg/100)

GRUPO DE ALIMENTO	ALIMENTO	CONTENIDO DE SELENIO(µg/100) *
OTROS CÁRNICOS	Jamón pechuga de pavo	99.99±17.0
OLEAGINOSAS	Nuez	99.25±2.4
CERALES Y TUBERCULOS	Pastel de chocolate	91.98±21.4
VERDURAS	Haba	82.04±21.9
PRODUCTOS LÁCTEOS Y DERIVADOS	Crema acidificada	79.84±29.0
BEBIDAS ALCOHÓLICAS	Rompope	74.85±6.1
MARISCOS	Camarón	74.41±38.9
RES	Panza	72.26±27.6
PORCINO	Hígado	66.11±2.2
CONDIMENTOS Y ESPECIAS	Perejil	56.64±0.8
PESCADOS	Huachinango	54.42±6.7
LEGUMINOSAS	Garbanzo	50.74±1.8
FRUTAS	Mora	50.70±9.9
AZÚCARES Y DULCES	Azúcar blanca	47.90±6.1
ACEITES	Aceite de Canola/linaza	24.21±5.6
POLLO	Patas	11.03±1.4

*Promedio ± desviación estándar

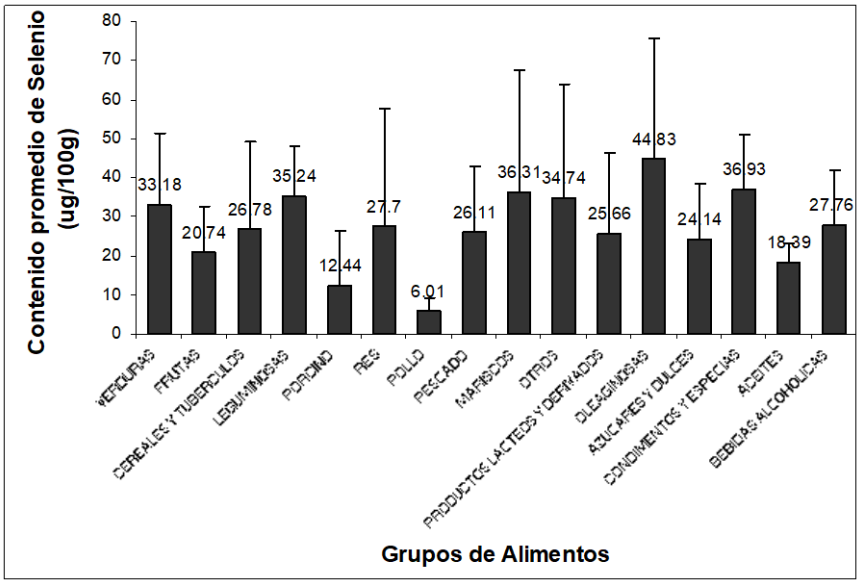
Los alimentos con menor concentración de selenio (µg/100) se reportan en la tabla 18.

Tabla 18: Alimentos con menor concentración de selenio (µg/100)

GRUPO DE ALIMENTO	ALIMENTO	CONTENIDO DE SELENIO(µg/100) *
RES	Falda	0.79±0.1
OTROS CÁRNICOS	Chinicuiles	0.90±0.1
POLLO	Rabadilla	2.46±0.1
PORCINO	Milanesa	5.64±1.1
MARISCOS	Almeja	6.61±0.4
PRODUCTOS LÁCTEOS Y DERIVADOS	Requesón	8.01±2.3
PESCADOS	Bacalao	8.54±0.9
OLEAGINOSAS	Avellana	8.70±0.1
FRUTAS	Guayaba	9.53±0.2
AZÚCARES Y DULCES	Chocolate en polvo	9.98±1.8
CEREALES Y TUBÉRCULOS	Sabritas naturales	10.01±0.00
ACEITES	Aceite de girasol	11.54±3.0
CONDIMENTOS Y ESPECIAS	Canela	11.97±1.9
LEGUMINOSAS	Frijol bayo	12.39±4.6
VERDURAS	Huauzontle	12.82±0.4
BEBIDAS ALCOHÓLICAS	Tequila	15.81±3.6

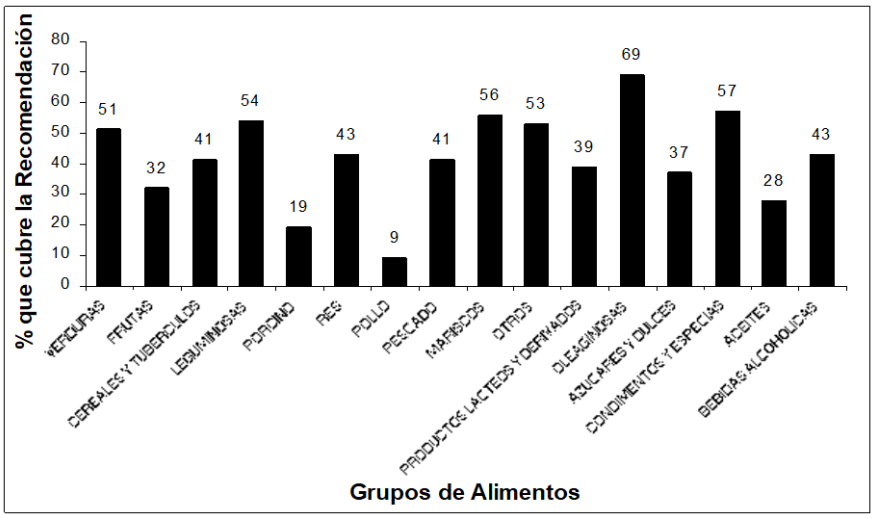
*Promedio ± desviación estándar

En la gráfica 1 se muestra el contenido promedio por grupo de alimentos analizados, el cual indica que la concentración más alta fue para el grupo de oleaginosas con un valor de 44.83±5.3 µg/100g y el de menor concentración para el grupo de pollo con 6.01±3.22 µg/100g.



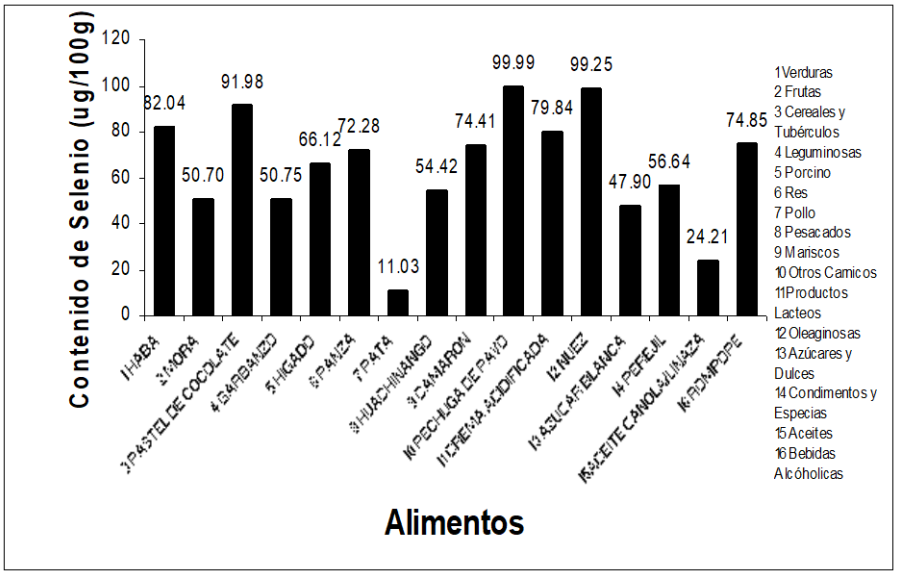
Gráfica 1. Contenido promedio de selenio por grupos de alimentos (µg/100g)

Para calcular el % que cubre los resultados reportados, se hizo un promedio del requerimiento, utilizando 65 µg/día, ya que la recomendación para selenio por criterio de la RDA (Recomendación Diaria Aceptada) hace un estimado en general para población adulta (hombres/mujeres) de 55 a 75 µg/día, para cubrir las necesidades de selenio. Obteniendo así que los grupos que cubren la recomendación son el grupo de las oleaginosas con 69%, seguido de condimentos y especies (57%), los mariscos (56%), las leguminosas (54%), otros en cárnicos (53%) y las verduras (51%);estos son grupos que están al alcance de la población sin embargo no se consumen tan frecuentemente; el pollo solo cubre el 6% de la recomendación, sin embargo, este es uno de los grupos más consumidos por la población, los grupos restantes cubren las necesidades pero en menor proporción. En 6 de los grupos analizados se pueden observar buenas concentraciones de selenio ya que cubren el 50% o más del requerimiento necesario para el buen funcionamiento del organismo. (Gráfica 2).



Gráfica 2. Porcentaje que cubre la recomendación, clasificada por grupos de alimentos.

En cada grupo de alimentos, destaca un alimento representativo, esto es por contener la mayor concentración de selenio (µg/100g). Se encontraron valores desde 99.99 µg/100g, que corresponde a la pechuga de pavo, hasta 11.03 µg/100g que fue para la pata de pollo. (Gráfica 3).



Gráfica 3. Concentración de selenio (µg/100g) de alimentos representativos por cada grupo de alimentos

8.1. **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En la literatura consultada se hace énfasis que la utilización del método fluoromètrico es una opción favorable para la determinación de selenio; al utilizar varios reactivos para obtener resultados confiables; este método se lleva a cabo por reacciones de oxidación y reducción (REDOX). El selenio se encuentra trabajando de manera natural con valencia VI y se debe reducir a valencia IV por un proceso digestivo con ácido nítrico (NHO_3). Un problema que suele presentarse es la presencia de otros elementos que pueden interferir en la lectura, para evitar esto se utiliza EDTA, como agente quelante (el cual retiene iones metálicos), al adicionar 2-3 diaminonaftaleno (DAN) se forma un complejo llamado piazelenol, el cual capta al selenio resultante del proceso digestivo; de este complejo se lee la fluorescencia, a una excitación de 375 nm y una emisión de 525 nm.

Existen otros métodos para la cuantificación de selenio, uno de ellos es por espectrometria de absorción atómica por horno de grafito (EAA-GF), la cual permite medir concentraciones más pequeñas de este elemento (hasta femtogramos), el cual tiene la desventaja de que su costo es elevado.

Se han hecho comparaciones de un mismo alimento obtenido de diferentes países como lo es el caso de Reino Unido, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Irlanda, China y Tailandia, donde de país a país el contenido de selenio tiene gran diferencia significativa y en otros los valores son semejantes (Sirichakwal, *et al*.; 2005).

Al comparar con los resultados informados en la bibliografía, se pudo observar que hay alimentos que entran dentro de los intervalos reportados por Burk, *et al*.; 2002, como los cereales, los productos lácteos, cárnicos a excepción del pollo (10-80 µg/g, 10-30 µg/g, 10-40 µg/g, respectivamente), en este estudio se informaron los siguientes resultados: 26.78 µg/g para los cereales, 26.66 µg/g para el grupo de productos lácteos y un rango de 6 a 33 µg/g para el grupo de los carnicos. Pero hay otros como frutas y verduras en los que Burk señala un valor menor de 0.1 µg/g) en las que las concentraciones de este elemento, y en este

estudio los valores son superiores a los reportados (verduras 33.18 µg/g y frutas 20.74 µg/g) , esto se debe a diversos factores como son: la concentración de selenio en el suelo, la ubicación geográfica, la disponibilidad y la viabilidad del alimento, la recolección de la muestra, la absorción del selenio, la biodisponibilidad para las plantas y los animales.

Sirichakwal, *et al*.; 2005 reporta (estudio realizado en Tailandia) concentraciones de selenio para el grupo de pescados (45.0 µg/100g), lácteos (6.4 µg/100g), cereales (1.1 µg/100g), vegetales (1.2 µg/100g) y frutas (0.6 µg/100g), lo cual presenta una variabilidad con respecto a los resultados obtenidos en este estudio, ya que las concentraciones son superiores a las mencionadas, a excepción del grupo de pescados. Los resultados obtenidos en este estudio son; para el grupo de pescados 26.11 µg/100g, los lácteos 25.66 µg/100g, los cereales 26.78 µg/100g, los vegetales 33.18 µg/100g y las frutas 20.74 µg/100g.

Estudios realizados en animales y en el hombre han puesto en manifiesto que el selenio esta disponible para interaccionar en el organismo con algunos minerales tóxicos como (mercurio, cadmio, arsénico, cobre, plomo, platino) pudiendo modificar su toxicidad y previniendo las manifestaciones toxicológicas debido a la exposición de estos metales (Ortuño, *et al*.; 1997)

En el caso de los pescados y mariscos teóricamente debería ser una excelente fuente del contenido de selenio, ya que se encuentra adherido a los aminoácidos formadores de proteínas, por tal motivo los alimentos de buen aporte de proteína deberían ser también de buen aporte de selenio. Comparando algunos pescados y mariscos se encuentra dentro de lo informado por Silencio, *et al*.; 2004. Burk, *et al*.; 2002 y Mohan, *et al*.; 1992 (calculando un promedio con un valor de 18 a 150 µg/100g) y en este estudio el promedio para este grupo fue de 26.11 µg/100g.

En el grupo de de frutas y verduras se obtuvieron valores altos en promedio general (20.74 y 33.18 µg/100 g, respectivamente) con respecto a lo reportado por Burk, *et al.;* 2002 que informa que el promedio para ambos grupos es de menos de 0.1 µg/g (menos de 10 µg/100g), resaltando en este estudio a la mora

(50.70 µg /100g) y Haba (82.04 / µg 100g). En estos grupos para algunos autores (Sirichakwal, 2005, Burk, 2002, Ortuño, 1997 y Morris, 1970) las concentraciones de selenio deberían ser muy bajas, pero en este estudio hay valores bastante altos y esto podría deberse al alto contenido de selenio en el suelo (esto no puede afirmarse, ya que en México no se han hecho estudios sobre el contenido de selenio en tierras mexicanas).
(Sirichakwa realizó el estudio en Tailandia en 2005, Burk en Estados Unidos en 2002, Ortuño en España en 1997 y Morris en Estados Unidos en 1970).

Los valores para harinas mencionadas están por arriba de los reportados en Irlanda por Murphy, *et al*., 2001., ellos reportan un intervalo de 6.6 a 9.9 µg/100g de selenio, obteniendo en este estudio un promedio de 26.78 µg/100g en cereales y tubérculos (incluyendo las harinas), coincidiendo con Burk, *et al*.; 2002 que reporta un intervalo de 10 a 80 µg/100g. (Esto es debido a la concentración de selenio que hay en suelo, si la tierra es rica en este mineral los cereales, tubérculos, cárnicos, lo serán también; y por el contrario si el suelo es carente de este, los cereales, tubérculos y cárnicos también serán deficientes de este).

En los productos cárnicos el promedio para Burk, *et al*.; 2002, es de 0.1 a 0.4 µg/g (10 40 µg/100g) y los productos cárnicos que se analizaron se hizo una subdivisión en porcino, res, pollo, pescados, mariscos y otros (12.44, 27.70, 6.01, 26.11, 36.31 y 34.74 µg/100g respectivamente), los cuales están dentro de los intervalos a excepción del pollo que esta por debajo de los reportados; en el estudio de Holben reporta valores similares a los obtenidos en este estudio para algunos carnicos crudos y frescos, mencionando intervalos de 7.52 a 65.57 µg/100g (Holben, 2002, estudio realizado en Estados Unidos); otro autor (Barclay, *et al*,; 1995, estudio realizado en Reino Unido), menciona que el contenido de selenio en riñón es de 146 µg/100g y en este estudio se informa el contenido de selenio para este cárnico es de 8.52 µg/100g, en lo cual hay una diferencia extrema entre un valor y otro (debido a la crianza de los animales lo cual incluye la alimentación).

Para Burk, *et al*.; 2002., el promedio de productos lácteos es de 0.1 a 0.3 µg/g

(10 a 30 µg/100g) y el promedio obtenido en este estudio fue de 25.66 µg/100g, lo que indica que si está dentro de los intervalos; lo que es diferente para Silencio, *et al*; 2004, y Mohan, *et al*.; 1992; los cuales informan un intervalo de 4 a 6 µg/100g para algunos productos lácteos, los cuales están por debajo de lo informado por Burk y los resultados de este trabajo. Cabe mencionar que Burk y Mohan son autores extranjeros y los estudios realizados por ellos son de la misma procedencia.

Sirichakwal y *et al*.; 2005, reporta un promedio para las leguminosas de 11 a 16 µg/100g y el promedio obtenido para este grupo fue de 35.24 µg/100g, lo cual indica que si hay diferencia entre grupos de alimento. Al analizar diversas clases de frijol, estos mantienen un promedio similar en contenido de selenio por cada 100 g con respecto a lo reportando por Sirichakwal.

Un dato importante es que el selenio puede perder su disponibilidad cuando los alimentos se refinan, procesan o cocinan, ya que algunos compuestos del selenio son solubles en solventes (llamados selenitos, como lo son sodio, potasio, magnesio, calcio) y esto se comprueba al analizar tres tipos de azúcar (morena, blanca y glas), ya que en este proceso, en las diferentes etapas para obtener el azúcar el selenio en forma de selenitos se evapora y se pierde (Baltes, 2007; www.inazucar.gov.do/obtension_azucar.htm.). Reportando que el azúcar blanca y morena mantienen valores similares de selenio, y la glas (que es refinada) presenta resultados por debajo de los correspondientes al azúcar morena y blanca, esto de debe al proceso de obtención, en el cual se va a adicionar alcohol para obtener la refinación, y el alcohol es un solvente no polar el cual volatiliza al selenio que se encuentra como sal.

Un punto importante es con respecto a los alimentos procesados que se utilizaron, ya que no se hace referencia en cuanto a ellos, estos procesos de industrialización difieren de país a país y de empresa a empresa, por esta situación también se obtuvieron valores diferentes en cuanto a la concentración de selenio.

Actualmente no existen datos sobre la composición de selenio en alimentos mexicanos, por lo que es necesario contar con esta información para investigar en un futuro, cual sería la ingestión promedio de selenio en la población mexicana y esto correlacionarlo con la elevada incidencia de diferentes enfermedades de salud publica como cáncer (segunda causa de mortalidad en Nuestro país) o enfermedades cardiovasculares (primera causa de muerte), datos que ya se comprobaron en china con la enfermedad de keshan, una cardiomiopatía.

Con los resultados obtenidos en este estudio se pueden tomar como base para futuras investigaciones, para la mejora o prevención de dichas enfermedades, y se podrán incluir estos resultados en tablas oficiales sobre composición de alimentos mexicanos que han sido utilizadas por personal de salud de todo el país, incluyendo médicos, enfermeras, dietistas, nutriólogos, químicos y estudiantes del área de salud.

Se observa que la concentración de selenio en los alimentos es buena, y por lo tanto no debería existir deficiencia de este elemento en la población, el problema es con que frecuencia se consumen estos. Las verduras son buena fuente, sin embargo no tenemos la educación para el consumo de estas. Desde el punto de vista nutriológico se pueden tomar como base estos resultados y formular nuevos productos alimentarios y suplementos dirigidos a grupos de riesgo, como embarazadas, niños y adultos mayores. Sin olvidar el impacto económico a corto plazo, la recomendación de su consumo de acuerdo a su nivel económico y disponibilidad del alimento, con el propósito de reducir el riesgo a largo plazo la incidencia de las enfermedades mencionadas anteriormente que actualmente tienen impacto negativo en los grupos económicamente activos.

Debido a las actividades de importación y exportación de los alimentos y alimentación de los animales, los valores obtenidos serán una base para futuras comparaciones en cuanto a la concentración de selenio de un alimento o grupo de alimento entre diferentes ciudades, y así poder hacer futuras líneas de investigación para buscar el beneficio de la población mexicana.

9. CONCLUSIONES

- Se analizaron 200 alimentos mexicanos disponibles y consumidos por la población mexicana.
- Se obtuvo un alimento representativo de cada grupo de alimento. El grupo con mayor contenido de selenio fue el de otros, en la sección de cárnicos que corresponde al jamón pechuga de pavo, seguida de la nuez, el pastel de chocolate, el haba, la crema acidificada, el rompope, el camarón, la tripa de res, el hígado de porcino, el perejil, el pescado huachinango, el garbanzo, la mora, el azúcar blanca, el aceite de canóla y linaza y finalmente las patas de pollo.
- Los alimentos con menor concentración de selenio fueron: falda de res, los chinicuiles, la rabadilla de pollo, la almeja, el requesón, el bacalao, la guayaba, el chocolate en polvo, las sabritas naturales, el aceite de girasol, la canela, el frijol bayo, el huauzontle, el tequila y el piñón.
- Se calculo el contenido promedio por grupo de alimentos analizados, el cual indica que la concentración más alta fue para el grupo de oleaginosas con un valor de 44.83±5.3 µg/100g y el de menor concentración es para el grupo de pollo con 6.01±3.22 µg/100g.
- El grupo de las oleaginosas con 69%, seguido de condimentos y especies (57%), los mariscos (56%), las leguminosas (54%), otros en cárnicos (53%) y las verduras (51%), cubre con el requerimiento de selenio por día, ya que estos aportan el 50% o más de lo requerido por día.

10) RECOMENDACIONES

- Promover el consumo de alimentos con mayor contenido de selenio para beneficio fisiológico.
- Utilizar alimentos que son buena fuente de selenio para la prevención y control de algún tipo de cáncer.
- Tener una dieta variada, previene enfermedades a futuro.

Consumir alimentos de todos los grupos de alimentos, ayudara a un mejor estado nutricio y evitara deficiencias de los macro y micronutrientes, necesarios para el buen funcionamiento del organismo.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Al-Kunani, A. S.; Knight, S, J. y Thompson, S. W.; 2001. The selenium status of women with a history of recurrent miscarriage. *BJOG.* **108**(10): 1094-1097.

- AOAC Internacional Official Method 996.16 Selenium in Feeds and Premixes. 2000.

- Baltes, W. 2007. Alimentos ricos en carbohidratos. En: *Química de los Alimentos.* (eds) Baltes, W. Ed. Acribia, S.A., España. pp: 357-420.

- Barclay, M.; MacPherson, A. y James, D. 1995. Selenuim Content of a Range of UK Food. *Journal of food Composition and Analysis.* **8**(4):307-318.

- Biesalski, H.K.; Grimm, P. 2007. Minerales y oligoelementos. En: *Nutrición Texto y Atlas.* (eds) Biesalski, H.K.; Grimm, P. Ed. Panamericana. Madrid, España. pp: 212-266.

- Bertinato J.; Hidiroglou, N.; Peace, R.; Cockell, K.A.; Trick, K.D.; Jee, P.; Giroux, A.; Madere, R.; Bonacci, G.; Iskandar, M.; Hayward, S.; Giles, N. y L´Abbe, A.R. 2007. Sparing effects of selenium and ascorbic acid on vitamin C and E in guinea pig tissues. *J. Nutr*. **6**(7): 1-9.

- Bourges, R. H. 2006. Las Vitaminas y los Nutrimentos Inorgánicos en la Nutrición. Un análisis Panorámico. En: *Los Micronutrimentos, Aspectos Teóricos y Prácticos.* 1era Edición, (ed) Bourges, R. M., Ed. Fundación Mexicana para la Salud. México, D.F. pp: 15-68.

- Brown J. E.; 2006. Fundamentos de nutrición. En: *Nutricion en las diferentes etapas de la vida.* 2da edición. (ed) Breown, J. E. Ed. Mc Graw Hill. México. pp: 22-23.

- Burk, R. R. y Levander, O. A. 2002. Selenio. En: *Nutricion en salud y Enfermedad.* Novena ed, (Eds) Shils M. E.; Olson, J. A.; Shike, M. y Ross, C. (Ed) Mc Graw Hill, México. pp: 305-318.

- Casanueva E. y Bourges-Rodriguez H. 2004. Los nutrimentos. En: *Nutriología Médica.* 2da reimpresión de la 2da impresión. (ed) Casanueva, E.; Kaufer-Horwitz, M.; Perez-lizaur, B. y Arroyo, P. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. pp: 442-468.

- Dercksen, D. P.; Counotte, G. H.; Hazebroek, M. K. y Rijn, T. 2007. Selenium requirements of dairy goats. *Tijdschr Diergeneeskd.* **132**(12): 468-471.

- El selenio, micromineral antioxidante. Funciones que desempeña en el organismo. Problemas que genera su exceso y defecto. Dirección: http://www.zonadiet.com/nutricion/selenio.htm. Acceso: mayo 17 de 2008.

- Ensminger, H. A.; Esminger, E. M.; Kanlande, E. J. y Robson, R. K. 1994. Selenuim, En: *Foods and nutrition encyclupedic.*2da edición. (ed) Ensminger, H. A.; Esminger, E. M.; Kanlande, E. J.y Robson, R. K. Editorial CRC PRESS. United States of American. pp: 19761986

- Escott-Stump, S. 2005. Generalidads de Nutrición. En: *Nutrición, diagnóstico y tratamiento.* 5 ta edición. (Ed) Mc Graw Hill; Escote-Stump, S. México. pp: 715-741.

- Fleiss, J.L., Bruce, A.L. y Myunghee, C. P. 2003. Statistical methods for rates and proportions. En: statistical Interference for a Single Proportion. 3ra edición. (Ed) John Wiley and Sons, Inc.; Fleiss, J.L., Bruce, A.L. y Myunghee, C. P. Estados Unidos, New Yersey. pp: 17-49.

- Hawkes, W. C.; Alkan, F. Z. y Oehler, L.; 2003. Absorption, distribution and excretion of selenium from beef and rice in healthy North American men. *J. Nutr.* **133**(11): 3434-3442.

- Hoffmann, P. R.; Höge, S. C.; Li, P.; Hoffmann, F. W., Hashimoto, A. C. y Berry, M. J.; 2007. The selenoproteome exhibits widely varying,Tissue-specific dependence on selenoprotein P for selenium supply. *Nucl. Acids Res.* **35**(12): 3963–3973.

- Holben, D.H. 2002. Selenium Content of Venison, Squirrel and Beef Puchased or Produced in Ohio, a low Selenium Region of United States. *JFS.* **67**(1):431-434.

- Inazucar-obtención del azúcar. Dirección:www.inazucar.gov.do/obtension_azucar.htm. Acceso: enero 27, 2010.

- Kinney, J.M.; Jeejeebhoy, K.M.; Owen, O.E. y Hill, G. L.; 1988. Nutrient Metabolism. En: *Nutrition and Metabolismo in Patient Care.* Philadelphia, United Status of American. pp: 75-77

- Kirk, R. S.; Sawyer, R. y Egan, H.; 2002. Selenio. En: *Composición y Análisis de los alimentos de Pearson.* 5ta reimpresión. Compañía editorial continental. México. pp: 175-177.

- Kobayashi, Y.; Ogra, Y.; Ishiwata, K.; Takayama, H.; Aimi, N. y Suzuki, K. T. 2002. Selenosugars are key and urinary metabolites for selenium excretion within the required to low-toxic range. *Proc Natl Acad Sci.* **99**(25): 15932-15936

- Mohan, K. L. y Arlin, T. M.; 1992. Minerals. En: *Food, nutrition and diet therapy Krausses.* 8va edición. (ed) Mohan, K. L. y Arlin, T. M.; Ed. W. B. Saunders Company. Philadelphia, United States of America. pp: 133-134.

- Morris, V.C, y Levander, O,A. 1970. Selenium Content of Foods. *J. Nutr.* **100**:1383-1388.

- Muñoz, C., M.; Ledesma, S., M.; Chávez, V., A.; Perez.Gil, R., F.; Mendoza, M., E.; Castañeda, L., J.; Calvo, C.; Castro, G., I.; Sánchez, C., C. y Ávila, C., A.; 2002. Los alimentos y sus nutrientes, Tablas de Valor Nutritivo de los Alimentos. Ed. Mc Graw Hill. México. pp: 37-183.

- Murphy, J. y Cashman, K.D. 2001. Selenuim content of a range of Irish foods. *Food Chemestry.* **74**(4):493-498.

- Ortuño, J.; Ros, G.; Periago, M.J.; Martínez, C.; López, G. y Rodrigo, J. 1997. Importancia nutricional del selenio. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición.* **47**(1):6-13.

- Panne, J.; Lui, W., Nakamura, K. y Berry, J. M. 2007. The responses of HT22 cells to the blockade of mitochondrial complexes and potential protective effect of selenium supplementation. *Int J Biol Sci.* **3**(5):335-341.

- Pérez, L.A.B.; Marván , L.L. y Palacios, G.B.; 2002. Sistema de Alimentos Equivalentes. 2da adición. Ed. Fomento de Nutrición y Salud. Ogali. México. pp: 14-83.

- Propiedades de los alimentos. Aimentación sana y natural. Dirección: http://www.maravillas-de-la-nutricion-y-de-la-dieta.com/selenio.html Acceso: Mayo 26,2008.

- Ramiro, A. M.; 2005. Determinación de selenio por un método fluorométrico en 100 alimentos seleccionados. *Tesis estudiantil.* Departamento de Ciencia y Tecnología de los alimentos INNCMSZ.

- Rudick, M. I.; Buckley, L. C.; Carpenter, P. N. y Poppenga, H. R.; 2005. Comparison of selenium determination in liver samples by atomic absorption spectroscopy and inductively coupled plasma-mass spectrometry. *J Vet Diagn Invest.* **17**(4): 331-340.

- Silencio, B. J. L.; 2003. Las enfermedades renales y el selenio. *Nutrición Clínica.* **6**(3): 291- 292. .

- Silencio B. J. L.; 2004. Selenio. *Nutrición Clinica* **7**(1): 75-85.

- Sirichakwal, P.P.; Puwastien, P.; Polngam, J. y Kongkachuichai, R. 2005. Selenium content of Thai foods. *Journal of composition and analysis.* **18**: 47-59.

- Thompson, J.N.; Erdody, P. y Smith, D.C. 2009. Selenium Content of Food Consumed by Canadians. *J. Nutr.* 105: 274-277.

- Williams M. H. 2006. Minerales: los reguladores inorgánicos. En: *Nutrición para la salud, condición física y deporte.* 7ma edición. (ed) Williams, M.H.; Ed Mc Graw Hill Interamericana. México D.F. pp: 318-319.

- Wilson, D. E.; Fisher, H. K. y Fuqua, E. M. 1978. Fisiología de la alimentación. En: *Los microminerales.* 2da edición. (ed) Wilson, D. E.; Fisher, H. K. y Fuqua, E. M.; Ed. Interamericana. México. pp: 159-160.

ANEXO I

CÁLCULO MATEMÁTICO

$[Se]_a$ 9.05 ± 3.63 Grupo Cárnico
$[Se]_b$ 3.47 ± 0.50 Grupo Semilla de Leguminosas

9.05 --------- 100% X = 38.34%
3.47 --------- X

P, considerado error α = 0.3834
Q, intervalo de confianza= 0.6166
d= 0.1

0.3 ≤ P < 0.7 **k = 1**

$$n \leq = \frac{K Z^2_{\alpha}/2}{d^2} + \frac{2}{d}$$

$$n \leq = \frac{1/2}{(0.1)^2} + \frac{2}{0.1}$$

$$n \leq = \frac{0.5}{0.01} + 20$$

$$n \leq = 50 + 20$$

n = 70

ANEXO II

DETERMINACIÓN DEL INTERVALO DE CONFIANZA

Si P satisface	Entonces uso
$0 \leq P < d / 2$	$k = 4d (1-d)$
$d / 2 \leq P < 0.3$	$k = 4 (P+d/2) (Q-d/2)$
$0.3 \leq P < 0.7$	**$k = 1$**
$0.7 \leq P < 1-d/2$	$k = 4(P+d/2) (Q+d/2)$
$1-d/2 \leq P < 1$	$k = 4d (1-d)$

ANEXO III

FÓRMULA PARA LA DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MUESTRAL

$$n \leq = \frac{K Z^2_{\alpha}/2}{d^2} + \frac{2}{d}$$

ANEXO IV

LUGARES DE COMPRA DE MATERIA PRIMA

A. TIANGUIS AMBULANTE, PLAZA GUSTAVO BAZ S/N, REYES ACOZAC, ESTADO DE MÉXICO.

B. TIANGUIS AMBULANTE CALLE Ing. AMILKAR VIDAL, Mz 6 DELEGACIÓN TLALPAN.

C. WALMART, AV. CENTRO COMERCIAL N°72, COL. INSURGENTES, CUICUILCO, DELEGACIÓN COYOACAN.

D. MEGA COMERCIAL MEXICANA, BLVD. MIGUEL HIDALGO Y ANTIGUO LIBRAMIENTO, CARRETERA MEXICO-TUXPAN Km. 49, TULANCINGO, HIDALGO.

E. MERCADO ESTABLECIDO “BENITO JUAREZ”, TULANCINGO, HIDALGO.

F. SUPERAMA, UNIDAD PERIFERICO, CALZADA DE TLALPAN, DELEGACIÓN TLALPAN.

G. SORIANA TORIELLO, CALZADA DE TLALPAN S/N, DELEGACIÓN TLALPAN.

H. PLAZA COMERCIAL POWER CENTER, CARRETERA LIBRE MEXICO-PACHUCA, TECAMAC, ESTADO DE MEXICO.

I. 7-ELEVEN, CALLE 11, Mz 16, TLALPAN MEXICO, D.F., DELEGACIÓN TLALPAN.

J. PLAZA PRINCIPAL GUSTAVO BAZ, REYES ACOZAC, ESTADO DE MÉXICO.

K. CENTRAL DE ABASTOS, COLONIA SANTA CRUZ, VENTA DE CARPIO, ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO.