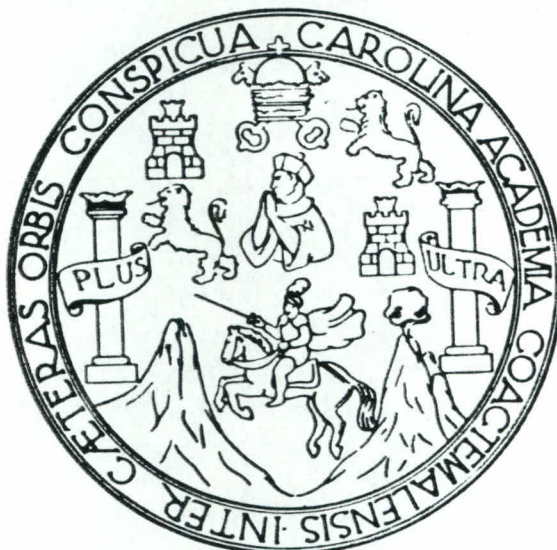


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE CINCO ALIMENTOS DE CONSUMO  
POPULAR EN LA CIUDAD DE GUATEMALA



Informe de Tesis  
presentado por

*Ruth Maholia Rosales Pineda*

Para optar al título de

NUTRICIONISTA

Guatemala, marzo de 2001

DL  
06  
+(2118)

JUNTA DIRECTIVA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANA	LICDA. HADA MARIETA ALVARADO BETETA
SECRETARIO	LIC. OSCAR FEDERICO NAVE HERRERA
VOCAL I	DR. OSCAR MANUEL COBAR PINTO
VOCAL II	DR. RUBEN DARIEL VELASQUEZ MIRANDA
VOCAL III	LIC. RODRIGO HERRERA SAN JOSE
VOCAL IV	BR. DAVID ESTUARDO DELGADO GONZALEZ
VOCAL V	BR. ESTUARDO SOLORZADO LEMUS

## DEDICATORIA

- A DIOS:** Por darme la vida, la luz, fortaleza y paciencia.
- A LA VIRGEN:** Por hacerme ver la vida con dulzura.
- A MI ANGEL CUSTODIO:** Por no desampararme ni de noche, ni de día.
- A MI BEBÉ:** Por iluminar mi vida con su inocencia y ser mi motivo de vivir.
- A MIS PADRES:** Angélica Pineda de Rosales y José Francisco Rosales por su apoyo y paciencia, pero sobre todo por su fé en mí.
- A MIS HERMANOS:** Giovanni y Pablo José, que me brindaron el apoyo que les fué posible en el momento oportuno, así como también por el cariño y comprensión.
- A MI ABUELITA:** Graciela de Rosales, por su ejemplo de bondad, paciencia y fé en Dios.
- A MIS AMIGAS:** Karla Figueroa, Claudia Ortíz, Ericka Portillo, Peggy Arrillaga, Mayte Ayau, Sara Linares y Corina Grant por su fé en mí y su cariño fraternal.
- A:** La familia Figueroa Arreaga por el cariño brindado.

## AGRADECIMIENTOS

- A: La Tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala.
- A. El personal docente y administrativo de la Escuela de Nutrición.
- A: El personal del laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC; especialmente a José Antonio Morales y Victor por la amistad y el apoyo recibido.
- A: El personal del laboratorio de Suelos, Agua y Plantas "Ing. Salvador Orellana" de la Facultad de Agronomía de la USAC; en especial al Ing. Agr. Anibal Sacbajá por su apoyo en la cuantificación de minerales.
- A: El personal de la Unidad de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC.
- A: La Licda. Julieta de Ariza, por la asesoría brindada en la presente investigación, por su amistad y cariño.
- A: El Lic. Roberto Benavides, por su acertada asesoría y paciencia que me brindó durante el desarrollo del presente trabajo de investigación, así como por su amistad.

# ÍNDICE

TEMA	PÁGINA
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	4
III. ANTECEDENTES	5
A. Alimentos que se Venden en la Vía Pública	5
B. Descripción de las Ventas de Alimentos en la Vía Pública de la Ciudad de Guatemala	9
C. Alimentos en Estudio	11
D. Composición Química de los Alimentos	15
E. Efectos del Procesamiento Térmico de los Alimentos Sobre los Nutrientes	20
F. Métodos para Análisis de Alimentos	21
IV. JUSTIFICACIÓN	27
V. OBJETIVOS	28
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	29

VII. RESULTADOS	34
VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	38
IX. CONCLUSIONES	43
X. RECOMENDACIONES	44
XI. BIBLIOGRAFÍA	45
XII. ANEXOS	48
<b>Anexo 1.</b> Sistema de Weende para el análisis próximo.	49
<b>Anexo 2.</b> Instrumento para el registro de datos del análisis proximal.	50
<b>Anexo 3.</b> Instrumento para el registro de datos del análisis mineral.	52
<b>Anexo 4.</b> Sistema de Weende: Procedimientos para el análisis proximal.	54
<b>Anexo 5.</b> Procedimiento para la cuantificación de minerales.	60
<b>Anexo 6.</b> Procedimiento para la extracción de grasa método de extracción con éter.	62
<b>Anexo 7.</b> Procedimiento para el perfil de ácidos grasos por cromatógrafo de gases.	63
<b>Anexo 8.</b> Cromatogramas de estándares y muestra realizados en cromatógrafo de gases.	65
<b>Anexo 9.</b> Tabla de comparación de ácidos grasos presentes en los estándares y grasa extraída de las muestras.	71
<b>Anexo 10.</b> Procedimiento para la extracción de grasa método Babcock modificado. Babcock modificado.	72

## I. RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objeto de determinar la composición química proximal, mineral y ácidos grasos en hot-dog, pupusa de chicharrón, pupusa de queso, taco mexicano y tortillas con carne asada, vendidos en la vía pública de la Ciudad de Guatemala. Tres muestras cada uno de los alimentos estudiados fueron recolectadas en los lugares donde se venden y consumen con mayor frecuencia.

La cuantificación de humedad, proteína, grasa, fibra y cenizas se realizó por medio de análisis químico proximal. La energía y carbohidratos se calculó matemáticamente. La cuantificación de calcio, hierro, magnesio, manganeso, sodio, potasio, cobre y zinc se realizó por espectrofotometría de absorción atómica, el fósforo se analizó por colorimetría. La determinación de ácidos grasos se realizó por cromatografía de gases.

Los resultados se presentan por unidad de compra y por cien gramos de alimento. En el Cuadro No. 1 se presenta el contenido de energía, humedad, macronutrientes y minerales por unidad de compra de los cinco alimentos estudiados, así mismo en el Cuadro No. 2 se presenta la composición porcentual de ácidos grasos presentes en la grasa de los cinco alimentos estudiados.

Estos resultados, aportan por primera vez datos de energía, humedad, macronutrientes, minerales y ácidos grasos de la pupusa de queso y tortillas con carne asada, actualizan los datos del hot-dog en cuanto a energía, humedad y macronutrientes, complementan los resultados de minerales y ácidos grasos del mismo alimento, así como también complementan los datos de las Tablas de Composición de Alimentos de Centro América con los resultados de sodio, potasio, cobre, zinc, magnesio, manganeso y ácidos grasos de las pupusas de chicharrón y taco mexicano.. Cabe mencionar que se encontraron diferencias entre los datos de energía, humedad, macronutrientes y algunos minerales en la pupusa de chicharrón y taco mexicano reportados en las Tablas de composición de Alimentos y los resultados de éste estudio, lo cual puede deberse principalmente a la utilización de diferentes métodos y condiciones de análisis.

Cuadro No. 1

Contenido de macronutrientes y minerales, en cinco alimentos de consumo popular en la Ciudad de Guatemala, por unidad de compra. Guatemala, junio 1999.

ALIMENTO	Peso promedio (g)	Energía (Kcal.)	Humedad (%)	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidrato (g)	Fibra (g)	Cenizas (g)	Calcio (mg)	Fósforo (mg)	Hierro (mg)	Sodio (mg)	Potasio (mg)	Cobre (mg)	Zinc (mg)	Magnesio (mg)	Manganeso (mg)
Hot-dog	169	275	63.4	9.3	10.0	37.2	1.7	3.7	121	114.2	1.6	848	484	0.3	1.6	60.7	0.3
Pupusa de chicharrón	110	184	65.1	4.4	8.9	21.7	1.3	2.1	50	28.3	0.6	374	195	0.2	0.6	20.0	0.2
Pupusa de queso	154	200	68.5	9.5	6.0	27.1	1.1	3.2	247	139.4	2.0	711	328	0.2	2.0	52.5	0.2
Taco mexicano	156	246	66.1	14.7	9.7	25.3	0.8	2.3	103	82.2	1.7	378	433	0.0	1.7	41.2	0.3
Tortillas con carne asada	307	418	66.5	20.3	8.3	65.1	4.6	4.6	265	250.2	5.2	862	876	0.5	5.2	126.2	0.5



Cuadro No. 2

Quantificación de ácidos grasos presentes en la grasa de cinco alimentos de consumo popular en la Ciudad de Guatemala. Guatemala, octubre 2000

ALIMENTO	PORCENTAJES DE ÁCIDOS GRASOS PRESENTES EN LA GRASA EXTRAIDA									
	Ac. mirístico (C:14:0) %	Ac. palmítico (C:16:0) %	Ac. esteárico (C:18:0) %	Ac. oleico (C:18:1) %	Ac. linoléico (C:18:2) %	Ac. nona-decanoico (C:19:0) %	Ac. araquídico (C:20:0) %	Ac. heneicosanoico (C:21:0) %	Ac. behénico (C:22:0) %	
Hot-dog	0.0	11.39	24.68	9.33	0.0	0.0	21.11	1.53	31.95	
Pupusa de chicharrón	0.0	9.12	21.65	15.74	0.0	0.0	17.05	0.0	36.43	
Pupusa de queso	2.56	11.49	18.35	18.39	2.94	4.05	16.36	0.0	25.85	
Taco mexicano	0.0	5.59	9.98	4.87	0.0	1.93	27.34	3.66	46.64	
Tortillas con carne asada	0.0	9.11	19.87	10.38	0.0	0.0	19.53	0.0	41.11	

## II. INTRODUCCIÓN

La venta de alimentos en la vía pública desempeña una función importante en la economía, cultura y nutrición de los guatemaltecos, por lo que se ha convertido en una actividad necesaria e importante.

Entre las razones que han hecho tan populares a estos alimentos están: sus precios asequibles, su variedad, su sabor y su gran disponibilidad, por lo que representan una considerable proporción de la dieta de la población, repercutiendo directamente sobre la nutrición de los consumidores, en particular de los sectores de la población de ingresos medios y bajos que consumen frecuentemente dichos alimentos.

Desafortunadamente aún se desconoce el valor nutritivo de algunos de los alimentos que se venden en la vía pública, y no se encuentra información disponible en Tablas de Composición de los Alimentos, por lo que se considera de mucho interés analizar estos productos con el propósito de determinar específicamente cuál es el aporte nutricional al consumidor.

El propósito de este trabajo fue el de determinar la composición química proximal, mineral y de ácidos grasos del hot-dog, pupusa de chicharrón, pupusa de queso, taco mexicano y tortillas con carne asada vendidos en la vía pública de la Ciudad de Guatemala. La información producida es de interés para nutricionistas y público en general, así como para organizaciones gubernamentales, pues brindará información sobre el valor nutritivo de alimentos populares.

### III. ANTECEDENTES

#### A. Alimentos que se Venden en la Vía Pública

##### 1. Definición

Son los alimentos y bebidas listos para el consumo, preparados y ofrecidos por vendedores ambulantes y no permanentes, especialmente en las calles y en lugares públicos (12).

##### 2. Clasificación

Las ventas de alimentos en la vía pública se pueden clasificar en:

a) Ventas ambulantes - Implica que el vendedor camine por un sector determinado, los alimentos que ofrecen son preparados en un centro de producción con tecnología semi-industrial. En la ciudad de Guatemala aproximadamente el 23 % de ventas de alimentos callejeros son de este tipo.

b) Ventas tipo estacionarias - Se trasladan al inicio y al final del día, durante la venta se mantienen en un punto fijo. Se caracterizan por contar con equipo rústico para la preparación y la cocción de los alimentos. En algunos casos cuentan con alimentos que han sido preparados en la casa con tecnología doméstica y se llevan al sitio de venta. Este tipo de ventas significan el 77% del total de las ventas callejeras de alimentos en la ciudad de Guatemala (6).

### 3. Causas de su aumento

La difusión de la venta de alimentos en la vía pública obedece a múltiples causas:

- a) Al deterioro de las condiciones de vida en el campo.
- b) La migración a las ciudades y la urbanización acelerada, que contribuye a la existencia de zonas urbanas marginales y al subempleo y desempleo.
- c) Largas distancias recorridas cotidianamente entre el lugar de trabajo y el hogar.
- d) Escasez o ausencia de establecimientos que sirvan alimentos a precios razonables cerca del lugar de trabajo.
- e) La creciente incorporación de la mujer en el trabajo asalariado, dejando menos tiempo para cocinar (6,12).

### 4. Efectos Socioeconómicos

Hoy en día, se reconoce que la venta de alimentos en la vía pública es un elemento necesario para la vida urbana, en especial en los países en desarrollo, ya que moviliza millones de dólares anualmente. La venta de comida en la vía pública tiene varios efectos socioeconómicos que se mencionan a continuación.

- a) **Genera empleos** - Este tipo de ventas, ofrece un gran potencial de empleo, ya que se inicia en muchos casos con un mínimo de capital, ofrece directa o indirectamente oportunidades de empleo a personas con bajo nivel educativo, y hace que familias enteras participen en la preparación, y venta de los alimentos.
- b) **Ingresos** - Este tipo de ventas constituye una buena fuente de ingresos para los vendedores, en ciertos casos representan el único medio de sostén de las personas y

de sus familias. De acuerdo a estudios efectuados, los ingresos de un trabajador en el sector de la venta callejera de alimentos, son más altos a veces hasta tres o incluso diez veces mayores que el salario mínimo nacional.

c) Participación de la mujer - Aunque en Guatemala, las mujeres representan un porcentaje pequeño de la fuerza de trabajo, parece que la mayor parte de vendedores ambulantes están constituidos por mujeres. Las mujeres constituyen un elemento muy importante en todo lo relativo a los alimentos que se venden en la calle, su trabajo no se limita a la preparación de los alimentos, sino que se extiende también a su comercialización y venta (2,11,12,14).

#### 5. Efectos culturales

Las diferencias culturales, étnicas y religiosas influyen en la variedad y el carácter de los alimentos en la vía pública en todo el mundo. La ciudad de Guatemala cuenta con grupos étnicos importantes en su población, en los cuales el papel tradicional de los alimentos que se venden en la vía pública se han convertido en un factor social de suma importancia. Además, las técnicas usadas en la preparación de los alimentos se basan muchas veces en técnicas indígenas que se han usado durante muchos años. Si no se conservan, algunas de estas técnicas podrían desaparecer a causa de costumbres modernas, en tanto que otras podrían tener clientela más numerosa a medida que se hacen más populares. Este tipo de alimentos también permite al turista degustar de los platillos típicos y populares de Guatemala a un precio cómodo (6,12,13,14).

#### 6. Efectos nutricionales

A pesar de que los alimentos que se venden en las calles provocan cambios desfavorables en los hábitos alimentarios, juegan un papel importante en la nutrición de

los consumidores. Para la población de ingresos medios y bajos muchas veces este tipo de alimentos representa la principal fuente de energía y de algunos nutrientes durante el día, por lo que el no contar con estos alimentos podrían constituir un riesgo nutricional. El valor nutricional de los alimentos vendidos en la vía pública depende de los ingredientes utilizados y del modo en que se preparan, almacenan y venden (11,13).

Según algunas investigaciones en materia de nutrición realizadas en otros países, los alimentos recién cocinados que se venden en la vía pública constituyen una fuente importante de varios nutrientes, pero desafortunadamente en Guatemala el valor nutritivo de muchos alimentos populares se desconoce (6,11,12,13).

### 7. Ventajas

El número de ventas callejeras sigue creciendo a medida que aumenta el tamaño de la ciudad, ya que para el consumidor este tipo de comida tiene grandes ventajas: no son costosas, son variadas, se pueden consumir de inmediato, son bastante apetitosas, se sirven con rapidez y están disponibles en el lugar donde se necesitan. Además fortalecen los hábitos alimentarios tradicionales y locales y desarrolla la pequeña industria (2,6,11,12,13).

### 8. Desventajas

El problema más preocupante que representan los alimentos vendidos en la vía pública es la inocuidad de los mismos. Las enfermedades más comunes transmitidas por este tipo de alimentos son las causadas por Vibrio cholerae, Bacillus cereus, Clostridium perfringens, Escherichia coli y Staphylococcus aureus, las cuales se deben a que los vendedores tienen escasa higiene, no aplican técnicas apropiadas para almacenar, preparar, conservar y servir los alimentos en una forma higiénica, y carecen de equipo, instalaciones y servicios sanitarios. Otro problema referente a salud, es que en ocasiones para su preparación se hace uso de aditivos, conservadores y colorantes no autorizados,

modifican la textura de los alimentos, y utilizan edulcorantes y otros productos no permitidos, además pueden estar contaminados por residuos de plomo y polvo.

También, compiten de manera informal, casi clandestina, con los servicios permanentes de alimentos, que tienen que observar todas las normas y a menudo se encuentran en desventaja al comercializar sus productos; además, menoscaban la limpieza de la ciudad; invaden la vía pública, congestionan el tráfico, obstaculizan las aceras y dan mal aspecto, las aguas residuales y basura se descargan en las calles, provocando acumulación de basura y proliferación de roedores e insectos (2,6,11,12,13).

## B. Descripción de las Ventas de Alimentos en la Vía Pública de la Ciudad de Guatemala

### 1. Localización y horarios

Para lograr una buena venta, los vendedores de alimentos prefieren ubicarse en los mercados de alimentos frescos, centros hospitalarios, centros de recreo y de distracción, terminales de autobuses, plazas, parques, obras en construcción, atrios de las iglesias, entradas de fábricas, escuelas, lugares cercanos a oficinas y cualquier otro lugar donde en determinado momento exista la presencia de compradores potenciales (6).

En la ciudad de Guatemala, el consumo de alimentos que se venden en la vía pública se concentra todos los días en la 18 Calle de la zona 1, 9 Av. de la misma zona, Plaza Bolívar, La terminal de buses de la zona 4, el mercado de "El Guarda", y el mercado de "La Florida". Los fines de semana en el Zoológico "La Aurora", el Obelisco, y el Mapa en relieve (27).

La mayoría de vendedores abren su negocio de 6 a 7 horas diarias, pero no se puede generalizar la hora a la cual empiezan a vender pues su horario dependen directamente del tipo de alimento que ofrezcan. Los mejores días de venta son el sábado, domingo y lunes, y el peor día es el miércoles (6).

## 2. Medios de venta

La mayoría de ventas en la ciudad (77%) son de tipo estacionario, de las cuales las carretillas de diversos tipos son las más usadas. Por lo general las carretillas son de metal; sin embargo, los vendedores hacen uso de su creatividad y recursos disponibles para ofrecer sus alimentos utilizando mesas, canastos, cajones y otros (6,13).

## 3. Mobiliario y equipo

El mobiliario y equipo varía dependiendo el tipo de alimentos expendidos, el tamaño de la venta y el lugar donde se ubican. La mayoría de las ventas no cuentan con mesas, sillas o bancas. El equipo es mucho más escaso que el mobiliario. Para servir los alimentos, generalmente utilizan recipientes de fácil transporte y descartables (6).

## 4. Vendedores

La mayoría son adultos procedentes del altiplano que han aprendido el negocio por su propia iniciativa y que tienen por lo menos 5 años de poseer su venta, aunque hay tendencia a los negocios nuevos. Su educación es limitada (2,6).

## 5. Consumidores

Los compradores provienen de una amplia gama de estados socioeconómicos, por lo que es falso suponer que solo las personas de bajo nivel económico consumen estos alimentos. Los adultos son los principales compradores de este tipo de alimentos; los obreros, las amas de casa, comerciantes y vendedores son grandes consumidores, los estudiantes en general ocupan un lugar importante. La mayoría, desconoce el riesgo del consumo de estos alimentos, pues se dejan guiar por sus gustos personales y precios



bajos y no por la inocuidad, tipo, calidad y procedencia del alimento que consume y los riesgos que conlleva en salud y nutrición (2,6,11).

#### 6. Materia prima y preparación

La mayor parte de los ingredientes los adquieren en los distintos mercados de la capital de los cuales "La Terminal" es el más frecuentado, las abarroterías y supermercados son poco frecuentados. Para la preparación de los alimentos se utilizan diversidad de recetas, ya que, para preparar un mismo alimento, cada vendedor utiliza su propio procedimiento (6).

#### 7. Tipos de alimentos

Los alimentos que más se venden en la vía pública son las comidas preparadas (62.2%), las frutas (16.3%), refrescos (9.0%), semillas procesadas (7.4%) y algunos tipos de conservas (5%). Por su gran consumo, a las comidas preparadas se les da mayor importancia. Se ha clasificado una lista de 172 alimentos preparados que se venden en la vía pública, de los cuales 35 son carnes y mariscos, 3 preparados de frijol, 17 productos de maíz, 3 de arroz, 8 de raíces y tubérculos, 18 de harina de trigo, 33 de frutas, 22 de conservas y 21 de alimentos diversos (6).

### C. Alimentos en Estudio

#### 1. Hot-dog

a) Descripción - Los hot-dogs vendidos en la vía pública de la Ciudad de Guatemala son una modificación del hot-dog tradicional, ya que incluyen guacamol, además existen las variantes de Hot-dog de chorizo o longaniza (6).

b) **Ingredientes** - Pan tipo hot-dog, repollo, tomillo, aceite, sal, aguacate, cebolla, limón, salchicha, mayonesa, mostaza, salsa de tomate y chile (26).

c) **Procedimiento** - Se pica el repollo y se ralla la zanahoria, se cocen en agua hirviendo con aceite, sal y tomillo. Se prepara el guacamol con aguacates, limón, sal y cebolla. Se cocinan las salchichas en agua. El pan se corta longitudinalmente, si el cliente lo desea se dora en el carbón encendido, luego se le pone el guacamol, salchicha, repollo y los aderezos (6,26).

d) **Costo promedio** - Q. 3.50. (26)

## 2. Pupusa de chicharrón

a) **Descripción** - Es una tortilla de masa de maíz frita, rellena de chicharrón de cerdo triturado. Se sirve con repollo y salsa de tomate.

b) **Ingredientes** - Masa de maíz, papas, chicharrones de cerdo, aceite, repollo, limón, tomates y cebolla.

c) **Preparación** - Se utiliza masa de maíz nixtamalizado. Aproximadamente una onza de masa se torteo, se le coloca en el centro un poco de puré con chicharrón, luego se fríe. Por aparte, se pica el repollo y rábanos, se mezclan y se sazonan con sal y limón. Se cocinan los tomates con cebolla, posteriormente se cuejan para hacer el chirmol. La tortilla frita se sirve con repollo y chirmol (6).

d) **Costo promedio** - Q1.50

### 3. Pupusa de queso

a) Descripción - Es una tortilla frita a base de masa de maíz y rellena de queso fresco, que se sirve con repollo y salsa de tomate.

b) Ingredientes - Masa de maíz, queso fresco, aceite, repollo, limón, tomates y cebolla.

c) Preparación - Se cocce el maíz y se hace masa, se trotea una masita, se le coloca en medio un poquito de queso, luego se trotea y se fríe. Por aparte, se pica el repollo y rábanos, se mezclan y se sazonan con sal y limón. Se cocinan los tomates con cebolla, posteriormente se cuejan para hacer el chirmol. La tortilla ya frita se sirve con repollo y chirmol (6).

d) Costo promedio - Q.3.50

### 4. Taco mexicano

a) Descripción - Consisten en tortillas de maíz con "adobo", salsas y guarniciones. En la Ciudad de Guatemala se vende una gran variedad de tacos como por ejemplo "al pastor", de pollo, hawaiano, de res, chorizo entre otros (17,18).

b) Ingredientes - Debido a su gran variedad, no se pueden enumerar exactamente todos los ingredientes que contienen, pero en general los ingredientes son: tortillas de maíz, carne (de res, de cerdo, embutidos, etc.), cebolla, vinagre, achiote, pimienta, ajos, cilantro y salsas especiales (salsas de tomate, guacamole, etc.).

c) Preparación - Se prepara "el adobo" con carnes, achiote, vinagre, ajos, pimienta, sal y otros sazonadores. Las tortillas de maíz se tienen ya preparadas. Se preparan las salsas con sus ingredientes específicos. La guarnición es un escabeche de cebolla y cilantro picados. El taco en sí, se prepara poniendo sobre dos tortillas de maíz, el "adobo", salsas y guarniciones. A excepción de las tortillas y el adobo, los ingredientes son servidos por los mismos consumidores siendo variables el tipo y la cantidad (17).

d) Costo aproximado - Q3.50

#### 5. Tortillas con carne asada

a) Descripción - Consiste en una tortilla con guacamol, tiras de carne asada, repollo, chirmol y aderezos, cubierta con otra tortilla de maíz. Existen las variantes de tortilla con chorizo, salami y tocino (26).

b) Ingredientes - Tortillas de maíz, aguacate, limón, sal, carne de res asada, consomé, pimienta, repollo, zanahoria, tomillo, aceite, tomates, cebolla, mostaza, mayonesa y chile (6,26).

c) Procedimiento -Se cocina el repollo picado y la zanahoria rallada en agua hirviendo con tomillo, aceite y sal. Se prepara el guacamol con el aguacate, cebolla, sal y limón. Se prepara la carne con sazonadores y se asa a las brazas, ya asada se corta en tiras. Por lo regular las tortillas ya las llevan preparadas. Se prepara la porción colocando una tortilla caliente, guacamol, carne asada, repollo, chirmol, aderezos, si se desea chile, y se le coloca otra tortilla encima (26).

d) Costo aproximado - Q.3.50 (26).

## D. Composición Química de los Alimentos

Los alimentos le proporcionan al organismo energía y nutrientes. Los nutrientes son sustancias químicas contenidas en los alimentos que son necesarias para la vida humana.

Existen dos tipos básicos de nutrientes: los macronutrientes (proteínas, grasas y carbohidratos) y los micronutrientes (vitaminas y minerales). La mayor parte de los alimentos son mezclas complejas compuestas fundamentalmente por macronutrientes en proporciones variables, con pequeñas cantidades de micronutrientes. Los alimentos también tienen agua y fibra que son vitales y que en ocasiones son consideradas como macronutrientes debido a la cantidad presente de estas en los alimentos (5,9).

### 1. Energía

Nutricionalmente, es la forma en que el cuerpo utiliza la energía encerrada en las uniones químicas dentro de los alimentos liberada por el metabolismo de los mismos. La unidad estándar para medir la energía es la caloría, que es la cantidad de energía de calor necesario para aumentar la temperatura de 1 mL de agua a una temperatura inicial estándar en 1°C. Debido a que los alimentos generan cantidades considerables de energía, la caloría resulta demasiado pequeña para cuantificarla, por lo que resulta más práctico utilizar la kilocaloría (Kcal.) que es equivalente a 1,000 calorías.

La energía generada por los alimentos varía de acuerdo a su composición: Las proteínas y los carbohidratos cuando son utilizados como fuentes de energía por el organismo humano producen 4 Kcal. por gramo y las grasas 9 Kcal. por gramo (5,20,28).

### 2. Agua

Es el componente más abundante en los alimentos pero no tiene ningún valor nutritivo, constituye del 70-90% en las frutas, verduras y carnes. Su presencia facilita

cambios físicos y químicos durante el procesamiento de los alimentos influyendo en su apariencia, textura y sabor. Está presente como agua libre o como agua enlazada, el agua libre se encuentra como tal y puede separarse fácilmente de los otros constituyentes, el agua enlazada se encuentra formando parte de compuestos orgánicos y es muy difícil de separar (4,8).

El contenido de humedad de los alimentos varía: en vegetales y frutas 70-92%, leche 88%, carnes 75%, y los cereales 10% (8).

### 3. Proteínas

Son moléculas muy grandes compuestas de sub-unidades denominadas aminoácidos que están unidas por enlaces peptídicos. Los aminoácidos son combinaciones especiales de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y en ocasiones azufre (7,20,28).

Para conocer la calidad proteica de un alimento se debe tomar en cuenta la composición de aminoácidos esenciales presentes, la digestibilidad y el contenido total de la misma. Las proteínas de origen animal suelen ser de mejor calidad que las de origen vegetal. Como grupo, las carnes tienen de 15-20% de proteínas, la leche 3.28%, los cereales 10% y los vegetales de 3-5% (1,8,28).

### 4. Grasas

Son sustancias que son insolubles en agua pero solubles en disolventes orgánicos. Están integradas por carbono, hidrógeno y oxígeno. Las grasas alimentarias incluyen todos los lípidos de los tejidos vegetales y animales que se ingieren como alimentos. Las grasas (sólidas) o aceites (líquidos) más frecuentes son una mezcla de triacilglicéridos con cantidades menores de otros lípidos. Los ácidos grasos presentes en varias moléculas de lípidos constituyen la parte con mayor interés nutritivo (1,15,20).

Como grupo, las carnes tienen de 5-40% de grasa, la leche 3-5%, los cereales 1-2%, y los vegetales de 0.1-3% (1,8).

a) **Ácidos grasos** - Son cadenas de hidrocarburos rectas que terminan en un grupo carboxilo en un extremo y un metilo en el otro. Los ácidos grasos más abundantes presentan cadenas lineales con un número par de átomos de carbono. Existe un amplio espectro de longitudes de cadena, que varía desde cadenas de cuatro átomos de carbono hasta de 18 carbonos (15,20).

Los ácidos grasos se pueden clasificar en saturados e insaturados. Los saturados son los que tienen solo enlaces sencillos en su cadena carbonada y se encuentran principalmente en alimentos de origen animal. Los insaturados tienen enlaces dobles en su estructura y se encuentran en alimentos de origen vegetal. Los ácidos grasos se han relacionado con los niveles de colesterol en el plasma, pues los saturados (láurico, mirístico y palmítico) elevan los niveles de colesterol y de lipoproteínas de baja densidad (LDL) en el plasma. Respecto a los insaturados, el ácido esteárico no eleva los niveles séricos de colesterol o de LDL, el ácido linoleico, reduce moderadamente los niveles de colesterol y de LDL en el suero, el ácido oleico, presenta un comportamiento neutro respecto a las LDL, pero incrementa moderadamente el nivel de lipoproteínas de alta densidad (HDL) (1,15,20,28).

Nutricionalmente, los ácidos grasos también pueden clasificarse en ácidos grasos esenciales (AGE), denominan esenciales porque no puede producirlos el cuerpo y debe proporcionarlos la dieta. Estos AGE son el ácido linoléico y el ácido  $\alpha$ -linolénico, que son muy comunes en el reino vegetal, especialmente en las semillas y los aceites producidos de las mismas (15, 20).

## 5. Carbohidratos

Son compuestos orgánicos constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno, pero en proporciones diferentes a los lípidos. De acuerdo a su estructura molecular, se pueden clasificar en:

a) Monosacáridos o azúcares simples - no pueden hidrolizarse a una forma más simple, incluye la glucosa, fructosa y galactosa.

b) Disacáridos - están formados por dos monosacáridos unidos por enlaces glucosídicos, entre estos están la sacarosa, lactosa y la maltosa. Oligosacáridos, contienen de 3 a 10 unidades de monosacáridos.

c) Polisacáridos - contienen muchas unidades de monosacáridos enlazadas formando cadenas lineales o ramificadas, entre estos están la celulosa, hemicelulosa, glucógeno, y almidón (7,20,28).

En los alimentos, los carbohidratos no solo forman parte de la estructura, sino también les dan sabor y textura. Como grupo, los cereales contienen 75% de carbohidratos, la leche 4.56%, los vegetales 4-25% y las carnes no los contienen a excepción del hígado y del corazón que los contienen del 2-5%. (8).

## 6. Fibra

La fibra alimentaria o dietética se define como el conjunto de polisacáridos y lignina que son resistentes a la hidrólisis de las enzimas digestivas del hombre. Puede clasificarse por sus propiedades físicas y acciones fisiológicas en: fibra insoluble (celulosa, lignina y hemicelulosa, se encuentran principalmente en cereales, frutos con cáscaras y semillas comestibles) y en fibra soluble constituida principalmente de pectinas, gomas, mucílagos y algunas hemicelulosas, se encuentran en frutas y legumbres (20,29).

Otra definición indica que fibra dietética es la pared celular de las plantas que no son digeridas por las enzimas del tracto gastrointestinal. Para analizar esta definición se debe tener presente que la pared celular está formada de proteínas, lípidos, componentes inorgánicos, lignina, celulosa, hemicelulosa y pectinas, mientras que la fibra dietética está



## 8. Vitaminas

Son compuestos orgánicos que son esenciales en pequeñas cantidades para el buen funcionamiento del organismo. El ser humano no puede sintetizarlas, por lo que es necesario obtenerlas de los alimentos; sin embargo, algunas pueden ser sintetizadas por los microorganismos de la flora bacteriana y por la piel, otras son ingeridas como provitaminas que son transformadas a su forma activa en el organismo. Según su solubilidad, se han clasificado en liposolubles donde se incluyen las vitaminas A, D, E y K e hidrosolubles que son las vitaminas del complejo B y la vitamina C (5,7,9).

Las vitaminas se encuentran en cantidades variables en los alimentos, encontrándose en mayor cantidad en vegetales y frutas, cereales Integros, algunas carnes especialmente hígado y la leche (7).

## E. Efectos del Procesamiento Térmico de los Alimentos Sobre los Nutrientes

La mayoría de alimentos sufren un proceso térmico previo a su consumo. Estos procesos introducen cambios en los alimentos que los hacen más agradables a los sentidos y facilitan su digestión, mejoran sus condiciones sanitarias, permitiendo además, que se conserven un período más largo. Sin embargo, los procesos térmicos tienen ventajas y desventajas, las cuales se mencionan a continuación (5,10,16,23).

### 1. Ventajas

a) Destruye factores antifisiológicos y antinutricionales mejorando la biodisponibilidad de proteínas y carbohidratos.

b) Aumenta la disponibilidad del almidón y proteínas por medio de la gelatinización y desnaturalización respectivamente.

- c) Aumenta la biodisponibilidad de la Niacina en cereales.
- d) Inactiva sistemas de enzimas de frutas y verduras que pueden degradar el color, sabor y elimina el aire de los tejidos y puede también destruir microorganismos indeseables (10,23,24).

## 2. Desventajas

En exceso o en combinación con otros factores, el calor puede:

- a) Disminuir la biodisponibilidad de las proteínas debido a la interacción de éstas con los carbohidratos (reacción de Maillard), además disminuye la biodisponibilidad de algunos aminoácidos esenciales, especialmente Lisina.
- b) Destruir algunas vitaminas termolábiles, como la Vitamina C, Vitamina A,  $\beta$ -carotenos, Tiamina, Riboflavina y Niacina. La destrucción aumenta al combinarse con el pH, luz y oxígeno.
- c) Solubilizar vitaminas hidrosolubles y minerales al utilizar agua como medio de cocción.
- d) Solubilizar vitaminas liposolubles al utilizar grasa como medio de cocción.
- e) Pérdida de minerales por lixiviación, especialmente de calcio, hierro y magnesio.
- f) Oxidar grasas, desarrollando rancidez (10,20,23,24).

## F. Métodos para Análisis de Alimentos

Hay muchos métodos analíticos que son útiles para estudios de alimentos. Sin embargo, ningún procedimiento analítico es un método único ni tampoco el mejor. Algunos de los métodos de análisis se dan a continuación:

## 1. Análisis proximal

Es una serie de determinaciones que nos dan un valor aproximado de los nutrientes de un alimento (humedad, grasa, cenizas, fibra y proteína), reuniendo grupos de nutrientes en base a una característica específica. El método más utilizado para este fin, es el sistema de Weende para el análisis próximo, el cual fue desarrollado hace más de cien años, y a pesar de ser criticado, no se ha podido reemplazar por otro mejor que sea tan práctico y tan aceptable. ( Anexo No. 1)

Está diseñado para simular el proceso de la digestión, y determinar los principales componentes de los alimentos: humedad, ceniza, proteína, grasa y fibra. Este esquema fue ideado para caracterizar alimentos para animales, pero su uso se ha extendido a todas las sustancias alimenticias que puedan reducirse a estado de harina (4).

a) **Humedad** - El método más utilizado para su determinación es:

i. **Eliminación por medio de calor** - En éste método se determina el peso inicial del alimento, posteriormente se seca (al aire o al horno) eliminando la humedad libre presente, por último se determina del peso del residuo. La diferencia entre el peso inicial y el peso del residuo será la humedad del alimento.

b) **Cenizas** - Generalmente, su determinación se realiza eliminando toda la materia orgánica por combustión, quedando como residuo solo la materia inorgánica la cual puede ser fácilmente pesada. Se determina con el propósito de analizar el contenido mineral, de definir en cantidad la materia orgánica y el total de nutrimentos digeribles, y para señalar la presencia de adulteraciones minerales (4,24).

c) **Proteínas** - La cuantificación de proteínas se basa en la cantidad de nitrógeno liberado al digerir la muestra, pero tiene la desventaja de medir el nitrógeno

proteico y el no proteico. Ya cuantificado el nitrógeno, es necesario convertir este dato a contenido de proteína presente, para lo cual se le aplica un factor de conversión según el alimento, dicho factor es de 6.38 para la leche, 5.7 para granos y de 6.25 para carnes y alimentos en general. Existen muchos métodos para determinar proteínas, entre éstos se encuentra el Macro de Kjeldahl cuyo principio se menciona a continuación (4,22,24).

i. Macro de Kjeldahl - La muestra se digiere en ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), más un agente catalítico y se convierte así a sulfato de amonio ( $NH_4SO_4$ ). Este se libera al agregar un álcali y al destilar la muestra en ácido bórico. Tiene gran similitud con el método Micro, pero se diferencia en que el método Macro utiliza mayor cantidad de muestra y de reactivos. No se puede utilizar para enlaces N-N, NO ó  $NO_2$  (4).

d) Grasa - La cantidad de grasa se mide después de la extracción por solvente. Puede hacerse con éter anhidrido o éter de petróleo. En vegetales, el análisis proximal siempre debe hacerse referencia como "extracto etéreo" y no a las "grasas" para determinar la porción extraída porque, además de grasa, el éter extrae pigmentos vegetales, ceras, etc. Existen muchos métodos para determinar grasas, entre éstos se encuentra:

i. Determinación de extracto etéreo (Goldfish) - Se basa en que una sustancia soluble en éter puede ser extraída cuantitativamente por medios sucesivos. El éter debe ser anhidro y la muestra estar completamente seca para evitar pérdida de carbohidratos solubles en la proporción medida como extracto etéreo.

e) Fibra cruda - Como se mencionó anteriormente, la fibra es una mezcla de carbohidratos complejos indigeribles y lignina. Entre los métodos que se usan para cuantificarla están.

i. Determinación de fibra cruda método mejorado - La fibra cruda es la pérdida por ignición de los residuos secos que van desde la digestión de la muestra con  $H_2SO_4$  y NaOH bajo condiciones controladas. Se usa para materiales libres de grasa.

f) Carbohidratos - El sistema de Weende, no contempla un método específico para cuantificar carbohidratos, pero propone una fórmula para el cálculo de los mismos. Esta fórmula es:

$$ELN = 100 - (\text{Humedad} + \text{Ceniza} + \text{Extracto etéreo} + \text{Proteína} + \text{Fibra})$$

El Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) se refiere principalmente a la composición de almidón y azúcares, pero también puede contemplar hemicelulosa y algo de lignina dependiendo del alimento analizado. El ELN entonces, representa principalmente la cantidad de carbohidratos presentes en el alimento (4).

g) Energía - El método más común para calcular la energía que generan los alimentos cuando son utilizados por el organismo, es el cálculo matemático.

i. Cálculo matemático - Se realiza a partir del contenido de carbohidratos, proteína y grasa presentes en la muestra. Para este fin se utiliza la siguiente fórmula: (20)

$$\text{ENERGIA (Kcal.)} = (\text{grasa} \times 9) + [(\text{proteína} + \text{carbohidratos} \times 4)]$$

## 8. Determinación de minerales

Los métodos más utilizados para analizar minerales son la espectrofotometría de absorción atómica y colorimetría, pero también se pueden cuantificar por:

a) **Espectrofotometría de Absorción Atómica** - Se basa en la medición de la intensidad de la luz a una determinada longitud de onda, de esta forma la absorción en otras regiones del espectro, que pueden ser ocasionadas por impurezas o materias coloreadas en vez del compuesto a investigar, es eliminada de la medición. En la Espectrofotometría de Absorción Atómica, la muestra en solución se aspira a la flama, los átomos se excitan, la longitud de onda pasa por la flama y usando un sistema detector se mide su disminución de intensidad. La disminución de la intensidad se relaciona con la concentración del elemento en la solución.

b) **Colorimetría** - Es un método que estima la concentración de compuestos biológicos. Los compuestos se colorean con ciertos agentes, posteriormente se mide la concentración de éstos por medio de su capacidad de absorción de luz. Es muy utilizado en la determinación de minerales como hierro, manganeso, cobre, zinc y fósforo pero en algunos casos se crea interferencia por la presencia de otros metales (4,24).

#### 9. Para la cuantificación de ácidos grasos

La cuantificación de ácidos grasos debe seguir dos pasos: uno, la extracción de la grasa, y dos, la determinación y cuantificación de ácidos grasos. Para realizar el perfil de ácidos grasos es necesario que la grasa a utilizar esté libre de reactivos que puedan interferir en su determinación, por eso se recomienda seguir los métodos que se mencionan a continuación.

a) **Método Babcock modificado** - Este método determina grasas totales y se basa en el poder que tiene la combinación de Tritón X-100 y el hexametáfosfato de sodio en bajar la tensión superficial de los líquidos. La separación de la grasa es por medios físicos ayudada por el calentamiento de la muestra en baño de agua (19).

b) **Cromatografía de gases** - En la cromatografía de gases se separan los componentes de una mezcla en estado gaseoso haciéndolos pasar sobre una fase estacionaria sólida o líquida. La separación se debe a las interacciones de los componentes de la muestra con la fase estacionaria. Según vayan siendo eluidos los componentes de la mezcla gaseosa, pasarán directamente al detector. El detector representa gráficamente en función del tiempo o de volumen de gas portador, este gráfico es denominado cromatograma. Esta técnica, tiene varias ventajas, como poder aplicarse al análisis cualitativo o cuantitativo, el corto tiempo de análisis y la elevada sensibilidad (25).

#### IV. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala, algunas instituciones nacionales e internacionales se han interesado en el estudio de las comidas que se venden en la vía pública, no solo por su impacto socioeconómico, sino también por sus efectos en la salud y nutrición de la población. Dichas instituciones se han interesado principalmente en el estudio microbiológico de los alimentos; sin embargo, aún se desconoce el valor nutritivo de los mismos.

Alimentos como los hot-dogs, pupusas de chicharrón, pupusas de queso, tacos mexicanos y tortillas con carne asada, figuran a menudo en la dieta del guatemalteco, los cuales al ser mencionados en una entrevista para evaluar el consumo de alimentos, dificulta calcular su aporte nutritivo pues las Tablas de Composición de los Alimentos no cuenta con todos estos datos. Así mismo, aún no se cuenta con datos sobre el tipo y cantidad de ácidos grasos presentes en la grasa de los alimentos anteriormente mencionados, lo cual es muy importante de conocer, ya que entre otros factores pueden aumentar el riesgo de aterosclerosis y enfermedades coronarias del corazón.

En lo anterior radica la importancia de realizar este estudio, pues se estará brindando datos que enriquecerán las Tablas de Composición de los Alimentos y facilitará al Nutricionista calcular de una manera más precisa el aporte nutritivo de éstos en la dieta, así mismo dará indicaciones generales sobre los riesgos que se pueden correr por el consumo de los alimentos en estudio desde el punto vista nutricional.



## V. OBJETIVOS

### A. General

Determinar la composición química proximal, mineral y ácidos grasos en hot-dogs, pupusas con chicharrón, pupusas con queso, tacos mexicanos y tortillas con carne asada, vendidos en la vía pública de la Ciudad de Guatemala.

### B. Específicos

1. Cuantificar humedad, proteínas, grasas, fibra y cenizas en los alimentos en estudio.
2. Calcular el contenido de energía y carbohidratos en los alimentos en estudio.
3. Cuantificar el calcio, fósforo, hierro, sodio, potasio, cobre, zinc, magnesio y manganeso en los alimentos en estudio.
4. Cuantificar ácidos grasos presentes en la grasa extraída de los alimentos en estudio.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Universo

Alimentos vendidos en la vía pública de la Ciudad de Guatemala con valor nutritivo desconocido.

### B. Muestra

Tres unidades por lugar de compra de cada uno de los siguientes alimentos: Hot-dogs, pupusas de chicharrón, pupusas de queso, tacos mexicanos y tortillas con carne asada.

### C. Tipo de estudio

Descriptivo, transversal y prospectivo.

### D. Materiales

#### 1. Instrumentos

a) Instrumento para el registro de datos del análisis químico proximal (Anexo No.2).

b) Instrumento para el registro de datos del análisis de minerales (Anexo No.3).

## 2. Recursos físicos

### a) Equipo

#### i. Para el manejo de las muestras

- Bolsas plásticas
- Recipientes plásticos
- Hielera

#### ii. Para el análisis químico proximal

- Balanza analítica con sensibilidad de 0.0001 g
- Horno de deshidratación
- Molino eléctrico de cuchillas semiindustrial
- Mufla
- Campanas desecadoras
- Aparato de Goldfish LABCONCO 35,001
- Aparato de Kjeldahl KJELTEC 10-30
- Extractor de fibra LABCONCO 30,001

#### iii. Para el análisis de minerales

- Colorímetro Perkin-Elmer LAMBDA 11/B10 34,044
- Espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer 2,380

#### iv. Para la cuantificación de ácidos grasos

- Balanza analítica con sensibilidad de 0.0001 g
- Estufa eléctrica de laboratorio
- Cromatógrafo de gases Perkin-Elmer 8,500.

b) Reactivos - Los reactivos que se utilizaron se indican en el procedimiento de cada determinación que se encuentran en el Anexo No 4, No. 5, No. 6, y No. 7.

c) Planta física

i. Para el análisis químico proximal - Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

ii. Para el análisis de minerales - Laboratorio de Suelos, agua y plantas "Ing. Salvador Orellana" de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

iii. Para la cuantificación de ácidos grasos - Unidad de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

E. Metodología

1. Para la selección de la muestra

En el Informe de Alimentos de Ventas Callejeras en Guatemala: I Descripción General de las Ventas Callejeras de Alimentos de la Ciudad de Guatemala, realizado por OMS / FAO / INCAP (5), se presenta una lista de alimentos vendidos en la vía pública de la Ciudad de Guatemala, de ésta lista, se seleccionaron los hot-dogs, pupusas de chicharrón, pupusas de queso, tacos mexicanos y tortillas con carne asada, pues forman

parte de los alimentos de los que no se conoce su valor nutritivo y son frecuentemente consumidos por la población.

2. Para la determinación del número de la muestra.

En base a los recursos disponibles, se realizó muestreo por conveniencia. Se recolectaron tres unidades de cada alimento por lugar de compra, a excepción de las pupusas de queso pues solo se obtuvo una muestra por lugar.

3. Para la obtención de la muestra

Las pupusas de chicharrón, pupusas de queso y tortillas con carne asada se recolectaron en los 9 lugares que el Ministerio de Salud Pública reporta como más concurridos por los consumidores: la 18 Calle de la zona 1, la 9 Av. de la misma zona (Parque Central), la Plaza Bolívar, la terminal de buses de la zona 4, el mercado del "Guarda", el mercado de "La Florida", el Zoológico "La Aurora", el Obelisco, y el Mapa en relieve. Los hot-dogs se recolectaron en los sitios antes mencionados, y además en las ventas alrededor del Campo "Marte" y en las de la Ciudad Universitaria, ya que gozan de gran popularidad entre los consumidores de dichos alimentos. Los tacos mexicanos se recolectaron en las ventas de la Calzada Roosevelt, Calzada San Juan, Avenida Petapa, Calzada Aguilar Bártres, Avenida Bolívar, Boulevard Vista Hermosa y 18 calle de la zona 1, éstos lugares se eligieron porque es donde se concentra la venta de éste tipo de alimentos.

4. Para la recolección de datos

Todas las muestras de un mismo alimento se mezclaron y homogenizaron para obtener la muestra de análisis. El análisis químico proximal se realizó por duplicado, de los

datos obtenidos se hizo un promedio y éste fue el que se reportó como resultado final. Para la cuantificación de minerales y ácidos grasos solo se hizo un análisis por alimento, debido a la precisión y exactitud de los procedimientos, así como a la sensibilidad de los aparatos empleados.

En el análisis químico proximal se utilizó el sistema Weende en donde la determinación de humedad se realizó por el método de secado, la determinación de proteínas por el método Macro Kjeldahl, la determinación de grasas por el método de Goldfish, la determinación de fibra cruda por el método mejorado para la determinación de fibra cruda y la determinación de cenizas por incineración a 400°C. Los procedimientos detallados para estas determinaciones se encuentran en el Anexo No. 4. El cálculo de energía y de carbohidratos se realizó matemáticamente.

La cuantificación de minerales se realizó por espectrofotometría de absorción atómica a excepción del fósforo el cual se cuantificó por colorimetría. El procedimiento detallado se encuentra en el Anexo No. 5.

La cuantificación de ácidos grasos se realizó en dos etapas: en la primera se extrajo la grasa con éter y en la segunda se realizó el perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases. Los procedimientos se encuentran en los Anexos No. 6 y No. 7, respectivamente.

##### 5. Para la presentación de resultados

Para los macronutrientes y minerales, se siguió el orden de presentación de nutrientes de la Tabla de Composición de los Alimentos de América Latina. Los macronutrientes se expresaron en gramos y los minerales en miligramos por 100 g y por unidad de alimento. Los ácidos grasos se presentaron en orden ascendente de longitud de cadena y en porcentajes respecto al contenido de grasa de cada alimento.

## VII. RESULTADOS

### A. Composición Química de los Alimentos estudiados

En el Cuadro No. 1 se presenta el contenido de energía, humedad, macronutrientes y minerales por 100 g de cada uno de los alimentos estudiados. En el Cuadro No. 2 se presenta el contenido de energía, humedad macronutrientes y minerales por unidad de compra de cada uno de los alimentos estudiados.

### B. Cuantificación de ácidos grasos presentes en la grasa extraída

En el cuadro No. 3 se encuentra la identificación y los porcentajes de los ácidos grasos detectados en la grasa de cada uno de los alimentos estudiados. Se puede notar que en todos los alimentos se encontró ácido palmítico, ácido esteárico, ácido oleico, ácido araquídico y ácido behénico. Además se encontró ácido mirístico y ácido linoleico en la pupusa de queso, ácido nonadecanoico en la pupusa de queso y tacos mexicanos, y ácido heneicosanoico en el hot dog y tacos mexicanos.

En el Anexo No. 8 se encuentran los cromatogramas de los estándares utilizados en el perfil de ácidos grasos, así como el cromatograma de una de las muestras analizadas. En el Anexo No. 9 se encuentra la tabla que se utilizó para comparar los ácidos grasos presentes en los estándares y los presentes en las muestras de grasa de los alimentos estudiados..

Cuadro No. 1

Contenido de macronutrientes y minerales, en cinco alimentos de consumo popular en la Ciudad de Guatemala, por 100 g. Guatemala, junio 1999.

ALIMENTO	Energía (Kcal.)	Humedad (%)	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidrato (g)	Fibra (g)	Cenizas (g)	Calcio (mg)	Fósforo (mg)	Hierro (mg)	Sodio (mg)	Potasio (mg)	Cobre (mg)	Zinc (mg)	Magnesio (mg)	Manganeso (mg)
Hot-dog	163	63.4	5.5	5.8	22.0	1.0	2.2	72	67.6	1.0	502	287	0.2	1.0	35.9	0.2
Pupusa de chicharrón	167	65.1	4.0	8.1	19.7	1.2	1.9	45	26.6	0.5	340	177	0.2	0.5	18.2	0.2
Pupusa de queso	130	69.5	6.2	3.9	17.6	0.7	2.1	161	90.5	1.3	462	213	0.2	1.3	34.1	0.2
Taco mexicano	158	66.1	9.4	6.2	16.2	0.6	1.5	66	52.7	1.1	242	277	0.0	1.1	26.4	0.2
Tortillas con carne asada	136	66.5	6.6	2.7	21.2	1.5	1.5	86	81.5	1.7	281	285	0.2	1.7	41.1	0.2



Cuadro No. 2

Contenido de macronutrientes y minerales, en cinco alimentos de consumo popular en la Ciudad de Guatemala, por unidad de compra. Guatemala, junio 1999.

ALIMENTO	Peso promedio (g)	Energía (Kcal.)	Humedad (%)	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidrato (g)	Fibra (g)	Cenizas (g)	Calcio (mg)	Fósforo (mg)	Hierro (mg)	Sodio (mg)	Potasio (mg)	Cobre (mg)	Zinc (mg)	Magnesio (mg)	Manganeso (mg)
Hot-dog	169	275	63.4	9.3	10.0	37.2	1.7	3.7	121	114.2	1.6	848	484	0.3	1.6	60.7	0.3
Pupusa de chicharrón	110	184	65.1	4.4	8.9	21.7	1.3	2.1	50	29.3	0.6	374	195	0.2	0.6	20.0	0.2
Pupusa de queso	154	200	69.5	9.5	6.0	27.1	1.1	3.2	247	139.4	2.0	711	326	0.2	2.0	52.5	0.2
Taco mexicano	156	246	66.1	14.7	9.7	25.3	0.8	2.3	103	82.2	1.7	378	433	0.0	1.7	41.2	0.3
Tortillas con carne asada	307	418	66.5	20.3	8.3	65.1	4.6	4.6	265	250.2	5.2	862	876	0.5	5.2	126.2	0.5

## Cuadro No. 3

Quantificación de ácidos grasos presentes en la grasa de cinco alimentos de consumo popular en la Ciudad de Guatemala.  
Guatemala, octubre 2000

ALIMENTO	PORCENTAJES DE ÁCIDOS GRASOS PRESENTES EN LA GRASA EXTRAIDA									
	Ac. mirístico (C:14:0) %	Ac. palmítico (C:16:0) %	Ac. esteárico (C:18:0) %	Ac. oleico (C:18:1) %	Ac. linoléico (C:18:2) %	Ac. nona-decanoico (C:19:0) %	Ac. araquídico (C:20:0) %	Ac. heneicosanoico (C:21:0) %	Ac. behénico (C:22:0) %	
Hot-dog	0.0	11.39	24.68	9.33	0.0	0.0	21.11	1.53	31.95	
Pupusa de chicharrón	0.0	9.12	21.65	15.74	0.0	0.0	17.05	0.0	36.43	
Pupusa de queso	2.56	11.49	18.35	18.39	2.94	4.05	16.36	0.0	25.85	
Taco mexicano	0.0	5.59	9.98	4.87	0.0	1.93	27.34	3.66	46.64	
Tortillas con carne asada	0.0	9.11	19.87	10.38	0.0	0.0	19.53	0.0	41.11	

## VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El muestreo se realizó en los lugares planificados, a excepción de las pupusas de queso, las cuales se muestrearon solo en pupuserías de la zona uno debido a que no se encontraron en las pupuserías "tradicionales". Con respecto a los hot-dogs, se encontraron las variedades de chorizo, longaniza y salchicha, pero para fines de éste estudio, todas las muestras fueron de salchicha. Para la muestra de tacos mexicanos se compró en cada venta un taco "al pastor", y uno de res, o chorizo, o pollo, o hawaiano.

En cuanto a la cuantificación de ácidos grasos se modificó la etapa de extracción de grasa, pues se utilizó la extracción con éter en lugar al método Babcock modificado propuesto (Anexo No. 10). Este cambio se debió a la abundante grasa presente en las muestras y a la facilidad de su extracción con éter.

Inicialmente se propuso presentar los resultados por 100 g de muestra húmeda de alimento, pero por fines prácticos se decidió presentarlos también por unidad de compra (un hot dog o una pupusa de chicharrón etc.) para ello se calculó un promedio de peso.

### A. Composición Química de los Alimentos Estudiados

#### 1. Hot Dog

Es un alimento cuyos ingredientes (pan tipo hot-dog, repollo, tomillo, aceite, sal, aguacate, cebolla, limón, salchicha, mayonesa, mostaza, salsa de tomate y chile) le aportan alto contenido de energía, grasa y sodio, que es característica de la comida rápida popular en las grandes ciudades.

No existen datos teóricos sobre la composición química de éste alimento, sin embargo en el estudio de Ayau (3), se determinó que el hot dog de salchicha proporciona por 100 g en base fresca 171 Kcal., 61.1% de humedad, 5.9 g de proteína, 5.0 g de grasa, 25.7 g de carbohidratos, 0.3 g de fibra y 2.0 g de ceniza, lo que indican una diferencia de +8 Kcal., -2.3% de humedad, +0.4 g de proteína, -0.9 g de grasa, +3.7 g de carbohidratos, -

0.7 g de fibra y -0.2 de ceniza en comparación a los datos obtenidos en este estudio, sin embargo, éstas diferencias son mínimas ya que el método de análisis fue el mismo. No existen datos sobre contenido de minerales y ácidos grasos presentes en este alimento.

## 2. Pupusa de chicharrón

Es el alimento de menor peso promedio (110 g). Debido a que sus ingredientes (masa de maíz, puré de papas, chicharrones de cerdo, aceite, repollo, limón, tomates y cebolla) es el alimento con menor contenido de nutrientes, a excepción de energía, grasa, fibra, sodio y potasio.

En la Tabla de Composición de los Alimentos de Centro América (21), se encuentra información sobre la composición química por 100 g de éste alimento, sin embargo los datos que allí se reportan son muy distintos a los resultados del presente estudio, ya que al compararlos se encuentran diferencias de +109 Kcal., -34.1 % agua, +6.8 g de proteína, -6.9 g de grasa, +35.7 g de carbohidratos, -0.3 g de cenizas, +7 mg de calcio, +166.4 mg de fósforo y +3.1 mg de hierro, el resto de minerales no es reportada en la Tabla., tampoco existen datos sobre ácidos grasos en este alimento.

Un factor que puede explicar esta diferencia es que los datos que se registran en dicha Tabla son una ampliación de la lista original de alimentos de la Tabla de Composición de los Alimentos de Centro América publicada en 1971, por lo que los datos no son recientes, ya que en la actualidad las pupusas de chicharrón son rellenas de una mezcla de papa, tomate y chicharrón y no solo de chicharrón como se preparaban en 1971. Además los métodos y condiciones del análisis no fueron los mismos.

## 3. Pupusa de queso

Las muestras de éste alimento fueron compradas en pupuserías "formales" ya que no se encontraron en los mismos lugares de compra de las pupusas de chicharrón. Debido a sus ingredientes (masa de maíz, queso fresco, aceite, repollo, limón, tomates y

cebolla) presentó un bajo contenido de grasa y un alto contenido de calcio, fósforo y sodio. Por 100 g de alimento contiene 9.5 g de proteína, 1.5 veces más que las pupusas de chicharrón, lo cual es un valor alto considerando que es una comida rápida; además, por ser una mezcla de proteína de origen animal y proteína de origen vegetal se puede considerar como una "mezcla de alto valor nutritivo".

Algo que llama la atención es su contenido de zinc, ya que ninguno de sus ingredientes pudo aportarlo en forma significativa, por lo que su contenido puede deberse a contaminación durante el procesamiento. No existen datos teóricos sobre la composición química de éste alimento.

#### 4. Taco mexicano

Sus principales ingredientes son: tortillas delgadas de maíz, carne, cebolla, vinagre, achote, pimienta, ajos, cilantro y salsas especiales. El contenido de proteína y grasa es relativamente alto debido a la carne, aunque el método de cocción de las carnes y la elaboración de los aderezos también aumentan la cantidad de grasa. Es el alimento con menor cantidad de fibra, y no presentó cobre.

En la Tabla de Composición de los Alimentos de Centro América (21), se presentan datos sobre la composición química en 100 g de taco regular mexicano, que al compararlos con los resultados de éste estudio se encuentran diferencias de +58 Kcal., -7.7 % de humedad, +2.7 g de proteína, +5.8 g de grasa, -0.6 g de carbohidratos, +0.4 g de cenizas, +63 mg de calcio, +66.3 mg de fósforo y +0.3 g de hierro.

Probablemente la diferencia en los resultados, se deba a que no se utilizaron las mismas condiciones ni métodos de análisis.

#### 5. Tortillas con carne asada

Este es el alimento que presentó el mayor peso por unidad de compra (307 g). Sus ingredientes (tortillas de maíz, aguacate, limón, sal, carne de res asada, consomé,

pimienta, repollo, zanahoria, tomillo, aceite, tomates, cebolla, mostaza, mayonesa y chile) lo hacen de alta densidad energética. El alto contenido de proteína, fósforo y hierro puede deberse a la carne, el alto contenido de calcio puede deberse principalmente a la tortilla, su contenido de potasio puede deberse al tomate y repollo, el zinc a la carne y el magnesio a los vegetales que usan como ingredientes. Además, presentó alto contenido de sodio debido a los condimentos. El tipo de hierro, es hemínico por ser aportado por la carne.

No existen datos teóricos sobre la composición química de éste alimento.

#### B. Cuantificación de ácidos grasos presentes en la grasa extraída

Es importante mencionar que se identificaron únicamente los ácidos grasos que se encontraron en mayor porcentaje. Algunos ácidos grasos no se pudieron identificarse porque en la Unidad de Análisis Instrumental no se cuenta con todos los estándares necesarios para ese fin. No fue posible comparar los cromatogramas de las muestras en estudio con cromatogramas de aceites puros de origen vegetal o grasas animales, ya que todas las muestras presentaron mezclas de aceite vegetal y grasa animal.

Entre los ácidos grasos identificados se encontraron ácidos grasos saturados: ácido mirístico (C:14), ácido palmítico (C:16), ácido esteárico (C:18), ácido nonadecanoico (C:19), ácido araquídico (C:20), ácido heneicosanoico (C:21) y ácido behénico (C:22), los cuales son típicos en la grasa de origen animal presentes en las carnes utilizadas como ingredientes (pollo, carne de res y/o carne de cerdo). La ingesta de éstos ácidos grasos, en especial el mirístico y palmítico se relacionan con los niveles elevados de colesterol y de lipoproteínas de baja densidad (LDL) (15).

Entre los ácidos grasos insaturados se encontró el ácido oleico (C:18:1), el cual es monoinsaturado, y el ácido linoleico (C:18:2) el cual es poliinsaturado y ácido graso esencial -AGE-. El ácido oleico presenta comportamiento neutro respecto a las LDL, mientras que el ácido linoleico reduce moderadamente los niveles de colesterol y de LDL en el suero. Los ácidos grasos insaturados se encuentran en alimentos de origen vegetal y en este caso pueden provenir de aceites vegetales (15).

En todos los alimentos estudiados se encontraron altos porcentajes de ácidos grasos saturados, la pupusa de queso presentó un porcentaje de ácido linoleico mínimo (2.94%). Esto da la pauta para plantear una alerta a los consumidores, ya que el consumo frecuente de estos alimentos puede ser un factor de riesgo para padecer cardiopatías coronarias. Las personas con problemas de aterosclerosis y enfermedades coronarias, deben eliminarlos de su dieta.

Los alimentos estudiados pueden ser catalogados como "comida rápida guatemalteca", por la forma en que se venden y consumen. Su valor nutritivo difiere en aspectos cuantitativos, aunque existen algunas similitudes entre pupusas de chicharrón y pupusas de queso, y entre el taco mexicano y las tortillas con carne asada. Por el contenido de sodio y potasio, el hot-dog y las tortillas con carne asada deben catalogarse como alimentos restringidos para personas con dietas hiposódicas.

## IX. CONCLUSIONES

1. Se cuenta con los datos de energía, humedad, macronutrientes, minerales y ácidos grasos del hot-dog, pupusa de chicharrón, pupusa de queso, taco mexicano y tortillas con carne asada, vendidos en la vía pública de la Ciudad de Guatemala, por 100 g y por peso promedio de la unidad de compra.
2. Se cuenta por primera vez con datos de energía, humedad, macronutrientes, minerales y ácidos grasos de la pupusa de queso y tortillas con carne asada. Se actualizaron los datos del hot-dog en cuanto a energía, humedad y macronutrientes, y se complementaron con los resultados de minerales y ácidos grasos. Se complementaron los datos de las Tablas de Composición de Alimentos de Centro América con los resultados de sodio, potasio, cobre, zinc, magnesio, manganeso y ácidos grasos de las pupusas de chicharrón y taco mexicano.
3. Las diferencias entre el valor nutritivo cuantificado en este estudio con los datos de la Tabla de Composición de los Alimentos de Centro América para la pupusa de chicharrón y taco mexicano pueden deberse principalmente a la utilización de diferentes métodos y condiciones de análisis.



## X. RECOMENDACIONES

1. Analizar el contenido de vitaminas en los alimentos estudiados en ésta investigación.
2. Incluir los resultados de este estudio en las Tablas de Composición de Alimentos como referencia para futuros estudios.
3. De ser posible, identificar los ácidos grasos presentes en la grasa de los alimentos estudiados que no fueron identificados en éste estudio.
4. Completar los resultados analíticos de los alimentos analizados en ésta investigación con los resultados de estudios microbiológicos existentes sobre los mismos y darlos a conocer a los consumidores.
5. Debido a sus altos porcentajes de ácidos grasos saturados, es recomendable que los alimentos estudiados sean eliminados de la dieta de personas con problemas de aterosclerosis y enfermedades coronarias.

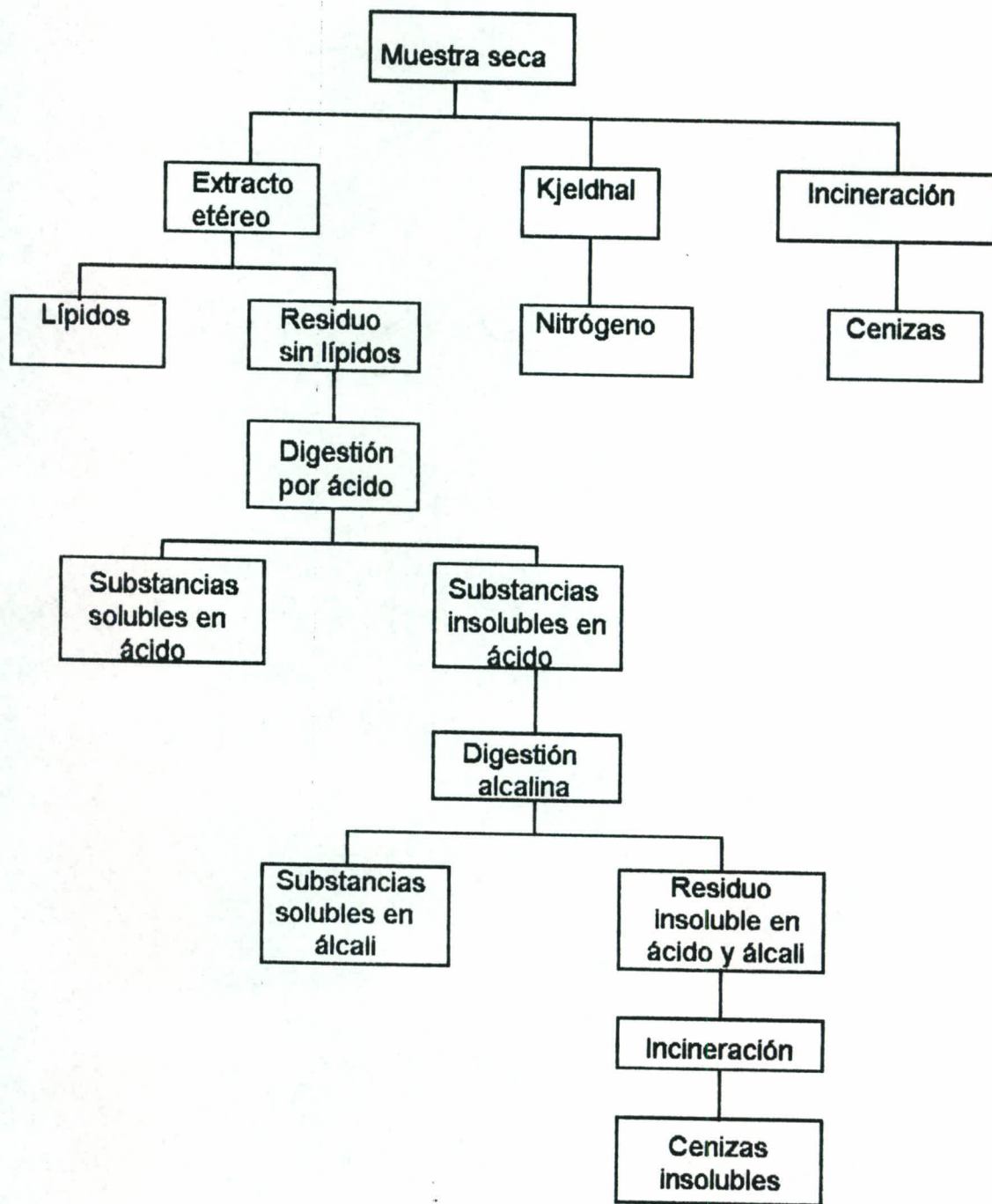
## XI. BIBLIOGRAFÍA

1. ANDERSON, L., et. al. 1985. Nutrición y Dieta de Cooper. México, Interamericana. 3842, 188-189p.
2. ARÁMBULO III, P., et. al. 1995. La Venta de Alimentos en la Vía Pública en América Latina. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana. (Uru.). 118(2):97-107.
3. AYAU, M. 1998. Análisis Químico Proximal de Hot-dogs vendidos en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Nutrición. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 38p.
4. BATEMAN, J. V. 1970. Nutrición animal; Manual de Métodos Analíticos. México, Herrero Hermanos Sucesores, S.A. 110-230 p.
5. BEHAR, M. e ICAZA, S. 1972. Nutrición. México, Interamericana. 6,7,12-18,52-57, 209-214 p.
6. BRESSANI, R., et. al. 1986. Informe de Alimentos de Ventas Callejeras en Guatemala. I Descripción General de las Ventas Callejeras de Alimentos de la Ciudad de Guatemala. Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación/FAO/INCAP. 3-26 p.
7. BURTON, B.T. 1966. Nutrición Humana: un tratado completo sobre nutrición en la salud y en la enfermedad. Trad. Heinz Handbook of Nutrition. 2da. Edición. U.S.A., OMS - McGraw-Hill. 41, 42, 45, 61, 69, 125 p.
8. CHARLEY, H. 1995. Tecnología de Alimentos: Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. Trad. Alejandro González Avila. Tercera Edición. México, Limusa. 727-742 p.
9. CLAYMAN, C. 1991. Dieta y Nutrición. Biblioteca Médica Familiar. España, Everest. 22, 36, 38, 41, 48 p.
10. ELIAS, L. 1989. Efecto del procesamiento de Alimentos sobre el Valor Nutritivo: Reunión científica de Alimentación y Nutrición en Centro América y Panamá: Análisis y estrategias para su desarrollo. Guatemala, INCAP. 254-263p.
11. FAO /INCAP. 1990. Informe Final del Taller Internacional sobre Ventas Callejeras de Alimentos. Guatemala, FAO. 1-11, 23 p.
12. ———/Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1988. La Venta de Alimentos Callejeros en las Calles de Indonesia, FAO. 64-90 p.

13. ———/Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1997. Informe de la Reunión Técnica de la FAO sobre los alimentos que se venden en la vía pública. Roma, FAO. 54-56,58,59 p.
14. ———/OPS. 1985. Taller Latinoamericano de la FAO/OPS sobre alimentos consumidos en la vía pública. Perú, FAO. 109-111 p.
15. ———/OMS. 1997. Grasas y Aceites en la Nutrición Humana: Consulta FAO / OMS de expertos. Roma, FAO / OMS. 5-7, 9-17p.
16. FENNEMA, O. 1993. Química de los Alimentos. 2da. Edición. España, Editorial Acibia, S.A. 544, 870, 1015-1021 p.
17. GUTIERREZ, J. 1998. Ingredientes y preparación de tacos. Villa Nueva, Guatemala, Restaurante "Rancho Amigo". (Entrevista personal)
18. ITURREAGA, J.N., 1989. De tacos, tamales y tortas. Cuadernos de Nutrición. (Mex). 12(1):15-17.
19. LUCAM. Método RB para la determinación de grasa en la crema. Documento Técnico. Guatemala, LUCAM, Ministerio de Economía. 1-5 p.
20. MAHAN, K. y ARLIN, M. 1995. Krause Nutrición y Dietoterapia. Trad. Jorge Orzaga Samperio. 8va. Edición. México, McGraw-Hill. 18-26 p.
21. MENCHU, M., et.al. 1996. Tabla de composición de los alimentos de Centro América. Guatemala, OPS - INCAP. 48-49p.
22. MEYER, L. 1969. Food Chemistry. U.S.A., International Student Edition. 1-7, 103, 104, 107, 129-135 p.
23. OFFICE OF SCIENTIFIC PUBLICS AFFAIRS. 1986. Effects of food processing on nutritive values. Food Technology. (U.S.A.). 40(2):109-116.
24. PEARSON, D. 1976. The Chemical Analysis of Foods. 7th Edition. New York, Curchill Livingstone. 6-24, 575 p.
25. PIETRZYK, D., FRANK, C. 1983. Química Analítica. 2da. Edición. México. Interamericana. 500-501 p.
26. PUAC, M.D. 1998. Ingredientes y preparación de hot-dogs y tortillas con carne asada. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. "Los Chatos". (Entrevista personal)
27. ROMERILLO, A. 1998. Ventas Callejeras de Alimentos en la Ciudad de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Departamento de Registro y Control de Alimentos. (Entrevista personal)

28. SHEIDER, W. 1988. Guía Moderna para una Buena Nutrición. Trad. Rosa Rosas. México, McGraw-Hill. v.5 60, 72, 78, 96, 112, 136, 192, 193, 237, 253, 256 p.
29. VARGAS, J. 1995. Fibras y Antioxidantes: ¿Son importantes para Ud.? Alimentos Procesados. (Mex). 14(4):24-31.

ANEXO No. 1  
Sistema de Weende para el Análisis Próximo



## ANEXO No. 2

## Instrumento para el Registro de Datos del Análisis Químico Proximal

MUESTRA No. \_\_\_\_\_ FECHA DE RECEPCIÓN: \_\_\_\_\_ TRABAJADA POR: \_\_\_\_\_

## I. MATERIA SECA PARCIAL:

(1) Tara	(2) Muestra y tara	(3) PI muestra	(4) P F y tara	(5) Peso final muestra	%
_____	_____	_____	_____	_____	_____

$$100 \times \frac{\text{(5)}}{\text{(3)}} / \text{(3)} = \text{MSP} \%$$

## II. MATERIA SECA TOTAL

(1) Tara casuela	(2) Muestra y tara	(3) PI muestra	(4) P F y tara	(5) Peso final muestra	%
_____	_____	_____	_____	_____	_____

$$100 \times \frac{\text{(5)}}{\text{(3)}} / \text{(3)} = \text{(6)} \% \text{ en base seca}$$

$$\frac{\text{(6)}}{\text{(6)}} \times \text{MSP} / 100 = \text{_____} \% \text{ en base fresca}$$

## III. CENIZAS:

(1) Crisol	(2) Muestra y crisol	(3) Peso muestra	(4) Peso final y crisol	(5) Peso final muestra	%
_____	_____	_____	_____	_____	_____

$$100 \times \frac{\text{(5)}}{\text{(3)}} / \text{(3)} = \text{(6)} \% \text{ en base seca}$$

$$\frac{\text{(6)}}{\text{(6)}} \times \text{MSP} / 100 = \text{_____} \% \text{ en base fresca}$$

$$\frac{\text{(6)}}{\text{(6)}} \times \frac{\text{MSP}}{\text{MSP}} / 100 = \text{_____} \% \text{ en base fresca}$$

## IV. EXTRACTO ETereo:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
Tara papel facial	Muestra y tara	Peso muestra	P I beaker	P F beaker	%

---

$$100 \times \frac{\text{(5)}}{\text{(5)}} / \frac{\text{(3)}}{\text{(3)}} = \frac{\text{(6)}}{\text{(6)}} \% \text{ en base seca}$$

$$\frac{\text{(6)}}{\text{(6)}} \times \frac{\text{MSP}}{\text{MSP}} / 100 = \text{_____} \% \text{ en base fresca}$$

## V PROTEINA CRUDA:

(1)	(2)	(3)	(4)
Tara papel parafinado	Muestra y tara	PI muestra	% proteína

---

$$\frac{\text{(4)}}{\text{(4)}} \times \frac{\text{MSP}}{\text{MSP}} / 100 = \text{_____} \% \text{ en base fresca}$$

## VI. FIBRA CRUDA

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Tara casuela	Muestra y tara	P I muestra	P F crisol	Crisol y digest.	Crisol y ceniza	%

---

$$100 \times \frac{\text{(5)}}{\text{(5)}} / \frac{\text{(3)}}{\text{(3)}} = \frac{\text{(8)}}{\text{(8)}} \% \text{ en base seca}$$

$$\frac{\text{(8)}}{\text{(8)}} \times \frac{\text{MSP}}{\text{MSP}} / 100 = \text{_____} \% \text{ en base fresca}$$

## ABREVIATURAS:

PI= Peso inicial

PF=Peso final

## ANEXO No. 3

## Instrumento para el Registro de Datos del Análisis Mineral

MUESTRA No. \_\_\_\_\_ FECHA RECEPCIÓN: \_\_\_\_\_

## I. MUESTRA:

Peso de muestra más crisol \_\_\_\_\_ - Peso crisol \_\_\_\_\_ = Peso muestra \_\_\_\_\_

## II. CUANTIFICACIÓN DE CALCIO:

Lectura \_\_\_\_\_ ppm./ 10,000 = \_\_\_\_\_ % en base seca  
(1)\_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_ / 100 = \_\_\_\_\_ % en base fresca  
(1) MSP

## III. CUANTIFICACIÓN DE FÓSFORO:

Lectura \_\_\_\_\_ ppm./ 10,000 = \_\_\_\_\_ % en base seca  
(1)\_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_ / 100 = \_\_\_\_\_ % en base fresca  
(1) MSP

## IV. CUANTIFICACIÓN DE HIERRO:

Lectura \_\_\_\_\_ ppm./ 10,000 = \_\_\_\_\_ % en base seca  
(1)\_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_ / 100 = \_\_\_\_\_ % en base fresca  
(1) MSP

## V. CUANTIFICACIÓN DE SODIO:

Lectura \_\_\_\_\_ ppm./ 10,000 = \_\_\_\_\_ % en base seca  
(1)\_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_ / 100 = \_\_\_\_\_ % en base fresca  
(1) MSP



## VI. CUANTIFICACIÓN DE POTASIO:

$$\text{Lectura} \underline{\hspace{2cm}} \text{ ppm./ 10,000} = \frac{\hspace{2cm}}{(1)} \% \text{ en base seca}$$

$$\frac{\hspace{2cm}}{(1)} \times \frac{\hspace{2cm}}{\text{MSP}} / 100 = \hspace{2cm} \% \text{ en base fresca}$$

## VII. CUANTIFICACIÓN DE COBRE:

$$\text{Lectura} \underline{\hspace{2cm}} \text{ ppm./ 10,000} = \frac{\hspace{2cm}}{(1)} \% \text{ en base seca}$$

$$\frac{\hspace{2cm}}{(1)} \times \frac{\hspace{2cm}}{\text{MSP}} / 100 = \hspace{2cm} \% \text{ en base fresca}$$

## VIII. CUANTIFICACIÓN DE ZINC:

$$\text{Lectura} \underline{\hspace{2cm}} \text{ ppm./ 10,000} = \frac{\hspace{2cm}}{(1)} \% \text{ en base seca}$$

$$\frac{\hspace{2cm}}{(1)} \times \frac{\hspace{2cm}}{\text{MSP}} / 100 = \hspace{2cm} \% \text{ en base fresca}$$

## IX. CUANTIFICACIÓN DE MAGNESIO:

$$\text{Lectura} \underline{\hspace{2cm}} \text{ ppm./ 10,000} = \frac{\hspace{2cm}}{(1)} \% \text{ en base seca}$$

$$\frac{\hspace{2cm}}{(1)} \times \frac{\hspace{2cm}}{\text{MSP}} / 100 = \hspace{2cm} \% \text{ en base fresca}$$

## X. CUANTIFICACIÓN DE MANGANESO:

$$\text{Lectura} \underline{\hspace{2cm}} \text{ ppm./ 10,000} = \frac{\hspace{2cm}}{(1)} \% \text{ en base seca}$$

$$\frac{\hspace{2cm}}{(1)} \times \frac{\hspace{2cm}}{\text{MSP}} / 100 = \hspace{2cm} \% \text{ en base fresca}$$

## ANEXO No. 4

### Sistema de Weende: Procedimientos para el Análisis Químico Proximal

#### I. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD: MÉTODO DE SECADO

##### A. Material y Equipo

- |                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| -Balanza analítica             | -Recipientes plásticos con tapadera |
| -Papel aluminio                | -Casuelas de aluminio               |
| -Horno                         | -Pinzas                             |
| -Bandejas                      | -Guantes de asbesto                 |
| -Molino eléctrico de cuchillas | -Campanas desecadoras               |
| -Espátula                      |                                     |

##### B. Procedimiento

1. Colocar las muestras de un mismo alimento sobre papel aluminio previamente tarado y volver a pesar.
2. Introducir las muestras en el horno a 60°C de 18 a 48 horas.
3. Sacar las muestras y dejarlas reposar hasta que tomen la temperatura ambiente. y pesarlás. Esto será la materia seca parcial (MSP)
4. Moler todas las muestras de un mismo alimento para obtener la muestra compuesta.
5. Homogenizar manualmente.
6. Tarar una cazuela de aluminio.
7. Pesar 3 gramos de muestra general.
8. Colocar la muestra compuesta en el horno a 105°C por 18 a 24 horas.
9. Sacar la muestra y colocarla dentro de una campana desecadora hasta que tome la temperatura ambiente.
10. Pesar. Esto será la materia seca total (MST)

## II. DETERMINACIÓN DE CENIZA: INCINERACIÓN

### A. Material y equipo

- Crisol de porcelana
- Balanza analítica
- Espátula
- Pinzas
- Guantes de asbesto
- Mufla
- Campana desecadora

### B. Procedimiento

1. Tarar un crisol de porcelana
2. Pesar 3 gramos de la muestra compuesta.
3. Colocar el crisol con muestra en la mufla a 600°C de 3 a 5 horas.
4. Sacar el crisol de la mufla, colocarlo en la campana desecadora hasta que alcancen la temperatura ambiente.
5. Pesar el crisol con las cenizas.
6. Reportar el porcentaje de cenizas.

## III. DETERMINACIÓN DE GRASAS: EXTRACTO ETÉREO

### A. Material y Equipo

- Papel facial
- Pinzas de goma
- Balanza analítica
- Espátula
- Dedal de celulosa
- Portadedal de metal
- Beaker de Goldfish
- Aparato de Goldfish LABCONCO 30,001
- Dedal de vidrio
- Horno
- Campana desecadora

### B. Reactivos

- Benzina de petróleo

- Beaker de Goldfish
- Aparato de Goldfish LABCONCO 30,001
- Dedal de vidrio
- Horno
- Campana desecadora

### C. Procedimiento

**Nota:** Antes de realizar el procedimiento lavarse muy bien las manos y tomar solamente con las pinzas de goma todos los instrumentos.

1. Tarar un pedazo de papel facial libre de grasa.
2. Pesar 1g de la muestra compuesta y envolverlo en el papel.
3. Introducir la muestra en un dedal de celulosa y éste en el portadedal del aparato de Goldfish.
4. Tarar un beaker de Goldfish previamente desecado a 60°C por 4 horas.
5. Verter en el beaker de 40 a 50 ml de Benzina de petróleo.
6. Colocar el beaker en el aparato de Goldfish.
7. Abrir la válvula de seguridad dos o tres veces.
8. Abrir el grifo de agua para enfriar.
9. Levantar la parrilla hasta tocar los vasos.. Encender.
10. Extraer durante 5 horas a 450°C.
11. Retirar el vaso y el dedal de celulosa. Guardarlo por que servirá para la determinación de fibra.
12. Colocar el tubo de recuperación o dedal de vidrio en el portadedal del aparato.
13. Volver a colocar el vaso de grasa y calentar para evaporar el solvente hasta 1 o 2 mL de Benzina de petróleo.
14. Retirar el beaker y el tubo de recuperación.
15. Colocar el beaker en el horno a 60°C por 24 horas.
16. Secar al horno, enfriar en la campana desecadora y pesar.

## V. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA: MÉTODO MACRO DE KJELDAHL

### A. Material y Equipo

- Papel parafinado
- Balanza analítica
- Balón de Kjeldahl
- Núcleos de ebullición
- Aparato Macro de Kjeldahl
- Erlenmeyer de 250 mL
- Pipeta volumétrica de 50 mL
- Agitador magnético

### B. Reactivos

- Sulfato de sodio anhidro
- Ácido selenioso al 2%
- Ácido sulfúrico concentrado
- Rojo de metilo
- Hidróxido de sodio al 60%
- Ácido bórico al 3%
- Verde de bromocresol
- Ácido clorhídrico
- Agua destilada

### C. Procedimiento

#### DIGESTIÓN:

1. Pesar aproximadamente 1 gramo de la muestra compuesta en un pedazo de papel parafinado previamente tarado y envolver.
2. Introducir la muestra a un balón de Kjeldahl , agregarle no menos de 3 núcleos de ebullición, 8 gramos de sulfato de sodio anhidro y 1 mL de ácido selenioso en solución acuosa y 25 mL de ácido sulfúrico concentrado.
3. Colocar el balón en el aparato de Kjeldahl.
4. Realizar la digestión a 350°C por 45 minutos.
5. Enfriar el balón.
6. Agregar 260 mL de agua destilada, 3 a 5 gotas de solución alcohólica de rojo de metilo e hidróxido de sodio al 60% entre 50 a 60 mL hasta obtener un color amarillo.

**DESTILACIÓN:**

1. Colocar los balones en el aparato de Kjeldahl para destilar.
2. Sumergir el extremo del condensador en el beaker que contiene 100 mL de solución de ácido bórico al 3%, rojo de metilo y verde de bromocresol.
3. Dejar destilar hasta obtener 250 mL de contenido en el erlenmeyer.

**TITULACIÓN:**

1. Titular el destilado con ácido clorhídrico 0.1N hasta que obtenga un color rosado transparente.
2. Calcular el porcentaje de proteína cruda.

**V. DETERMINACIÓN DE FIBRA CRUDA: MÉTODO MEJORADO****A. Material y Equipo**

- Balanza analítica
- Espátula
- Cazuela
- Beaker de Berzellius
- Aparato extractor de fibra LABCONCO 30,001
- Manta de lino
- Bomba al vacío
- Probeta
- Crisol de porcelana
- Horno
- Campana desecadora
- Mufia

**B. Reactivos**

- Ácido sulfúrico 0.225N
- Hidróxido de sodio 10N
- Agua destilada

### C. Procedimiento

1. Pesar aproximadamente 1 gramo de la muestra compuesta.
2. Colocarla en un beaker de Berzellus de 600 mL.
3. Agregarle 200 mL de ácido sulfúrico 0.255N.
4. Colocarlo en el aparato digestor de fibra en la fuente de calor.
5. Al alcanzar la temperatura de ebullición retirar la fuente de calor directa y dejar hirviendo por 30 minutos.
6. Retirar los beakers y ponerle 30 mL de hidróxido de sodio 10N y homogenizar.
7. Volver a colocar en el digestor de fibra y dejar ebullicir por 30 minutos.
8. Retirar el beaker del digestor de fibra y filtrar siguiendo el método de Oklahoma filter screen, es decir por succión.
9. Lavar el residuo con 400 mL de agua caliente destilada para neutralizar.
10. Retirar la muestra del lino con una espátula, y colocarla en un crisol previamente tarado y desecado.
11. Colocar el crisol en el horno a 105°C por 24 horas.
12. Retirar el crisol del horno, colocarlo en una campana desecadora y pesar (fibra cruda + minerales).
13. Colocar el mismo crisol en la mufla a 600°C de 2 a 3 horas.
14. Enfriar en una campana desecadora y pesar (minerales).
15. Hacer cálculos para fibra cruda por diferencia.

## ANEXO No.5

## Procedimiento para la Cuantificación de Minerales

A. Material y Equipo

- Crisol
- Pipeta volumétrica de 1 mL
- Pipeta volumétrica de 2 mL
- Beaker de 100 mL
- Varilla de vidrio
- Probeta de 25 mL
- Pipeta
- Vasos plásticos de 100 mL
- Papel filtro
- Colorímetro Perkin-Elmer LAMBDA 11/B10 34,044
- Espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer 2,380

B. Reactivos

- Ácido clorhídrico 1N
- Agua destilada
- Color ( molibdato de amonio tartrato doble de antimonio y potasio y ácido ascórbico)
- Lantano

C. Procedimiento

1. Pesar 0.5 gramos de muestra compuesta, colocarlo en un crisol.
2. Digerir la muestra con ácido clorhídrico 1N, e incinerar por 4 horas a 450°C.
3. Agregar 25 mL de ácido clorhídrico 1 N, raspando las paredes del crisol y filtrar.
4. Del filtrado, tomar 1 mL. y agregarle 9 mL de agua destilada (dilución 1:10). De esta dilución tomar 2 mL y agregar 10 mL de agua y 8 mL de color. Esperar 30 minutos. Leer la muestra en el colorímetro a 560 nm. para cuantificar fósforo.
5. Del filtrado inicial, tomar otros 2 mL agregarle 18 mL de agua destilada (dilución 1:5). Luego tomar 1 mL de esta dilución y agregarle 24 mL de lantano. Leer la muestra en el



aparato de Absorción Atómica a 422.7 nm para determinar calcio, 25.2 nm. para magnesio y 776.5 nm para potasio.

6. Del filtrado inicial, hacer las lecturas para el resto de minerales en el aparato de absorción atómica a 324.7 nm para el cobre, 248.3 nm. para el hierro, 279.9 nm. para manganeso, 213.9 nm. para zinc y 589 nm para el sodio.

## ANEXO No. 6

Procedimiento para la Extracción de Grasa,  
Método de Extracción con ÉterA. Material y equipo

Frascos con tapadera  
Manta

B. Reactivos

- Éter de petróleo

B. Procedimiento

1. Cortar un pedazo de manta de 20 x 20 cms.
2. Coloque en el centro de la manta aproximadamente 30 gramos de muestra compuesta, y amarrar.
3. Colocar la manta con la muestra dentro de un frasco y agregar la cantidad de éter de petróleo que sea necesario para cubrir la manta. Tapar el frasco y dejar reposar por 24 horas.
5. Sacar la manta con la muestra del frasco y exprimirla bien. Evaporar el éter.
6. Refrigerar para evitar que la grasa se oxide.

## ANEXO No.7

Procedimiento para realizar el Perfil de Ácidos Grasos por  
Cromatografía de Gases

## I. MATERIALES Y EQUIPO

- Balanza analítica
- Balones de 25 mL
- Estufa eléctrica de laboratorio
- Viales de 4 mL
- Cromatógrafo de gases  
Perkin-Elmer 8,500

## II. REACTIVO

- Solución de hidróxido de sodio en metanol 0.5 N
- Trifluoruro de boro en metanol al 20%
- n-heptano
- Solución saturada de cloruro de sodio
- Sulfato de sodio anhidro granulado
- Soluciones de estándares
- Ester metílico de ácido láurico 10% p/v en n-heptano
- Ester metílico de ácido mirístico 10% p/v en n-heptano
- Ester metílico de ácido palmítico 10% p/v en n-heptano
- Ester metílico de ácido esteárico 10% p/v en n-heptano

## III. PROCEDIMIENTO

A. Preparación de la solución patrón de ácidos grasos

1. De las soluciones estándares al 10% se toma 1 mL de cada una, se agregan a un balón aforado de 25 mL y se afora hasta la marca con el solvente, esta solución se inyecta

al cromatógrafo para verificar que los picos correspondientes a los patrones se pueden identificar y son de un tamaño apropiado.

**B. Preparación de la muestra**

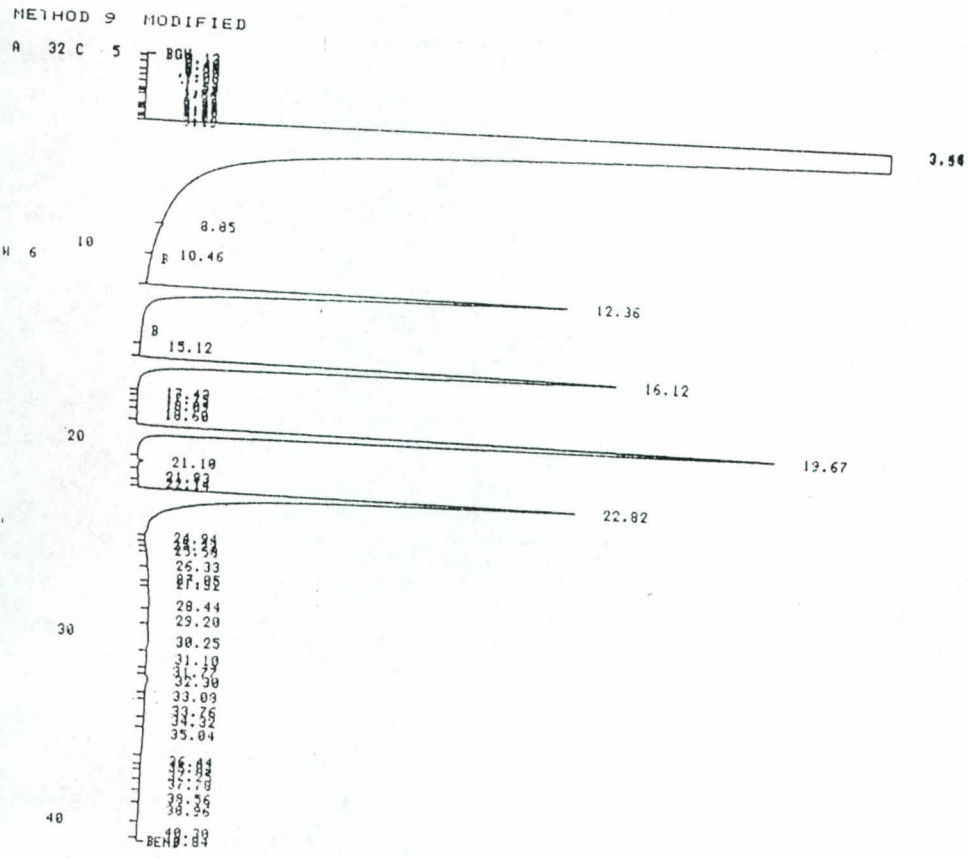
1. Pesar aproximadamente, 1.0 g (20 gotas) de grasa o aceite en un balón de 25 mL.
2. Agregar 4.5 mL de solución de hidróxido de sodio en metanol 0.5 N y dejar saponificando durante la noche o calentar a 70°C por 10 minutos hasta que se saponifique totalmente.
3. Agregar 3.5 mL de solución de trifluoruro de boro en metanol al 20% y agitar suavemente.
4. Agregar 4 mL de n-heptano y seguir agitando ocasionalmente por 5 minutos.
5. Agregar solución saturada de cloruro de sodio hasta la marca de aforo del balón.
6. Trasvasar la capa superior (n-heptano más ácidos grasos) a un vial de 4 mL que contenga 0.5 g de sulfato de sodio anhidro.
7. Inyectar 2.5  $\mu\text{L}$  de la solución del vial al cromatógrafo y 1  $\mu\text{L}$  de la solución patrón de ácidos grasos.
8. Determinar el perfil de ácidos grasos de la muestra en base a los porcentajes de las áreas de los componentes cuantificados en el cromatograma. (Normalización de áreas para una suma total de áreas de los componentes determinados = 100% de área total)

ANEXO No. 8

Cromatogramas de Estándares y Grasa de las Muestras de los Alimentos Analizados, Realizados en Cromatógrafo de Gases

CROMATOGRAMA No. 1

Estándar ácido láurico (C:12), ácido mirístico (C:14), ácido palmítico (C:16) y ácido esteárico (C:18)

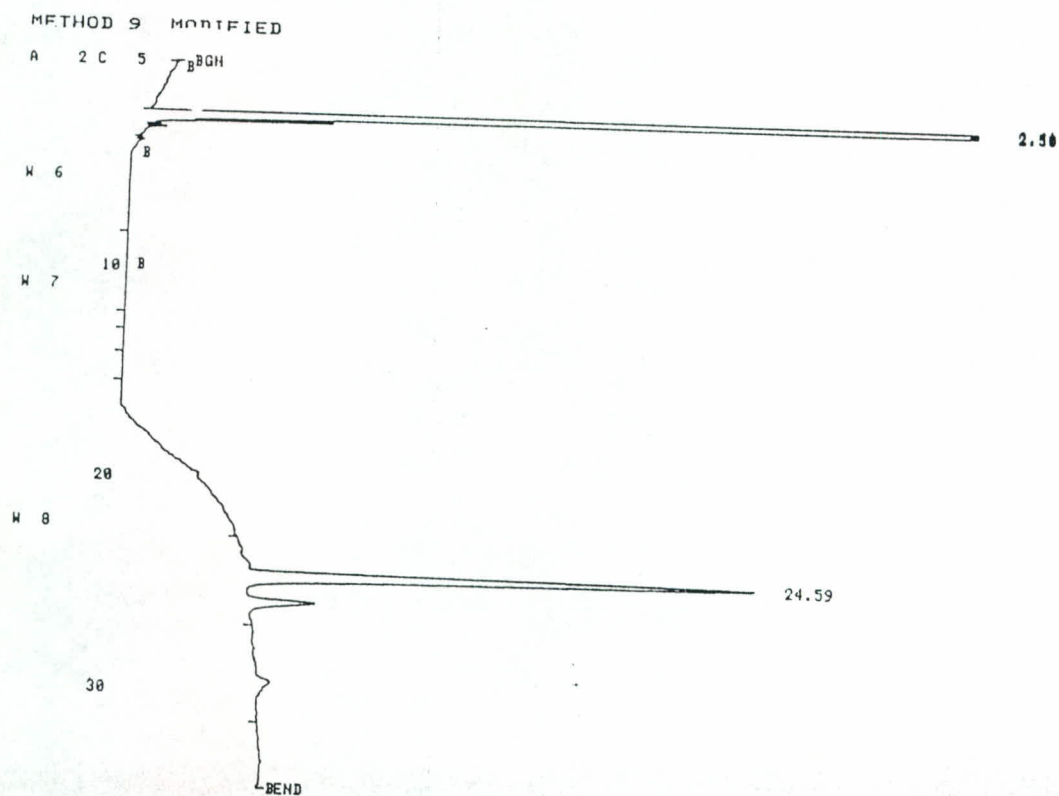


RUN 2 1:28 99/05/07

METHOD 9 MODIFIED CALCULATION: %

RT	AREA	BC	AREA %
3.46	1290.5520	T	11.4655
3.48	1045.8954	T	9.2826
3.54	8633.5193	T	76.7074
12.36	58.8783	T	0.5231
15.12	65.3059	T	0.5902
19.67	61.1772	T	0.7212
22.82	79.7785	T	0.7088

Cromatograma No. 2  
Estándar ácido oleico (C:18:1)



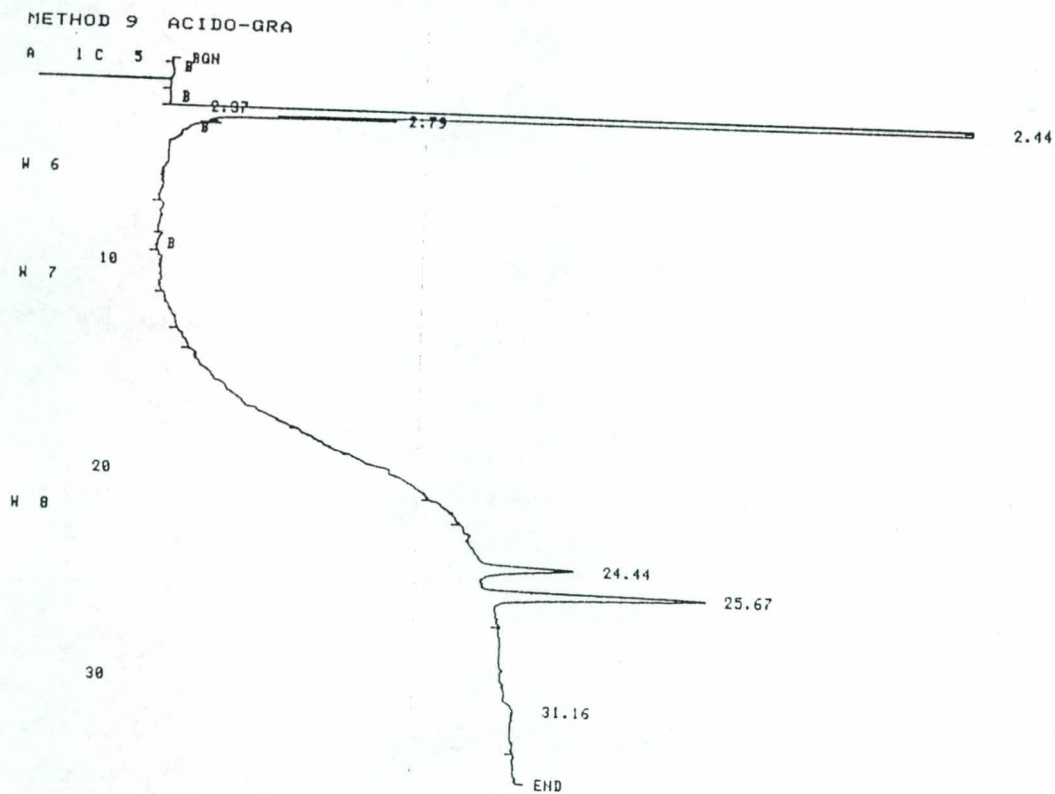
RUN 3 3:07 0/08/31

METHOD 9 MODIFIED

CALCULATION: %

RT	AREA	BC	AREA %
2.41	1389.5523	T	73.9857
2.50	421.0386	T	23.7874
2.55	34.6634	T	1.9583
24.59	4.7517	T	0.2684

Cromatograma No. 3  
Estándar ácido linoléico (C:18:2)



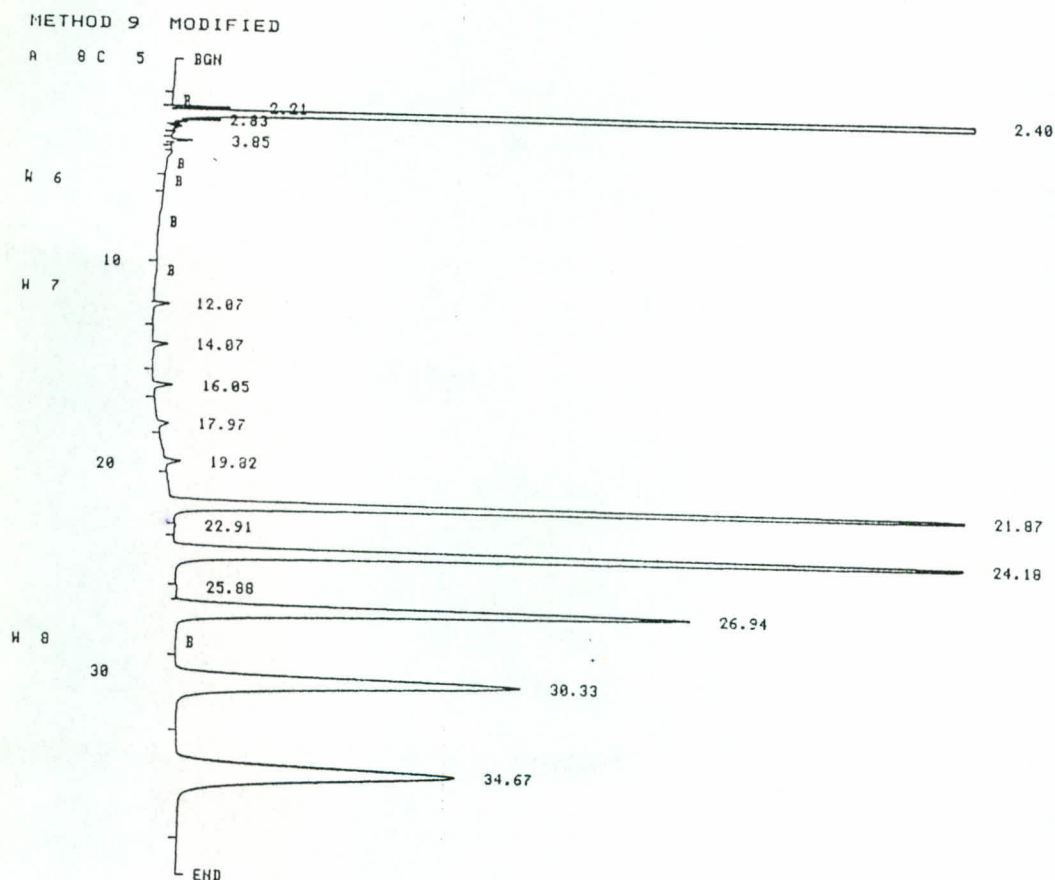
RUN 1 5:38 0/08/31

METHOD 9 ACIDO-GRA CALCULATION: %

RT	AREA	BC	AREA %
2.37	1168.1132	T	85.0208
2.44	202.6852	T	14.7523
2.79	0.2971	T	0.0216
24.44	0.8551	T	0.0622
25.67	1.1045	T	0.0803
31.16	0.8589	U	0.0625

## Cromatograma No. 4

Estándar ácido heptadecanoico (C:17), ácido esteárico (C:18), ácido nonadecanoico (C:19), ácido araquídico (C:20) y ácido heneicosanoico (C:21)



RUN 2 6:19 0/08/31

METHOD 9 MODIFIED CALCULATION: %

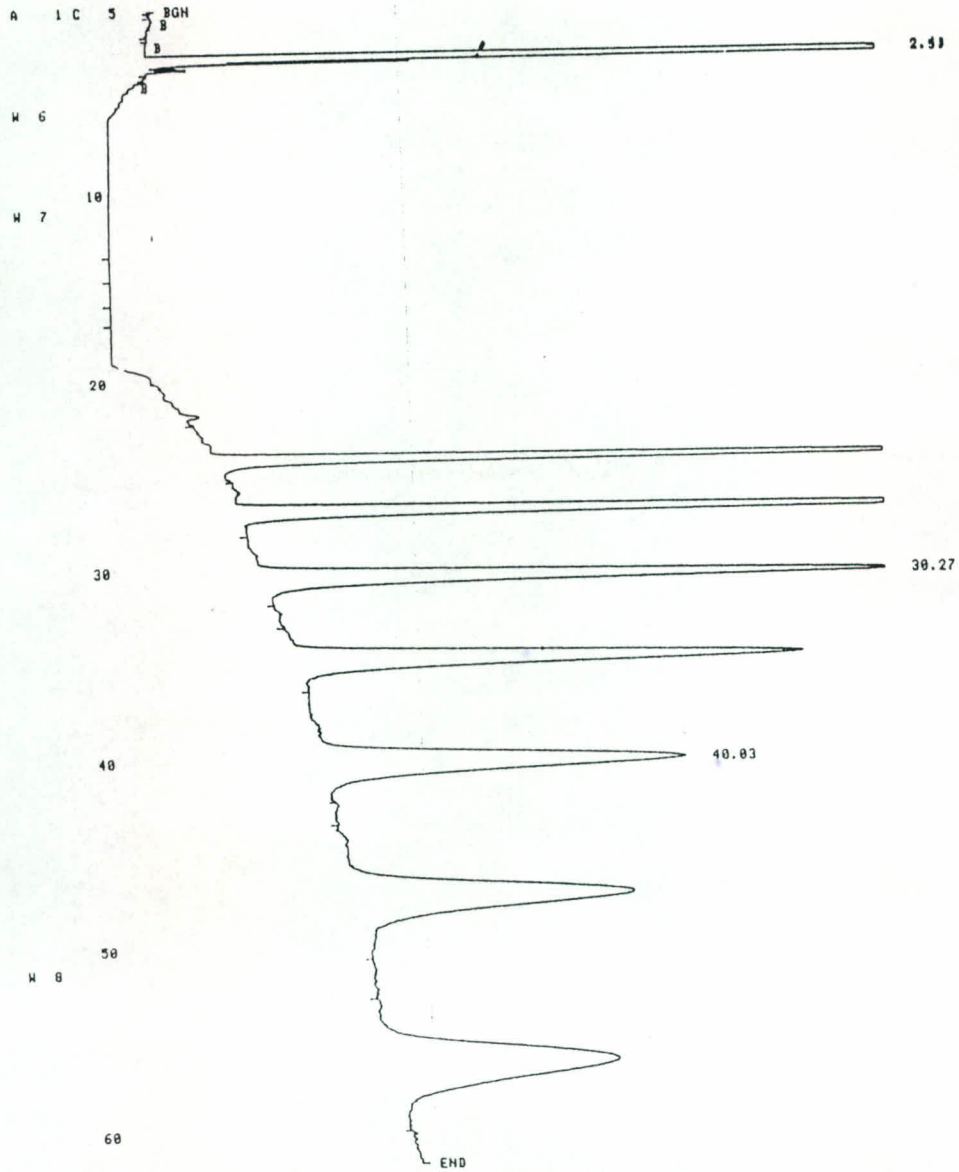
RT	AREA	BC	AREA %
2.40	1916.5388	T	93.4891
21.87	28.3120	T	1.3810
24.18	33.8510	T	1.6122
26.94	24.9310	T	1.2161
30.33	22.3863	T	1.0920
34.67	24.7913	T	1.2093



### Cromatograma No. 5

Estándar ácido esteárico (C:18), ácido nonadecanoico (C:19), ácido araquídico (C:20), ácido heneicosanoico (C:21), ácido behénico (C:22), ácido tricosanoico (C:23) y ácido lignocérico (C:24)

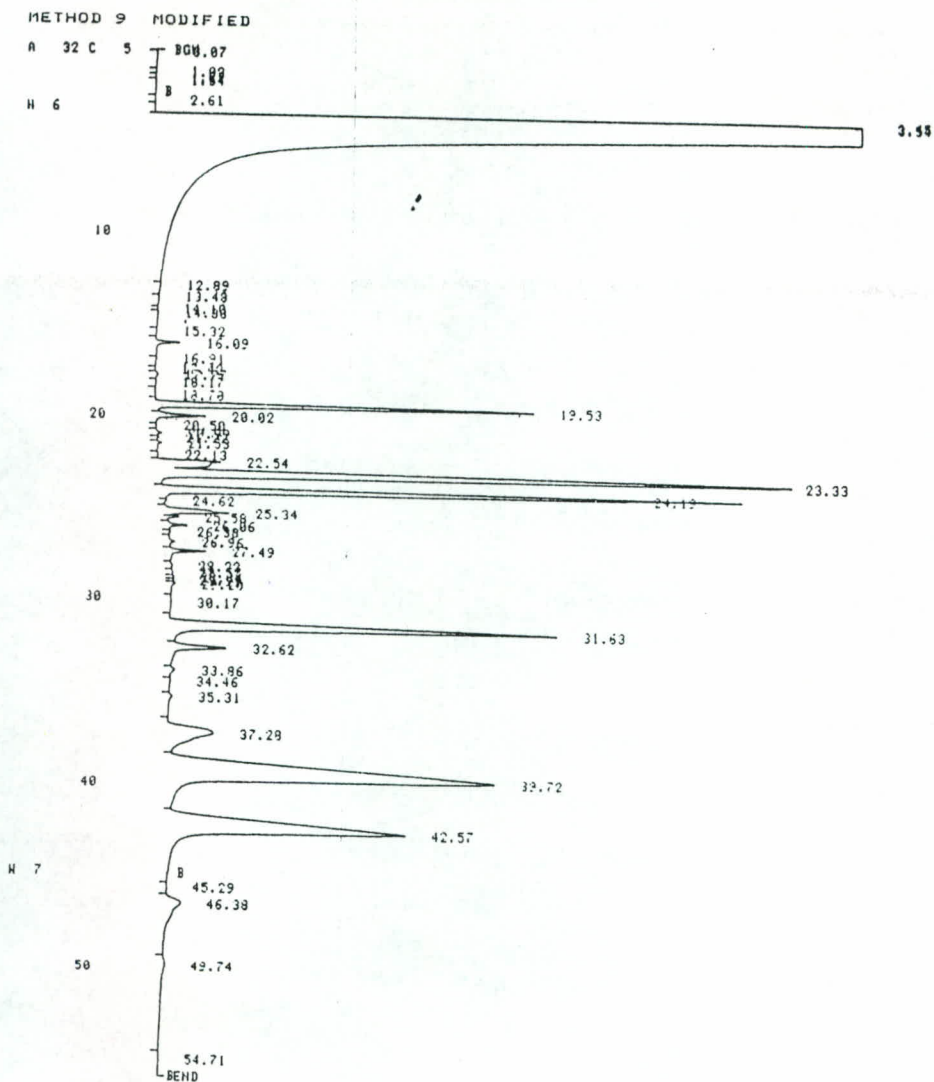
METHOD 9 MODIFIED



RUN 3 7105 0/08/31

RT	AREA	BC	CALCULATION	%
2.43	1343.3934	T	72.3865	
2.51	447.8556	T	24.0888	
21.80	3.8993	T	0.2101	
24.13	8.5863	T	0.4626	
26.87	7.1238	T	0.3838	
38.27	18.2083	T	0.5580	
34.55	9.7174	T	0.5236	
40.03	18.7295	T	0.5781	
47.89	8.5427	T	0.4603	
56.26	6.6021	U	0.3557	

CROMATOGRAMA No. 6  
Muestra : Pupusa de chicharrón



RUN 3 2:12 93/05/07

RT	AREA	BC	CALCULATION %
3.45	2685.2885	T	20.3881
3.54	9689.2064	T	75.3697
19.53	33.3254	T	0.2597
23.33	79.3042	T	0.6158
24.19	57.6517	T	0.4485
31.63	62.4434	T	0.4857
32.62	13.4337	T	0.1049
37.28	21.5258	T	0.1674
39.72	133.4433	T	1.0330
42.57	79.8061	T	0.6207

## ANEXO 9

Tabla de comparación de ácidos grasos presentes en estándares y grasa extraída de muestras de cinco alimentos de consumo popular en la Ciudad de Guatemala.  
Guatemala, octubre 2000.

ALIMENTO	MUESTRA	ESTÁNDAR	AREA	% ACIDO GRASO	ACIDO GRASO	
Hot-dog	19.33	19.67	91.9167	11.3921	Acido palmítico (C:16)	
	23.19	22.82	199.1589	24.6836	Acido esteárico (C:18)	
	23.94	24.59	75.2469	9.3261	Acido oleico (C:18:1)	
	31.30	30.27	170.345	21.1125	Acido araquídico (C:20)	
	33.19	34.55	12.3893	1.5355	Acido heneicosanoico (C:21)	
	39.15	40.03	257.789	31.9502	Acido behénico (C:22)	
			TOTAL	806.8458	100.00	
Pupusa de chicharrón	19.53	19.67	33.3954	9.1182	Acido palmítico (C:16)	
	23.33	22.82	79.3042	21.6531	Acido esteárico (C:18)	
	24.19	24.59	57.6617	15.7439	Acido oleico (C:18:1)	
	31.63	30.27	62.4434	17.0495	Acido araquídico (C:20)	
	39.72	40.03	133.4433	36.4352	Acido behénico (C:22)	
			TOTAL	366.248	99.9999	
	Pupusa de queso	16.05	16.12	16.50	2.5647	Acido mirístico (C:14)
19.66		19.67	73.9054	11.4874	Acido palmítico (C:16)	
23.45		22.82	118.0685	18.3518	Acido esteárico (C:18)	
24.39		24.59	118.3253	18.3918	Acido oleico (C:18:1)	
25.26		25.67	18.8956	2.9371	Acido linoleico (C:18:2)	
27.49		26.87	26.0762	4.0531	Acido nonadecanoico (C:19)	
31.80		30.27	105.2784	16.3638	Acido araquídico (C:20)	
39.87		40.03	166.3113	25.8504	Acido behénico (C:22)	
			TOTAL	643.3607	100.0001	
Taco mexicano	18.69	19.67	35.9031	5.5853	Acido palmítico (C:16)	
	22.43	22.82	64.1436	9.9786	Acido esteárico (C:18)	
	23.22	24.59	31.2744	4.8653	Acido oleico (C:18:1)	
	26.53	26.87	12.3817	1.9262	Acido nonadecanoico (C:19)	
	30.53	30.27	175.7675	27.3436	Acido araquídico (C:20)	
	35.29	34.55	23.5123	3.6577	Acido heneicosanoico (C:21)	
	37.95	40.03	299.8286	46.6433	Acido behénico (C:22)	
			TOTAL	642.8112	99.9999	
Tortillas con carne asada	19.34	19.67	49.5856	9.1068	Acido palmítico (C:16)	
	23.12	22.82	108.1904	19.87	Acido esteárico (C:18)	
	23.91	24.59	56.5399	10.384	Acido oleico (C:18:1)	
	31.16	30.27	106.3537	19.5327	Acido araquídico (C:20)	
	38.87	40.03	223.8196	41.1063	Acido behénico (C:22)	
			TOTAL	544.4892	100.00	

## ANEXO 10

PROCEDIMIENTO PARA LA EXTRACCIÓN DE GRASA  
METODO BABCOCK MODIFICADOA. Materiales y equipo

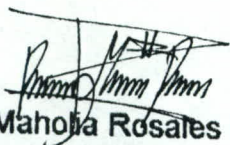
- Botella Babcock
- Pipetas
- Baño maria
- Centrífuga de Babcock

B. Reactivos

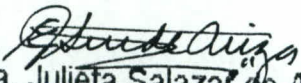
- Solución emulsificante de Tritón X-100
- Hexametáfosfato de sodio
- Metanol
- Agua destilada

C. Procedimiento

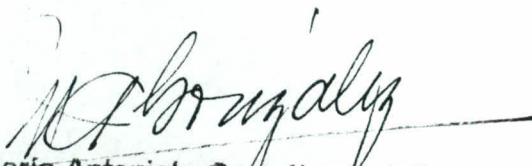
1. Pesar 9 g. de muestra seca y pulverizada. Colocar en una botella Babcock.
2. Agregar 9 mL de solución emulsificante de Tritón X-100 y hexametáfosfato de sodio, agitar cuidadosamente. Para no dar lugar a la formación de espuma, poner en baño de agua en ebullición durante 10 minutos, agitar con cuidado ocasionalmente.
3. Agregar una solución de 1:1 de metanol / agua hasta la marca superior de la columna graduada calentada a 38°C.
4. Agregar una solución 1:1 de metanol / agua hasta la marca superior de la columna graduada de la botella de Babcock.
5. Centrifugar de 5 a 20 minutos. Observar la separación de las fases.
6. Extraer con la cantidad de grasa necesaria para proseguir con la determinación de ácidos grasos.



Ruth Mahoia Rosales Pineda  
Autora



Licda. Julieta Salazar de Ariza  
Asesora



Licda. María Antonieta González Bolaños  
Directora Escuela de Nutrición



Licda. Hada Marieta Alvarado Beteta  
Decana Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia