

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



**APLICACIÓN DEL METODO DE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA PARA
LA IDENTIFICACION DE ACRILAMIDA EN PAPAS TIPO CHIPS.**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

DENYS MAURICIO GARCÍA QUEVEDO

LORENA DEL CARMEN VENTURA VILLATORO

**PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO/A EN QUIMICA Y FARMACIA**

MAYO, 2015

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIA GENERAL

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANA

LIC. ANABEL DE LOURDES AYALA DE SORIANO

SECRETARIO

LIC. FRANCISCO REMBERTO MIXCO LOPEZ.

DIRECCION DE PROCESOS DE GRADUACION

DIRECTORA GENERAL

Licda. María Concepción Odette Rauda Acevedo

TRIBUNAL CALIFICADOR

COORDINADORAS DE AREA DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS Y COSMETICOS

MSc. Roció Ruano de Sandoval.

Licda. Zenia Ivonne Arévalo de Márquez

DOCENTES ASESORES

Lic. Henry Alfredo Hernández Contreras

MSc. Eliseo Ernesto Ayala Mejía

AGRADECIMIENTOS

Con mucho cariño dedico mi trabajo de graduación:

A mi Padre Dios, mi mejor amigo Jesús y mi Madre María a quienes he consagrado este esfuerzo a lo largo de todos mis estudios.

A mis padres, Israel Ventura y Carmen de Ventura, por su apoyo y amor sin condiciones por inculcarme valores y apoyarme constantemente.

A mi hermano, Rene Ventura porque en los momentos más difíciles me diste tu apoyo incondicional.

A mi abuelita, por sus enseñanzas y fuerzas para seguir adelante en cualquier adversidad, esto también te lo debo a ti.

A mí querida Ariana de Ventura, por creer en mí y hacerme reír en todo momento.

A mis tíos , demás familia y amigos, por apoyarme y estar pendientes de mis estudios, brindándome el ánimo para continuar hasta el final.

A mis amigas: Katherine Alvarado, María Chávez, Denise Gómez, Diana Meléndez. ¡Gracias por motivarme y estar siempre en las buenas y malas conmigo! Se les quiere mucho.

Lic. Henry Hernández y MSc. Eliseo Ernesto Ayala por transmitir sus valiosos conocimientos para la realización de este trabajo.

Licda. Odette Rauda, directora general de trabajos de graduación, por sus consejos y correcciones para realizar un buen trabajo de graduación.

Licda. Zenia Ivonne de Márquez y MSc. Roció Ruano de Sandoval, nuestras queridas coordinadoras de área por sus consejos, correcciones y tiempo dedicado a lo largo de nuestro trabajo de graduación.

“No tengas miedo, pues yo estoy contigo; no temas, pues yo soy tu Dios. Yo te doy fuerzas, yo te ayudo, yo te sostengo con mi mano victoriosa” (Isaías 41,10)

Lorena Ventura.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera especial a:

Nuestro padre celestial por ser fiel y ayudarnos a lo largo de nuestra carrera y trabajo de graduación.

A mis padres, Ricardo García Jacinto y Rosa Mirian Quevedo, por sus sacrificios para que continuaré mis estudios, por brindarme su apoyo y amor incondicional, brindándome sus consejos cada día para no darme por vencido.

Lic. Henry Hernández y MSc. Eliseo Ernesto Ayala por transmitir sus valiosos conocimientos para la realización de este trabajo, por su paciencia y apoyo incondicional en todo momento.

Lic. Jorge Carranza, que nos brindó su valioso apoyo para poder realizar nuestro trabajo de graduación.

Licda. Odette Rauda, directora general de trabajos de graduación, por sus consejos y correcciones para realizar un buen trabajo de graduación.

Licda. Zenia Ivonne de Márquez y MSc. Roció Ruano de Sandoval, nuestras queridas coordinadoras de área por sus consejos, correcciones y tiempo dedicado a lo largo de nuestro trabajo de graduación.

Y a todas las personas que nos motivaron y apoyaron en nuestro trabajo de graduación.

Denys García.

ÍNDICE

	N° DE PÁGINA
RESUMEN	
CAPÍTULO I	
1. Introducción	xii
CAPITULO II	
2. Objetivos	16
CAPITULO III	
3.0 Marco Teórico	
3.1 Acrilamida	17
3.2 Formación de Acrilamida	18
3.3 Factores que afectan la formación de la Acrilamida en Papas Fritas.	20
3.3.1 Tipo de Aceite empleado en la frituras	21
3.3.2 Precursores, Temperatura y Tiempo de Fritura.	21
3.4 Métodos de reducción de Acrilamida para productos a base de Papas tipo Chips.	25
3.5 Exposición y riesgo en el ser humano.	26
3.6 Aspectos toxicológicos de la Acrilamida	26
3.6.1 Efectos toxicológicos crónicos: Acción Neurotóxica.	27
3.6.2 Mecanismo de Acción Cancerígena.	28
3.7 Métodos instrumentales de identificación	30
3.7.1 Espectroscopia Infrarroja.	30
3.7.2 Análisis Cualitativo.	32

CAPITULO IV

4.0 Diseño Metodológico	34
4.1 Tipo de Estudio	34
4.2 Investigación Bibliográfica	35
4.3 Investigación de Campo	35
4.3.1 Toma de Muestra	38
4.5 Parte Experimental	38

CAPITULO V

5.0 Resultados y Discusión de Resultados	42
---	-----------

CAPITULO VI

6.0 Conclusiones	62
-------------------------	-----------

CAPITULO VII

7.0 Recomendaciones	65
----------------------------	-----------

Bibliografía

Glosario

ANEXOS

INDICE ANEXOS

ANEXO N°

1. Mapa de Ubicación de Zona de Toma de Muestra
2. Guía de observación para elegir las marcas y presentaciones de papas tipo chips más comercializadas en supermercados del área del Centro comercial Zacamil.
3. Procedimiento de obtención de espectros infrarrojos para la identificación de acrilamida para muestra (papas tipo chips) y estándar.
4. Mecanismo de formación de acrilamida
5. Cantidades máximas y mínimas presentes en productos alimenticios derivadas de las papas.
6. Especificaciones del Equipo Espectrofotómetro Infrarrojo con Transformada de Fourier Shimadzu Irapaffinity-1.
7. Espectrofotómetro Infrarrojo
8. Imágenes de las marcas papa tipo chips en sus diferentes presentaciones.
9. Imágenes de la parte experimental.
10. Resultados de los 219 análisis en las diferentes marcas y presentaciones de papas tipo chips.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación constituye una valiosa información para los fabricantes de los productos de papas tipo chips y a las autoridades de salud que regulen el control de calidad en todos los ingredientes para la elaboración de estos, así como a los consumidores.

En esta investigación se buscó la identificación de la Acrilamida en Papas tipo Chips, comercializadas en el Supermercado Zacamil del distrito de mejicanos, San Salvador.

Se determinó cuáles marcas y presentaciones se comercializan con mayor frecuencia, teniendo un total de 73 muestras analizadas, haciendo tres réplicas de muestra las cuales sumaron un total de 217; una vez recolectadas se analizaron en el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, aplicando el método de Espectrofotometría Infrarroja, en el periodo comprendido entre junio- septiembre del año 2014.

El objetivo principal fue identificar Acrilamida por medio de los espectros obtenidos de las muestras, los cuales fueron acoplados con un espectro patrón de trabajo de Acrilamida; con el fin de evidenciar la similitud en ambos espectros y determinar la presencia de acrilamida en las muestras recolectadas de Papas tipo Chips.

Para poder identificar la presencia de Acrilamida en las Papas tipo Chips se analizaron las muestras en dos etapas:

La primera consistió en sobreponer los espectros de las muestras con el estándar de acrilamida para discriminar bandas que pudiesen interferir, la

segunda etapa consistió en identificar bandas en regiones donde solo aparecen las señales características de los grupos funcionales de Acrilamida, la intensidad relativa de las bandas de absorción se utilizaron para identificar los grupos funcionales específicos presentes. La primera señal de interés específica para Amida primaria aparece en la región $3350-3180\text{cm}^{-1}$ la cual corresponde a una doble banda con dos picos del N-H estiramiento de la amida primaria.

La segunda en las regiones de $1600-1650\text{cm}^{-1}$, la cual se presenta una banda con un pico que corresponden al C=O estiramiento del grupo carbonilo de la amida primaria. La tercera en las regiones de $925-890\text{cm}^{-1}$ la cual se presenta una banda con dos picos separados que corresponde al $\text{CH}_2=\text{CH}_2-$ del grupo vinilo. Por lo cual se identificó la presencia de acrilamida en papas tipo chips de 217 muestras analizadas en sus diferentes marcas y sabores. Los resultados obtenidos demostraron que un 5% de un total de 217 muestras obtuvo presencia de acrilamida debido a que se encontró en cinco diferentes marcas de papas tipo chips en sus diferentes presentaciones, las marcas que presentaron un resultado positivo fueron Pringles, Lays, Zibbas, Sabrositas y Ruffitas.

Por tanto el desarrollo del presente trabajo aporta un insumo importante debido a que el consumo de las papas tipo chips es cada vez más frecuente. Por esta razón se recomienda ampliar el estudio a otro tipo de producto alimenticio como lo son pan tostado, café, galletas, Así como al Organismo Salvadoreño de Normalización que conforme el comité para elaborar una normativa dirigida a la industria alimentaria, que elaboran productos que son sometidos a procesos que llevan elevadas temperaturas, así como la incorporación de la determinación de Acrilamida para garantizar que los productos son seguros para los consumidores.

CAPITULO I
INTRODUCCION

1.0 INTRODUCCION

La acrilamida es un compuesto que se forma principalmente en los alimentos por reacción de la Asparagina (aminoácido) con azúcares reductores (principalmente glucosa y fructuosa) como parte de la reacción de Maillard; la formación de acrilamida se produce principalmente en condiciones con temperaturas elevadas (generalmente superior a 120 °C) y escasa humedad (1).

En la actualidad hay un alto consumo de grandes cantidades de alimentos fritos, asados u horneados, en los cuales las elevadas temperaturas, en el tiempo de cocción, favorecen la formación de la acrilamida.

De acuerdo a lo anterior con el presente trabajo, se pretende aplicar el método de espectroscopia infrarroja para identificar la presencia de acrilamida en las frituras de papas tipo chips. Este método es más rápido, especialmente cuando se aplica, para realizar una estimación preliminar (1).

El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) ha clasificado a la Acrilamida como “probablemente cancerígena para el hombre” ya que esta produce mutaciones genéticas. Entre los alimentos predispuestos a la formación de la acrilamida tenemos: las papas tipo chips, el café, las galletas y el pan tostado.

Para identificar la acrilamida en papas tipo chips, se utilizó un Espectrofotómetro de transformada de Fourier, las muestras que se recolectaron fueron del supermercado ubicado en el área del Centro Comercial Zacamil, San Salvador. La recolección de muestras fue dirigida a este supermercado debido a que solo en este establecimiento de la zona Zacamil de San Salvador accedió a contestar una guía de observación brindada al Gerente.

Se analizaron 73 muestras de marcas de papas tipo chips, por triplicado de cada una distribuida en las 7 marcas más comercializadas dentro del área delimitada. Luego de obtener los espectros de las muestras se compararan con el espectro del patrón, del estándar de acrilamida para inferir sobre los resultados.

El trabajo experimental fue de beneficio para las entidades de salud y organismos, que tengan la finalidad de crear normativas que exijan el análisis de Acrilamida en papas tipo chips y de mayor información para las personas que consumen este tipo de productos alimenticios.

Dicho trabajo experimental fue realizado en los meses de Julio a Septiembre del año 2014 en el laboratorio Físicoquímico de aguas, de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de EL Salvador.

CAPITULO II
OBJETIVOS

2.0 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar el método de espectroscopia Infrarroja para la identificación de acrilamida en papas tipo chips.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

2.2.1 Tomar las muestras por triplicado de frituras de papas tipo chips incluidas entre las presentaciones más comercializadas

2.2.2 Analizar por espectrofotometría infrarroja de transformada de Fourier las muestras recolectadas.

2.2.3 Realizar un barrido de acrilamida como patrón de trabajo para identificación positiva.

2.2.4 Comparar los espectros obtenidos por espectroscopia infrarroja con el respectivo control positivo de acrilamida para confirmar su presencia en las muestras seleccionadas.

CAPITULO III
MARCO TEORICO

3.0 MARCO TEORICO

3.1 LA ACRILAMIDA ⁽¹³⁾

La acrilamida es una amida (2-propenamida) (Ver **figura N° 1**) siendo un producto químico de amplio uso en la industria, sus características fisicoquímicas son: se presenta como un polvo blanco cristalino soluble en agua, etanol, metanol, dimetiléter y acetona; no es soluble en heptano ni benceno. Se polimeriza rápidamente al alcanzar el punto de fusión o al ser expuesto a luz ultravioleta.

La acrilamida en estado sólido es estable a temperatura ambiente, pero puede polimerizarse violentamente cuando se mezcla o expone a agentes oxidantes.

La acrilamida se emplea en el tratamiento del agua potable, en el procesado de la pulpa en la fabricación de papel y también para retirar sólidos en suspensión de las aguas residuales de la industria antes de ser eliminados o para su eventual reutilización. Sin embargo, existe un gran número de otras posibles aplicaciones como: aditivo en cosméticos, acondicionador de suelos, procesado de minerales y en la formulación de agentes selladores para diques, túneles, represas y alcantarillados.

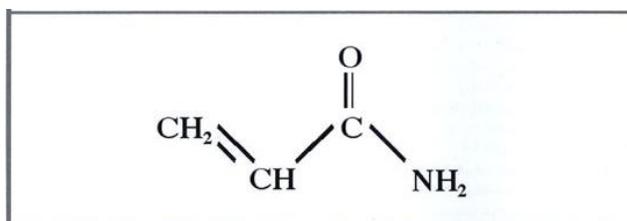


Figura N° 1: Estructura química de la Acrilamida.

3.2 FORMACIÓN DE ACRILAMIDA EN ALIMENTOS ^(1, 3, 9)

La acrilamida se produce en los alimentos principalmente por reacción de la Asparagina (un aminoácido) con azúcares reductores (principalmente glucosa y fructuosa) como parte de la reacción de Maillard; también pueden formarse por medio de reacciones que contienen 3-aminopropionamida. La formación de acrilamida se da principalmente en condiciones con altas temperaturas (generalmente superior a 120 °C) como al freír, asar u hornear con escasa humedad un alimento con alto contenido de azúcares. Industrialmente se forma cuando ciertos alimentos, particularmente los que son ricos en carbohidratos y en proteínas son fabricados; dentro de los principales productos propensos a contener acrilamida son: papas fritas y papas tipo chips, café tostado, pasteles, galletas dulces (galletitas), panes arrollados y tostadas.

Los mayores niveles detectados (del orden de $\mu\text{g/g}$) están en alimentos amiláceos (patatas y cereales). Investigaciones en curso tratan de explicar con mayor claridad porque se forma la acrilamida y las condiciones que promueven o reducen su presencia en los alimentos.

La situación se complica por el hecho de que la acrilamida es una sustancia reactiva y volátil, que puede reaccionar y auto degradarse después de su formación. Algunos grupos han confirmado que la mejor vía de síntesis es la reacción de Maillard entre aminoácidos y azúcares reductores, siendo la asparagina, el principal aminoácido libre presente en papas (*Solanum tuberosum*) y cereales, un participante crucial en la producción de acrilamida por esta vía.

El calentamiento de cantidades equimolares de Asparagina y glucosa a 180 °C por 30 minutos producen 368 μmol de acrilamida por mol de Asparagina. La formación es dependiente de la temperatura hasta 170 °C

iniciándose a temperaturas más elevadas, un proceso de autodegradación, aun poco explicado. Otros aminoácidos que producen bajas cantidades de acrilamida son alanina, arginina, ácido aspártico, cisteína, glutamina, metionina, treonina y Valina.

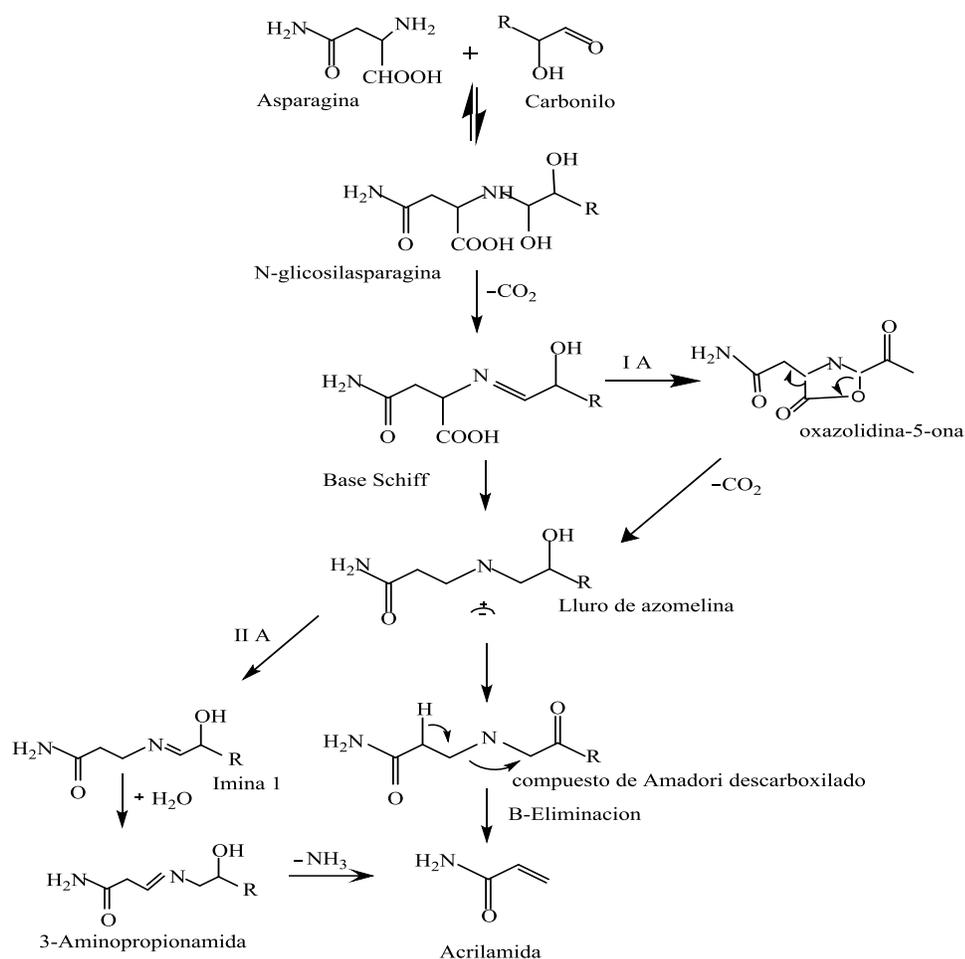


Figura N°2: Mecanismo de formación de acrilamida a partir de Asparagina y un grupo carbonilo a través de la RM (1).

En la Figura N° 2 se describe la formación inicial de *N*-(D-glucos-1-il)-L-asparagina, la cual está en equilibrio con la base de Schiff. Usualmente,

cuando esta reacción se produce en medio acuosa, sigue la vía que termina en 1-amino-1-deoxicetosa de asparragina, conocido como el compuesto de Amadori (**I**), el cual representa el primer intermediario estable generado en un sistema acuoso.

La base de Schiff puede experimentar una ciclación intramolecular resultando la oxazolidina-5-ona- derivado (**IIB**), si este último compuesto se descarboxila, se obtiene el compuesto de Amadori descarboxilado, el que puede sufrir eliminación resultando finalmente una molécula de acrilamida.

En general, la acrilamida no se encuentra en alimentos que no han sido sometidos a tratamientos térmicos o en aquellos que solo se han hervido. Sin embargo, descubrieron su formación durante la cocción del almidón en autoclave.

Otros resultados indican que cuando la asparagina reacciona con el glicerol, se forma acrilamida en un nivel de 4.42 µg/g de asparagina, pero no sucede lo mismo cuando este aminoácido reacciona con etilenglicol. El resultado sugiere que la formación de acrilamida necesita de una molécula de tres carbonos, como el glicerol, para su formación.

Además, la acrilamida es un producto químico usado en una variedad de aplicaciones industriales incluida en la producción de los plásticos de acrilamida y otros materiales que pueden contener bajos niveles de acrilamida residual, también presente en el humo del tabaco.

3.3 FACTORES QUE AFECTAN LA FORMACION DE ACRILAMIDA EN PAPITAS FRITAS ⁽⁹⁾.

Los factores más importantes que determinan la cinética de formación de acrilamida y su posterior degradación son la composición de la papa y las variables de proceso. La papa aporta los precursores en una

concentración dependiente de su variedad, de las condiciones del suelo del periodo de cosecha y de las condiciones de almacenamiento postcosecha. Las variables de proceso fundamentales son la temperatura del aceite, el tiempo de fritura y ciertas propiedades de la papa como pH, actividad de agua, capilaridad y porosidad.

3.3.1 TIPO DE ACEITE EMPLEADO EN LA FRITURA ⁽⁹⁾

El tipo de aceite y su estado de oxidación e hidrolisis (mono y diacilgliceroles), no influyen significativamente en el contenido final de acrilamida. Sin embargo, debido a la hidrolisis del aceite, elevados contenidos de glicéridos parciales de carácter antifilico, pueden modificar la tensión superficial entre el agua de la superficie del alimento y el aceite no polar, modificando la transferencia de calor del aceite al alimento en un periodo de tiempo fijo. El contenido de acrilamida incrementa del orden de 10 veces en las papitas *crisps* fritas a 150 °C en aceite usado, en relación al mismo producto frito en aceite fresco a la misma temperatura.

3.3.2. PRECURSORES, TEMPERATURA Y TIEMPO DE FRITURA ⁽¹⁾.

La temperatura y el tiempo de fritura son los factores iniciadores que más afectan la cantidad de Acrilamida formada en las papitas. La cantidad final depende de la cantidad de precursores directos, Asparagina y azúcares reductores, ya que las patatas, como materia prima, no contienen acrilamida.

La Asparagina se considera que es la fuente de nitrógeno para la formación de la acrilamida; el calentamiento de este aminoácido solo, no produce acrilamida eficientemente, pero combinado con azúcares reductores como la glucosa o la fructosa, se acelera su formación. La

Asparagina presente en las papitas, no se afecta por la conservación de las mismas en ambientes a bajas temperaturas, es decir menores a 10 °C, antes de su procesamiento industrial. Altas temperaturas y bajas condiciones de humedad, son necesarias para la formación de acrilamida siguiendo la ruta formación más frecuente la de reacción de Maillard.

En relación con la temperatura, estudios de distintos autores demostraron que el límite inferior para la formación de acrilamida, es de 120 °C.

Debido a la distribución de la temperatura, que disminuye desde el exterior al interior de la papa, por causa de la resistencia de su matriz a la transferencia de calor por la evaporación de agua, el porcentaje de acrilamida, desde su superficie hasta su centro geométrico, no es el mismo en todas las zonas de una misma porción de una papita tipo *french*. En el caso de papitas *crisps*, este comportamiento dependerá del grosor de la rodaja. Se demuestra así la importancia del contenido en humedad. La evaporación de agua a altas temperaturas, disminuye rápidamente el contenido de humedad presente en la papa y se debe evitar, cuando se diseña un proceso de fritura en profundidad, la sobre cocción del interior y que se seque la superficie de la papa.

Cuando la temperatura del aceite es alta, la deshidratación es más rápida y, por tanto, los altos niveles de temperatura y la baja humedad favorecen la formación de acrilamida. Una cantidad suficiente de agua presente en el material a freír, actúa como inhibidor de la formación de acrilamida, por lo que se hace muy relevante las relaciones contenido de agua / temperatura de fritura / temperatura interna de la papita durante el freído.

El contenido final de agua de la papa *crisps* va a depender del proceso de transferencia de calor y de masa, explicada como la salida de agua y la absorción de aceite; esto proporciona una explicación acerca de la

termodinámica y fisicoquímica que envuelve el proceso del movimiento del agua al interior de las papas *french* sometidas a fritura. Si se quiere reducir el nivel de acrilamida formada durante el proceso de fritura en profundidad, se debe asegurar que las rodajas de papas a freír contengan una cantidad de agua superior a 10% al momento de ingresar al aceite caliente ya que por debajo de este valor, se inicia la formación de Acrilamida.

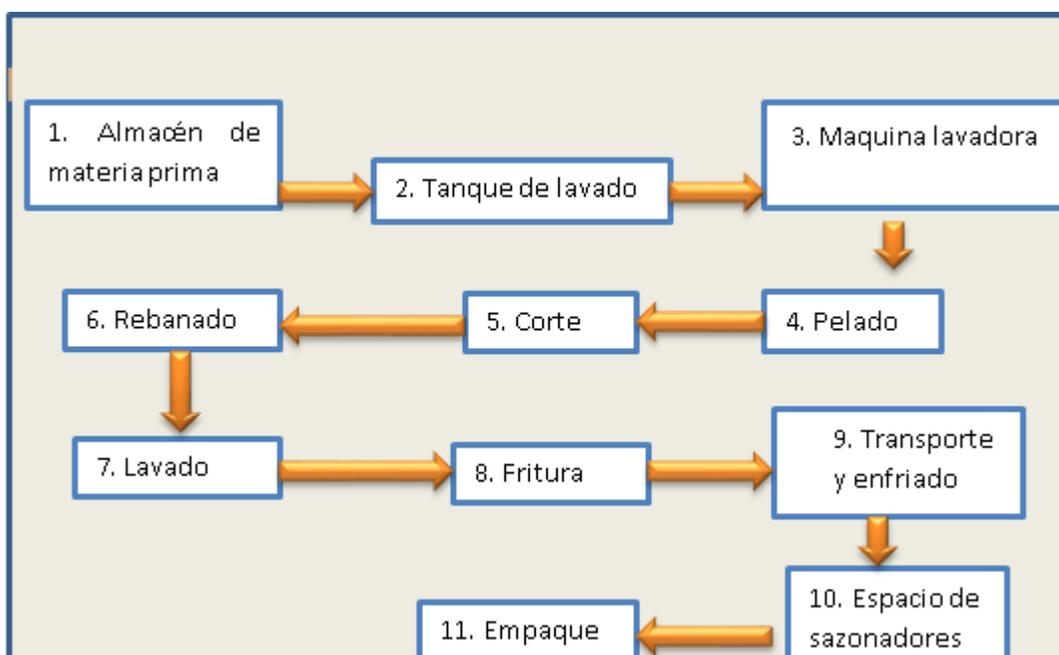


Figura N° 3 : Proceso de fabricación de papas tipo “chip”.

Durante el proceso de fabricación de las papitas de tipo Chips se pueden presentar las siguientes etapas:

1. Este paso es muy importante ya que se seleccionan las papas con contenido de azúcar bajos o se los almacena a una temperatura que produzca la minimización de estas sustancias.

2. Primero, las papas son completamente lavadas, no sólo por razones higiénicas, sino también para prevenir la suciedad o los granitos de arena.
3. Las ventajas de los peladores por fricción son sencillos, sólidos, y de bajo costo.
4. Las papas peladas son cortadas en rodajas o rebanadas de 1/15 a 1/25 pulgadas por una rebanadora rotativa.
5. Las rebanadoras son lavadas para remover los excesos de almidón desde la superficie cortada. Después de lavado, el exceso de agua en la superficie es removido desde la rebanadora por un chorro ventilador de aire caliente.
6. Este equipo incluye freidoras calentadas por tuberías de inmersión de gas o cambiadores de calor externo. Hay un sistema transportador especial que empuja cualquier rebanada flotante debajo de la superficie del aceite y disminuye su avance hasta que ellos reciban suficiente tratamiento de calor (120 a 150°C; Punto crítico).
7. Transportador de enfriamiento, Máquina rociador de condimentos. Después de la fritura, las rebanadas son pasadas a través de un transportador de enfriamiento. Luego, las rebanadas son condimentadas con sal después de que salen de la freidora: es importante que la grasa sea líquida en este punto para causar la máxima adherencia de los gránulos. Los polvos contienen especias de barbacoa, queso, etc., que pueden ser añadidos al equipo rociador de condimentos.
8. Luego son colocadas en empaque primario, sellado y empacado en su respectivo empaque colectivo.

3.4 MÉTODOS DE REDUCCIÓN DE ACRILAMIDA PARA PRODUCTOS A BASE DE PAPAS TIPO CHIPS ⁽³⁾.

En la Tabla N° 1, se enlistan las “herramientas” se han utilizado con éxito para reducir los niveles de acrilamida en papas tipo chips. Se aconseja a los fabricantes seleccionar las que mejor se adapten a su producto, método de elaboración y especificaciones de calidad del producto.

Tabla N° 1: Métodos de reducción de Acrilamida para productos a base de Papas tipo Chips ⁽³⁾.

3 Selección de materias primas	Fórmula	Diseño del proceso	Características del producto acabado.
E X P O S I C I Ó N Y	<p>Algunos ingredientes elaborados previamente pueden contener niveles elevados de acrilamida que pueden influir en los niveles del producto acabado.</p> <p>Las papas tipo “chip” más gruesas pueden tener mayores niveles de acrilamida dado que requieren una cocción a mayor temperatura para conseguir el producto acabado.</p> <p>El uso de determinados ingredientes que proporcionen color adicional puede compensar el color menos intenso de la papa.</p>	<p>Se deben definir estrictamente y optimizar las condiciones de cocción (empleo de aceite /temperatura/ tiempo de uso) para conseguir un producto con una coloración adecuada (amarillo dorado).</p> <p>Disponer de datos en línea de, las condiciones de cocción en relación con la humedad del producto, del color tras la fritura y de los defectos de los productos no conformes.</p> <p>Lavar las papas cortadas en agua templada o caliente para eliminar el exceso de azúcares.</p> <p>Pelado adecuado: Los azúcares reductores se encuentran en mayor concentración en la piel de algunas variedades de papa.</p>	Rechazo de productos debido a que no cumplen las especificaciones relativas al color

3.5 EXPOSICIÓN Y RIESGO EN EL SER HUMANO ⁽¹³⁾

Desde la primera comunicación sobre el contenido de acrilamida en los alimentos, se ha determinado los niveles de concentraciones en distintos alimentos y productos alimenticios. En la **Tabla N° 2** se observa un resumen de los resultados específicos obtenidos hasta el momento de los análisis de acrilamida en productos alimenticios derivados de las papas.

Tabla N°2: Cantidades máximas y mínimas presentes en productos alimenticios derivadas de las Papas. ⁽¹³⁾.

Grupo de alimentos/productos	Concentraciones de acrilamida (µg/kg)	
	Mínimo	Máximo
Papas fritas(redondas y crujientes)	170	2510
Papas(crudas)	<10	<50
Papas(cocidas)	<4	<50
Papas fritas(alargadas)	59	12800

3.6 ASPECTOS TOXICOLÓGICOS DE LA ACRILAMIDA ^(1,13).

Estudios *in vitro* con células de mamífero en cultivo, e *in vivo* con ratas y ratones, han demostrado que la administración prolongada de acrilamida daña el material genético de las células y en ratas induce tumores. Debido a que no es posible determinar un nivel de exposición, se debe asumir que, niveles de exposición aunque sean muy bajos, producen riesgos para la salud. Los estudios en animales han demostrado también efectos sobre la reproducción, en particular, disminución de la fertilidad en el macho, aunque no existen datos sobre posibles efectos en la reproducción en humanos.

La acrilamida se absorbe a partir de todas las vías de exposición. En estudios llevados a cabo con animales, se ha demostrado que la

Acrilamida y su metabolito epóxido, la Glicidamida están ampliamente distribuidos por todos los tejidos corporales y aparecen

Incluso en la leche. La acrilamida es probablemente la responsable de la acción neurotóxica, mientras que la Glicidamida puede tener mayor importancia en relación con las propiedades cancerígenas y genotóxica ⁽¹²⁾ que se manifiestan en los animales.

La principal ruta metabólica de la acrilamida es similar, desde el punto de vista cualitativo, en las personas y en los animales de laboratorio; no obstante, deben tenerse en cuenta las diferencias cuantitativas al evaluar los riesgos para las personas. Dado que el metabolismo y la eliminación utilizan rutas que presentan una variabilidad genética (p.ej., conjugación, metabolismo condicionado por el P450, las personas pueden presentar distintas sensibilidades frente a la acción de la Acrilamida ingerida.

En las ratas, la eliminación de la acrilamida y de la Glicidamida tiene lugar en dos horas aproximadamente. En los seres humanos, los datos sobre la farmacocinética son escasos.

3.6.1 EFECTOS TÓXICOS CRÓNICOS: ACCIÓN NEUROTÓXICA ⁽¹³⁾.

En los seres humanos, la Neurotoxicidad es el único efecto adverso descrito como consecuencia de la exposición a la acrilamida. Los indicios de efectos neuropatológicos proceden de casos clínicos y de reconocimientos en los lugares de trabajo de personas expuestas a la acrilamida en su ambiente laboral. No se dispone de información para establecer una relación entre dosis y respuesta.

En estudios con animales, se ha demostrado la existencia de efectos neuropatológicos debidos a la exposición a la acrilamida. En ratas a las que se había suministrado 20 mg/kg de peso corporal por día, se desarrollaron lesiones graves en los nervios periféricos y los animales

mostraron signos de neuropatía periférica y de toxicidad en otras zonas: atrofia en testículos y músculos esqueléticos y disminución en los parámetros relacionados con los eritrocitos. En monos a los que se administraron 10 mg/kg de peso corporal por día durante 12 semanas, aparecieron signos clínicos de neuropatía periférica junto con efectos evidentes sobre el sistema visual.

Se sabe menos acerca de los efectos de la acrilamida sobre el sistema nervioso durante el desarrollo, aunque en los estudios realizados con animales no se han observado trastornos estructurales o funcionales persistentes de importancia relacionados con el cerebro o el comportamiento como consecuencia de la exposición fetal o tras el nacimiento.

Se desconoce el mecanismo molecular de la neuropatía ocasionada por la acrilamida, en particular de la degeneración de las fibras nerviosas de los axones.

3.6.2 MECANISMO DE LA ACCIÓN CANCERÍGENA ⁽¹³⁾

La acrilamida es genotóxica in vivo para las células somáticas y germinales y se sabe que se metaboliza en Glicidamida, un epóxido químicamente reactivo que forma aductos de ADN. El descubrimiento de que la acrilamida produce tumores en diferentes sitios tanto en las ratas como en los ratones resulta coherente con el mecanismo de acción genotóxica de esta sustancia química. La presencia de aductos en los sistemas experimentales indica que la carcinogénica producida por la acrilamida obedece a un mecanismo genotóxica. Aunque se ha sugerido que otros mecanismos de acción podrían contribuir a la aparición de la gama de tumores observados en las ratas tratadas con acrilamida, en

particular tumores de tejidos sensibles a la acción de las hormonas, por el momento estas sugerencias son meramente especulativas.

Acción cancerígena: La acrilamida es cancerígena para las ratas de laboratorio en bioensayos normales de 2 años y aumenta la frecuencia de tumores benignos y malignos en diversos órganos (p.ej., testículos, glándulas mamaria, tiroidea, suprarrenales).

Este fenómeno se ha confirmado en dos estudios distintos e independientes en los que se administraron concentraciones de 2 mg/kg por día con el agua de beber. En una serie de bioensayos para determinar la acción cancerígena en ratones (alimentación forzada por vía oral, administración por vía Intraperitoneal o cutánea), la acrilamida produjo tumores de pulmón y de piel.

Acción genotóxica. La acrilamida no ocasiona mutaciones génicas en las bacterias; sin embargo, la Glicidamida, su metabolito epóxido, sí produce este tipo de mutaciones en ausencia de activación metabólica. Cuando se realizaron ensayos con la acrilamida para comprobar si se producían mutaciones génicas en las células de mamíferos, los resultados fueron dudosos, negativos o débilmente positivos. La acrilamida ocasiona anomalías cromosómicas, micronúcleos, intercambios entre cromátidas hermanas, poliploidía, aneuploidía y otras alteraciones mitóticas (p.ej., mitosis C) en células de mamíferos y en ausencia de activación metabólica. La acrilamida fue incapaz de provocar la síntesis de ADN no programado en hepatocitos de ratas. La Glicidamida sí produjo dicha síntesis, tanto en células mamarias humanas como en hepatocitos de ratas. En cuanto a la producción de micronúcleos, se observó un mecanismo mixto, con rotura (efecto dominante) y aneuploidía.

3.7 METODOS INSTRUMENTALES DE IDENTIFICACION (2)

Los métodos instrumentales ofrecen numerosas ventajas en comparación con otros métodos. En general son rápidas, no destructivas y requieren una preparación mínima de la muestra y menor consumo de productos químicos. Sin embargo, el equipo puede ser costoso y las mediciones a menudo requieren establecer curvas de calibración específicas para diversas composiciones. A pesar de estos inconvenientes, los métodos instrumentales son muy utilizados en control de calidad aplicados a la investigación.

La espectroscopia se ocupa de la producción, medida, e interpretación de los espectros que se presentan de interacción de la radiación electromagnética con la materia. Los métodos espectroscópicos están siendo ampliamente utilizados para los análisis cuantitativos y cualitativos. Los métodos espectroscópicos basados en absorción o emisión de la radiación en el ultravioleta (UV), visible (Vis), el infrarrojo (IR), y RMN (de resonancia magnética nuclear) son los más comúnmente encontrados en los laboratorios de análisis de alimentos.

3.7.1 ESPECTROSCOPIA INFRARROJA (2)

La región infrarroja del espectro electromagnético abarca la radiación con números de onda comprendidos entre 12.800 a 10 cm^{-1} , que corresponden a longitudes de ondas de 0.78 a 1.000 μm .

Tanto desde el punto de vista de las aplicaciones como de la instrumentación, es conveniente dividir el espectro infrarrojo en tres regiones denominadas infrarrojo cercano, intermedio o fundamental y lejano; las Técnicas y aplicaciones de los métodos basados en cada una de las tres regiones del espectro infrarrojo difieren considerablemente.

La aparición en la última década de equipos de espectroscopia Infrarroja de transformada de Fourier, ha aumentado notablemente el número y tipo de aplicaciones de la radiación de la región en el infrarrojo fundamental. La razón de este incremento radica en el aumento de la relación señal / ruido y de los límites de detección, en un orden de magnitud e incluso mayor que puede conseguirse con los instrumentos con interferómetros, los cuales se utilizan en análisis tanto cualitativos como cuantitativos. También han empezado a parecer aplicaciones de esta región espectral en los estudios microscópicos de superficies, análisis de sólidos mediante Reflectancia Total Atenuada.

La Espectroscopia en el IR-medio mide la habilidad de las muestras de absorber radiación térmica en la región comprendida entre $2.5 - 1.5 \mu\text{m}$ ($4000 - 659 \text{ cm}^{-1}$). Las absorciones fundamentales son observadas primeramente en esta región del espectro.

Para la espectroscopia IR-Medio existen dos tipos de espectrómetros los cuales son:

Instrumentos dispersivos, los cuales usan un monocromador para dispersar las frecuencias individuales de la radiación y secuencialmente pasar a través de la muestra de tal manera que la absorción de cada frecuencia pueda ser medida.

Los instrumentos de la transformada de Fourier, en los cuales la radiación no se dispersa, sino más bien, todas las longitudes de onda llegan al detector simultáneamente y un tratamiento matemático, llamado Transformada de Fourier, es usado para convertir los resultados en un espectro IR típico. Este equipo en vez de un monocromador, posee un interferómetro.

3.7.2 ANÁLISIS CUALITATIVO (2).

Para la identificación de los compuestos orgánicos está generalizado el uso de espectroscopia infrarroja por los químicos analistas.

El análisis cualitativo consta de dos etapas. La primera etapa implica la determinación de los grupos funcionales y la segunda etapa consiste en la comparación detallada del espectro del compuesto desconocido con los espectros de compuestos puros que contienen todos los grupos funcionales encontrados en la primera etapa. En este caso es particularmente útil la región de la huella dactilar, comprendida entre 1200 cm^{-1} – 600 cm^{-1} , en esta región es donde los compuestos orgánicos presentan sus picos característicos.

El centro de frecuencias y la intensidad relativa de las bandas de absorción pueden ser utilizadas para identificar grupos funcionales específicos presentes en una sustancia desconocida.

CAPITULO IV
DISEÑO METODOLOGICO

4.0 DISEÑO METODOLOGICO

4.1 TIPO DE ESTUDIO

Experimental: El estudio se realizó en el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, al analizar las papas (chips), seleccionadas con el objetivo de identificar la presencia de la acrilamida en marcas diferentes en todas las presentaciones encontradas, comparando cada resultado contra el espectro patrón para la identificación de la acrilamida.

Transversal: Es un tipo de estudio observacional y descriptivo, que mide a la vez la exposición de un efecto en una muestra poblacional en un solo momento temporal. Es transversal ya que la recolección de muestras y la parte práctica se realizaron en los meses de julio – septiembre de 2014.

Exploratorio: a través de la investigación exploratoria se nos facilitó la selección de la temática de nuestro estudio pues, además, nos permitió hacer una revisión de la literatura relacionada con la misma. Para ello se elaboró una guía de observación con las siete marcas de papas tipo chips.

De Campo: En cuanto al trabajo de campo se administró una guía de observación en la que se seleccionaron las diferentes marcas y presentaciones de papas tipo (chips) en el supermercado de la zona Zacamil de San Salvador. Debido a que solamente en este establecimiento accedieron contestar la guía de observación. Para tal efecto la guía de observación fue entregada al Gerente de dicho establecimiento.

4.2 INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA

La investigación bibliográfica se realizó en las siguientes bibliotecas:

- Biblioteca “Dr. Benjamín Orozco” de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca Central de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador.
- Biblioteca “P. Florentino Idoate, S.J.” de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas.
- Biblioteca de la Universidad Alberto Masferrer.
- Biblioteca de la Universidad Nueva San Salvador.
- Internet

4.3 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

El instrumento para la recolección de información utilizado, fue una guía de observación, para identificar las diferentes marcas y presentaciones de papas tipo chips (**Anexo N° 10**) y así se determinó cuáles marcas y presentaciones se comercializan con mayor frecuencia en la zona del Supermercado Zacamil del distrito de mejicanos, San Salvador ubicado en el mapa (**Anexo N° 9**).

Se visitaron los supermercados que se encuentran ubicados dentro del distrito de Mejicanos pero sólo en el supermercado del centro comercial Zacamil el gerente accedió a que se le entrevistará y por ende solo en el mismo establecimiento se tomó la muestra.

Tabla N° 3: Resultado obtenidos de acuerdo a la guía de observación, de las marcas y presentaciones más consumidas en el Supermercado del Centro Comercial Zacamil.

Marcas	Procedencia	% más consumible por la población	Sabor	Contenido Neto (g)	Precio \$
Pringles	Estados Unidos	4	Original, crema y cebolla y queso	30	0.81
Lays	México	40	Original, cremas y especias y queso	26	0.56
Zibbas	Honduras	2	Original, crema y cebolla y con queso	35	1.12
Papasitas	Guatemala	30	Con queso	29	0.33
Ruffitas	Guatemala	15	Crema y cebolla	35	0.50
Papalinas	El Salvador	3	Con queso	28	1.36
Sabrositas	Honduras	6	Clásicas	30	0.50

Universo:

Todas las marcas de papa tipo chips que se venden en el Centro Comercial Zacamil de San Salvador, El Salvador debido a que es un estudio dirigido

Muestra:

Para determinar el número de muestras que se analizaron en las siete marcas de papas tipo chips, en las presentaciones más comercializadas se utilizó la siguiente fórmula ⁽¹²⁾:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2}$$

En donde:

Z_{α}^2 = nivel de confianza,

p = probabilidad de éxito, o proporción esperada

q = probabilidad de fracaso

d = precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

Datos:

$Z_{\alpha}^2=1.96$ $P=0.05$ $q=0.95$ $d=0.05$

$$n = \frac{1.96^2 \times 0.05 \times 0.95}{0.05^2}$$

$n= 72.99= 73$ muestras por marca

$73/ 7 = 10.43 \times 3 = 31$ muestras en total de cada una de las marcas.

Del estadístico se analizaron 73 muestras de papas chips por triplicado cada una distribuida en las 7 marcas más comercializadas dentro del área delimitada, empleando 10g por cada muestra.

4.3.1 Toma de muestra

Se recolectaron las muestras de las marcas seleccionadas de papas tipo chips y las presentaciones de mayor comercialización en el Súper Selectos de la Zona Zacamil, de San Salvador Las muestras recolectadas posteriormente se rotularon con la etiqueta que se muestra a continuación:

MARCA:
LOTE:
SABOR:
CONTENIDO NETO:
FECHA DE VENCIMIENTO:
SUCURSAL:

Figura N° 4: Etiqueta para identificación de muestras.

Se transportaron en cajas desde el supermercado hasta el Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador previamente identificadas.

4.5 PARTE EXPERIMENTAL.

Preparación de la muestra

La preparación de la muestra se realizó de la siguiente manera:

- Se pesaron 10g de cada muestra de papas tipo chips
- Se trituraron con mortero y pistilo.
- Posteriormente se agregó 5ml de agua para solubilizar la -acrilamida (según el peso muestra pesado).
- Para calcular la cantidad de agua a utilizar para cada muestra se realizó la siguiente relación:

2.04 g de acrilamida ----- 1 mL de Agua Destilada

10g de peso muestra ----- **X**

X= 4.9 mL de Agua ≈ 5.0 ml de Agua Destilada.

-Luego se filtró con papel filtro de poro 40 para eliminar cualquier matriz en la solución obtenida.

-Después de haber obtenido la solución, se colocaron en la celda de unidad de Reflectancia Total Atenuada (ATR) Espectrofotometría infrarroja.

-Se obtuvo el espectro infrarrojo.

-Los espectros de las muestras obtenidos, se compararon con un espectro patrón de trabajo; con el fin de identificar si hay similitud en ambos espectros y determinar la presencia de acrilamida en las muestras recolectadas de papas tipo chips.

Procedimiento de obtención de espectros infrarrojos para la identificación de acrilamida para muestra (Papas tipo chips) y Estándar (2).

-Encender el espectrofotómetro IR y la computadora

-Iniciar el programa IR-Solution.

-Conectar el computador por medio del programa con el espectrofotómetro IR utilizando el comando "**Measure**", comando "**Admin**", Inicializar. Dejar un tiempo de equilibrio de 15 minutos.

-Permitir que el programa registre las condiciones del equipo y que reconozca automáticamente el accesorio ATR.

-Dejar correr un barrido de las condiciones iniciales del equipo con la unidad ATR armada sin muestra como sigue: utilizar el comando "**Measure**", y presionar "**BKG**" para obtener el espectro blanco (Background).

-Tomar una cantidad del extracto de la muestra para comparar con un control positivo de acrilamida materia prima, con una pipeta y se coloca distribuida uniformemente en el cristal de la celda Unidad de Reflectancia Total Atenuada (ATR) del Equipo de Espectrofotometría Infrarroja.

- Analizar la muestra presionando el comando "**Measure**", coleccionar la información de la muestra en el espacio "**coment**" y presionar en "**Sample**" para obtener el espectro correspondiente para identificar la muestra de los 4000 a los 500 cm^{-1} .
- Limpiar la celda con un pañuelo suave.
- Comparar los espectros obtenidos con el estándar de trabajo.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.0 RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS.

Para efectuar el presente trabajo de investigación, se plantearon cuatro objetivos específicos, el cumplimiento de estos se detallan a continuación:

-Selección de la toma de muestras por triplicado de frituras de papas tipo chips, incluidas entre las presentaciones más comercializadas.

La información se obtuvo mediante la elaboración de una guía de observación (Anexo N°10) para determinar las diferentes marcas y sabores de papas tipo chips que se comercializan con mayor frecuencia en el supermercado del área delimitada, ubicado en el mapa (Anexo N°9). Por análisis estadístico se tomaron 73 muestras de papas tipo chips analizadas por triplicado de las cuales se sumaron un total de 217; distribuidas en las siete marcas más comercializadas dentro del área delimitada.

Se observó que dos marcas utilizaron en sus ingredientes Harina de Papa y cinco marcas utilizaron Papa natural, además, algunos productos de papa tipo chips, en su empaque rotularon, que el producto podía contener derivados lácteos. Las muestras recolectadas procedían de países como Estado Unidos, Guatemala, Honduras, El Salvador y México. Estas fueron identificadas con su correspondiente etiqueta de identificación y transportadas al Laboratorio Fisicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador.

En la tabla N°4 muestra siete marcas de papas tipo chips con las presentaciones respectivas a cada una de estas, así como el número de muestras tomadas por cada presentación.

Tabla N° 4: Marcas de Papas tipo Chips y número de muestra tomadas por presentación.

Marca	Procedencia	Sabor	Número de muestras por presentación.	Contenido neto(g)	Materia Prima utilizada
e Pringles	Estados Unidos	Clásicas	11	30	Papa natural
		Crema y especias	10	30	
		Con Queso	10	30	
e Lays	México	Clásicas	10	30	
		Crema y especias	11	26	
		Con Queso	10	26	
i Zibbas	Honduras	Clásicas	10	35	
		Crema y especias	10	35	
		Con Queso	11	30	
Sabrositas	Guatemala	Clásicas	31	30	
Papalinas	Guatemala	Con queso	31	28	
Papasitas	El Salvador	Con queso	31	29	Harina de papa
Ruffitas	Honduras	Crema y especias	32	35	Harina de papa

-Se realizó un barrido de Acrilamida con un rango 3350 -1650 como patrón de trabajo para identificación positiva.

Se realizó el procedimiento como se detalla en la parte experimental para la obtención de espectros infrarrojos. Posteriormente se obtuvo el espectro de la unidad de Reflectancia Total Atenuada (ATR), así como el del Agua Destilada como blanco, debido a que el medio en el que se disolvió el Estándar de Acrilamida y en el que se realizaron las extracciones de acrilamida en las muestras fue con Agua Destilada.

Para la obtención del espectro infrarrojo del estándar de Acrilamida, se preparó una solución de Acrilamida 99%, 0.2 g/ 20 mL de Agua Destilada. (Ver figura N°5.)

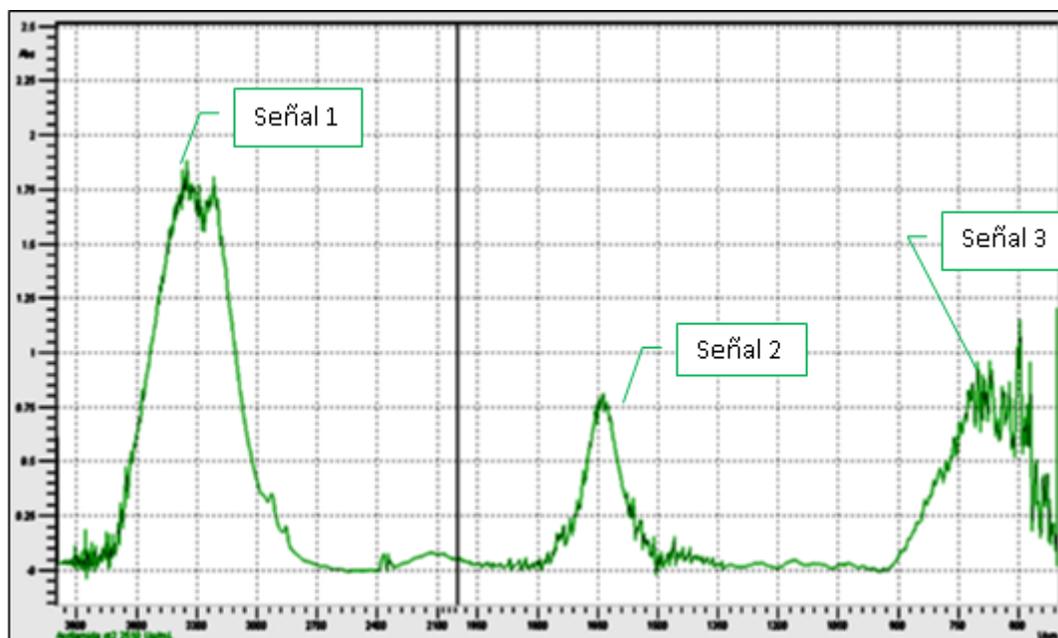


Figura N°5: Espectro de Estándar de Acrilamida.

Siendo la Acrilamida una amida primaria se prosiguió a buscar dos bandas características de esta sustancia orgánica. La primera señal, en las regiones de $3350 - 3180 \text{ cm}^{-1}$, la cual se presenta una banda con un doble pico que corresponden al N-H Estiramiento de la amida primaria. La segunda señal de interés específica para amida primaria aparece en la región $1600 - 1650 \text{ cm}^{-1}$ la cual aparece como una banda con un solo pico y pertenece a la C = O estiramiento del grupo carbonilo de la amida primaria (Figura N°5), estas bandas en las regiones son específicas para amida primaria. Existen otras señales de grupos funcionales, tal es la de grupo vinilo $\text{CH}_2=\text{CH}_2-$ la cual aparece como dos picos separados en las regiones de $925 - 890 \text{ cm}^{-1}$.

Posteriormente se acoplaron los espectros obtenidos del Estándar de Acrilamida y Agua Destilada, esto con el objetivo de discriminar las señales o picos, que podrían interferir en la identificación de Acrilamida en las muestras de Papas tipo chips.

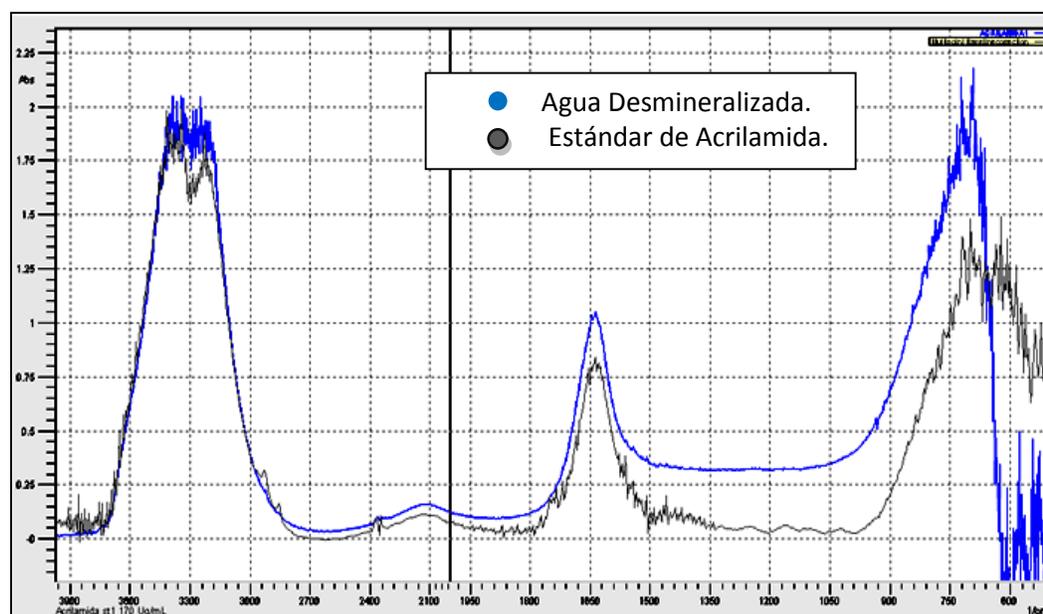


Figura N°6: Espectro de Acrilamida acoplado con Espectro de Agua Destilada.

En la figura N°6 se observó diferencias en ambos espectros, por lo cual se realizó una dispersión en Nujol en celdas de KBr; al realizar dispersión, las frecuencias individuales de la radiación pasan secuencialmente a través de la muestra de tal manera que la absorción de cada frecuencia pueda ser medida. De esta manera se obtuvieron los espectros de rango 3350-1650 cm^{-1} las celdas vacías de KBr, Celdas Vacías más Nujol y del Estándar de Acrilamida con el fin de discriminar otras señales. A continuación se muestran los espectros en las siguientes figuras:

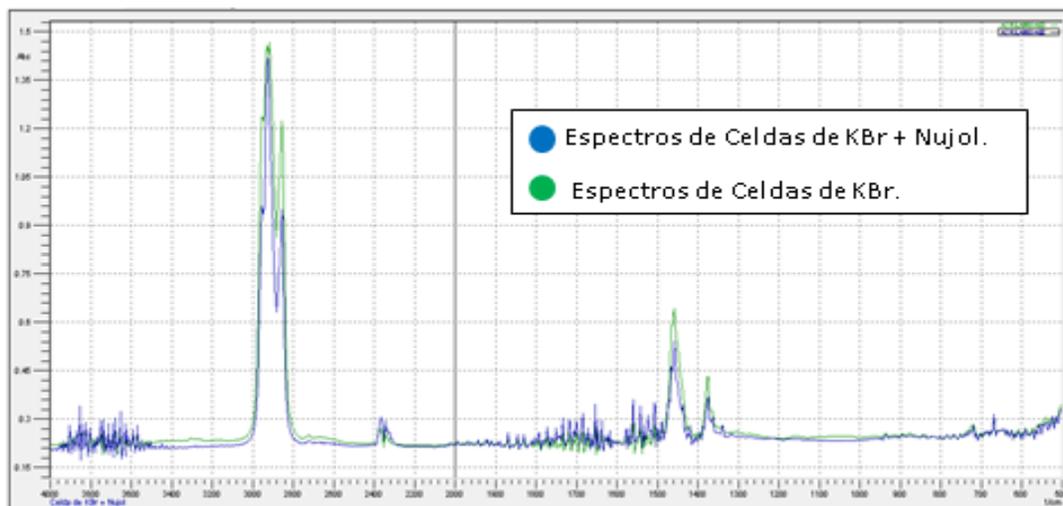


Figura N°7. Espectros de Celdas de KBr y Celdas de KBr + Nujol acoplados.

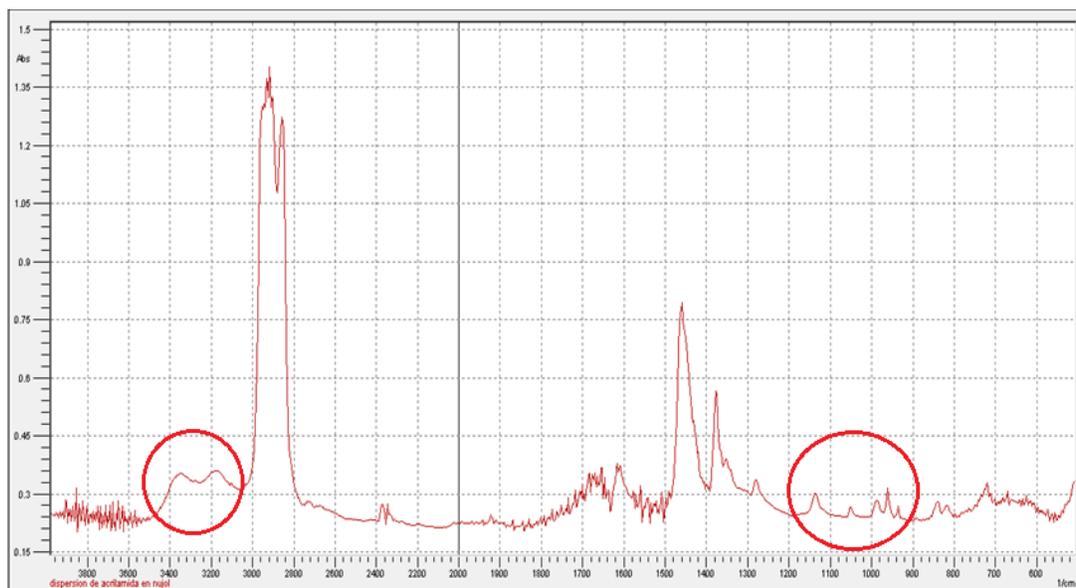


Figura N°8: Espectro de Estándar de Acrilamida en dispersión con Nujol en celdas de KBr.

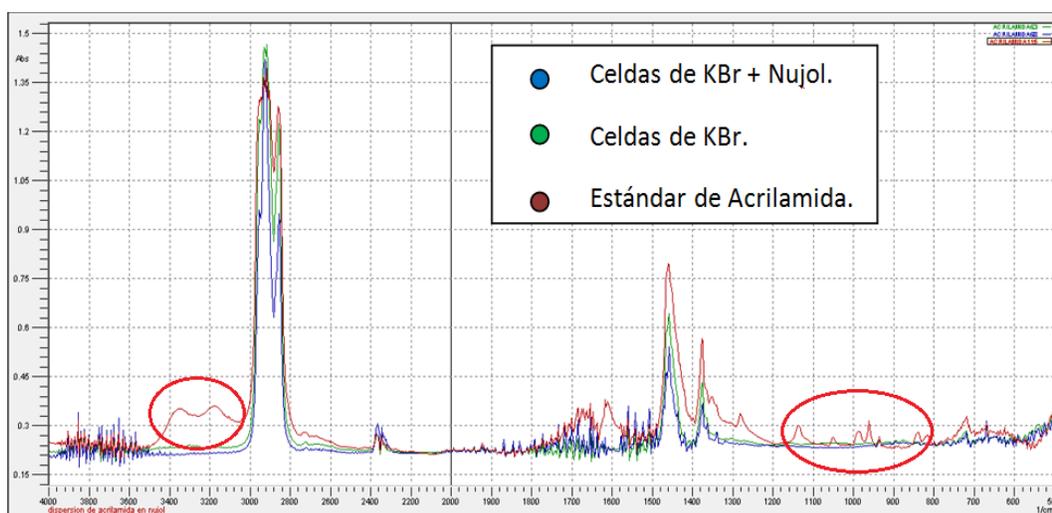


Figura N°9: Espectros acoplados de estándar de Acrilamida, celdas de KBr + Nujol, celdas de KBr vacías.

Figura N°7 se observó que los espectros tanto celdas vacías de KBr, Celdas Vacías + Nujol no muestran mayor diferencia en las señales. Figura N°8 en los círculos de color rojo se muestran señales que resaltan por lo cual al ser acoplados los Espectros de Estándar Acrilamida, Celdas de KBr + Nujol, Celdas de KBr vacía y en la Figura N°9 muestran diferencias muy ,marcadas que logran diferenciar de estos últimos dos espectros, están bandas son propias del Estándar de acrilamida los cuales aparecieron en las regiones 3400 cm^{-1} - 3000 cm^{-1} y 1100 cm^{-1} - 800 cm^{-1} como se observan en los círculos color rojo. Estas señales requieren un estudio más profundo por lo cual podría tomarse en cuenta en otros estudios.

-Se llevó a cabo los Análisis por Espectrofotometría Infrarroja de Transformada de Fourier de las muestras de Papas tipo Chips recolectadas.

Al realizar la toma de muestras, estas fueron transportadas al Laboratorio Físicoquímico de Aguas de la Facultad de Química y Farmacia donde fueron analizadas en un Espectrofotómetro Infrarrojo de Transformada de Fourier con unidad de Reflectancia Total Atenuada (ATR), se llevaron a cabo los 217 análisis (Anexo 3), estos indicados como el procedimiento descrito en la parte experimental, recolectando la información en la región IR desde los 4000 a los 500 cm^{-1} . Luego de Realizar un acercamiento (zoom) correspondiente a las áreas de interés en donde se observó las señales de los espectros de las muestras de papas tipo chips, con el espectro del estándar de Acrilamida. Obteniéndose de esta manera un espectro por cada muestra, en los cuales se procuró estudiar la similitud que tenía el estándar de acrilamida con cada una de las muestras.

Por lo cual se obtuvieron muestras que presentaron un resultado positivo los cuales se encuentran en la Tabla N°5.

Tabla N°5 Marcas, Presentaciones y porcentaje de Papas tipo Chips, con presencia de Acrilamida.

Marca	Presentación	Procedencia	% de muestra con presencia de Acrilamida
	T		
Pringles	a Crema y Especies	Estados Unidos	1.84
Lays	b Originales	México	0.92
Zibbas	I Crema y Especies	Honduras	0.92
	Con queso	Honduras	0.92
Sabrositas	Originales	Guatemala	0.46
Ruffitas	Crema y cebollas	Guatemala	0.46
Total			5.52%

Además se determinó el número de muestras por marca y cantidad de Muestra total, como se muestra a continuación:

Tabla N°6: Cantidad de muestras por Marca de Papas tipo Chips analizadas.

N° De Muestras	Marca	Cantidad de muestras por Marca
1	Pringles	31
2	Lays	31
3	Zibbas	31
4	Sabrositas	31
5	Papalinas	31
6	Papasitas	31
7	Ruffitas	31
Cantidad de muestras total		217

Posteriormente se relacionó el número de muestras tomada por cada marca, entre la cantidad de muestra total, para obtener un porcentaje por cada una de las siete marcas de papas tipo chips que fueron analizadas (2).

$$\% X = \frac{\text{Número de muestra por marca}}{\text{cantidad de muestras total}} \cdot 100\%$$

Ejemplo:

Para la marca Pringles es:

$$\% X = \frac{31}{217} \cdot 100\% = 14.28 \cong 14\%$$

De esta forma el porcentaje de Papas tipo Chips analizadas, para cada marca está representado en la siguiente tabla y por consiguiente se representa gráficamente en la Figura n° 10.

Tabla N°7: Porcentaje de Marcas de Papas tipo Chips analizadas.

Marca	% de Marcas de Papas tipo chips Analizadas.
Pringles	14.28 %
Lays	14.28 %
Zibbas	14.28 %
Sabrositas	14.28 %
Papalinas	14.28 %
Papasitas	14.28 %
Ruffitas	14.28 %
Total	100%

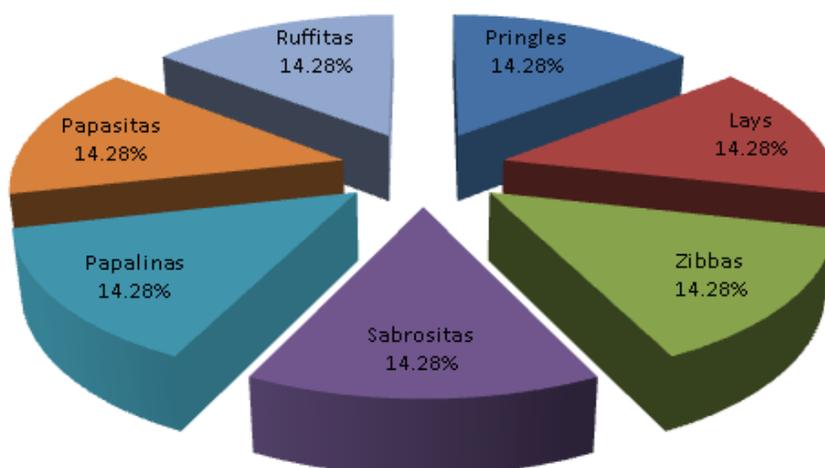


Figura N°10: Representación gráfica de las muestras de Marcas de Papas tipo Chips analizadas.

-Se comparó cada espectro obtenido por espectroscopia infrarroja con el respectivo control positivo de acrilamida para confirmar su presencia en las muestras seleccionadas.

El estudio se dividió en dos etapas:

Primera etapa: acoplamiento de espectros: Los espectros obtenidos de las muestras se estudiaron de acuerdo a la similitud que tenía con respecto al Estándar de Acrilamida.

Los siguientes espectros pertenecen a las muestras que presentaron un resultado positivo de acrilamida.

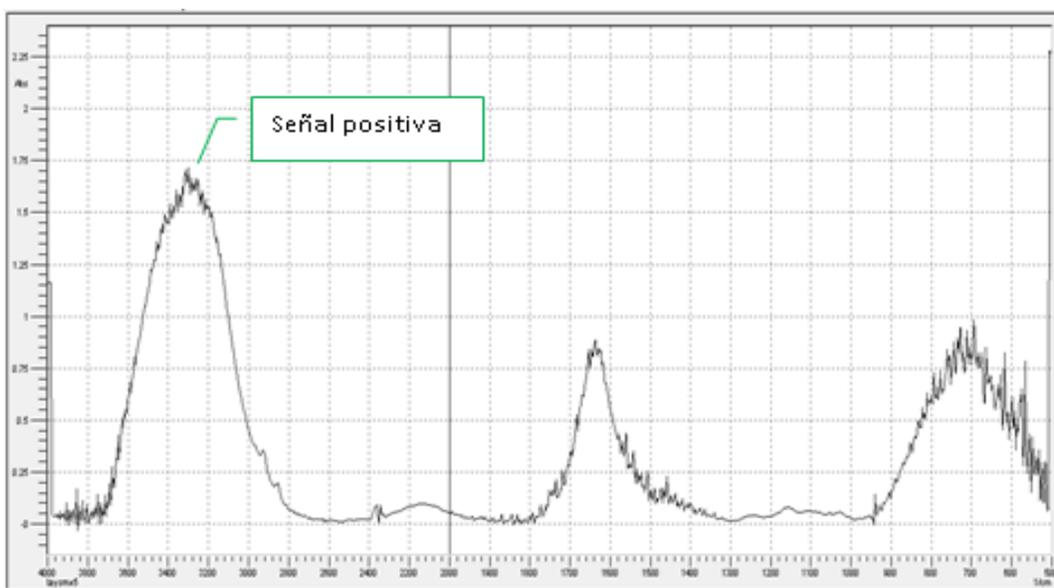


Figura N°11: Muestra de Papa tipo Chips que presento un resultado positivo de Acrilamida (Marca: Lays; Presentación: clásicas).

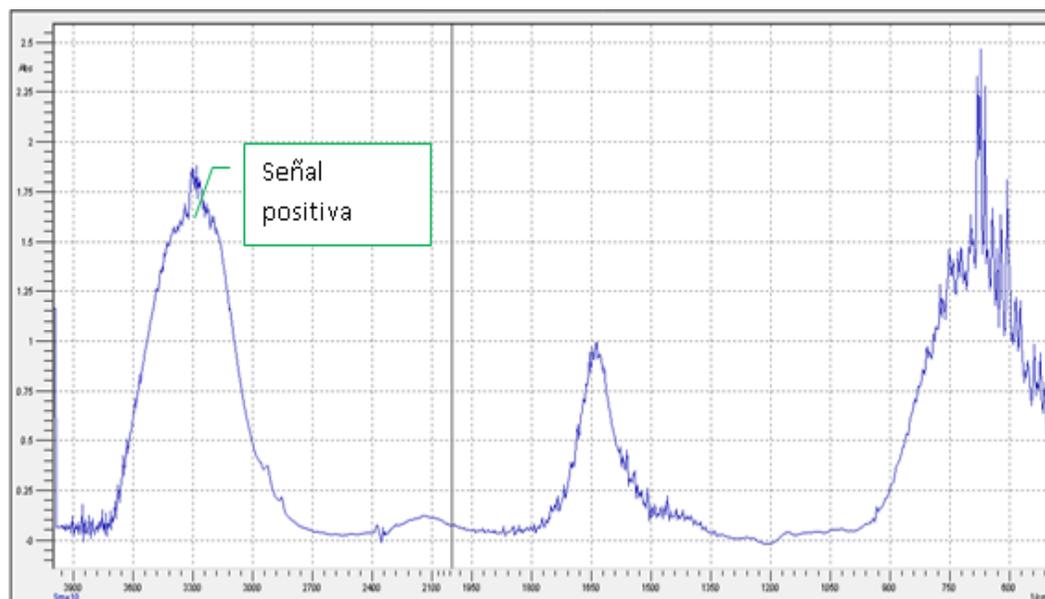


Figura N°12: Muestra de Papa tipo Chips que presento un resultado positivo de Acrilamida (Marca: Ruffitas; Presentación: Crema y Cebollas).

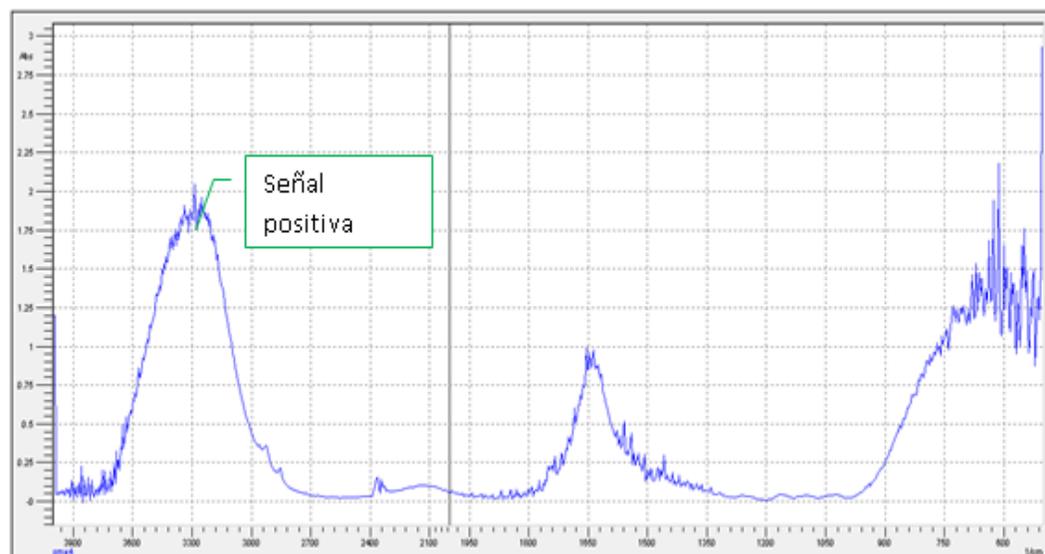


Figura N° 13. Muestra de papa tipo chips que presentaron un resultado positivo de Acrilamida (Marca: Sabrositas; Presentación: Clásica).

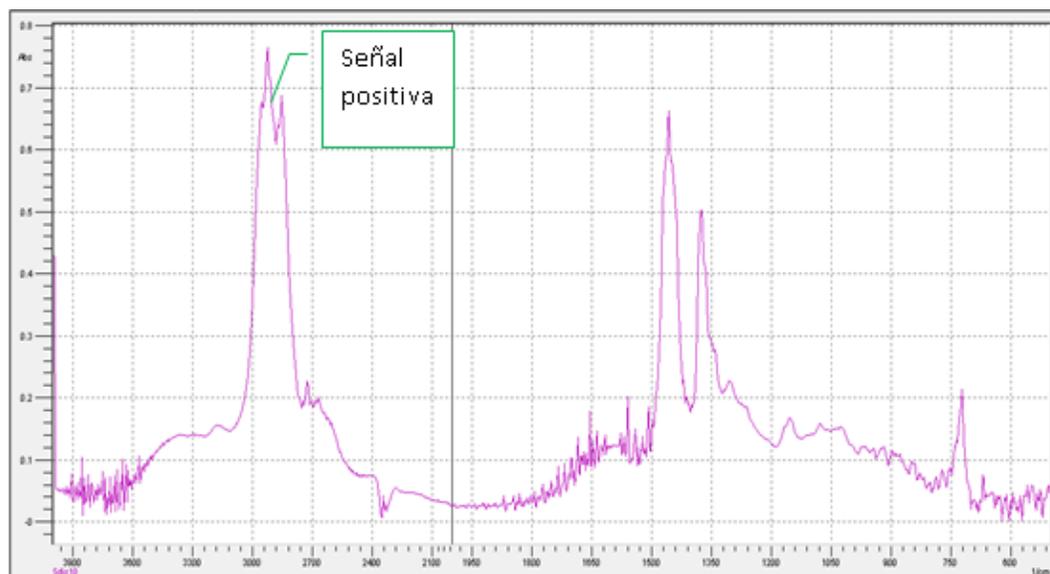


Figura N° 14. Muestra de papa tipo chips que presentaron un resultado positivo de Acrilamida (Marca: Sabrositas; Presentación: Clásica).

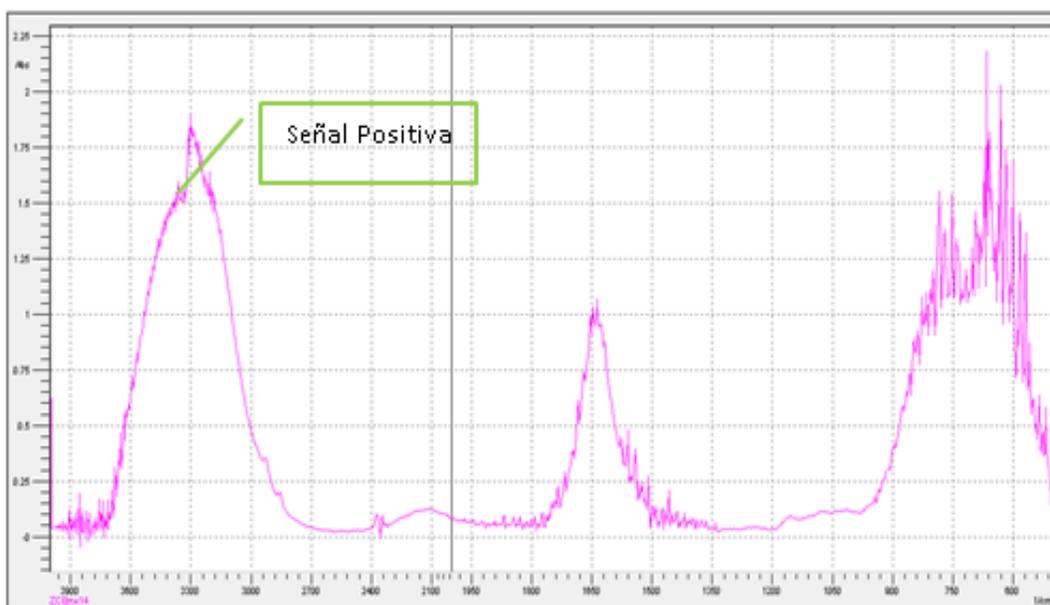


Figura N°15: Muestra de papa tipo chips que presentaron un resultado positivo de Acrilamida (Marca: Zibbas; Presentación: Crema y Especies)

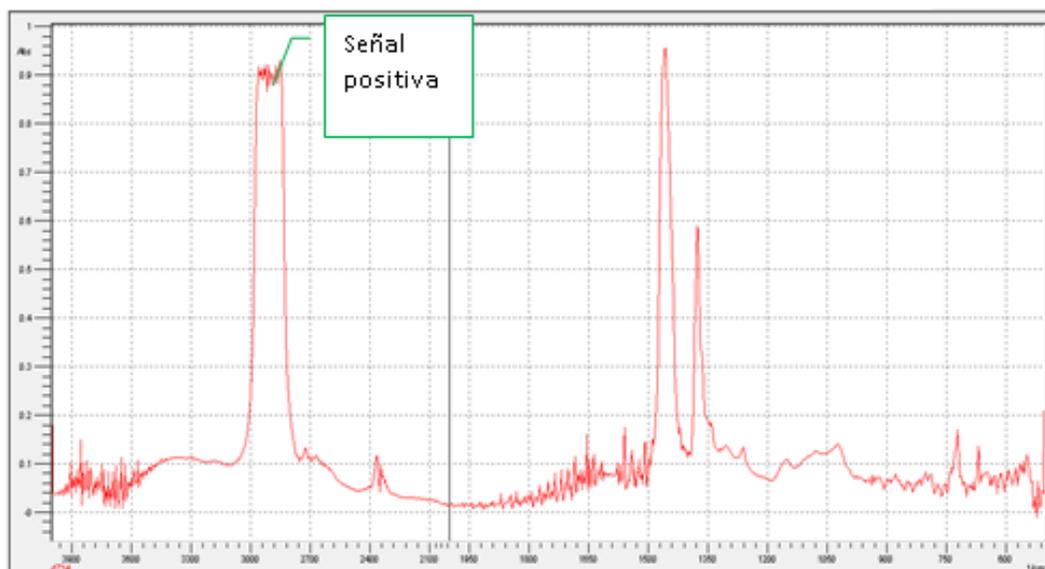


Figura N°16: Espectro en dispersión con Nujol en celdas de KBr de papa tipo chips. (Marca: Zibbas; Presentación: Crema y Especies).

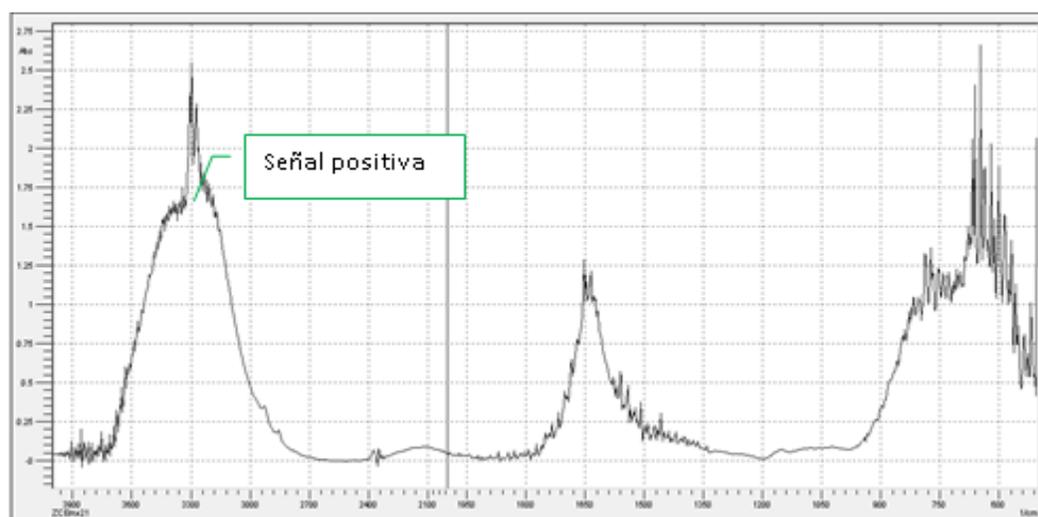


Figura N°17: Muestra de papa tipo chips que presentaron un resultado positivo de Acrilamida (Marca: Pringles; Presentación: Crema y Especies).

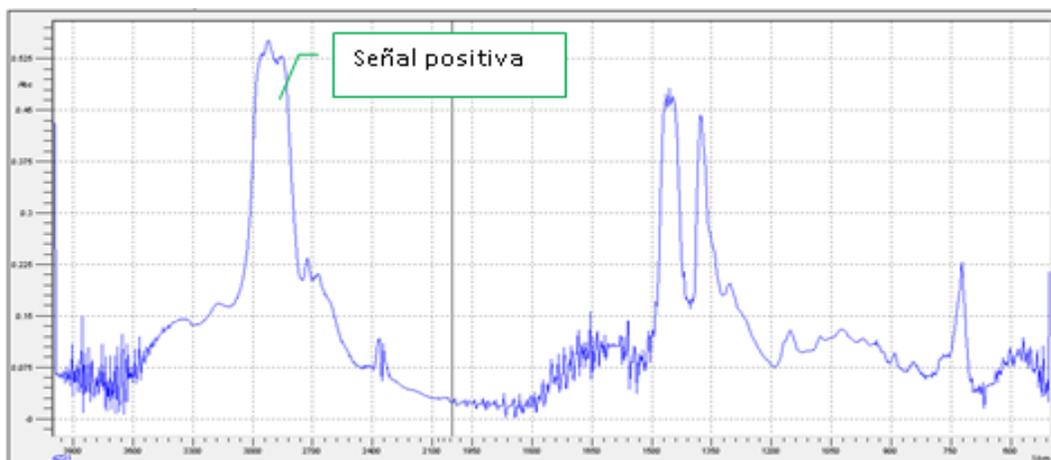


Figura N°18: Espectro en dispersión con Nujol en celdas de KBr de papa tipo chips. (Marca: Pringles; Presentación: Crema y Especies).

Segunda Etapa.

En esta etapa se procuró estudiar las señales que aparecen en regiones específicas debido al grupo funcional que presenta la estructura química de la Acrilamida. Tabla N° 8

Tabla N° 8: Señales Específicas de grupos funcionales de la estructura de la Acrilamida.

Estructura Química	Grupo funcional/Tipo señal.	Región (cm ⁻¹)
$\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{NH}_2$	N-H estiramiento del N H ₂ de la Amida primaria	3350 – 3180
	C = O Estiramiento del Grupo carbonilo de la amida primaria.	1600 – 1650

Debido a los grupos funcionales el espectro de la figura N°19 se dividió en tres regiones (A, B y C), con objetivo de estudiar cada señal específica dentro de esas tres regiones.

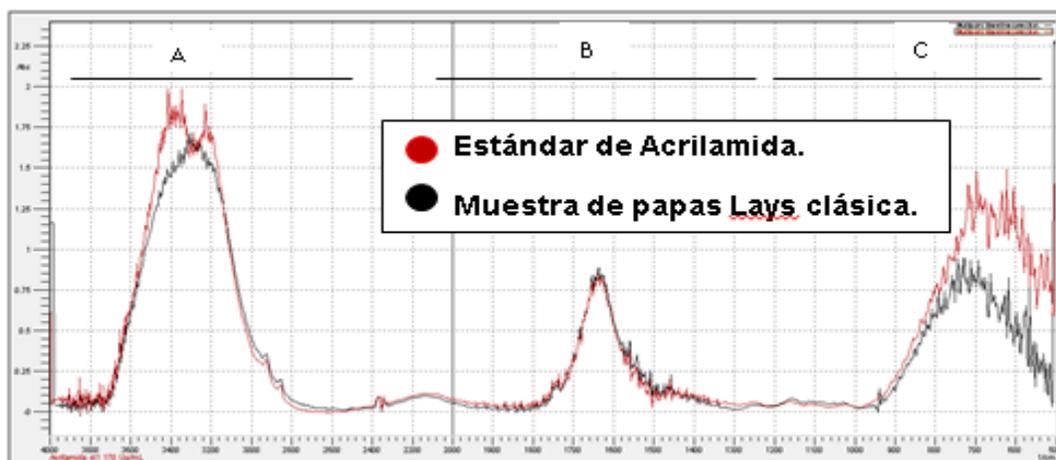


Figura N° 19. Espectros acoplados, Estándar de Acrilamida y Muestra de papas Lays clásica.

En la figura N°19 se pudo observar que ambos espectros son similares en las regiones A y B, y muy poco similar en la región C en donde estas regiones comprenden:

Región A: $3800 - 2750 \text{ cm}^{-1}$

Región B: $2000 - 1300 \text{ cm}^{-1}$

Región C: $1300 - 550 \text{ cm}^{-1}$

Por esta razón también se estudió las señales específicas de acuerdo al grupo funcional de la Acrilamida.

Una de las señales específicas de la estructura química de acrilamida es N-H estiramiento de la amida primaria ya que aparece en regiones específicas debido al grupo funcional.

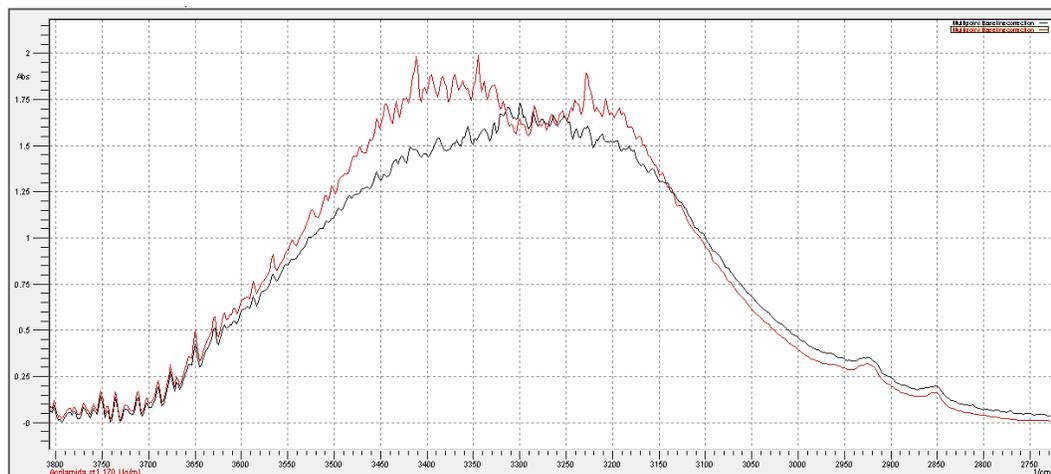


Figura N°20: Espectros acoplados, Estándar de Acrilamida y Muestra de papas Lays clásica. Región A: 3800 – 2750 cm^{-1}

El N-H estiramiento de la Amida primaria del grupo Amino (NH_2) ya que aparece en una región de 3350 – 3180 cm^{-1} como se puede observar en la Figura N°20 se encuentra una banda en el rango, y con mayor similitud con el Estándar de acrilamida.



Figura N°21: Espectros acoplados, Estándar de Acrilamida y Muestra de papas Lays clásica. Región B: 2000 – 1300 cm^{-1} .

Otras de las señales específicas que se busco fue C = O Estiramiento del Grupo carbonilo de la amida primaria que se encuentran en la región 1600 – 1650 cm^{-1} y se buscó en la región B del espectro de la figura N°21 y se encontró una banda con similitud al estándar de acrilamida con la que fue identificada.

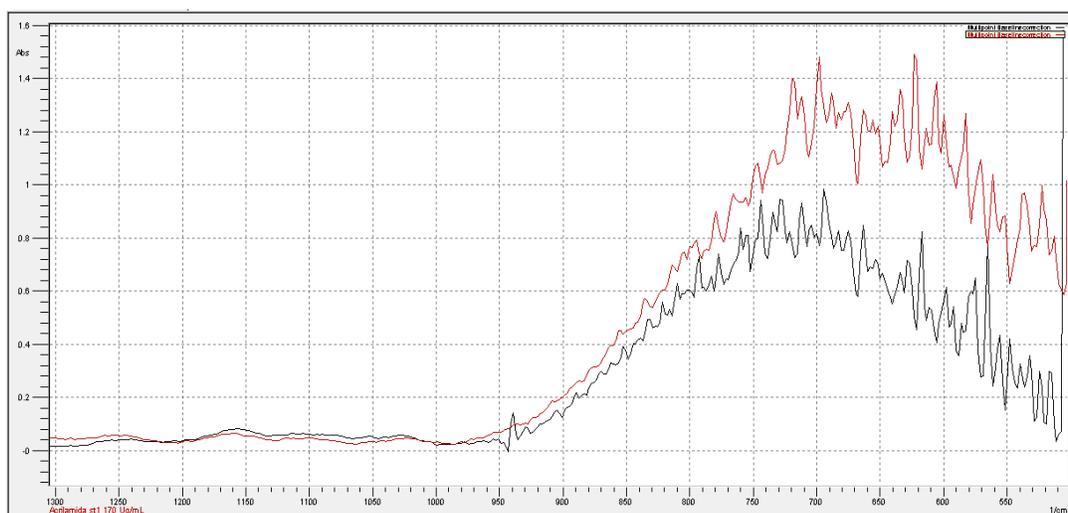


Figura N°22: Espectros acoplados, Estándar de Acrilamida y Muestra de papas Lays clásica. Región C: 1300 – 550 cm^{-1} .

En la figura N°22 en la región C no presento mayor similitud que las anteriores pero también se buscó otra señal dentro de esta, aunque no es específica como las anteriores pero toda estructura que lleve esta porción en su estructura tiende a presentar esta señal y esta es $\text{CH}_2=\text{CH}_2-$ del grupo vinilo, la cual aparece como dos picos separados en la región 925 – 890 cm^{-1} pero no se logra observar.

El porcentaje de muestras que presento un resultado positivo de Acrilamida, en las muestras Papas tipo Chips analizadas fue de 5.52%. La cual para obtener el número de muestras con resultado positivo de 217 muestras analizadas, se obtuvo de la siguiente manera.

100%----- total de muestras analizadas 217

5.52%-----x

$x = 11.97 = 12$ muestras con resultado positivo

El porcentaje de muestra que presentaron un resultado negativo de presencia de la Acrilamida se obtiene de restar 5.52% que son las muestras que presentaron un resultado positivo, lo cual al restar el 5.52% al valor del 100% de las muestras analizadas, se obtiene el siguiente resultado 94.48%, que corresponde al valor de muestras que presentaron un resultado Negativo en la identificación de Acrilamida.

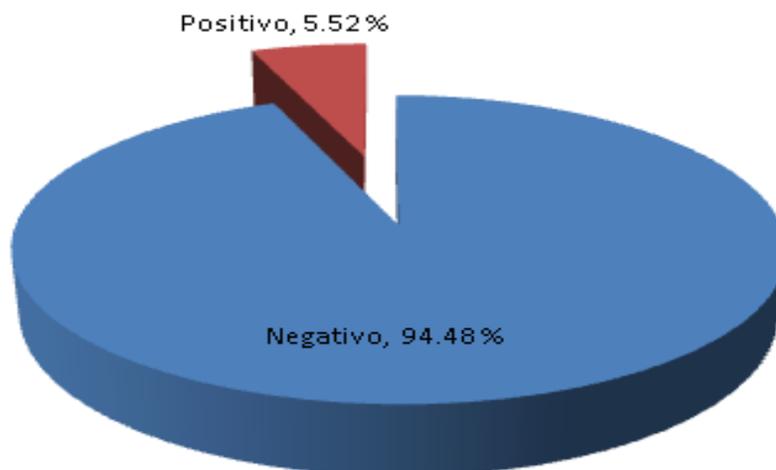


Figura N°23: Representación gráfica de los resultados obtenidos en el análisis de las muestras de Papas tipo Chips.

Los resultados obtenidos demostraron que el 5.52% de un total de 217 muestras, mostraron presencia de acrilamida debido a que se encontró en cinco diferentes marcas de papas tipo chips en sus diferentes presentaciones. De las marcas que presentaron un resultado positivo fueron Pringles con cuatro muestras positivas, Lays dos muestras positivas, Zibbas cuatro muestras positivas, Sabrositas una muestras positivas y Ruffitas una muestras positiva. Siendo las primeras cuatro que utilizaron en sus ingredientes papa natural en su producto. La acrilamida es un producto de formación en alimentos que llevan elevadas temperaturas, en sus procesos de elaboración. Por lo cual los precursores de formación, como azúcares reductores (Glucosa) y Aminoácidos (Asparagina) favorecen su formación durante la elaboración de los productos alimenticios ya que estos se encuentran en la papa natural. La última marca de las cinco analizadas que dieron positivo utilizó harina de papa como materia prima, estos ingredientes elaborados previamente pueden contener niveles elevados de acrilamida ⁽¹²⁾, por lo que está presente en el producto terminado. Es por ello la importancia de realizar un control de calidad a las materias primas como también al producto terminado, ya que es una sustancia que causa daño a la salud de las personas que consumen este tipo de alimentos.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES

6.0 CONCLUSIONES

1. El método de Espectroscopia Infrarroja identifica la Acrilamida en un rango de $3350-3180\text{ cm}^{-1}$ y $1600-1650\text{ cm}^{-1}$ debido que son señales específicas de los grupos funcionales de Acrilamida.
2. Los factores que afectan la formación de acrilamida en las papas tipo chips son: el aceite empleado en la fritura , precursores químicos , temperatura , tiempo de fritura , el proceso de fabricación de las papas , el tipo región de cultivo de las papas que se utiliza, las condiciones del suelo el periodo de cosecha y de las condiciones de almacenamiento postcosecha.
3. Las papas tipo chips elaboradas con Harina de papa y demás ingredientes previamente procesados pueden contener niveles elevados de acrilamida, debido a la cantidad de Asparagina y Azucares reductores que pueden estar presentes en estos.
4. De las 217 muestras de papas tipo chips analizadas un total del 5% presentaron acrilamida, siendo la Marca Pringles las que presento cuatro muestras positivas, lo que representa un 1.84% de las muestras observadas.
5. Al analizar las 7 marcas de papas tipo chips, en todas las variedades seleccionados se determinó que las muestras de: Pringles, Lays, Zibbas y Ruffitas, siendo las Pringles en sabor crema y cebolla las que presentaron un pico en el rango de absorción característico al de la Acrilamida en la región de $3350-1650\text{ cm}^{-1}$ y en $1600-1650\text{ cm}^{-1}$, lo que

indica que el método permite identificar la Acrilamida en este tipo de productos.

6. Los resultados de la guía de observación utilizada en el Supermercado del área de Zacamil San Salvador, indica que las marcas de papas tipo chips que presentan mayor demanda por la población son: las Ruffitas, Papasitas y Sabrositas debido a su menor precio y su disponibilidad en el supermercado.

CAPITULO VII
RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES.

1. Validar el método de Espectroscopia Infrarroja para la identificación de acrilamida en el rango de $3350-3180\text{ cm}^{-1}$ y $1600-1650\text{ cm}^{-1}$, obteniendo picos característicos de los grupos funcionales de acrilamida que aparecen en esta región.
2. Que los fabricantes de las marcas de papas tipo chips deben realizar un mayor control de calidad en todos los ingredientes involucrados en la elaboración de estos para que puedan ser inocuas a los consumidores asegurando de esta manera la salud de la población.
3. Asegurar que las rodajas de papas a freír contengan una cantidad de agua superior a 10% para poder reducir el nivel de acrilamida formada durante el proceso de fritura en profundidad al momento de ingresar el aceite caliente ya que por debajo de este valor, se inicia la formación de acrilamida.
4. Realizar un estudio previo al equipo para verificar las condiciones apropiadas; así como también los reactivos a utilizar y su certificado de calidad para obtener resultados confiables.
5. Al Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN) que conforme un comité para elaborar una normativa que incluya la acrilamida y sus respectivos límites pertinentes en los productos alimenticios que son sometidos a procesos que llevan elevadas temperaturas, así como exigir la realización de la determinación de Acrilamida para que estos sean seguros para los consumidores.

6. Ampliar esta investigación a otro tipo de productos alimenticios. El consumo de papas tipo chips es cada vez más frecuente como lo es el pan tostado, café, galletas etc.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arribas I, G. (2013). análisis, inhibición e ingesta de nuevos contaminantes químicos de procesado en alimentos. [Consultado 15 Abril de 2014].[On line] Disponible en: <http://eprints.ucm.es/22281/1/t34594.pdf>.
2. Bruno, E y E. López ,C (2012).Adecuación del Método de Espectroscopia infrarroja en la identificación de grasas trans en margarina.
3. Beltrán, M. y Marcilla. A. Código de prácticas para reducir el contenido de acrilamida en los alimentos. (2009).[Consultado 10 mayo de 2014].[On line].Disponible en:<http://www.codexalimentarius.org/standards/listostandards/es/?provide=standards&orderfield=fullreferen>.
4. Guyton, Arthur C y Hall, John E. (2001). *tratado de fisiología médica*. México: McGraw-Hill interamericana.
5. Kuma, V; Abbas, A. K; Fausto, N y Aster, J.C. (2010). *Patología Estructural y Funcional*. España: Elsevier
6. Lorenzo, P; Moreno, A; Leza, J.C; liza soain, I y Moro, M.A. (2005). *Velásquez Farmacología Básica y Clínica*. España: Médica Interamericana, s.a.
7. Martin, salomón. (2008). *Biología*. México: McGraw-Hill Interamericana.

8. M. Serrano, I. (2013). El riesgo de cocinar a temperaturas altas.[Consultado 3 Mayo de 2014].[On line] Disponible: <http://www.laprensagrafica.com/2013/12/07/el-riesgo-de-cocinar-a-temperaturas-altas>.

9. Masson, I. (2002). acrilamida en patatas fritas: revisión actualizada”. [Consultado 3 Abril de 2014]. [On line].Disponible: http://www.captura.uchile.cl/bitstream/handle/2250/6054/masson_lilia.pdfde Massonsalaué - 2007.

10. Morrinson, R.T y Robert N, B. (1983). Química Orgánica. e.u.a: Fondo Educativo Interamericano.

11. Neurotoxicidad: Agentes Neurotóxicos. (1998). [Consultado 3 Abril de 2014]. [On line]. Disponible: http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/documentacion/fichastecnicas/ntp/ficheros/401a500/ntp_487.pdf

12. Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias comité del codex sobre aditivos alimentarios y contaminantes de los alimentos. (2003).[Consultado 2 Mayo de 2014] .[On line]. Disponible : http://www.google.com/sv/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ccgqfjaa&url=http%3a%2f%2fwww.codexalimentarius.org%2finput%2fdownload%2freport%2f657%2ffa38_01s.pdf&ei=qr5du6eigppfsatg9idocq&usq=afqjcnhdvmi7xkiwyubeha-aqw0er1zulg&sig2=-ybsag-mb3hmqwqrrgwzq&bvm=bv.65397613,d.cwc

13. Valenzuela Báez, R y Ronco Macchieavello, A. M. (2007). acrilamida en los alimentos. [Consultado 15 Abril de 2014]. .[On line]. Disponible :http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0717-75182007000100001.

GLOSARIO

Acción genotóxicas: Son anomalías cromosómicas, micronúcleos, intercambios entre Cromátida hermanas, poliploidía, aneuploidía y otras alteraciones mitóticas (p.ej., mitosis c) en células de mamíferos y en ausencia de activación metabólica (13).

Aminoácido: orgánico que contiene un grupo amino (-NH₂) y un grupo carboxilo (-COOH); se puede unir mediante puentes peptídicos para formar una cadena peptídica (7).

Anabolismo: Engloba a las diversas rutas metabólicas en las cuales se sintetizan moléculas complejas a partir de sustancias sencillas como la unión de aminoácidos para formar proteína (7).

Aneuploidía: son las anomalías causadas por la presencia de un único cromosoma extra o la ausencia de un cromosoma (7).

Azúcar Reductor: son todos los monosacáridos, sean aldosas o cetosas, son azúcares reductores, como lo son también la mayoría de disacáridos, siendo una excepción importante la sacarosa (azúcar de mesa), que no es reducida (10).

Catabolismo: incluye las rutas en las que se degrada moléculas grandes en otras más pequeñas, como la degradación de almidón para formar monosacáridos (7).

Carcinógeno: agente que provoca cáncer o acelera su desarrollo (13).

Carácter anfipático: tienen una parte hidrófila (polar) y otra lipófila (apolar), de esta característica deriva sus más importantes funciones, que es la estructural, al ser el componente principal de las membranas celulares (7).

Cromátida: cada una de las mitades idénticas de un cromosoma duplicado; las dos cromátidas se denominan cromátidas hermanas (7).

Citocromo p450: Este sistema comprende un grupo de enzimas o isoenzimas relacionadas que se localizan principalmente en la fracción microsomal hepática correspondiente a las membranas del retículo endoplasmático liso (6).

Glicidamida: Es un epóxido químicamente reactivo que origina aductos de ADN y puede ser la sustancia directamente genotóxica (1).

Inocuidad Alimentaria: se puede entender como la implementación de medidas que reducen los riesgos provenientes de estresores tanto biológicos como químicos, tales como aditivos alimenticios, para proteger los consumidores de los peligros involuntarios.

Metabolismo: Es total de las transformaciones químicas que tienen lugar en un organismo, y que consisten en muchas series de reacciones o rutas que se entrecruzan y que se corresponden con dos tipos principales anabolismo y catabolismo (4).

Mutágeno: cualquier agente capaz de entrar a la célula y producir mutaciones (1).

Micronucleos: Uno o más núcleos más pequeños que, junto con los macronucleos, se encuentra en los ciliados. El micronucleo participa en la reproducción sexual (7).

Neurotoxicidad: es un término que hace referencia a aquellas alteraciones funcionales, estructurales y bioquímicas producidas en el Sistema Nervioso y que conllevan a la manifestación de diferentes clases de efectos adversos como consecuencia de una exposición a un producto químico (11).

Neuropatía: La neuropatía es la afección de algunos o todos los nervios periféricos que afectan a los axones, la vaina de mielina, o ambas. Se manifiestan por una combinación de signos y síntomas sensoriales, motoras y autonómicas (5).

Péptido: son aminas formadas por interacciones entre grupos amino y carboxilo de aminoácidos. En estos compuestos se acostumbra describir el grupo amida, $-NHCO-$, como la unión peptídica (7).

Poliploidia: Si la célula de un individuo poseen tres o más juegos de cromosomas (7).

Reacción de Maillard: condensación entre un grupo amino libre de un aminoácido, péptido o proteína y el grupo carbonilo de azúcares reductores o de lípidos oxidados. Posteriormente, y mediante una serie de reacciones complejas da lugar a los denominados, de manera genérica, productos de la reacción de Maillard (PRM) (1).

Seguridad alimentaria: es la existencia de condiciones que posibilitan a los seres humanos tener acceso físico, económico y de manera socialmente aceptable a una dieta segura, nutritiva y acorde con sus preferencias culturales, que les permita satisfacer sus necesidades alimentarias y vivir de una manera productiva y saludable.

ANEXOS

ANEXO N° 1

MAPA DE UBICACIÓN DEL CENTRO COMERCIAL EN MEJICANOS, SAN SALVADOR PARA LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.

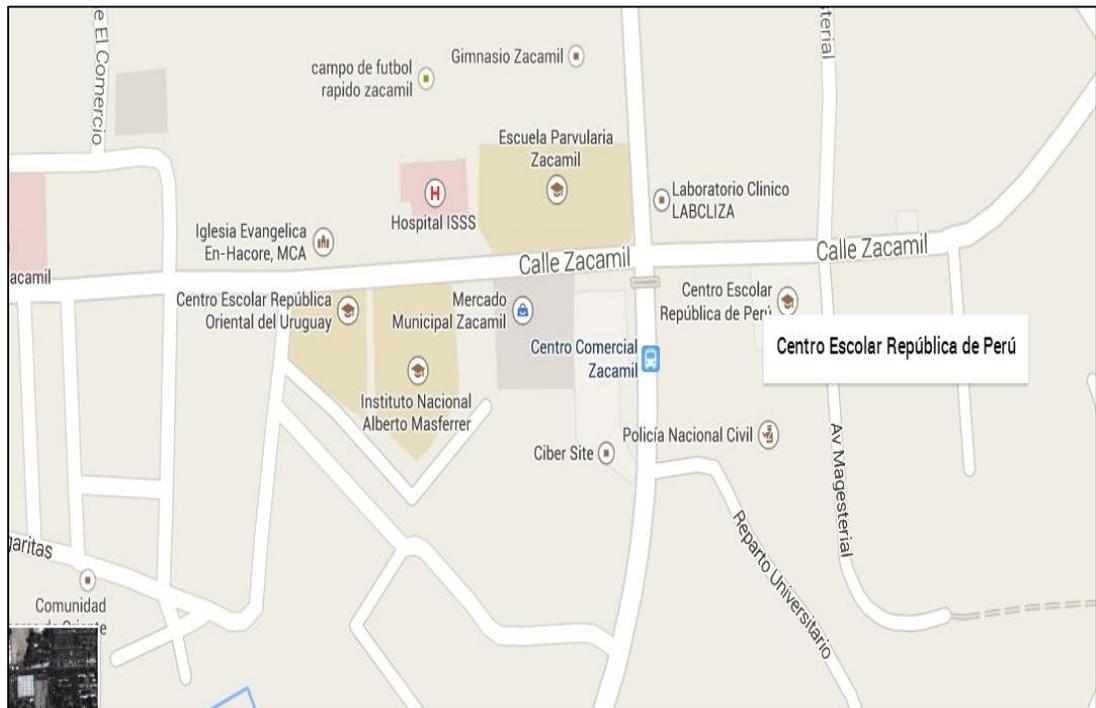


FIGURA N° 35. UBICACIÓN DEL CENTRO COMERCIAL ZACAMIL; DONDE SE ENCUENTRA EL SUPERMERCADO.

ANEXO N° 3

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE ESPECTROS INFRARROJOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ACRILAMIDA PARA MUESTRA (PAPAS TIPO CHIPS) Y ESTÁNDAR⁽¹⁾

1. Encender el espectrofotómetro IR y la computadora
2. Iniciar el programa IR-Solution.
3. Conectar el computador por medio del programa con el espectrofotómetro IR utilizando el comando "**Measure**", comando "**Admin**", Inicializar. Dejar un tiempo de equilibrio de 15 minutos.
4. Permitir que el programa registre las condiciones del equipo y que reconozca automáticamente el accesorio ATR.
5. Dejar correr un barrido de las condiciones iniciales del equipo con la unidad ATR armada sin muestra como sigue: utilizar el comando "**Measure**", y presionar "**BKG**" para obtener el espectro blanco (Background).
6. Tomar una cantidad del extracto de la muestra para comparar con un control positivo de acrilamida materia prima, con una pipeta y se coloca distribuida uniformemente en el cristal de la celda Unidad de Reflectancia Total Atenuada (ATR) del Equipo de Espectrofotometría Infrarroja.
7. Analizar la muestra presionando el comando "**Measure**", coleccionar la información de la muestra en el espacio "**coment**" y presionar "**Sample**" para obtener el espectro correspondiente para identificar la muestra de los 4000 a los 500 cm^{-1} .
8. Limpiar la celda con un pañuelo suave.
9. Comparar los espectros obtenidos con el estándar de trabajo.

ANEXO N° 4

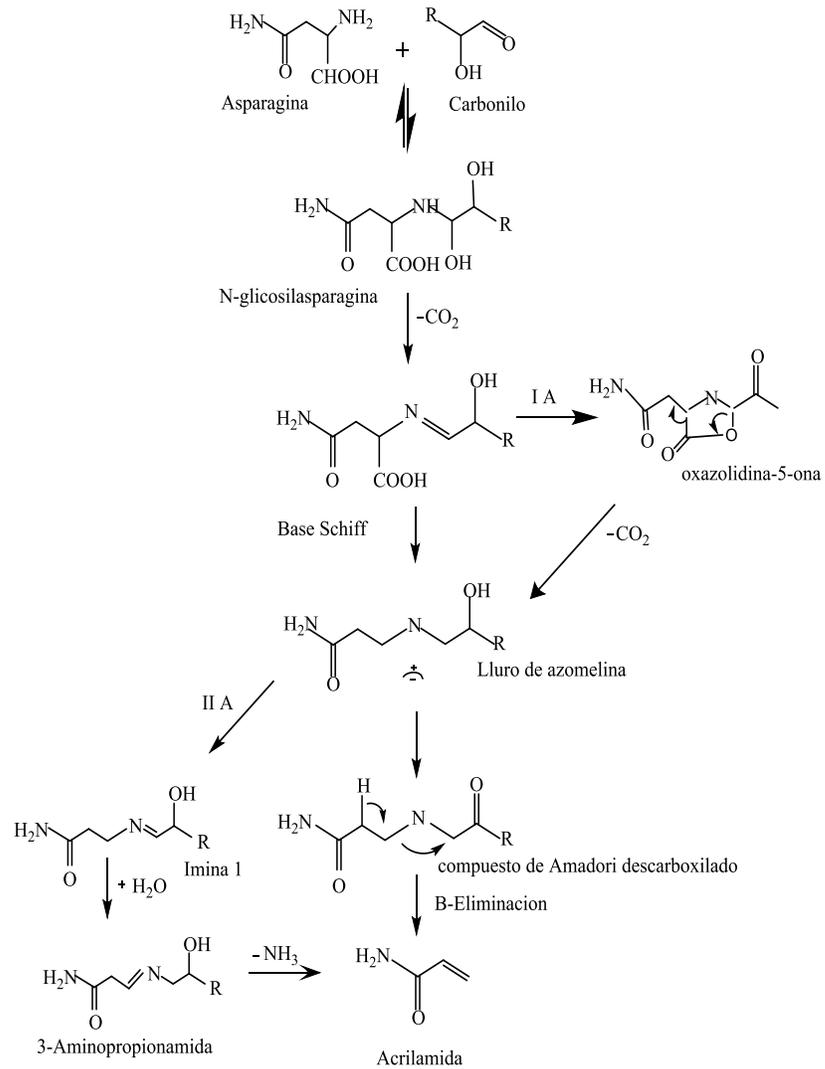


FIGURA N°2: MECANISMO DE FORMACIÓN DE ACRILAMIDA A PARTIR DE ASPARAGINA Y UN GRUPO CARBONILO A TRAVÉS DE LA RM (9)

ANEXO N° 5

Tabla N° 2: CANTIDADES MÁXIMAS Y MÍNIMAS PRESENTES EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS DERIVADAS DE LAS PAPAS ⁽³⁾

Grupo de alimentos/productos	Concentraciones de acrilamida (µg/kg)	
	Mínimo	Máximo
Papas fritas(redondas y crujientes)	170	2510
Papas(crudas)	<10	<50
Papas(cocidas)	<4	<50
Papas fritas(alargadas)	59	12800

ANEXO N° 6

TABLAN°9.ESPECIFICACIONESDELESPECTROFOTOMETRO

INFRARROJO SHIMADZU IRAFFINITY-1(1)

Característica	Observaciones
Interferómetro	Interferómetro de Michelson (ángulo de incidencia de 30 grados) Sistema avanzado de alineamiento dinámico Interferómetro sellado y secado con desecador automático
Divisor de radiación	Cubierta de Germanio y placa de KBr para región intermedia del IR (Standard)
Fuente	Fuente de Global (Cerámica) con enfriamiento de aire para la región intermedia/lejana del IR con 3 años de garantía (Standard)
Detector	Detector DLATGS con control de Temperatura para la región intermedia/lejana del IR (Standard)
Rango de números de onda	7,800 - 350 cm ⁻¹
Resolución	0.5, 1, 2, 4, 8, 16 cm ⁻¹ (Intermedio/lejano del IR) 2, 4, 8, 16 cm ⁻¹ (cercano del IR)
Razón S/N (señal/ruido)	40,000: 1 y mayores (pico-a-pico, resolución de 4 cm ⁻¹ , aprox. 2100 cm ⁻¹ , escaneo (barrido) de 1 minuto)
Sistema operativo	Microsoft Windows 2000/XP
Interface entre PC y FTIR	IEEE 1394
Monitoreo de hardware	Auto diagnóstico, Monitor de estado Programa de validación en cumplimiento conforme con la Farmacopea Japonesa , Farmacopea Europea, Normas ASTM
Procesamiento de datos	Adición, Multiplicación, conversión Abs a %T, normalización, corrección de línea base, conversión logarítmica, difuminado, derivación, corrección ATR, conversión Kubelka-Munk, análisis de Kramers-Kronig, conversión de numero de onda/longitud de onda, detección de pico, cálculo de área del pico, cálculo de espesor de película
Procesamiento cuantitativo	Curva de Calibración Multipunto con altura/área/radio o razón del pico, regresión multilinear (método MLR)
Búsqueda de espectro	Búsqueda de parámetros, Búsqueda, creación de Librería de espectros
Proceso de impresión	Generador de reportes
Software opcionales	Programación de Macro, cuantificación de PLS, curva adecuada, Presentación tridimensional con mapeo
Rastreo de Auditoria	Función de contenedor con almacenaje de interferograma / espectro de fondo (background), Historial de operación, Protección con clave de ingreso, Grabado Log, Conformidad con FDA CFR Part 11, firma electrónica
Detección de accesorios	Reconocimiento automático del accesorio instalado. Además configuración de parámetros de escaneo o barrido y corrida de programación con macro, Accesorios ATR; ATR-8000A, ATR-8200HA, MIRacle A, DuraSamplIR A, etc. Accesorios de reflectancia difusa; DRS-8000A, etc. Accesorios de reflectancia; SRM-8000A, RAS-8000A, etc.
Dimensiones	600 (W) x 680 (L) x 290 (H) mm

ANEXO N° 7

ESPECTROFOTOMETRO INFRARROJO



**FIGURA N° 24. ESPECTROFOTOMETRO INFRARROJO
IRAFFINITY-1 SHIMADZU**



**FIGURA N° 25. CELDA DE REFLECTANCIA TOTAL
ATENUADA EN LA QUE SE REALIZARON
LOS ANÁLISIS DE PAPAS TIPO CHIPS.**

ANEXO N° 8

IMÁGENES DE LAS MUESTRAS



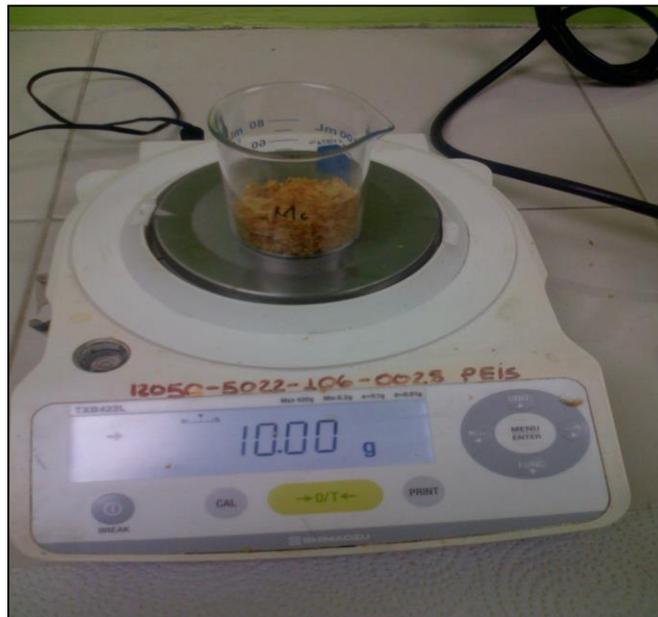
FIGURA N° 28. EMPAQUES DE LAS 7 MARCAS DE PAPAS TIPO CHIPS Y SUS PRESENTACIONES MÁS COMERCIALIZADAS.

ANEXO N° 9

IMÁGENES DEL PROCESO EXPERIMENTAL



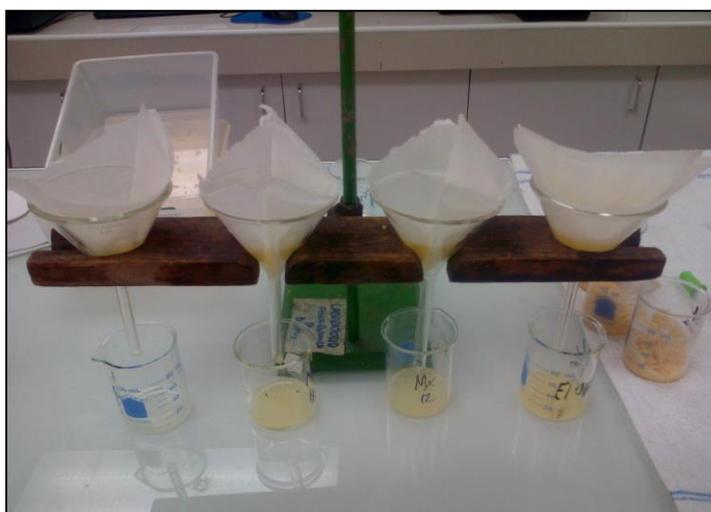
**FIGURA N° 29. MUESTRAS DE PAPAS TIPO CHIPS
PREVIOS A REALIZAR LA EXTRACCIÓN
DE ACRILAMIDA.**



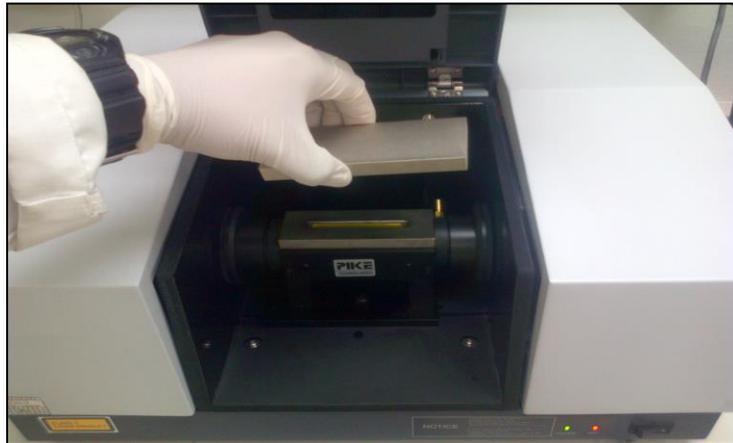
**FIGURA N°30. PESADO DE MUESTRA DE PAPA TIPO
CHIPS.**



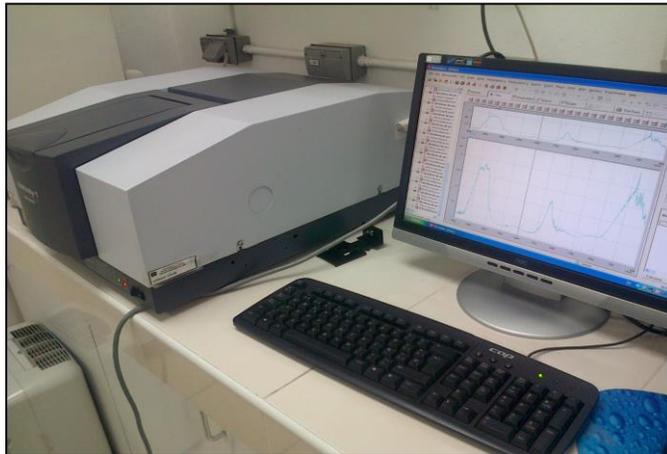
**FIGURA N° 31. TRITURACIÓN DE PAPAS TIPO CHIPS,
CON MORTERO Y PISTILO.**



**FIGURA N°32. EXTRACCIÓN DE ACRILAMIDA CON
AGUA DESTILADA CON PAPEL FILTRO
PORO N°40.**



**FIGURA N° 33. CELDA DE RELUCTANCIA TOTAL
ATENUADA CON MUESTRA PREVIA A
LA LECTURA.**



**FIGURA N° 34. LECTURA DE MUESTRA DE PAPA TIPO
CHIPS EN ESPECTROFOTÓMETRO
INFRARROJO SHIMADZU IR-AFFINITY-**

ANEXO N° 10

**RESULTADOS DE LOS 217 ANÁLISIS EN LAS DIFERENTES MARCAS Y
PRESENTACIONES DE PAPAS TIPO CHIPS.**

Tabla N° 9 Resultado en la identificación de acrilamida en los análisis de papas tipo chips marca Boca Deli.

N° MUESTRA	MARCA	NOMBRE PRODUCTO	PRESENTACIÓN	PROCEDENCIA	FECHA VENCIMIENTO	NÚMERO LOTE	(+/-)
1	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	27Tr	-
2	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	27Tr	-
3	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	27Tr	-
4	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	27Tr	-
5	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	27Tr	-
6	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	27Tr	-
7	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	27Tr	-
8	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	27Tr	-
9	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	27Tr	-
10	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	27Tr	-
11	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	27Tr	-
12	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	27Tr	-
13	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	27Tr	-
14	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
15	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
16	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
17	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
18	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-

Tabla N° 9 Continuación.

N° MUESTRA	MARCA	NOMBRE PRODUCTO	PRESENTACIÓN	PROCEDENCIA	FECHA VENCIMIENTO	NÚMERO LOTE	(+/-)
19	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
20	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
21	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
22	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
23	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
24	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
25	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
26	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
27	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
28	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
29	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
30	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-
31	Boca Deli	Papasitas	Originales con queso	El Salvador	20/12/2014	28Tr	-

Tabla N°10 Resultados en la identificación de acrilamida en los análisis de papas tipo chips marca Señorial.

N° MUESTRA	MARCA	NOMBRE PRODUCTO	PRESENTACIÓN	PROCEDENCIA	FECHA VENCIMIENTO	NÚMERO LOTE	RESULTADO (+/-)
1	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	+
2	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
3	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
4	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	+
5	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
6	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
7	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
8	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	+
9	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	+
10	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
11	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
12	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
13	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
14	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
15	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-

Tabla N°10 Continuación.

N° MUESTRA	MARCA	NOMBRE PRODUCTO	PRESENTACIÓN	PROCEDENCIA	FECHA VENCIMIENTO	NÚMERO LOTE	RESULTADO (+/-)
16	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
17	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
18	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
19	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
20	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
21	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
22	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
23	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
24	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
25	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
26	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
27	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
28	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
29	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
30	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-
31	Señorial	Ruffitas	Especies y Cebolla	Guatemala	18/10/14	16061436G	-

Tabla N°10 Resultados en la identificación de acrilamida en los análisis de papas tipo chips marca Sabritas.

N° MUESTRA	MARCA	NOMBRE PRODUCTO	PRESENTACIÓN	PROCEDENCIA	FECHA VENCIMIENTO	NÚMERO LOTE	RESULTADO (+/-)
1	Sabritas	Lays	Clásicas	México	19/10/14	R143030C038A	-
2	Sabritas	Lays	Clásicas	México	19/10/14	R143030C038A	-
3	Sabritas	Lays	Clásicas	México	19/10/14	R14320C065A	-
4	Sabritas	Lays	Clásicas	México	19/10/14	R14320C065A	-
5	Sabritas	Lays	Clásicas	México	19/10/14	R143030C067A	+
6	Sabritas	Lays	Clásicas	México	19/10/14	R143030C067A	-
7	Sabritas	Lays	Clásicas	México	19/10/14	R143020C066A	-
8	Sabritas	Lays	Clásicas	México	19/10/14	R143020C066A	-
9	Sabritas	Lays	Clásicas	México	19/10/14	R143030C068A	-
10	Sabritas	Lays	Clásicas	México	19/10/14	R143030C068A	-
11	Sabritas	Lays	Con Queso	México	19/10/14	R143020C065A	-
12	Sabritas	Lays	Con Queso	México	19/10/14	R143020C065A	-
13	Sabritas	Lays	Con Queso	México	03/10/14	R142850C0614	-
14	Sabritas	Lays	Con Queso	México	03/10/14	R142850C0614	-
15	Sabritas	Lays	Con Queso	México	05/10/14	R14850C04A	-
16	Sabritas	Lays	Con Queso	México	05/10/14	R14850C04A	-

17	Sabritas	Lays	Con Queso	México	05/10/14	R142800A064A	-
18	Sabritas	Lays	Con Queso	México	05/10/14	R142800A064A	-

Tabla N°10 Continuación.

N° MUESTRA	MARCA	NOMBRE PRODUCTO	PRESENTACIÓN	PROCEDENCIA	FECHA VENCIMIENTO	NÚMERO LOTE	RESULTADO (+/-)
19	Sabritas	Lays	Con Queso	México	05/10/14	R142850C062A	-
20	Sabritas	Lays	Con Queso	México	05/10/14	R142850C062A	-
21	Sabritas	Lays	Crema y Especies	México	19/10/14	R143516A065A	-
22	Sabritas	Lays	Crema y Especies	México	19/10/14	R143516A065A	-
23	Sabritas	Lays	Crema y Especies	México	19/10/14	R143010A065A	-
24	Sabritas	Lays	Crema y Especies	México	19/10/14	R143010A065A	-
25	Sabritas	Lays	Crema y Especies	México	12/10/14	R142810A066A	-
26	Sabritas	Lays	Crema y Especies	México	12/10/14	R142810A066A	-
27	Sabritas	Lays	Crema y Especies	México	12/10/14	R142810A066A	-
28	Sabritas	Lays	Crema y Especies	México	12/10/14	R142810A066A	-
29	Sabritas	Lays	Crema y Especies	México	23/11/14	R143510C0662A	-
30	Sabritas	Lays	Crema y Especies	México	23/11/14	R143510C0662A	-
31	Sabritas	Lays	Crema y Especies	México	23/10/14	R143510C061A	-

Tabla N°11 Resultados en la identificación de acrilamida en los análisis de papas tipo chips marca Pringles

N° MUESTRA	MARCA	NOMBRE PRODUCTO	PRESENTACIÓN	PROCEDENCIA	FECHA VENCIMIENTO	NÚMERO LOTE	RESULTADO (+/-)
1	Pringles	Pringles	Clásicas	USA	24/03/15	40831474C1222	-
2	Pringles	Pringles	Clásicas	USA	24/03/15	40831474C1222	-
3	Pringles	Pringles	Clásicas	USA	24/03/14	4083K74C1223	-
4	Pringles	Pringles	Clásicas	USA	24/03/14	4083K74C1223	-
5	Pringles	Pringles	Clásicas	USA	24/03/14	40831K74C1221	-
6	Pringles	Pringles	Clásicas	USA	24/03/14	40831K74C1221	-
7	Pringles	Pringles	Clásicas	USA	24/03/14	40831K74C1223	-
8	Pringles	Pringles	Clásicas	USA	24/03/14	40831K74C1223	-
9	Pringles	Pringles	Clásicas	USA	24/03/14	40831K74C1224	-
10	Pringles	Pringles	Clásicas	USA	24/03/14	40831K74C1224	-
11	Pringles	Pringles	Clásicas	USA	24/03/14	4080K74C2226	-
12	Pringles	Pringles	Crema y Cebolla	USA	24/03/14	4080K74C2226	-
13	Pringles	Pringles	Crema y Cebolla	USA	21/03/14	4080KT4B2228	-
14	Pringles	Pringles	Crema y Cebolla	USA	21/03/14	4080KT4B2228	-
15	Pringles	Pringles	Crema y Cebolla	USA	21/03/14	4080KT4B2228	-
16	Pringles	Pringles	Crema y Cebolla	USA	21/03/14	4080KT4B2228	-
17	Pringles	Pringles	Crema y Cebolla	USA	21/03/14	4080KT4C2227	-
18	Pringles	Pringles	Crema y Cebolla	USA	21/03/14	4080KT4C2227	-
19	Pringles	Pringles	Crema y Cebolla	USA	21/03/14	4080KT4C2226	-

Tabla N°11 Continuación.

N° MUESTRA	MARCA	NOMBRE PRODUCTO	PRESENTACIÓN	PROCEDENCIA	FECHA VENCIMIENTO	NÚMERO LOTE	RESULTADO (+/-)
20	Pringles	Pringles	Crema y Cebolla	USA	21/03/14	4080KT4C2226	-
21	Pringles	Pringles	Crema y Cebolla	USA	21/03/14	4080KT4B2226	-
22	Pringles	Pringles	Con Queso	USA	21/03/14	4080KT4B2226	-
23	Pringles	Pringles	Con Queso	USA	21/03/14	4080KT4B2229	-
24	Pringles	Pringles	Con Queso	USA	21/03/14	4080KT4B2229	-
25	Pringles	Pringles	Con Queso	USA	21/03/14	4080KT4B2227	-
26	Pringles	Pringles	Con Queso	USA	21/03/14	4080KT4B2227	-
27	Pringles	Pringles	Con Queso	USA	21/03/14	4080KT4B2222	-
28	Pringles	Pringles	Con Queso	USA	21/03/14	4080KT4B2222	-
29	Pringles	Pringles	Con Queso	USA	21/03/14	4080KT4B2228	-
30	Pringles	Pringles	Con Queso	USA	21/03/14	4080KT4B2228	-
31	Pringles	Pringles	Con Queso	USA	05/15	4045KT100446	-

Tabla N°12 Resultados en la identificación de acrilamida en los análisis de papas tipo chips marca Yummies.

N° MUESTRA	MARCA	NOMBRE DEL PRODUCTO	PRESENTACIÓN	PROCEDENCIA	FECHA DE VENCIMIENTO	NÚMERO DE LOTE	RESULTADO (+/-)
1	Yummies	Zibbas	Clásicas	Honduras	14/12/14	71B	-
2	Yummies	Zibbas	Clásicas	Honduras	14/12/14	71B	-
3	Yummies	Zibbas	Clásicas	Honduras	14/12/14	71B	-
4	Yummies	Zibbas	Clasicas	Honduras	14/12/14	71B	-
5	Yummies	Zibbas	Clasicas	Honduras	14/12/14	71B	-
6	Yummies	Zibbas	Clasicas	Honduras	14/12/14	71B	-
7	Yummies	Zibbas	Clasicas	Honduras	14/12/14	71B	-
8	Yummies	Zibbas	Clasicas	Honduras	14/12/14	71B	-
9	Yummies	Zibbas	Clasicas	Honduras	14/12/14	71B	-
10	Yummies	Zibbas	Clasicas	Honduras	14/12/14	71B	-
11	Yummies	Zibbas	Cremas y Especies	Honduras	14/12/14	71B	-
12	Yummies	Zibbas	Cremas y Especies	Honduras	14/12/14	71B	-
13	Yummies	Zibbas	Cremas y Especies	Honduras	14/12/14	71B	-
14	Yummies	Zibbas	Cremas y Especies	Honduras	14/12/14	71B	+
15	Yummies	Zibbas	Cremas y Especies	Honduras	14/12/14	71B	-
16	Yummies	Zibbas	Cremas y Especies	Honduras	14/12/14	71B	-
17	Yummies	Zibbas	Cremas y Especies	Honduras	14/12/14	71B	-
18	Yummies	Zibbas	Cremas y Especies	Honduras	14/12/14	71B	-

Tabla N°12 Continuación.

N° MUESTRA	FABRICANTE	NOMBRE PRODUCTO	PRESENTACIÓN	PROCEDENCIA	FECHA VENCIMIENTO	NÚMERO LOTE	RESULTADO (+/-)
19	Yummies	Zibbas	Creimas y Especies	Honduras	14/12/14	71B	-
20	Yummies	Zibbas	Creimas y Especies	Honduras	14/12/14	71B	-
21	Yummies	Zibbas	Con Queso	Honduras	14/12/14	71B	+
22	Yummies	Zibbas	Con Queso	Honduras	14/12/14	71B	-
23	Yummies	Zibbas	Con Queso	Honduras	14/12/14	71B	+
24	Yummies	Zibbas	Con Queso	Honduras	14/12/14	71B	+
25	Yummies	Zibbas	Con Queso	Honduras	14/12/14	71B	+
26	Yummies	Zibbas	Con Queso	Honduras	14/12/14	71B	-
27	Yummies	Zibbas	Con Queso	Honduras	14/12/14	71B	+
28	Yummies	Zibbas	Con Queso	Honduras	14/12/14	71B	-
29	Yummies	Zibbas	Con Queso	Honduras	14/12/14	71B	-
30	Yummies	Zibbas	Con Queso	Honduras	14/12/14	71B	+
31	Yummies	Zibbas	Con Queso	Honduras	14/12/14	71B	+

Tabla N°13 Resultados en la identificación de acrilamida en los análisis de papas tipo chips marca CYP

N° MUESTRA	MARCA	NOMBRE PRODUCTO	PRESENTACIÓN	PROCEDENCIA	FECHA VENCIMIENTO	NÚMERO LOTE	RESULTADO (+/-)
1	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
2	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
3	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
4	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
5	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
6	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
7	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
8	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
9	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
10	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
11	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
12	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
13	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
14	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
15	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	+
16	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
17	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
18	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
19	CYP	Sabrositas	Clasicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-

Tabla N°13 Continuación.

N° MUESTRA	MARCA	NOMBRE PRODUCTO	PRESENTACIÓN	PROCEDENCIA	FECHA VENCIMIENTO	NÚMERO LOTE	RESULTADO (+/-)
20	CYP	Sabrositas	Clásicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
21	CYP	Sabrositas	Clásicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
22	CYP	Sabrositas	Clásicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
23	CYP	Sabrositas	Clásicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
24	CYP	Sabrositas	Clásicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
25	CYP	Sabrositas	Clásicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
26	CYP	Sabrositas	Clásicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
27	CYP	Sabrositas	Clásicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
28	CYP	Sabrositas	Clásicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
29	CYP	Sabrositas	Clásicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
30	CYP	Sabrositas	Clásicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-
31	CYP	Sabrositas	Clásicas	Guatemala	17/12/2014	2062014	-

Tabla N°14 Resultados en la identificación de acrilamida en los análisis de papas tipo chips marca CYP

N° MUESTRA	MARCA	NOMBRE PRODUCTO	PRESENTACIÓN	PROCEDENCIA	FECHA VENCIMIENTO	NÚMERO LOTE	RESULTADO (+/-)
1	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
2	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
3	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
4	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
5	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
6	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
7	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
8	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
9	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
10	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
11	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
12	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
13	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
14	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
15	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
16	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
17	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
18	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
19	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-

Tabla N°14 Continuación.

N° MUESTRA	MARCA	NOMBRE PRODUCTO	PRESENTACIÓN	PROCEDENCIA	FECHA VENCIMIENTO	NÚMERO LOTE	RESULTADO (+/-)
20	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
21	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
22	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
23	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
24	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
25	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
26	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
27	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
28	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
29	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
30	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-
31	CYP	Papalinas	Con Queso	Guatemala	22/12/2014	2062014	-

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

7.0 RECOMENDACIONES.

7. Validar el método de Espectroscopia Infrarroja para la identificación de acrilamida en el rango de $3350-3180\text{ cm}^{-1}$ y $1600-1650\text{ cm}^{-1}$, obteniendo picos característicos de los grupos funcionales de acrilamida que aparecen en esta región.
8. Que los fabricantes de las marcas de papas tipo chips deben realizar un mayor control de calidad en todos los ingredientes involucrados en la

elaboración de estos para que puedan ser inocuas a los consumidores asegurando de esta manera la salud de la población.

9. Asegurar que las rodajas de papas a freír contengan una cantidad de agua superior a 10% para poder reducir el nivel de acrilamida formada durante el proceso de fritura en profundidad al momento de ingresar el aceite caliente ya que por debajo de este valor, se inicia la formación de acrilamida.
10. Realizar un estudio previo al equipo para verificar las condiciones apropiadas; así como también los reactivos a utilizar y su certificado de calidad para obtener resultados confiables.
11. Al Organismo Salvadoreño de Normalización (OSN) que conforme un comité para elaborar una normativa que incluya la acrilamida y sus respectivos límites pertinentes en los productos alimenticios que son sometidos a procesos que llevan elevadas temperaturas, así como exigir la realización de la determinación de Acrilamida para que estos sean seguros para los consumidores.
12. Ampliar esta investigación a otro tipo de productos alimenticios El consumo de papas tipo chips es cada vez más frecuente como lo es el pan tostado, café, galletas etc.

