

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

Departamento de Ingeniería en Ciencias de Alimentos



**DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ANALÍTICOS PARA LA
CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL DE SALSAS KÉTCUP EN EL MERCADO
NACIONAL**

Trabajo de graduación presentado por
Kelvin Méndez Ortiz

para optar el grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencias de Alimentos

Guatemala

2011

**Determinación de parámetros analíticos para la caracterización
del perfil de salsas kétchup en el mercado nacional**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

Departamento de Ingeniería en Ciencias de Alimentos



**DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ANALÍTICOS PARA LA
CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL DE SALSAS KÉTCUP EN EL MERCADO
NACIONAL**

Trabajo de graduación presentado por

Kelvin Méndez Ortiz

para optar el grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencias de Alimentos

Guatemala

2011

Vo. Bo.:

Ana Silvia Colmenares de Ruiz

Lic. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

Tribunal examinador:

Ana Silvia Colmenares de Ruiz

Lic. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

Maynor Alfredo Ordoñez

Lic. Maynor Alfredo Ordoñez

Ana Luisa de Montenegro

Lic. Ana Luisa de Montenegro

Fecha de aprobación: Guatemala, 06 de diciembre de 2011.

PREFACIO

La realización de este trabajo de graduación fue producto de una idea que se gestó a principios del año 2011 al detectar la necesidad de contar con una serie de parámetros analíticos cuantificables que puedan servir para dar rangos estimados de concentraciones de algunos compuestos como licopeno y minerales presentes en las salsas de tomate ketchup y de esta manera poder diferenciarlas de imitaciones de salsas ketchup que circulan en el mercado nacional. Así mismo, este trabajo de graduación buscó dar un primer paso y ser la base para que en un futuro, la comercialización de salsas de tomate ketchup en el mercado nacional sea regulada de una mejor forma en base a parámetros analíticos cuantificables.

Este trabajo de graduación es resultado del esfuerzo y apoyo de muchas personas e instituciones. Así pues quisiera agradecer primero que todo a Dios por darme la bendición de poder culminar con éxito esta etapa de mi vida, por estar conmigo siempre y darme fuerzas para seguir adelante. A la Universidad del Valle de Guatemala por brindarme las herramientas necesarias para realizar este estudio. Un agradecimiento muy especial a la Lic. Ana Luisa Mendizábal de Montenegro por su gran ayuda y asesoramiento en la realización de los análisis. A la Lic. Ana Luisa Colmenares de Ruiz por su apoyo incondicional y por confiarme la realización de este proyecto. También a la amable y desinteresada colaboración de los miembros del equipo del Centro de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Alimentos, especialmente a la Ingeniería Brenda Rodas y don Carlitos por la enseñanza de las metodologías y preparación de muestras.

A mi madre, Celeste Ligia Ortiz Martínez, quien sin su apoyo y ayuda incondicional no hubiera podido llegar a este punto de mi vida. Las palabras se quedan cortas para expresarte mi agradecimiento.

Agradezco al tribunal examinador: Lic. Ana Silvia Colmenares de Ruiz, Lic. Patricia Palacios de Palomo y Lic. Ana Luisa de Montenegro por confiar en este proyecto de investigación y autorizar la realización y presentación del mismo.

Por último, a mi familia, amigos/as y colegas por acompañarme este tiempo y compartir conmigo todo el proceso de mi formación profesional. Y a Gaby por estar conmigo en los buenos y malos momentos y compartir estos logros.

ÍNDICE

	Página
LISTADO DE CUADROS.....	ix
LISTADO DE FIGURAS Y DIAGRAMAS.....	X
RESUMEN.....	xii
CAPÍTULOS	
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. ANTECEDENTES.....	02
III. MARCO TEÓRICO	
a. Tomate.....	06
b. Salsa de tomate ketchup.....	10
c. Licopeno.....	12
d. β -carotenos.	13
e. Extracción de licopeno.....	14
f. Salsas de tomate ketchup en el mercado nacional.....	14
IV. JUSTIFICACIÓN	18
V. OJETIVOS	
1. GENERAL.....	20
2. ESPECÍFICOS.....	20

VI. METODOLOGÍA	
1. Recolección y clasificación de las muestras.....	21
2. Determinación del color – Colorímetro Hunter lab.....	21
3. Determinación de la consistencia en las salsas ketchup.....	21
4. Determinación de acidez y pH en las salsas ketchup.....	22
5. Determinación de °Brix en las salsa ketchup.....	24
6. Extracción de licopeno y β-caroteno.....	25
7. Determinación de minerales K ⁺ , Mg ⁺ , Ca ²⁺	25
VII. RESULTADOS	
1. Consistencia.....	27
2. Acidez.....	28
3. Sólidos Solubles.....	29
4. Color.....	30
5. Minerales.....	31
6. Presencia/ausencia de licopeno y β-caroteno.....	34
VIII. DISCUSIÓN.....	39
IX. CONCLUSIONES.....	51
X. RECOMENDACIONES.....	53
XI. BIBLIOGRAFÍA.....	54
XII. ANEXOS.....	57

LISTADO DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Composición natural del tomate fresco.....	09
2.	Proceso de elaboración de salsa kétchup.....	11
3.	Marcas de kétchup en el mercado nacional.....	15
4.	Determinación de la consistencia de las salsas kétchup.....	27
5.	Análisis estadístico para la determinación de consistencia de las muestras de kétchup.....	27
6.	Determinación de pH de las salsas kétchup.....	28
7.	Determinación de la acidez titulable en las salsas kétchup.....	28
8.	Determinación de los sólidos solubles presentes en las muestras de salsa kétchup.....	29
9.	Análisis estadístico para la determinación de sólidos solubles de las muestras de kétchup.....	29
10.	Parámetros de color en las muestras de kétchup.....	30
11.	Cuantificación del Calcio presente en las muestras de kétchup.....	31
12.	Análisis estadístico para la cuantificación de calcio en las muestras de kétchup.....	31
13.	Cuantificación del Magnesio presente en las muestras de kétchup.....	32
14.	Análisis estadístico para la cuantificación de Magnesio en las muestras de kétchup.....	32
15.	Cuantificación del Potasio presente en las muestras de kétchup.....	33
16.	Análisis estadístico para la cuantificación de Potasio en las muestras de kétchup.....	33
17.	Resumen de resultados.....	38
18.	Ingredientes presentes en las etiquetas de las kétchup analizadas.....	57

LISTADO DE FIGURAS Y DIAGRAMAS

Fig./Imagen		Página
1.	Estructura molecular del all-trans licopeno.....	12
2.	Estructura molecular del β -caroteno.....	13
3.	Participación de mercado de salsas de tomate ketchup, año 2003.....	16
4.	Importaciones de salsas desde 1999 hasta 2002 en dólares.....	16
5.	Importaciones de salsa de tomate por país de origen.....	17
6.	Espectro de absorción para el color en las diferentes muestras de ketchup.....	30
7.	Espectro de absorbancia en estándares de β -caroteno y de licopeno..	34
8.	Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno en la muestra A.....	35
9.	Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno en la muestra B.....	35
10.	Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno en la muestra C.....	35
11.	Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno en la muestra D.....	35
12.	Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno en la muestra E.....	36
13.	Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno en la muestra F.....	36
14.	Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno en la muestra G.....	36

15.	Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno en la muestra H.....	36
16.	Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno en la muestra I.....	37
17.	Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno en la muestra J.....	37
18.	Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno en la muestra K.....	37
19.	Espectro superpuesto de todas las muestras de kétchup.....	37

RESUMEN

Este trabajo de graduación tuvo como fin determinar parámetros analíticos para la caracterización del perfil de salsas kétchup en el mercado nacional. Para ello se midieron ciertos parámetros fisicoquímicos como pH, acidez, consistencia, °Brix y color así como se identificó la presencia de algunos de los componentes más importantes en las salsas comerciales de kétchup como los son el licopeno, β -carotenos, y minerales. Con base en ello se diferenció cuáles son las marcas de salsa kétchup que si están hechas a base de pulpa de tomate y cuáles son las que no están hechas a base de tomate. Así mismo, este trabajo de graduación buscó dar un primer paso y ser la base para que en un futuro, la comercialización de salsas de tomate kétchup en el mercado nacional sea regulada de una mejor forma de acuerdo a parámetros analíticos cuantificables.

Con base a las pruebas realizadas se encontró que las muestras C, D, E, G, H, I y J sí contienen tomate dentro de su composición y todas son salsas kétchup de buena calidad según los parámetros fisicoquímicos estudiados. Por otro lado se encontró que las marcas A, B, F y K no demuestran la presencia de tomate como materia prima siendo estas salsas kétchup de baja calidad. Los parámetros fisicoquímicos ayudaron a respaldar esta aseveración.

Los parámetros fisicoquímicos de pH, consistencia, acidez, sólidos solubles, color y minerales vienen a ser excelentes indicadores que acompañados con la identificación de licopeno y β -caroteno aseguraron la caracterización del perfil de las salsas kétchup en general.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) es uno de los vegetales más populares y ampliamente cultivados en el mundo. Actualmente es consumido en la dieta de diversas culturas, ocupando un importante lugar en el consumo mundial de productos hortícolas (Madhavi y salunkhe, 1998).

Yeung (2001) sostiene que el tomate es saludable por varias razones: es bajo en grasas, calorías y libre de colesterol; es una buena fuente de fibra y proteína, además son ricos en vitamina A y C, β -caroteno, potasio así como en el antioxidante licopeno. Un tomate mediano provee casi la mitad de los requerimientos diarios de vitamina C por adulto.

En Guatemala, el tomate maduro se consume fresco y en preparación de comidas, pero la industria también lo utiliza en la manufactura de productos procesados como puré, pasta, ketchup, salsas, sopas, aderezos y enlatados. En este sentido, se tiene que solo una pequeña cantidad de tomate se consume fresco, mientras que la mayoría del tomate que se ingiere es procesado de diferentes formas, principalmente salsas. (Re y Col's, 2002)

En la actualidad, la salsa de tomate ketchup se ha convertido en un aderezo que no puede faltar en la mesa de los guatemaltecos. Es por ello que se ve en la necesidad de proporcionar una serie de parámetros fisicoquímicos y parámetros analíticos cuantificables que puedan servir como patrón para la caracterización del perfil de la salsa ketchup a nivel nacional.

Se analizaron 11 marcas de salsas ketchup las cuales están disponibles en los puntos de venta a nivel nacional. Entre los parámetros fisicoquímicos que se evaluaron para elaborar el perfil de las salsas ketchup está el pH, acidez, consistencia, °Brix y color. Por otro lado se cuantificaron algunos de los componentes moleculares más importantes de las salsas ketchup como lo son minerales de magnesio, potasio y calcio, licopeno y β -caroteno

II. ANTECEDENTES

La evaluación de la autenticidad y calidad de un alimento es usualmente dada por una serie de análisis como un indicador químico específico, en la mayoría se aplica al contenido de la principal materia prima que se declara en el producto, en el caso de las salsas ketchup es el tomate.

Entre los indicadores más importantes de autenticidad y calidad de salsas de tomate ketchup puede estar el licopeno, β -carotenos, ácido glutámico, ácido cítrico, ácido málico, iones minerales de K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} y el número de formol (Lehkoživová *et al*, 2009). Algunos de estos indicadores pueden ir cambiando durante la producción y la distribución (Soukupova *et al*, 2004).

Según Clinton (1998), el contenido de licopeno de los tomates puede variar significativamente con la maduración y en las diferentes variedades de tomate. Las concentraciones de licopeno en las cepas muy rojas se aproximan a 50 mg/kg comparados con solo 5 mg/kg en las variedades amarillas. Parece ser que el licopeno es relativamente estable durante el procesamiento y cocción de los alimentos. En variedades comunes de tomate, la concentración de licopeno está entre 3 a 12.2 mg/100 g de la fruta madura (Martinez-Valverde, 2002; Tonucci *et al.*, 1995; Kachik *et al*, 1992).

Arias (2000) analizaron el contenido de licopeno en tomates provenientes de cultivos hidropónicos en diferentes etapas de maduración. Encontró para la etapa verde un promedio de 0.116 mg/100 g, 1.445 mg/100 g para la etapa amarilla; 3.406 mg/100 g para la etapa naranja, 4.95 mg/100 g para la etapa ligeramente roja y por último 12.2 mg/100 g para la etapa de maduración la cual presentaba un color rojo intenso.

Muchos autores han reportado que la concentración de licopeno en salsas de tomate concentradas como pastas o ketchup tienen un porcentaje de este compuesto mucho mayor que en tomate fresco.

Lugasi (2003) realizó una cuantificación de licopeno en diferentes subproductos de consumo diario como por ejemplo tomate fresco, tomate seco, tomate concentrado, jugo de tomate, ketchup, salsa para espagueti, salsas barbacoa, sopa de tomate en polvo, puré de tomate, etc. Este autor reportó que el contenido de licopeno en tomate fresco estuvo entre 0.85 mg/100 g á 13.6 mg/100 g siendo estos los que poseían la menor cantidad. Productos como salsas y jugos presentaron moderados contenidos de licopeno estando entre 9.3 mg/100 g á 18 mg/100 g. Aderezos como ketchup y salsa barbacoa tuvieron contenido entre moderados y altos (11.9 á 26.2) mg/100 g. Alimentos instantáneos que contenían tomate en polvo tuvieron los más altos contenidos de licopeno los cuales estuvieron desde 5.6 mg/100 g á 35.9 mg/100 g.

Sharoba *et al* (2005) reportó los niveles de licopeno de diferentes marcas de salsa de tomate ketchup consumidas en países de Alemania. La cantidad de licopeno reportadas fueron las siguientes: La marca Lidl tuvo 8.9723 mg/100g; Kraft 7.710 mg/100g; Werder 9.137 mg/100g; Heinz 7.013 mg/100g; Reichelt 8.219 mg/100g; American Egypt 11.169 mg/100g y Heinz egypt 11.169 mg/100g.

La comercialización de los productos del tomate también está influenciada por el color el cual tiene una influencia fuerte en el comportamiento de compra del consumidor. En el caso de los tomates y de los productos del tomate, el color sirve como medida de calidad total del mismo. El color en el tomate se debe a la presencia de carotenoides. El licopeno es el principal carotenoide abarcando cerca del 83% del pigmento total presente junto con el β -caroteno que representa un rango de (3 - 7) % del total. La cantidad de carotenoides en productos del tomate es dependiente en la variedad del tomate, las condiciones de crecimiento, el tiempo y la temperatura del proceso (Hayes y otros. 1998, Thakur y otros. 1996). El color puede servir como un indicador de frescura ya que el extenso procesamiento a menudo va de la mano con el deterioro del color de la ketchup. A manera que el color en el producto final no se vea afectado el procesamiento debe ser reducido al mínimo, así como también el almacenamiento a altas temperaturas, la exposición a la luz solar y el envasado en recipientes de baja

permeabilidad al oxígeno. La relación de los parámetros de color a/b se utiliza como una especificación de calidad para productos derivados del tomate. Los valores iguales o mayores a 1.9 son indicadores de un excelente color mientras que los valores menores a 1.8 son considerados como un indicador de color inaceptable. (Barreiro *et al.* 1997).

Jarmila Lehkoživová (2009) reportó que, de 25 muestras analizadas, de salsa de tomate ketchup, solamente cuatro tuvieron valores menores a 1.8 en la relación a/b. Estos valores fueron de 1.6, 1.7, 1.6 y 1.6. Debido a esto reportó que estas salsas ketchup tenían un baja calidad en cuanto a color se refiere.

El pH y la acidez también son factores importantes que influencia la calidad de la salsa de tomate ketchup. Según Rani y Baning (1987), encontraron que los valores de pH para las salsas de tomate ketchup están entre 3.55 á 3.87. Porretta y Birzi (1995) reportó que los pH para las salsas de tomate ketchup estaban entre 3.76 y 3.78. Según la Norma Coguanor 34 005 el porcentaje de acidez en las salsas ketchup debe de tener un mínimo de 1% y un máximo de 2%.

Otro factor de calidad de las salsas ketchup es la consistencia que estas poseen. Según la norma Coguanor 34 005 para el regulamiento de la producción de salsas ketchup en Guatemala, se establece que para que una salsa ketchup se considere aceptable, esta debe de recorrer una distancia menor a 5 cm en un tiempo de 30 segundos. Si esta recorriera más de la distancia establecida se consideraría como una ketchup de baja calidad.

Existe también una serie de minerales presentes en el tomate fresco y por consiguiente en las salsas de tomate ketchup. Según Lehkoživová (2009) el potasio existe en gran cantidad en las salsas de tomate ketchup. Lehkoživová reportó que el contenido de cationes de potasio en las salsas está entre el rango de 287.5 mg/100g á 372.4 mg/100g. También cuantificó la cantidad de Magnesio y Calcio presente en estas salsas de tomate. Para el Magnesio encontró un rango de 13.6 mg/100g á 15.6 mg/100g y para el calcio encontró un rango de 17.6 mg/100g á 24.3 mg/100g.

Los ácidos orgánicos predominantes de tomates frescos son los ácidos cítrico y málico, los cuales pueden ser considerados como indicadores de autenticidad.

Su contenido puede verse afectado por el grado de madurez. El ácido cítrico también es usado muy a menudo como acidulante para reducir el valor de pH durante la producción de pasta de tomate. Según los análisis hechos por Lehkoživová (2009), el contenido de ácido cítrico fue variando de 498.4 mg/100g hasta 708.2 mg/100 g. Para el ácido málico varió de 54,0 mg/100g hasta 72,9 mg/100 g en el primer grupo de muestras de salsa de tomate.

El hidroximetilfurfural (HMF) es un reconocido indicador de la reducción de la calidad de numerosos alimentos que contienen gran cantidad de hidratos de carbono. (Vorlová *et al.* 2006). De acuerdo con la Federación Internacional de productores de fruta, un contenido mayor a 25 mg/kg de HMF en concentrados de fruta es considerado como excesivo y no es buen indicador. Grandes concentraciones de HMF pueden indicar sobrecalentamiento de los productos de tomate (Apaiah y Barringer, 2001).

Según análisis hechos por Lehkoživová (2009) a una serie de salsas de tomate ketchup comerciales reportó que los niveles de HMF se encontraban en el intervalo de 2,95 mg/kg á 28,40 mg/kg.

III. MARCO TEÓRICO

A. Tomate

Solanum lycopersicum, se le llama a la planta de tomate la cual pertenece a la familia de las solanáceas (Solanaceae) originaria de América y cultivada en todo el mundo por su fruto comestible, llamado tomate. Dicho fruto es una baya muy coloreada, de tonos que van del amarillento al rojo, debido a la presencia de los pigmentos licopeno y caroteno. Posee un sabor ligeramente ácido, mide de 1 a 2 cm de diámetro en las especies silvestres, y es mucho más grande en las variedades cultivadas. Se produce y consume en todo el mundo tanto fresco como procesado de diferentes modos, ya sea como salsa, puré, jugo, deshidratado o enlatado. (Smith, 1994)

1. Productos basados en el tomate. Las dos categorías principales de tomate para consumo son el tomate fresco y el tomate procesado y sus características principales son las siguientes:

- Tomate fresco: la mayor parte del peso fresco del fruto es agua, siendo los sólidos solamente un 5%. Estos sólidos consisten en sustancias insolubles en agua, tales como paredes celulares, y solubles en agua como azúcares y ácidos orgánicos. La cantidad de azúcares presentes en el fruto (aproximadamente la mitad del contenido total de sólidos) y la cantidad de ácidos (alrededor de un octavo del total de sólidos) determinan el sabor del tomate. Una alta cantidad de azúcares y una alta concentración de ácidos es la mejor combinación para obtener un muy buen sabor. (Rodríguez, 1984)
- Tomate procesado: los tomates procesados son aquellos que se enlatan o que se cocinan para obtener salsas o pasta de tomate. Las variedades que se utilizan con esos objetivos son más firmes y de paredes más gruesas que las de los tomates para consumo fresco.

De ese modo conservan su forma después de la cocción. La remoción de agua del tomate es un proceso bastante costoso, por esa razón en la industria se prefieren las variedades que presentan un alto contenido de sólidos insolubles en agua. Son diversos los productos que se incluyen en esta categoría:

- Jugo de tomate: es el zumo obtenido de tomates triturados. Se utiliza generalmente para beber solo o en combinación con otras bebidas en cócteles. Muchas veces, el jugo de tomate que se adquiere en los comercios viene con algunos aditivos, tales como sal, ajo en polvo, cebolla en polvo u otras especias. (Rodríguez, 1984)
- Tomates secos o deshidratados: son tomates cortados a los que se les ha separado las semillas y extraído el agua. En el proceso los tomates cortados y sin semillas se los escaldan en agua a punto de ebullición, se los escurre y se tratan con una solución de metabisulfito de sodio o salmuera. Más tarde se secan al sol hasta que se tornen quebradizos sobre mallas plásticas. (Rodríguez, 1984)
- Concentrados de tomate: Según el Codex Alimentarius, se entiende por concentrado de tomate al producto preparado mediante la concentración del zumo obtenido de tomates rojos convenientemente sanos y maduros que ha sido filtrado o sometido a otras operaciones para eliminar del producto terminado la piel, las semillas y otras sustancias gruesas o duras. La concentración de sólidos solubles naturales totales deberá ser igual o mayor al 7%. Se distinguen dos productos diferentes. El “puré de tomate” es el concentrado de tomate que contiene por lo menos el 7%, pero no más del 24% de sólidos solubles naturales totales, mientras que la “pasta de tomate” es el concentrado de tomate que tiene un contenido igual o mayor al 24% de sólidos solubles naturales totales. (Codex stan 57 1981).

- Salsas de tomate en general: La salsa de tomate es una salsa o pasta elaborada principalmente de la pulpa de los tomates, a la que se le añade, dependiendo del tipo particular de salsa y del país, chiles rojos, cilantro, cebolla, vinagre o jugo de limón y sal o frituras de cebollas, albahaca, sal, aceite, ajo y varias especias. La salsa de tomate puede adquirirse envasada en múltiples formas. En varios países, tales como Australia, Nueva Zelanda, India, Estados Unidos y Gran Bretaña el término salsa de tomate ("tomato sauce") se refiere generalmente al ketchup. Entre la salsa de tomate y el ketchup existen algunas diferencias entre sí. La salsa de tomate contiene aceite y el ketchup no, mientras que este último contiene más tipos y cantidad de aditivos que la salsa de tomate. Además, en el ketchup el contenido de azúcar varía entre el 3% y el 10%, mientras que en la salsa de tomate se encuentra en cantidades mínimas (0,2% y el 2%) o se incluye como un aditivo corrector de la acidez de los tomates no maduros incluidos en el proceso. (Rodríguez, 1984)
- Tomate deshidratado en polvo: Es un polvo hecho a partir de tomates frescos el cual puede ser utilizado para añadir sabor y aroma a platillos. Este producto se realiza mezclando tomates frescos en una suspensión a través de un secado por pulverización (*spry dryer*). Con el secado por pulverización, el gas caliente es forzado a través de una mezcla de líquido, creando un polvo fino de consistencia uniforme. La consistencia del polvo se puede modificar haciendo pequeños ajustes a la boquilla del pulverizador según sea necesario. El resultado es un tomate en polvo altamente concentrado que por lo general tiene un color rojo oscuro el cual puede ser mejorado con colorantes debido a que el consumidor espera que este sea de color rojo brillante. (Rodríguez, 1984)

Cuadro No. 1 “Composición nutricional del tomate fresco”

Categoría	Compuesto	Cantidad
General	Agua	93.7 g
	proteínas	0.85 g
	lípidos	0.33 g
	carbohidratos	4.64 g
	energía	21 Kcal
Minerales	Sodio	9.0 mg
	potasio	222 mg
	calcio	5.0mg
	hierro	0.45 mg
	magnesio	24 mg
Vitaminas	Vitamina A	623 IU
	Vitamina B-6	0.08 mg
	Vitamina C	19.1 mg
	Vitamina E	0.38 mg
	Tiamina	0.059 mg
	Riboflavina	0.05 mg
	Niacina	0.62 G

*Valor nutricional por cada 100 g de tomate fresco

(Rodríguez, 1984)

B. Salsas de tomate ketchup

La salsa de tomate tipo ketchup es un producto hecho a base de pasta de tomate diluida en un 15% de sólidos solubles. Es saborizada con azúcar, sal, vinagre, especias, pimienta roja y otros ingredientes como cebolla, ajo, extractos de hierbas, etc. (Drdak 1989, Intelmann *et al*, 2005). Son consideradas salsas de mesa, dentro de las cuales cabe mencionar la salsa de tomate frito, la ketchup, la mayonesa, mostaza, salsa de ensalada, curry, escabeche, etc.

El origen del ketchup proviene del ketsiap chino, una salsa que acompañaba el pescado y la carne, pero que no incluía tomate entre sus ingredientes. Los ingleses lo importaron del archipiélago malayo en el siglo XVIII. Pero el ketchup moderno fue ideado por el norteamericano Henry J. Heinz, quien en 1876 añadió el tomate en dicha salsa. Por tanto Henry J. Heinz aunque no fue el inventor del ketchup, y tampoco el primero en envasarlo comercialmente, sí fue el primero que añadió a la mezcla la salsa de tomate.

Según el diccionario de la Real Academia Española (2000) la palabra proviene de kôechiap, que significa salsa de pescado en escabeche o salmuera. La teoría más difundida acerca del origen de la palabra ketchup indica que proviene de "ke-tsiap", palabra del dialecto hablado en la isla Amoy, cerca de China. Otras teorías coinciden en que en realidad la palabra maya "kechap" dio origen a la palabra actual "ketchup".

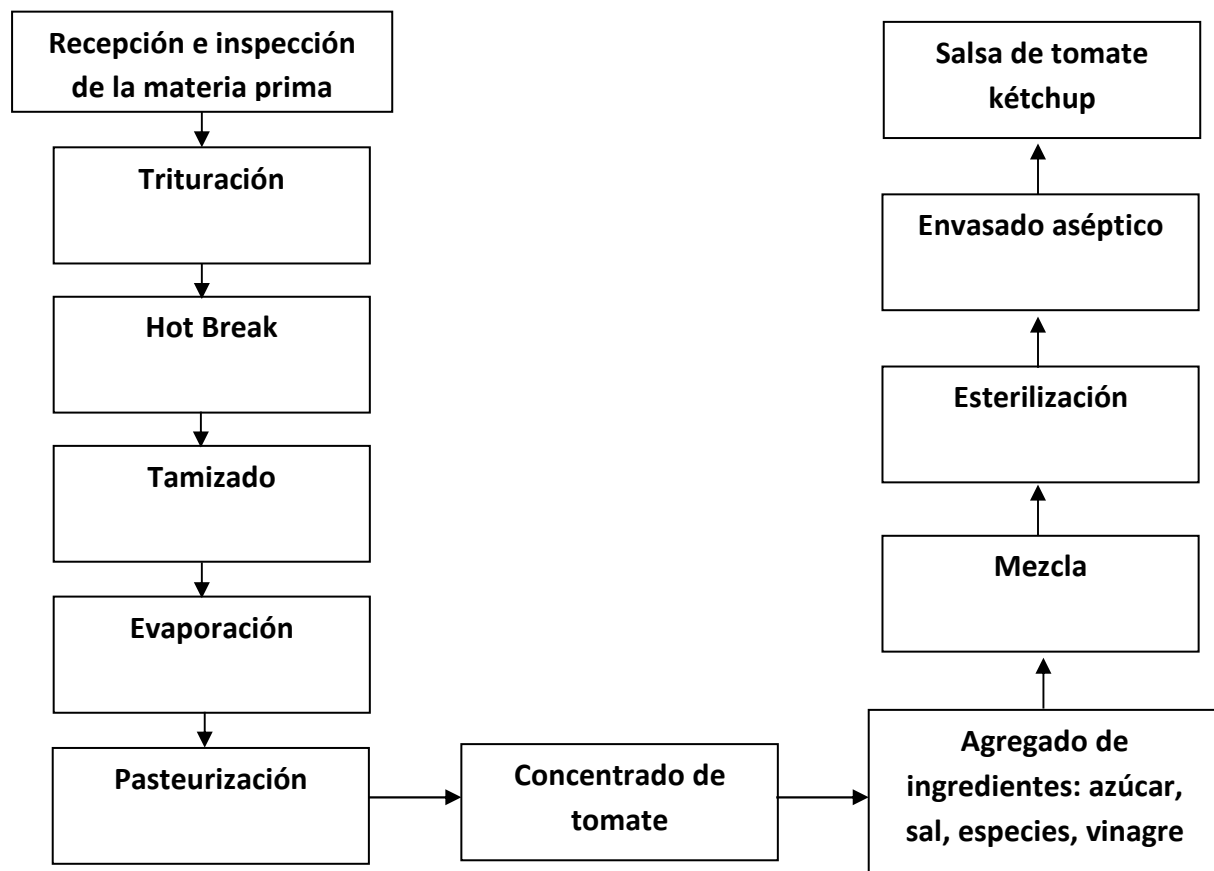
A finales del siglo XVII el nombre "ketchup" y quizás también algunas muestras del producto llegaron a Inglaterra, donde el término apareció publicado por primera vez en 1690 como "cáetchup". Después, en 1711 comenzó a utilizarse "ketchup". Ambos nombres fueron aplicados años después a distintos condimentos ingleses.

La mayor parte de las marcas conocidas fabrican el ketchup usando tomate concentrado, el cual es evaporado durante el verano (época en que se cosechan los tomates) para hacer concentrados de tomate. Luego, ese concentrado se usa durante todo el año para fabricar el producto. A veces, el ketchup fabricado

durante el verano se hace directamente con los tomates frescos. (Drdak 1989, Intelmann *et al*, 2005)

Debido a la demanda de algunos productos, las condiciones de fabricación han cambiado, por lo que los comerciantes se vieron en la necesidad de agregar aditivos como vinagre y saborizantes entre otros a los productos para que tengan mayor tiempo de vida para su consumo, aunque desde la antigüedad éstos ya eran utilizados. (Drdak 1989, Intelmann *et al*, 2005)

Cuadro No.2 “Proceso de elaboración de salsa kétchup”

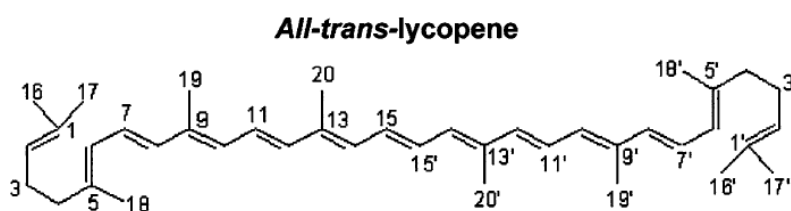


C. Licopeno

El licopeno (Fig. 1) es el principal responsable del característico color rojo oscuro de tomate fresco maduro y otros productos del mismo. Esta molécula ha llamado la atención debido a sus propiedades fisicoquímicas y biológicas, especialmente relacionadas a sus efectos como antioxidante natural. Esto hace que su presencia en la dieta sea de considerable interés. Estudios epidemiológicos han demostrado una relación inversa entre el alto consumo de frutas y verduras y la disminución del riesgo de contraer varios tipos de cáncer (Astrong, 1997) siendo los carotenoides (Petro *et al*, 1981) las moléculas a las que se le ha atribuido tales efectos. Estudios *in vitro* y *in vivo* han producido resultados que apoyan esta teoría. Los tomates y demás productos del tomate son la principal fuente de licopeno y también se consideran como una importante fuente de carotenoides en la dieta humana, de hecho, una alta cantidad de evidencias epidemiológicas científica muestra una asociación directa entre el consumo de tomate con la disminución del riesgo de contraer cáncer de próstata (Petro *et al*, 1981).

Datos recientes muestran que el consumo de algunos nutrientes confiere protección contra el cáncer de próstata esporádico (McCann *et al*, 2005). En otros estudios también se mostró que la ingesta de licopeno (en forma de productos a base de tomate), estaba directamente vinculando con el menor riesgo de contraer cáncer de próstata. Estas investigaciones han consolidado la evidencia científica que atribuye un papel al licopeno en la prevención de este tipo de cáncer. (Giovannucci *et al*, 2002).

Fig. 1 Estructura molecular del all-trans licopeno

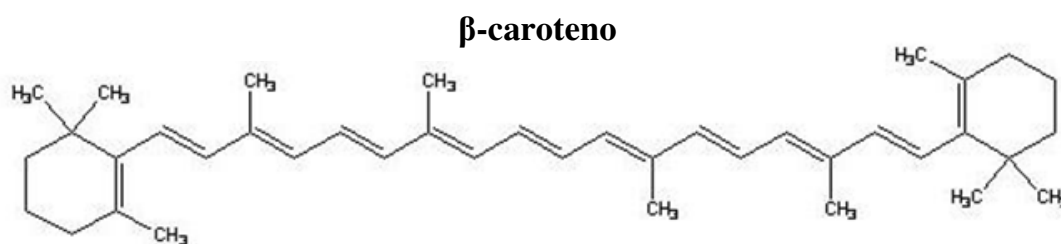


D. β -carotenos

El β -caroteno es un compuesto orgánico el cual está clasificado como terpenoide. Se trata de un pigmento rojo-naranja muy abundante en las plantas y frutas. A la zanahoria le confiere un color naranja, a los tomates contribuye a dar el color rojo característico y en el caso del albaricoque le da su color amarillo.

En la naturaleza, el β -caroteno es un precursor (forma inactiva) de vitamina A, a través de la acción de la beta-caroteno 15,15'-monooxigenasa (Van Arnum, 1998). El aislamiento del β -caroteno a partir de frutos abundantes en carotenoides se lleva a cabo normalmente usando la cromatografía de columna o la cromatografía líquida de alta resolución. La separación de β -caroteno de la mezcla de carotenoides se basa en la polaridad de un compuesto. El β -caroteno es un compuesto no polar, por lo que se separa con un solvente no polar como el hexano (Mercadante *et al*, 1999).

Fig. 2 Estructura molecular del β -caroteno



Propiedades beneficiosas de los β -carotenos:

- Función antioxidante: amortigua la acción de los radicales libres oxigenados, inhibiendo la peroxidación de los lípidos de las membranas.
- Protección frente a la radiación solar (fotoprotectora), favoreciendo la producción de melanina y por tanto un bronceado intenso y uniforme.
- Función inmunitaria: mejora la resistencia a las infecciones.

- Regeneración y mantenimiento de los epitelios que revisten las cavidades del cuerpo (piel, glándulas, membranas, mucosas digestivas...).

E. Extracción de licopeno

Para la extracción e identificación del licopeno y β -carotenos el primer paso es extraerlos de las muestras de ketchup. La extracción es un paso importante antes del análisis por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC). El sistema de solventes de extracción empleado es importante para la estabilidad de los carotenoides en términos de isomerización. La isomerización del licopeno en tetrahidrofurano (THF), metanol (MeOH) y acetonitrilo (ACN) prácticamente no existe o existe en muy poca cantidad. (Ball, 1992).

Diversos autores reportan que mediante HPLC, el licopeno se separa de otros carotenoides usando columnas C₁₈ en fase reversa y que para separar sus isómeros se usa un columna C₃₀. La detección del licopeno se hace de 470 á 475 nm. En la mayoría de los estudios usaron para fase móvil metanol, ACN, THF y otros solvente (diclorometano, agua, 2 propanol). La velocidad de inyección está entre (1 - 2) mL/min y el volumen de inyección generalmente fue de 20 μ L (Anguelova y Warthesen, 2000)

F. Salsas de tomate ketchup en el Mercado nacional

En el mercado se encuentran a disposición del público salsa de tomate ketchup en muchas presentaciones diferentes. Existen las botellas de vidrio o plásticas, normalmente en presentaciones de 14 y 28 onzas. El squeeze plástico, que fue el último empaque en ingresar al mercado presentando el mayor precio con relación a su contenido.

Finalmente se tiene la presentación en bolsa plástica, la cual es la más económica, siendo ofrecida por 4 de las 10 marcas presentes en el mercado; en este tipo de empaque se presentan tres tamaños: 8 y 14 onzas y 3850g.

Cabe destacar que Kern's es la única marca que ofrece salsa de tomate en todos los tipos de empaque. Mientras que Heinz, Del Monte, Gourmet, Salsa Criolla y Campero sólo ofrecen una presentación, que varía dependiendo de la marca como se puede observar en los cuadros 2 y 3.

Cuadro No. 3 “Marcas de ketchup en el mercado nacional y sus respectivas presentaciones”

Marca	Botella plástica (g)	Botella vidrio (g)	Squeeze plástico (g)	Bolsa plástica (g)
Kern's	822	397	714	397
Heinz	N.D.	397	N.D.	N.D.
Ducal	N.D.	356	950	N.D.
B & B	435	N.D.	950	3859
Regia	580	580	N.D.	N.D.
Del monte	397	N.D.	N.D.	N.D.
Gourmet	N.D.	900	N.D.	N.D.
Salsa Criolla	N.D.	N.D.	N.D.	850 y 3850
Ana Belly	397	N.D.	397	397
Campero	N.D.	N.D.	397	N.D.
Hunt's	435	N.D.	397	N.D.

Figura No. 3 “Participación de mercado de salsas de tomate ketchup, año 2003”

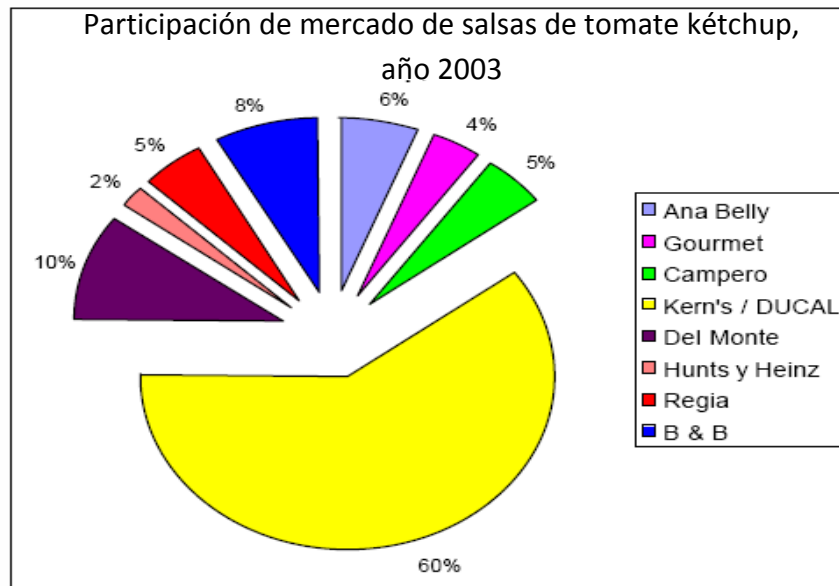
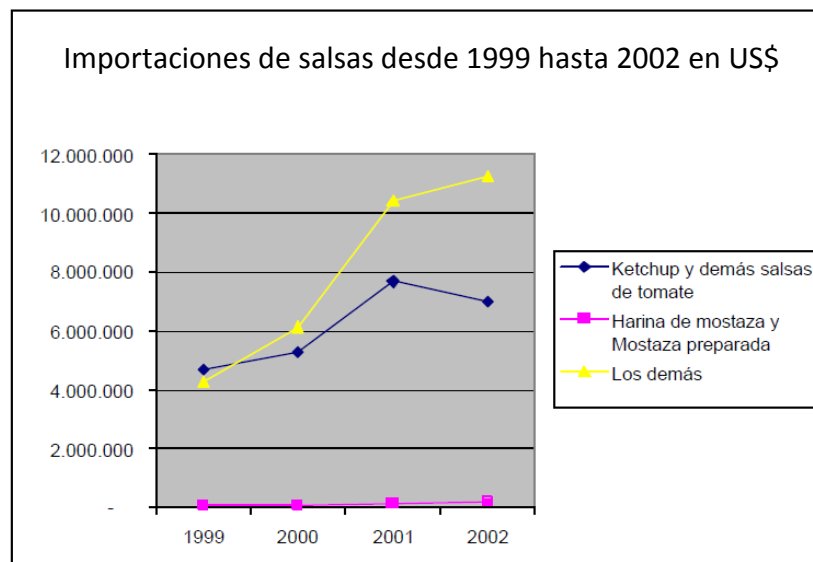


Figura No. 4 “Importaciones de salsas desde 1999 hasta 2002 en dólares”

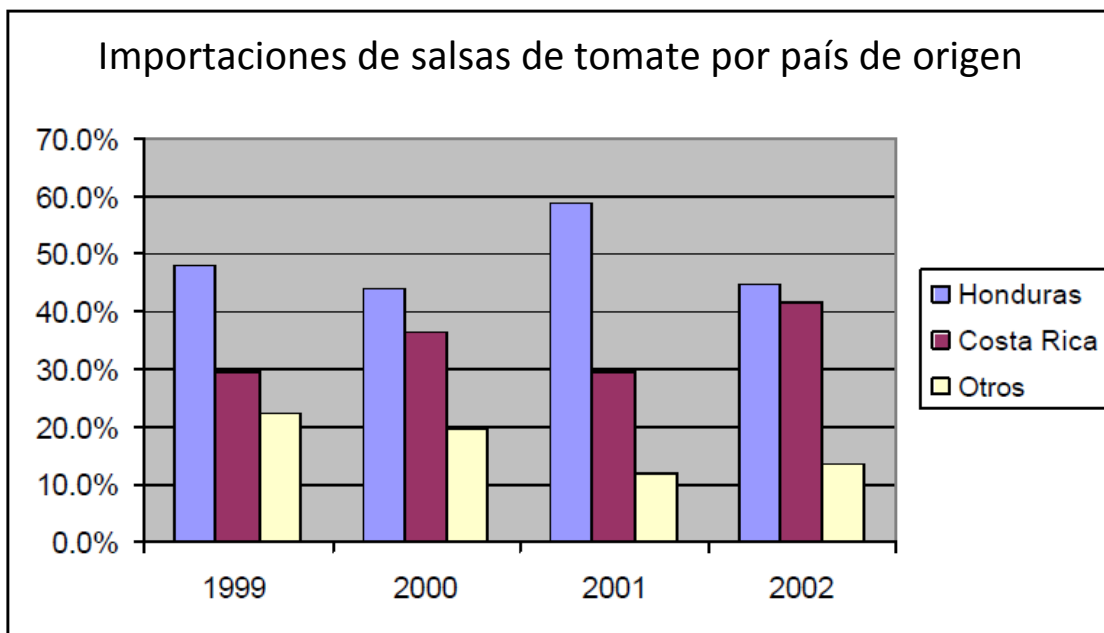


La importación de salsas de tomate creció en el 2001 y a pesar de que en el año 2002 presentó una disminución, su nivel siempre se mantuvo por encima de las importaciones del año 2000, mostrando un comportamiento positivo al ser analizado en tendencia, generado por los amplios espacios en góndola que este subsector comenzó a tener en los supermercados. La razón por la que las ventas

en supermercado se incrementaron fue porque este tipo de comercializador le quitó porcentaje de ventas a las tiendas de barrio, donde también se venden salsas de tomate. Para poder obtener mayor participación de mercado los supermercados ampliaron la variedad de presentaciones que venden, incluyendo bolsas plásticas que son las más baratas.

En la Figura No. 5, se puede observar los países que exportan salsas de tomate a Guatemala destacándose las importaciones provenientes de Honduras y Costa Rica. Es importante mencionar que las importaciones de Honduras aumentaron desde el año 99 hasta el 2001, decreciendo durante el 2002 debido a la agresiva labor comercial de Costa Rica, quién aumentó significativamente sus exportaciones de tomatinas bajo las marcas Natura's y Campofresco, cerrándole el campo a Honduras. De Costa Rica se importan las marcas Campero y Sabemás catalogadas como ketchup.

Figura No. 5 "Importaciones de salsa de tomate por país de origen"



IV. JUSTIFICACIÓN

A pesar de que el tomate en Guatemala se consume fresco, un alto porcentaje de su consumo proviene de subproductos procesados. La salsa de tomate kétchup es uno de estos subproductos.

En Guatemala existen por lo menos siete empresas productoras de salsa kétchup, a éstas se les suman marcas importadas de países como Estados Unidos y México siendo un total de por lo menos once marcas diferentes de kétchup disponibles para los guatemaltecos en los distintos puntos de venta.

La salsa kétchup se debe elaborar a base de un mínimo de pasta de tomate del 12%, según la norma Coguanor 34 005. A pesar de que exista y este normada la cantidad mínima de tomate que las salsas kétchup deben tener, las salsas kétchup comerciales poseen composiciones extremadamente variables por la adición de agua, especias, saborizantes, preservantes y otros aditivos.

Por otro lado, existe una necesidad constante de parte de los productores de kétchup de disminuir sus costos de manufactura para ofrecer al cliente productos con precios accesibles y estar a la altura de la competencia por lo que algunos fabricantes han optado por agregar sustitutos del tomate como base para la elaboración de las salsas.

Al mismo tiempo los consumidores están pidiendo precios más bajos en los productos, exigiendo a la vez que estos sean legítimos, de tal manera que desean comprar un producto con buenas características sensoriales, nutricionales y sobre todo libre de engaños.

Las razones expuestas con anterioridad fueron las que me motivaron a realizar un trabajo de investigación que proporcione una serie de parámetros fisicoquímicos y parámetros analíticos cuantificables que puedan servir para dar rangos estimados de concentraciones de algunos compuestos como licopeno y minerales los cuales son inherentes en las salsas de tomate kétchup y de esta

manera poder diferenciarlas de imitaciones de salsas ketchup que circulan en el mercado nacional. Así mismo, este trabajo de graduación buscó dar un primer paso y ser la base para que en un futuro, la comercialización de salsas de tomate ketchup en el mercado nacional sea regulada de una mejor forma con base en parámetros analíticos cuantificables.

V. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Determinar parámetros analíticos que permitan la caracterización del perfil de las distintas salsas ketchup comerciales disponibles en el mercado nacional.

B. Objetivos específicos

1. Determinar los parámetros fisicoquímicos generales de los productos como pH, acidez, consistencia, °Brix y color.
2. Cuantificar los componentes más importantes en las salsas comerciales de ketchup como los son el licopeno, β -carotenos, y minerales.
3. Identificar en base a esos parámetros cuales son la marcas de salsa ketchup que si están hechas a base de pulpa de tomate y diferenciarlas de las que no están hechas a base de tomate.

VI. METODOLOGÍA

A. Recolección y clasificación de las muestras

La recolección de muestras se llevó a cabo en los establecimientos comerciales de la ciudad de Guatemala. Se recogieron muestras de once marcas distintas de salsa de tomate ketchup.

B. Determinación del color – Colorímetro Hunter lab

La determinación del color se realizó con un colorímetro Hunter Lab modelo D25A-9000, leyendo con un iluminante de tipo C, obteniendo los factores a, b y L del sistema Hunter. El parámetro a representa tonalidades que van del verde (valores negativos) al rojo (positivos). El parámetro b representa tonos azules para los valores negativos y amarillos para los positivos. Para ambos parámetros, el cero equivale al gris. A través de la coordenada L se representa la luminosidad: 100 es el blanco, 50 el gris y 0 el negro (2). Una vez calibrado el instrumento, la muestra a temperatura a 20° C se vierte en el cubo del colorímetro, luego se ajusta en el lente y se procede a la lectura de los valores a, b y L. Se hace la relación de a/b para saber la calidad del color de las muestras de tomate. (MX-F-338-S-1979)

C. Determinación de la consistencia en las salsas ketchup – Consistómetro de Bostwick

El instrumento debe tener el canal bien limpio y pulido, libre de ondulaciones en el metal y por el borde inferior de la compuerta. Cuando ésta permanezca cerrada, solamente deberá escurrir una ligera cantidad de muestra a ensayar, después de algunos minutos de reposo. El nivel de burbuja deberá estar centrado al círculo de referencia.

Se lleva la muestra a $20^{\circ}\text{C} \pm 1.0^{\circ}\text{C}$, se mezcla cuidadosamente con una espátula, teniendo cuidado de no incorporar burbujas de aire y teniendo cerrada la compuerta se llena completamente la cámara con el producto.

Con ayuda de una espátula se enrasa la parte superior de la masa del producto a ensayar, removiendo el exceso de éste.

Se asegura el instrumento para que no se mueva, se suelta súbitamente la compuerta, a la vez que se empieza a tomar el tiempo con un cronómetro y se deja que el producto fluya libremente en el canal.

Treinta segundos después de abierta la compuerta se lee en la escala marcada en el fondo del instrumento de la distancia máxima en centímetros que alcanzó el producto.

Se limpia y seca el instrumento y se repite, con otra porción de muestra, el procedimiento descrito. No debe lavarse con agua caliente el instrumento, cuando va a ser usado inmediatamente, ya que esto elevaría la temperatura de la muestra que se ponga en él.

Si las lecturas variaran en más de 0.2 cm, se repite la determinación una tercera vez o hasta un resultado satisfactorio. (NMX-F-322-S-1978)

D. Determinación de acidez y pH en las salsas ketchup

1. Reactivos

- Los reactivos que a continuación se indican, deben ser grado analítico. Cuando se mencione agua debe entenderse agua destilada.
 - Soluciones tampón de pH conocido.
 - Solución 0.1N de hidróxido de sodio.

2. Materiales

- Bureta graduada de 50 ml.
- Material de laboratorio.

- Potenciómetro, con electrodos de vidrio.
- Agitador mecánico o electromagnético.

3. Preparación de la muestra. El producto se mezcla perfectamente para asegurar una muestra uniforme. Se prepara una solución pesando en un vaso de precipitados, 300 g de la muestra cuidadosamente mezclada, los que se transfieren cuantitativamente con ayuda de agua caliente de 40° o 50° Celsius a un matraz de 2000 mL y se disuelven con agua calentando en baño maría si es necesario. Se aplica la menor cantidad de calor que sea posible para que la inversión de la sacarosa sea mínima. Se filtra a través de algodón absorbente o papel de filtración rápida lavando con agua caliente el residuo.

El filtrado y las aguas de lavado se transfieren a un matraz aforado de 2000 mL, se enfría a temperatura ambiente, se completa el análisis. Se calibra el potenciómetro con las soluciones tampón. Se lavan varias veces los electrodos con agua, hasta que la lectura en agua recién hervida y enfriada sea aproximadamente de pH 6.0. La muestra medida se transfiere a un vaso de precipitados de 400 mL y se diluye aproximadamente a 50 mL con agua recién hervida, enfriada y neutralizada.

Los electrodos perfectamente lavados se introducen en la muestra agitando con moderación, se agrega rápidamente solución 0.1N de hidróxido de sodio hasta alcanzar un pH cercano a 6.0, luego se continúa agregado lentamente la solución de hidróxido de sodio hasta alcanzar pH 7.0.

Después de que se ha alcanzado el pH, se termina la titulación agregando el hidróxido de sodio en porciones de 4 gotas a la vez hasta lograr un pH 8.3; se anota la lectura del pH y el volumen total de hidróxido de sodio gastado después de cada adición.

4. Expresión de resultados. Se deduce por interpolación el volumen exacto de solución 0.1N de hidróxido de sodio correspondiente al valor de pH 8.3, promediando los resultados obtenidos por duplicado.

Los resultados se expresan en mililitros de solución 0.1N de hidróxido de sodio por cada 100 g o 100 mL de producto o bien en gramos del ácido predominante del producto por cada 100 g o 100 mL de éste. Miliequivalentes del ácido en términos del cual se expresa la acidez sabiendo que:

1 mL de la solución 0.1N de hidróxido de sodio equivale a:

0.6404 ácido acético anhidro.

0.006404 g de ácido cítrico anhidro.

0.007505 g de ácido tartárico anhidro.

0.006704 g de ácido málico anhidro.

0.004502 g de ácido oxálico anhidro.

0.009008 g de ácido láctico anhidro. (NMX-F-102-S, 1978)

E. Determinación de grados Brix en las salsas ketchup a través del refractómetro portátil

Colocar el refractómetro en una posición tal que difunda la luz natural o cualquier otra forma de luz artificial, que pueda utilizarse para iluminación. Hacer circular agua a 293 K (20°C) a través de los prismas. Limpiar cuidadosamente

Verificar la exactitud del refractómetro con agua a 293 K (20°C) a esta temperatura, el índice de refracción del agua es de 1.33.

Para cargar el refractómetro poner unas gotas de muestra sobre el prisma y cerrar.

Ver a través del lente, identificar la línea divisoria, Ajustar la línea margen y leer directamente el por ciento de sólidos en la escala Brix.

F. Extracción de licopeno y β -caroteno

Para la extracción de carotenos se trabajó con muestras de 5 gramos de ketchup, se diluyeron en 25 mL de agua, agregándose también 10 mL de una solución de tetrahydrofurano y metanol (1:1 v/v THF: MeOH) y se filtró la suspensión con un embudo de Buchner al vacío. En seguida se lavó con otros 10 mL de la solución THF:MeOH.

El filtrado se trasladó a un embudo de decantación y se agregó éter de petróleo y una solución de NaCl al 10%, luego se mezcló agitando cuidadosamente.

La capa superior de éter de petróleo se lavó con 100 mL de agua. La fracción etérea se trasladó a un matraz de 50 mL y se evaporó hasta sequedad en un horno al vacío durante 12-14 horas a una presión de 60 mmHg y a 50 grados celcius.

El residuo se redisolvió hasta un volumen final de 6 mL de hexano. Se filtró y se analizó por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) donde se instaló una columna C_{18} en fase reversa.

Se utilizó un sistema fase móvil isocrático compuesto por acetonitrilo:metanol: 2-propanol (38:60:2 v/v/v). La velocidad de flujo fue de 0.5 mL/min y se inyectaron 20 μ L de la muestra. La longitud de onda utilizada fue de 470 nm.

La curva estándar de β -caroteno se realizó a (25-50-75-100) μ g β -caroteno/mL de solución. (Guadalupe, 2006)

G. Determinación de minerales K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}

Los minerales se determinaron utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica. Se mezclarán 6 g de la muestra de salsa de tomate ketchup con 10 cm³ de Acido nítrico (HNO₃) concentrado. La mezcla se quemó con una estufa a una temperatura de 200-240 grados Celcius.

Enseguida las muestras se colocan en la mufla a una temperatura de 550 grados Celcius por 6 horas.

Se deja enfriar la muestra y se agregaron 3 cm³ de Ácido perclórico (HClO₄) concentrado a la mezcla y se calienta de nuevo.

Empezara a formarse una especie de humo blanco en la muestra, cuando éste sea intenso retirar la mezcla del baño de arena.

Se agregó 0.6 cm³ de H₂O₂ concentrado y la mezcla se añadirá a un matraz aforado de 50 cm³. (Lehkoživová *et al*, 2009)

VII. RESULTADOS

A. Consistencia

Cuadro No.4 “Determinación de la consistencia de las salsas ketchup”

Muestra	A	B	C	D	E	F
Media (cm/30s)	5.17±0.14	7.75±0.43	3.58±0.29	7.67±0.29	3.500±0.001	6.25±0.01
Muestra	G	H	I	J	K	
Media (cm/30s)	3.83±0.14	3.33±0.29	5.000±0.001	3.25±0.25	5.2±0.5	

Según la norma Coguanor 34 005 para la regulación de salsas ketchup, establece que para que una salsa ketchup se considere aceptable, esta debe de recorrer una distancia menor a 6 cm en un tiempo de 30 segundos. Como se puede observar en este cuadro algunas de las muestras analizadas no cumplen con esta norma.

Cuadro No.5 “Análisis estadístico para la determinación de consistencia de las muestras de ketchup”

Número de grupo	Muestras
1	J H E G C
2	I A K
3	F
4	D B

Se realizó un análisis estadístico de la varianza de los resultados para la consistencia entre las muestras de salsa ketchup analizadas, para ello se utilizó un análisis Anova single factor en Excel. Las muestras se clasificaron en grupos donde: existe una diferencia estadísticamente significativa para los que pertenecen a diferentes grupos mientras que, para las muestras que están en el mismo grupo no existe una diferencia estadísticamente significativa entre ellos.

B. Acidez

Cuadro No. 6 “Determinación de pH de las salsas ketchup”

Muestra	A	B	C	D	E	F
Media	3.88±0.03	3.98±0.03	3.68±0.03	3.57±0.03	3.58±0.03	3.89±0.03
Muestra	G	H	I	J	K	
Media	3.56±0.03	3.61±0.03	3.48±0.03	3.55±0.03	3.98±0.03	

*No existió diferencia significativa entre las muestras

El pH es un factor importante que influye en la calidad de las salsas de tomate ketchup. Los valores de pH oscilaron entre 3.44 y 3.98. Algunos de los valores discrepan de los obtenidos por Rani y Baning (1987), quienes encontraron que los valores de pH para las salsas de tomate ketchup están entre 3.55 a 3.87. Porretta y Birzi (1995) también encontraron que los pH para las salsas de tomate ketchup están entre 3.76 y 3.78.

Tabla No. 7 “Determinación de la acidez titulable en las salsa ketchup”

Muestra	A	B	C	D	E	F
Media (% como acido láctico anhídrido)	0.82 ±0.016	0.81 ±0.016	1.40 ±0.066	1.54 ±0.005	1.65 ±0.066	0.83 ±0.025
Muestra	G	H	I	J	K	
Media (% como acido láctico anhídrido)	1.64 ±0.009	1.55 ±0.031	1.64 ±0.003	1.56 ±0.0015	0.82 ±0.060	

* No existió diferencia significativa entre las muestras

La acidez también es un factor importante influyente en la calidad de las salsas de tomate. Los valores de acidez titulable para las muestras oscilaron entre 0.81% y 1.65% para las muestras B y E respectivamente. Según la Norma Coganor 34 005 el porcentaje de acidez en las ketchup debe de tener un mínimo de 1% y un máximo de 2% por lo que se tiene que algunas de las muestras están fuera de este rango permitido.

C. Sólidos solubles

Cuadro No.8 “Determinación de los sólidos solubles presentes en las muestras de salsa kétchup”

Muestra	A	B	C	D	E	F
°Brix	25.83±0.29	36.17±0.29	34.17±0.29	32.00±0.01	35.17±0.29	30.17±0.29
Muestra	G	H	I	J	K	
°Brix	32.00±1.73	35.17±0.29	36.33±0.29	34.67±0.29	25.33±0.29	

Como se puede observar el porcentaje de los sólidos solubles de las muestras están en el rango de 25.33 a 36.33 °Brix. Jarmila Lehkoživová (2009), reportó que las muestras de salsa kétchup que analizaron estaban entre 24.0 a 32.7 °Brix. Con esto se tiene que la mayoría de muestras analizadas en este estudio concuerdan con las reportadas por otros autores.

Cuadro No.9 “Análisis estadístico para la determinación de sólidos solubles de las muestras de kétchup”

Número de grupo	Muestras
1	K A
2	F
3	G D
4	J H E C
5	B I

Se realizó un análisis estadístico de la varianza de los resultados para los sólidos solubles entre las diferentes muestras de salsa kétchup analizadas, para ello se utilizó un análisis Anova single factor en Excel. Las muestras se clasificaron en grupos donde: existe una diferencia estadísticamente significativa para los que pertenecen a diferentes grupos mientras que, para las muestras que están en el mismo grupo no existe una diferencia estadísticamente significativa.

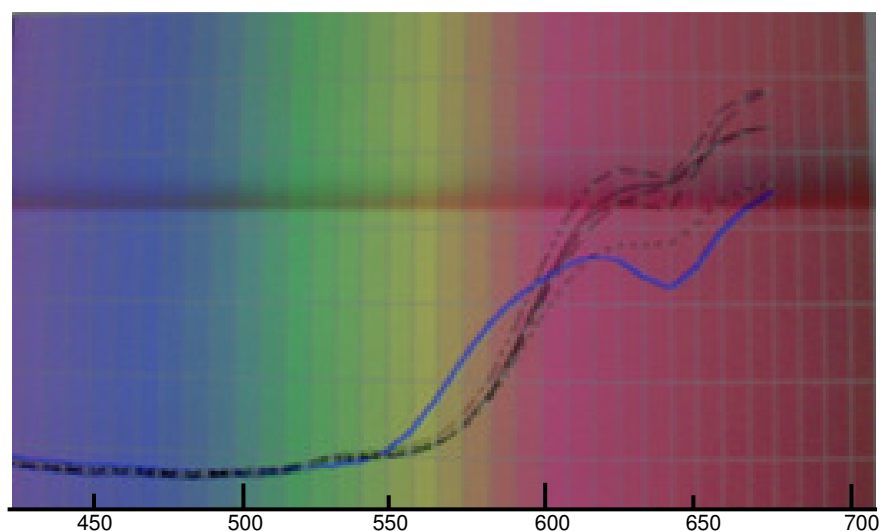
D. Color

Cuadro No.10 “Determinación de los parámetros de color en las muestras de ketchup”

Muestra	L	A	B	a/b
A	25.23	13.36	6.99	1.91
B	24.27	12.23	6.21	1.87
C	27.86	16.03	7.56	2.12
D	26.19	16.32	8.74	1.87
E	24.97	14.93	7.45	2.00
F	24.98	15.03	7.63	1.97
G	24.88	14.99	8.01	1.97
H	25.09	12.95	6.93	1.97
I	25.33	14.76	7.59	1.94
J	25.16	15.77	8.07	1.95
K	26.85	16.75	8.35	2.01

La relación de color a/b se utiliza como una especificación de calidad para productos derivados del tomate. Los valores iguales o mayores a 1.9 son indicadores de un excelente color mientras que los valores menores a 1.8 son considerados como un indicador de color inaceptable. Como se puede observar en el anterior cuadro todos los valores estuvieron arriba de 1.85 por lo que se puede decir que todos tuvieron un color aceptable para una salsa ketchup.

Figura No.6 “Espectro de absorción para el color en las diferentes muestras de ketchup”



E. Minerales

1. Calcio

Cuadro No.11 “Cuantificación del Calcio presente en las muestras de ketchup”

Muestra	A	B	C	D	E	F
Media (mg Ca/100 g muestra)	34.30	50.65	40.78	64.03	43.48	60.70
	±1.00	±28.97	±19.01	±23.33	±23.37	±24.16
Muestra	G	H	I	J	K	
Media (mg Ca/100 g muestra)	65.2	24.79	38.025	42.335	56.825	
	±6.8	±2.73	±2.64	±28.53	±18.49	

Cuadro No.12 “Análisis estadístico para la cuantificación de calcio en las muestras de ketchup”

Número de grupo	Muestras
1	H A I
2	C J E
3	B K F D G

Se realizó un análisis estadístico de la varianza de los resultados para la cuantificación de calcio entre las diferentes muestras de salsa ketchup analizadas, para ello se utilizó un análisis Anova single factor en Excel. Las muestras se clasificaron en grupos donde: existe una diferencia estadísticamente significativa para los que pertenecen a diferentes grupos mientras que, para las muestras que están en el mismo grupo no existe una diferencia estadísticamente significativa.

2. Magnesio

Cuadro No.13 “Cuantificación del Magnesio presente en las muestras de ketchup”

Muestra	A	B	C	D	E	F
Media (mg Mg/100 g muestra)	11.875	8.545	13.97	13.24	18.79	30.745
	±1.70	±0.35	±2.13	±1.85	±1.31	±3.25
Muestra	G	H	I	J	K	
Media (mg Mg/100 g muestra)	34.22	11.36	20.53	19.29	6.97	
	±0.93	±0.61	±1.45	±19.9	±0.01	

Cuadro No.14 “Análisis estadístico para la cuantificación de Magnesio en las muestras de ketchup”

Número de grupo	Muestras
1	K B H A D C E J L
2	F G

Se realizó un análisis estadístico de la varianza de los resultados para la cuantificación de Magnesio entre las diferentes muestras de salsa ketchup analizadas, para ello se utilizó un análisis Anova single factor en Excel. Las muestras se clasificaron en grupos donde: existe una diferencia estadísticamente significativa para los que pertenecen a diferentes grupos mientras que, para las muestras que están en el mismo grupo no existe una diferencia estadísticamente significativa.

3. Potasio

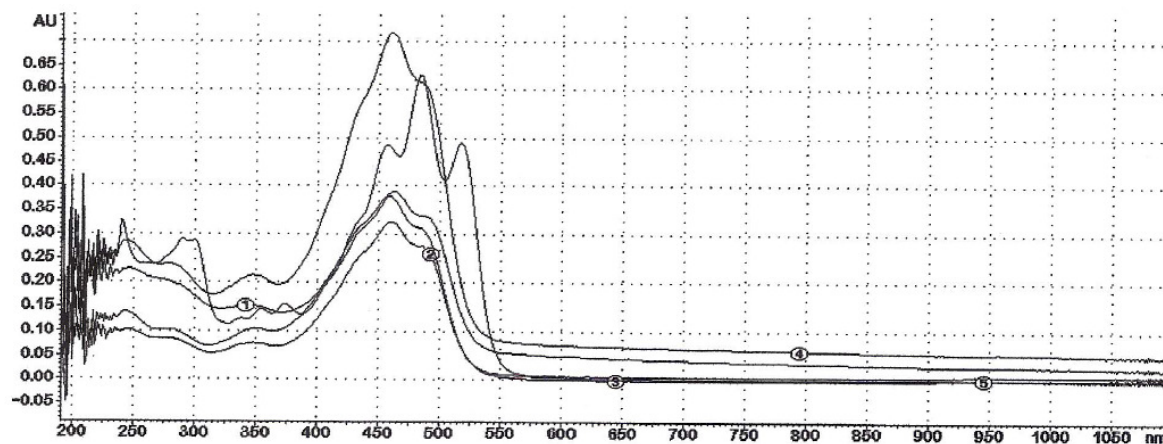
Cuadro No.15 “Cuantificación del Potasio presente en las muestras de kétchup”

Muestra	A	B	C	D	E	F
Media (mg K/100 g muestra)	127.88 ±11.36	45.84 ±6.29	309.80 ±49.66	52.53 ±4.62	375.74 ±35.89	178.49 ±27.27
Muestra	G	H	I	J	K	
Media (mg k/100 g muestra)	327.2 ±15.62	238.28 ±1.65	328.31 ±27.10	266.44. ±1.18	33.16 ±10.88	

Cuadro No.16 “Análisis estadístico para la cuantificación de Potasio en las muestras de kétchup”

Número de grupo	Muestras
1	B D K
2	A F
3	C E G H I J

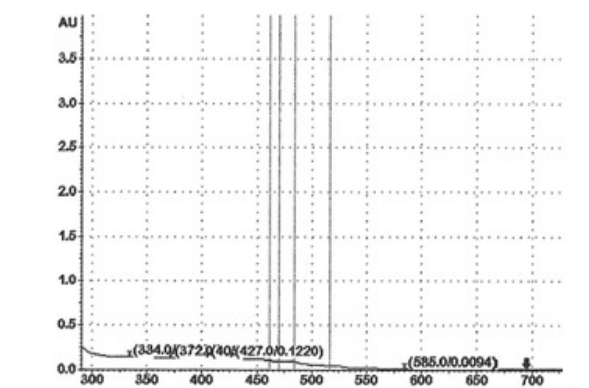
Se realizó un análisis estadístico de la varianza de los resultados para la cuantificación de potasio entre las diferentes muestras de salsa kétchup analizadas, para ello se utilizó un análisis Anova single factor en Excel. Las muestras se clasificaron en grupos donde: existe una diferencia estadísticamente significativa para los que pertenecen a diferentes grupos mientras que, para las muestras que están en el mismo grupo no existe una diferencia estadísticamente significativa.

F. Presencia/ausencia de β -caroteno y LicopenoFigura No.7 “Espectro de absorbancia en estándares de β -caroteno y de licopeno”

Número	Nombre	Concentración ($\mu\text{g/mL}$)	Longitud de onda (nm)			
			462	470	517	484
01	Estandar β -caroteno	0.25	0.3884	0.3721	0.1410	0.3382
02	Estandar β -caroteno	0.50	0.3239	0.3007	0.0718	0.2753
03	Estandar β -caroteno	0.75	0.3738	0.3719	0.0730	0.3124
04	Estandar β -caroteno	1.0	0.7162	0.6701	0.2049	0.6160
05	Estandar Licopeno	1.65	0.4727	0.4748	0.4892	0.6293

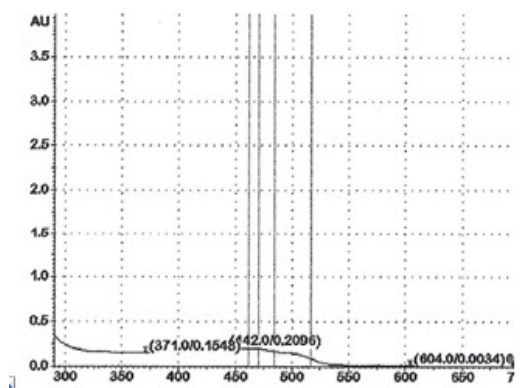
La figura anterior muestra la absorbancia de los estándares de Beta caroteno y del licopeno por medio de un espectrofotometro ultravioleta visible. Se puede observar que el Betacaroteno tiene sus puntos máximos a 462 y 484 nanómetros mientras que el licopeno tiene sus puntos máximos de absorbancia a 462, 484 y 517 nanómetros por lo que para la identificación del licopeno en las muestras de ketchup se utilizará la longitud de onda de 517 nanómetros mientras que en las longitudes de onda de 462 y 484 nanómetros se usaron para identificar la posible presencia de ambos compuestos (licopeno y β -caroteno) en la ketchup.

Figura No.8 “Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno en la muestra A”



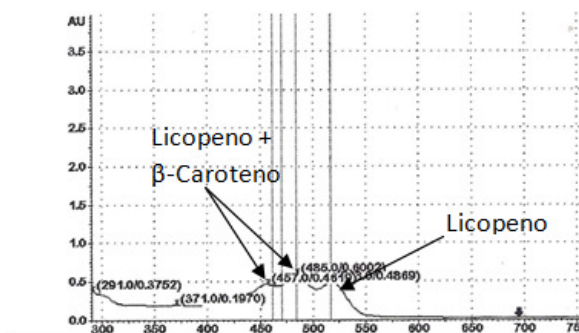
Pico	Longitud onda(nm)	Valor (AU)	Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno
1	405	0.1247	Ausencia
2	427	0.1220	Ausencia
3	585	0.0094	Ausencia

Figura No.9 “Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno en la muestra B”



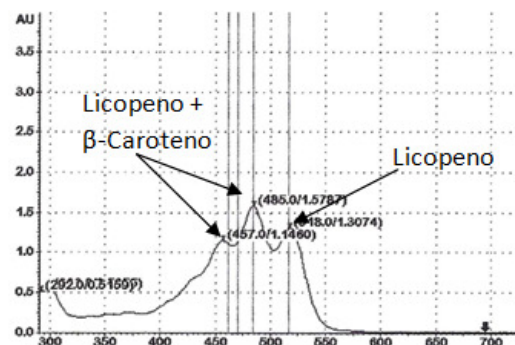
Pico	Longitud onda(nm)	Valor (AU)	Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno
1	371	0.1548	Ausencia
2	442	0.2096	Ausencia
3	604	0.0034	Ausencia

Figura No.10 “Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno en la muestra C”



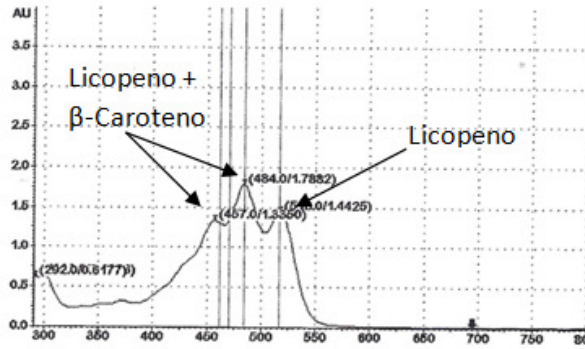
Pico	Longitud onda(nm)	Valor (AU)	Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno
1	457	0.4619	Presencia: Licopeno + β caroteno
2	485	0.6002	Presencia: Licopeno + β caroteno
3	518	0.4869	Presencia: Licopeno

Figura No.11 “Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno en la muestra D”



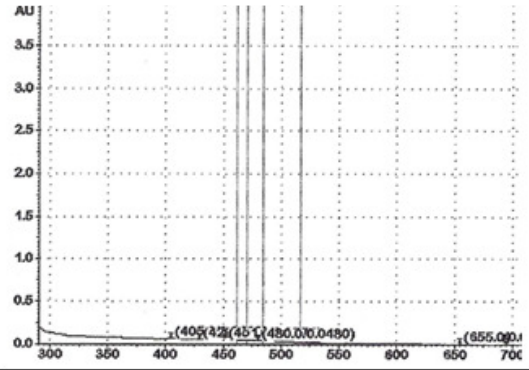
Pico	Longitud onda (nm)	Valor (AU)	Presencia/ausencia de licopeno y β -caroteno
1	457	1.1460	Licopeno + β caroteno
2	485	1.5787	Licopeno + β caroteno
3	518	1.3074	Licopeno + β caroteno

Figura No.12 “Presencia/ausencia de licopeno y β-caroteno en la muestra E



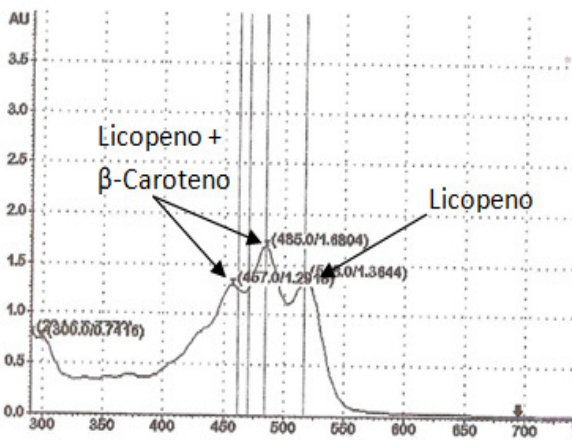
Pico	Longitud onda(nm)	Valor (AU)	Presencia/ausencia de Licopeno y β-caroteno
1	457	1.3350	Presencia: Licopeno + β-caroteno
2	484	1.7882	Presencia: Licopeno + β-caroteno
3	518	1.4425	Presencia: Licopeno

Figura No.13 “Presencia/ausencia de licopeno y β-caroteno en la muestra F



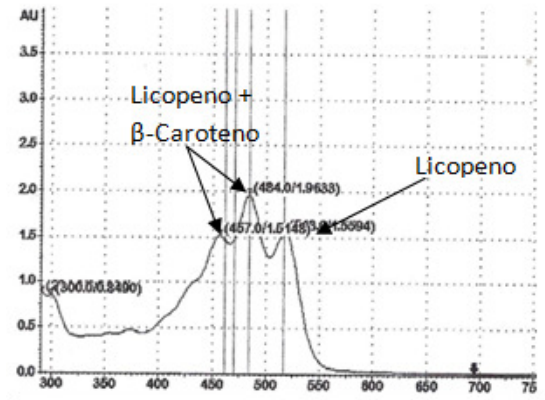
Pico	Longitud de onda (nm)	Valor (AU)	Presencia/ausencia de licopeno y β-caroteno
1	451	0.0551	Ausencia
2	480	0.0480	Ausencia
3	655	0.0018	Ausencia

Figura No.14 “Presencia/ausencia de licopeno y β-caroteno en la muestra G



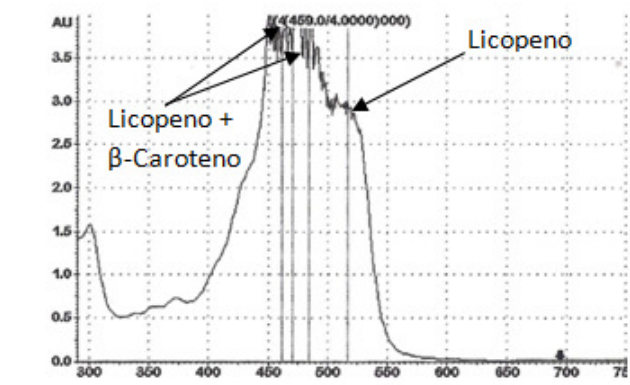
Pico	Longitud onda(nm)	Valor (AU)	Presencia/ausencia de Licopeno y β-caroteno
1	457	1.2918	Presencia: Licopeno + β-caroteno
2	485	1.6804	Presencia: Licopeno + β-caroteno
3	518	1.3644	Presencia: Licopeno

Figura No.15 “Presencia/ausencia de licopeno y β-caroteno en la muestra H



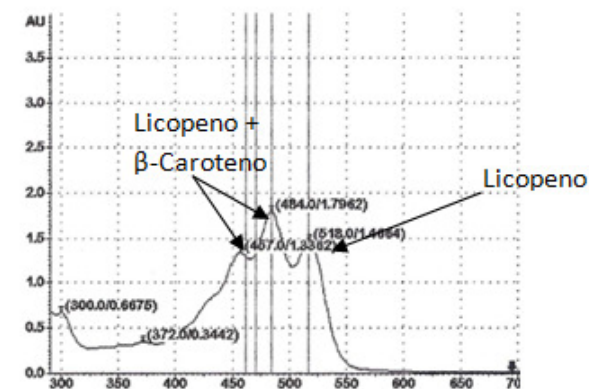
Pico	Longitud onda(nm)	Valor (AU)	Presencia/ausencia de licopeno y β-caroteno
1	457	1.5148	Presencia: Licopeno + β-caroteno
2	484	1.9633	Presencia: Licopeno + β-caroteno
3	518	1.5594	Presencia: Licopeno

Figura No.16 “Presencia/ausencia de licopeno y β-caroteno en la muestra I



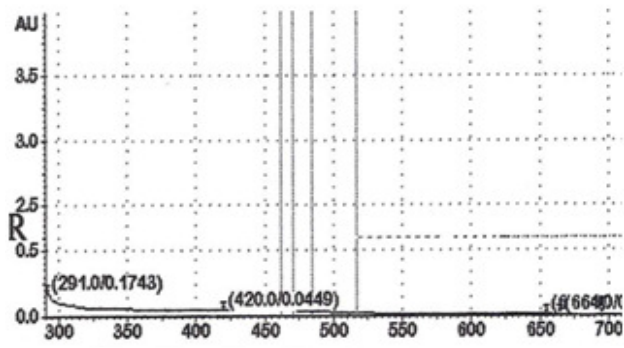
Pico	Longitud onda(nm)	Valor (AU)	Presencia/ausencia de licopeno y β-caroteno
1	457	4.000	Presencia: Licopeno + β-caroteno
2	484	4.000	Presencia: Licopeno + β-caroteno
3	518	2.951	Presencia: Licopeno

Figura No.17 “Presencia/ausencia de licopeno y β-caroteno en la muestra J



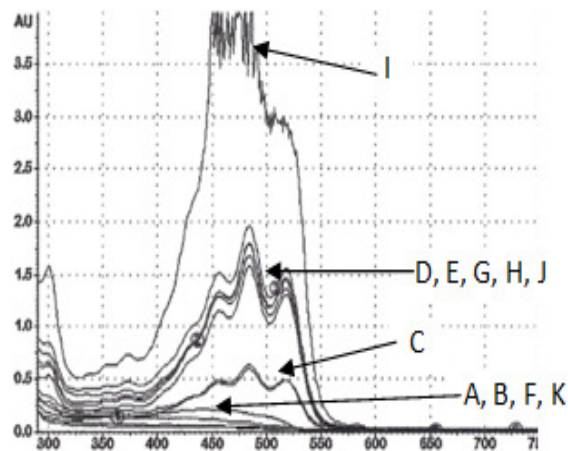
Pico	Longitud onda(nm)	Valor (AU)	Presencia/ausencia de licopeno y β-caroteno
1	457	1.3362	Presencia: Licopeno + β-caroteno
2	484	1.7982	Presencia: Licopeno + β-caroteno
3	518	1.4664	Presencia: Licopeno

Figura No.18 “Presencia/ausencia de licopeno y β-caroteno en la muestra K



Pico	Longitud onda(nm)	Valor (AU)	Presencia/ausencia de licopeno y β-caroteno
1	291	0.1743	Ausencia
2	420	0.0449	Ausencia
3	664	0.0064	Ausencia

Figura No.19 “Espectro superpuesto de todas las muestras de ketchup”



Cuadro No. 17 “Resumen de resultados”

Marca	Ingredientes	Consistencia	pH	Acidez	Sólidos Solubles	Color	Potasio	Licopeno/B-caroteno
A	NO	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	Medio	Ausencia
B	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	Bajo	Ausencia
C	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	Alto	Presencia
D	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	Bajo	Presencia
E	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	Alto	Presencia
F	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	Medio	Ausencia
G	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	Alto	Presencia
H	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	Alto	Presencia
I	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	Alto	Presencia
J	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	Alto	Presencia
K	NO	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	Bajo	Ausencia

En esta tabla se presenta un resumen de los resultados obtenidos en todas las pruebas. “SÍ” hace alusión a que el resultado esta desacuerdo con las Normas Coguanor. La muestra a la cual se le asignó la palabra “NO” en alguno de sus parámetros significa que la salsa ketchup analizada no está conforme a los rangos que la Norma Coguanor establece para ese parámetro. La última columna indica la presencia o ausencia de licopeno en las marcas de tomate.

VIII. DISCUSIÓN

Este trabajo de graduación se realizó con el objetivo de determinar cuáles son los parámetros analíticos que permitan la caracterización del perfil de las distintas salsas ketchup comerciales disponibles en el mercado nacional. Así mismo buscó determinar en qué rangos están los parámetros fisicoquímicos generales de las salsas ketchup como pH, acidez, consistencia, °Brix y color, además de cuantificar los componentes más importantes en las salsas comerciales de ketchup como los son el licopeno, β -carotenos, y minerales.

Primero que todo se analizaron los ingredientes y las declaraciones puestas en las etiquetas de cada marca de salsa ketchup, estas se encuentran en el Cuadro No.17, en la sección de Anexos.

La muestra A es una ketchup nacional la cual colocó en la parte frontal de la etiqueta “salsa tipo ketchup” mientras que en sus ingredientes cabe resaltar que mencionan almidón modificado, el cual pudo ser agregado como espesante o gelatinizante dentro de la ketchup confiriéndole de esa manera consistencia a la salsa. La norma Coguanor no permite el uso de sustancias espesantes en las salsas ketchup. De la misma forma cabe resaltar que los productores de la salsa ketchup A agregaron color rojo allura No. 40 como colorante artificial. El que se haya agregado colorante rojo artificial a la salsa ketchup A pudiera ser un indicador que esta salsa ketchup no está hecha 100% a base de tomate y que tuviera otros ingredientes los cuales disminuyen el color rojo propio del tomate por lo que compensaron con el colorante artificial. Cabe mencionar también que la norma Coguanor 34 005 no permite el uso de colorante artificiales en salsas ketchup por lo que esta marca estaría incumplíendola.

La muestra B también es un marca nacional la cual colocó en la parte frontal de la etiqueta “Salsa tipo ketchup” y en sus ingredientes reportan “pasta de tomate enriquecida con 5 vegetales”, la norma Coguanor 34 005 indica: “no

podrá agregarse ninguna hortaliza o fruta con el fin de incrementar los sólidos totales del producto, el fabricante de la salsa de tomate ketchup deberá tomar en cuenta que los sólidos provengan exclusivamente del tomate“, habiendo dicho esto se tiene que la muestra de ketchup B posiblemente incumpla con lo establecido por la Norma Coguanor 34 005.

La muestra C es una ketchup nacional que en su etiqueta declara “Salsa ketchup”, los ingredientes que contiene son los convencionales para las salsas ketchup, sin embargo también hacen uso de agua y de glutamato monosódico como potenciador de sabor. La norma Coguanor 34 005 no hace mención o restricción alguna acerca de la añadidura de agua a las salsas ketchup o al agregado de glutamato monosódico como potenciador de sabor.

La muestra D también es una salsa ketchup producida en Guatemala la cual, al igual que la A utiliza almidón modificado entre sus ingredientes. Repitiendo: el almidón es utilizado como espesante o gelatinizante dentro de la ketchup confiriéndole de esa manera consistencia a esta. La norma Coguanor no permite el uso de cualquier sustancia espesantes en las salsas ketchup. Por otro lado, se observa que hacen uso de agua la cual no está restringida por la norma Coguanor 34 005.

La muestra de ketchup E es una salsa ketchup producida en México la cual declara “Ketchup 100% natural”. Dentro de sus ingredientes no menciona alguno que este fuera de lo común para este tipo de salsas. En este caso utilizan jarabe de maíz alto en fructosa como edulcorante por ser más económico en este país. Este edulcorante está permitido por la Norma Coguanor 34 005.

La muestra F es una ketchup nacional la cual declara en su etiqueta: “Ketchup, salsa con tomate” haciendo alusión que no es 100% a base de tomate. Dentro de sus ingredientes todos son los usuales en una ketchup tradicional.

Las muestras de ketchup, G, H e I son muestras de tomate importadas de los Estados Unidos. La muestra G declara: “Salsa de tomate ketchup 100% natural”, la muestra H declara: “Salsa de tomate ketchup”, mientras que la muestra

I simplemente declara: “kétchup”. Estas tres muestras de kétchup en cuanto a ingredientes declarados cumplen con los establecidos por la Norma Coguanor.

La muestra I es una kétchup nacional la cual en su etiqueta declara “kétchup” y dentro de sus ingredientes no se observa alguno que esté incumpliendo con la Norma Coguanor.

La muestra K también es un producto guatemalteco el cual declara: “Salsa dulce de tomate” y dentro de los ingredientes de esta salsa se utilizó: puré de vegetales, almidón de maíz, colorante rojo No. 40 y amarillo No. 5. Como se mencionó anteriormente la Norma Coguanor 34 005 prohíbe el uso de vegetales, espesantes y colorantes por lo que esta salsa de tomate aunque no declara que es una “salsa kétchup” el empaque si hace alusión de ello por lo que infringe gravemente lo establecido en esa norma además de que puede ser considerado como un engaño al consumidor.

Por último cabe señalar que las muestras de salsa kétchup A, B, C, D, F, I y K (las cuales son todas nacionales) utilizan sorbato de potasio y benzoato de sodio como preservantes en sus ingredientes. La norma Coguanor no prohíbe el uso de este tipo de aditivos en las salsas kétchup, sin embargo se investigó que en otros países como México (NMX-F-346-S-1980) el uso de este tipo de preservantes en las kétchup no está permitido y es por ello que en las marcas de kétchup E, G, H y J (las cuales son internacionales) no se mencionan este tipo de preservantes.

El primer parámetro fisicoquímico que se analizó fue el de consistencia el cual midió la distancia recorrida por la salsa kétchup en un tiempo específico. Según la norma Coguanor 34 005 para la regulación de salsas kétchup, establece que para que una salsa kétchup se considere aceptable, ésta debe recorrer una distancia menor a 6 cm en un tiempo de 30 segundos. Como se puede observar en el Cuadro No.3 algunas de las muestras analizadas no cumplen con esta norma.

Se tuvo que las muestras de ketchup A, C, E, G, H, I J y K si cumplieron con este parámetro de calidad puesto que sus valores de consistencia fueron menores a 6 cm/30s. Esto quiere decir que poseen, según la norma Coguanor, una consistencia buena, es decir que la salsa de tomate ketchup no puede mostrar más que una pequeña separación de sólidos insolubles, que no es excesivamente espesa, tampoco fluye exageradamente y que tiene una textura uniforme. Sin embargo como se discutió anteriormente, las muestras A, D y K contienen dentro de sus ingredientes almidón de maíz modificado el cual les puede proveer a las muestras consistencia y el cual no es permitido por la Norma Coguanor ya que esta no permite el uso de sustancias espesantes.

Por otro lado las muestras B, D y F no cumplieron con lo establecido por norma Coguanor 34 005 en cuanto a consistencia ya que la misma fue demasiado fluida, siendo esta mayor a 6 cm/30s. Las principales razones de este comportamiento es que las salas de tomate pudieron ser diluidas con agua o no tuvieron suficiente tiempo de evaporación por lo que dentro de sus composición un gran porcentaje es agua la cual le confiere exceso de fluidez. El tomate también tiene dentro de su composición altas cantidades de pectina la cual confiere propiedades espesantes a sus subproductos. Existe la posibilidad de que las muestras B, D y F tengan muy bajos niveles de pectina lo cual hace que el producto no sea consistente.

Se realizó un análisis estadístico de la varianza de los resultados para la consistencia entre las muestras de salsa ketchup analizadas. Las muestras se clasificaron en grupo dependiendo si existía una diferencia significativa entre ellos. En el cuadro número cuatro se puede observar que en el primero grupo están las muestras de salsa C, E, G, H y J la cuales presentaron la máxima consistencia. En seguida está el grupo dos los cuales posee las muestras I, A y K siendo estas las que están muy cercanas al máximo establecido por Coguanor (6cm/30s). En el grupo 3 solamente está presente la muestra F, donde su consistencia supera por una cantidad mínima el máximo permitido de 6 cm/30s y por ultimo esta el grupo

cuatro donde se encuentran las muestras de ketchup D y B las cuales superan de gran manera el máximo de consistencia establecido.

El pH es un factor importante que influye en la calidad de las salsas de tomate ketchup. Los valores de pH oscilaron entre 3.44 y 3.98. Según la Norma Coguanor estos valores de pH son adecuados puesto que la norma establece un valor máximo para pH de 4.3.

Por otro lado, estos valores también se compararon con los reportados por Rani y Baning (1987) quienes reportaron para las salsas ketchup que ellos analizaron valores de pH entre 3.55 y 3.87 y los valores reportados por Porretta y Birzi (1995) quienes reportaron valores entre 3.76 a 3.7.

Se puede observar que la mayoría de los valores de pH están dentro de los rangos reportados por ellos, sin embargo algunos de los valores de pH están fuera de estos.

La acidez también es un factor importante e influyente en la calidad de las salsas ketchup. Los valores de acidez titulable para las muestras estuvieron entre 0.81% y 1.65%. Según la Norma Coguanor 34 005 el porcentaje de acidez en las ketchup debe de tener un mínimo del uno por ciento y un máximo del dos por ciento por lo que se tiene que algunas de las muestras están fuera de este rango permitido.

Las muestras de ketchup que están dentro del rango establecido por la Norma Coguanor 34 005 son la muestra C, D, E, G, H, I y J teniendo un porcentaje de acidez mayor a uno por ciento y menor a dos por ciento.

Por otro lado las muestras A, B, F y K no cumplieron con lo estipulado por la norma Coguanor ya que los porcentajes de acidez titulable fueron menores al 1%. Este parámetro no es índice de autenticidad sino que más bien es un indicador de calidad por lo que se puede decir que las salsas ketchup A, B, F y K no cumplen con la calidad esperada en cuanto a acidez se refiere.

Los azúcares son uno de los parámetros de calidad más importantes en las salsas de tomate ketchup, ya que contribuyen con el sabor, calidad, textura y evitan la decoloración de salsa de tomate. Se analizaron los sólidos solubles presentes en las muestras de ketchup los cuales son una medida indirecta del porcentaje de azúcares, ácidos y demás salidos. Según la Norma Coguanor 34 005 el porcentaje mínimo de sólidos solubles que una ketchup debe tener es de 31%. Como se puede observar en el cuadro número siete, el porcentaje de los sólidos solubles de las muestras están dentro del rango de 25.33 á 36.33 °Brix por lo que algunas muestras están fuera del rango establecido por la norma Coguanor para los sólidos solubles.

Las muestras que están arriba del 31% de sólidos solubles son B, C, D, E, G, H, I y J mientras que las que están por debajo de la cantidad mínima y no cumplen con la norma Coguanor son la muestra A, F y K.

Por otro lado Jarmila Lehkoživová (2009), reportó en su informe que los sólidos solubles en las muestras de salsa ketchup que analizaron estaban entre 24.0 a 35.7 °Brix. Con esto se tiene que la mayoría de muestras analizadas en este estudio concuerdan con las reportadas por otros autores.

Se realizó un análisis estadístico de la varianza de los resultados para los sólidos solubles entre las diferentes muestras de salsa ketchup analizadas. Las muestras se clasificaron en grupos dependiendo si existía una diferencia significativa entre muestras. En el grupo uno se encuentra las muestras K y A, mientras que en el grupo número dos solamente se encuentra la muestra F. Las muestras que pertenecen a estos grupos no superaron el nivel mínimo de sólidos solubles según la norma Coguanor. Al grupo 3 pertenecen las muestras G y D estando estas levemente por encima del mínimo establecido. Por último al grupo 4 y 5 pertenecen las muestras J, H, E, C, B e I las cuales sobrepasan sin problemas el límite permitido por la Norma Coguanor para sólidos solubles.

Se determinó los parámetros L, a y b del color para todas las muestras en estudio. Según Jarmila Lehkoživová (2009) la relación de color a/b se puede

utilizar como una especificación de calidad de color para productos derivados del tomate. De esta manera los valores iguales o mayores a 1.9 son indicadores de un excelente color mientras que los valores menores a 1.8 son considerados como un indicador de color inaceptable. Como se puede observar en el cuadro número nueve, la mayoría de las muestras están arriba de 1.9 en la relación a/b, estas muestras son: A, C, E, F, G, H, I, J y K. Las muestras B y D están debajo de 1.9 ambas con 1.87 en la relación a/b pero a pesar de ello no están por debajo del 1.8 donde si se consideraría un color no deseable. Sin embargo, y como se discutió con anterioridad, las salsas ketchup A declararon dentro de sus ingredientes al color rojo allura No. 40 a 200 mg/kg mientras que a la muestra K también declaro colorante rojo No. 40 y amarillo No. 5 los cuales son colorantes artificiales. Según la Norma Coguanor 34 005, las salsas ketchup deben estar exentas de colorantes artificiales y el color rojo característico de ellas debe ser única y exclusivamente del color rojo del tomate. Por lo tanto se tiene que las muestras A y K a pesar de tener una relación de color a/b adecuada, este color registrado no es natural por lo que no cumple con los requisitos nacionales del color para una salsa ketchup.

La Figura No. 6 muestra el espectro de absorción obtenido por medio del colorímetro Hunter Lab donde se observa que el color en las muestras de ketchup tiene su máxima absorbancia a los 700nm.

Los diferentes minerales presentes naturalmente en el tomate se cuantificaron en las salsas ketchup con el fin de establecer su presencia y saber en qué cantidad están presentes. Estos minerales fueron calcio, magnesio y potasio.

Los valores encontrados para el mineral calcio oscilaron entre el rango de 24.79 mg Ca/100g y 65.2 mg Ca/100g. Los valores reportados en los estudios hechos por Lehkoživová *et al.* (2009) estuvieron entre el rango de (17.6-24.3) mg Ca/100g. Al comparar ambos estudios se observa que las muestras del presente estudio tienen una cantidad mucho mayor a las encontradas por otros autores. El análisis estadístico indica que en el grupo número uno se encuentran las muestras

H, A e I siendo éstas las de menor concentración (24.79 – 38.02)mg Ca/100g, enseguida está el grupo número dos en la cual se encuentran las muestras C, J y E siendo éstas las de mediana concentración (40.78 – 43.48)mg Ca/100g. Por último están las muestras B, K, F, D y G las cuales presentaron las concentraciones de calcio más altas (50.65-65.2)mg Ca/100g. Cabe mencionar que entre cada grupo existe diferencia estadísticamente significativa para las muestras.

Para el magnesio los valores encontrados oscilaron entre el rango de 6.97 mg Mg/100g y 34.92 mg Mg/100g. Los valores reportados en los estudios hechos por Lehkoživová *et al.* (2009) estuvieron entre el rango de (13.6 á 15.6) mg Mg/100g. Al comparar estos valores con los reportados en este estudio se observa que algunas muestras de ketchup si coinciden con los valores reportados por otros autores, sin embargo, la mayoría están fuera del rango reportado por Lehkozivova. El análisis estadístico indica que existen dos grupos con diferencia significativa, el grupo número uno donde se encuentran las muestras K, B, H, A, D, C, E, J, y L siendo estas las de menor concentración (6.97 – 20.53)mg Mg/100g y el número dos donde se encuentran las muestras F y G siendo estas las de mayor concentración (30.74 – 34.22)mg Mg/100g.

Cabe mencionar que tanto en la cuantificación de Calcio como en la de Magnesio las muestras F y G son la que presentan mayor concentración respecto a las demás muestras de ketchup.

El potasio se encuentra comúnmente en muchos productos alimenticios, especialmente en frutas y verduras. El tomate es uno de los vegetales con mayores concentraciones de potasio por lo que este mineral es uno de los mejores indicadores para la presencia de tomate en la ketchup. Según Gebhardt (2002) por cada 100 gramos de tomate hay en promedio 220 mg de potasio mientras que en los resultados obtenidos por Lehkozivova (2009) la cantidad de potasio encontrada en la salsas ketchup están en el rango de 287.5 a 372.4 mg K/100 g.

En este estudio la cuantificación de potasio de las muestras se encontró en el rango de concentración de (33.16 - 375.74) mg K/100g. Como se puede observar este rango es bastante amplio. El análisis estadístico indica que existen tres grupos de muestras con diferencia significativa, en el grupo número uno se encuentran las muestras K, B y D las cuales presentaron las menores concentraciones de potasio (33.16, 45.84 y 52.53)mg K/100g respectivamente. Estas muestras difieren con las concentraciones reportadas por Gebhardt(2002) para el tomate y por Lehkozivova(2009) para las muestras de salsa kétchup.

Al segundo grupo pertenecen las muestras A y F (127.88 y 178.49)mg K/100g respectivamente las cuales también son mucho menores a las concentraciones reportadas por Gebhardt(2002) y Lehkozivova(2009).

Por último el tercer grupo fue el que presento las mayores concentraciones de potasio en 100 gramos de muestra. A este grupo pertenecen las muestras C, E, G, H, I y J. Este grupo de muestras si coincidió con las concentraciones reportadas por Gebhardt (2002) y Lehkozivova (2009) en sus estudios por lo que existe gran posibilidad que las muestras de kétchup de este grupo si estén hechas a base de puro tomate.

Por último se llevó a cabo el análisis más importante en este estudio el cual fue la determinación de ausencia o presencia de licopeno y β -caroteno en las muestras de kétchup. Cabe mencionar que por fallas en el equipo no se pudo realizar la cuantificación de estos compuestos, pero para los objetivos de este estudio la identificación de los compuestos en las muestras es más que suficiente.

En la Figura No. 7 se puede observar el espectro de absorción para los estándares de β -caroteno y Licopeno por medio de un espectrofotometro ultravioleta visible. En esta figura se puede observar que el Betacaroteno tiene sus puntos maximos a 462 y 484 nanometros mientras que el licopeno tiene sus puntos máximos de absorbancia a 462, 484 y 517 nanómetros por lo que para la identificación del licopeno en las muestras de kétchup se utilizará la longitud de onda de 517 nanómetros mientras que en las longitudes de onda de 462 y 484

nanómetros se usaron para identificar la posible presencia de ambos compuestos (licopeno y β -caroteno) en la ketchup.

La Figura número 8 muestra el espectro de absorción de la muestra A en donde se puede observar la ausencia total de alguno de los compuestos buscado. En este espectro no se puede observar ningún pico en alguna de las longitudes de onda mencionadas. En la longitud de onda de 405 y 427 nm se puede observar una mínima absorción que corresponde posiblemente al β -caroteno, sin embargo en la longitud de onda de 518 no se registró alguna absorción deduciéndose que la muestra de ketchup A no contiene tomate.

La Figura número 9 muestra el espectro de absorción de la muestra B en donde tampoco se puede apreciar alguna absorción en las longitudes de onda de referencia para licopeno y β -caroteno. Los mínimos picos que se muestran pertenecen a otras longitudes de onda y además no se observa ningún pico claro por ser tan pequeños las unidades de absorbancia (AU).

La Figura número 10 muestra el espectro de absorción de la muestra de ketchup C. En esta se puede apreciar la presencia de β -caroteno + Licopeno en las longitudes de onda de 457 y 485 nm así como de Licopeno en la longitud de onda de 518 nm. Se puede decir que la muestra C sí contiene tomate dentro de sus ingredientes.

El espectro de absorción que se observa en la figura número 11 corresponde al espectro de la muestra D en la cual claramente se puede distinguir los picos correspondientes al β -caroteno y al licopeno. En comparación con la muestra C, estos picos están más definidos y tienen UA mayores. Se puede decir que la salsa ketchup C sí contiene tomate dentro de su composición.

En el espectro correspondiente a la muestra E se observa también la aparición de tres picos a 457, 484 y 518 nm respectivamente. Los primeros dos picos corresponden a la presencia de β -caroteno + licopeno, mientras que el tercero es indicador de la presencia de Licopeno. Se puede observar que todas las analizadas hasta el momento la muestra E es la que mayor absorbancia ha tenido

en los 518 nm correspondientes al licopeno. Se puede decir que la salsa ketchup E si contiene tomate.

En la muestra número F no se pudo encontrar rastro alguno de β -caroteno o de licopeno debido a que el espectro de absorción no detectó la presencia de alguno de estos compuestos. Se puede inferir entonces que la ketchup F no contiene ketchup dentro de sus ingredientes.

La Figura número 14 muestra la presencia de licopeno y β -caroteno en la salsa ketchup G. En esta se puede observar una gran absorbancia a 457 y 185 nm identificante el compuesto de β -caroteno y posiblemente licopeno el cual se confirma con el tercer pico a 518 nanometros. Se puede decir que la ketchup G si esta echa a base de tomate. De la misma forma la figura número 15 muestra el espectro de absorción de la muestra H. En ella se puede apreciar la absorción a 457 y 484 nm identificando de esta manera al β -caroteno y posiblemente al licopeno el cual se confirma con el pico presente a 518 nm. Se puede decir que la muestra H también esta echa a base de tomate.

La salsa ketchup I fue la que más absorbancia presentó de todas las marcas analizadas, en el espectro de absorción es muy difícil distinguir un pico claro debido a la presencia de varios picos, pero la presencia de ellos es un claro indicador que si existe licopeno y β -caroteno dentro de su composición además de que es la muestra con mayor concentración.

En la Figura número 18 se comprueba la presencia de licopeno y β -caroteno en la muestra J ya que se hay presencia de picos de absorcion a 457, 484 y 518 nm. Se puede decir que esta marca de ketchup si contiene tomate.

Por último la muestra de ketchup K por medio del espectro de absorcion no presentó evidencia que tuviera licopeno o β -caroteno dentro de su composición. En este espectro (figura 18) no se pudo observar algun pico de absorbancia por lo que se puede decir que esta muestra no contiene tomate.

En la Figura número 19 se observa todos los espectros superpuestos en donde se puede apreciar la diferencia de absorción entre las diferentes muestras. La muestra que tuvo mayor absorción fue la muestra I,

Por último en el Cuadro 16 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en todas las pruebas. “Sí” hace alusión a que el resultado está conforme con la Normas Coguanor 34 005. La muestra a la cual se le asignó la palabra “No” en alguno de sus parámetros significa que la salsa kétchup analizada no está conforme a los rangos que la Norma Coguanor establece para ese parámetro. La última columna indica la presencia o ausencia de licopeno en las marcas de tomate.

Se puede observar cierta tendencia en donde las muestras con presencia de Licopeno y β -caroteno estuvieron en total conformidad con la Norma Coguanor en todos los análisis fisicoquímicos que se les aplicó. Por otro lado las muestras que no reportaron presencia de licopeno y β -caroteno tuvieron ciertas inconformidades en mas de algún parámetro fisicoquímico analizado.

Por medio de estas pruebas realizadas se pudo comprobar que la identificación de licopeno y β -caroteno en salsas kétchup es un excelente indicador para determinar la presencia/ausencia de tomate en la composición de las salsas kétchup.

Los parámetros fisicoquímicos analizados sirven también como respaldo a los resultados obtenidos.

IX. CONCLUSIONES

1. La consistencia encontrada en las salsas ketchup demostró que las muestras A, C, E, G, H, I J y K si cumplieron con la Norma Coguanor 34 005.
2. El rango de pH encontrado en las diferentes marcas de ketchup fue de 3.44 a 3.98. Todas estuvieron en conformidad con la Norma Coguanor 34 005.
3. El rango de acidez titulable para las marcas analizadas fue de 0.81% a 1.65%. Con esto se encontró que las marcas A, B, F y K no cumplieron con lo estipulado por la norma Coguanor 34 005.
4. El porcentaje de los sólidos solubles de las muestras están dentro del rango de 25.33 a 36.33 °Brix. Las muestras de salsa ketchup que no cumplieron con el perfil de sólidos solubles establecidos por la Norma Coguanor fueron las marcas A, F y K .
5. La relación de los parámetros a/b del color demostró que todas las muestras poseen un color aceptable para ketchup, sin embargo las marcas A y K declararon en sus ingredientes colorantes artificiales los cuales no están permitidos por la Norma Coguanor 34 005.
6. Los rangos de minerales encontrados en las diferentes marcas de ketchup fueron de (24.79- 65.2) mg/100g para el Calcio; (6.97-34.92) mg/100g para el Magnesio y por último (33.16-375.74) mg/100 g para el potasio. La cuantificación de este último es de especial interés en la caracterización del perfil de salsas ketchup.

7. Se identificó la presencia de Licopeno y β -caroteno en las marcas C, D, E, G, H, I y J demostrando la presencia de tomate en estas muestras.
8. Con base en las pruebas realizadas se encontró que las muestras C, D, E, G, H, I y J si contienen tomate dentro de su composición y todas son salsas kétchup de buena calidad según los parámetros fisicoquímicos estudiados. Por otro lado se encontró que las marcas A, B, F y K no demuestran la presencia de tomate como materia prima siendo estas salsas kétchup de baja calidad. Los parámetros fisicoquímicos ayudaron a respaldar esta aseveración.
9. Los parámetros fisicoquímicos de pH, consistencia, acidez, sólidos solubles, color y minerales vienen a ser excelentes indicadores que acompañados con la identificación de licopeno y β -caroteno aseguran la caracterización del perfil de las salsas kétchup en general.

X. RECOMENDACIONES

1. Cuantificar la cantidad de licopeno y β -carotenos por medio de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en las muestras que presentaron presencia de estos compuestos, de esta manera se podrá comparar cuál de las muestras de salsa kétchup contienen mayor concentración y cuáles tienen menor.
2. Llevar a cabo otros análisis más detallados como número de formol, identificación de ácidos orgánicos y cuantificación de Hidroximetilfurfural (HMF) para respaldar los resultados y también para comprobar si estos también pueden servir como parámetros analíticos para la caracterización del perfil de salsas kétchup.
3. Investigar, desarrollar e implementar un método rápido para la identificación y cuantificación de Licopeno y β -carotenos en muestras de kétchup y que pueda utilizarse en cualquier producto que se quiera analizar.
4. Utilizar este documento como referencia y como base para que en un futuro la comercialización de salsas kétchup este regulada de una mejor forma por parte de las autoridades correspondientes y de esta manera se ofrezca al consumidor final un producto de calidad el cual esté libre de engaños

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Anguelova T. y Warthesen J. 2000. "*Lycopene Stability in Tomato Powders*". Journal of Food Science 65(1): 67-70
2. Apaiah RK, Barringer SA (2001) Journal of Food Processing and Preservation 25: 237-250.
3. Arias, R, Lee, T.C., Logendra, L. y Janés, H. (2000). "*Correlaciones de licopeno por HPLC medido con los valores L*, a*, b* lecturas de color de un hidropónico de tomate y la relación de madurez con el color y el contenido de licopeno*". J. Agr. . Food Chem. 48, 1697-1702
4. Astrog P (1997) Food Sci Tech 8:406–413
5. Ball G. F. M. 1992. "*The Fat-Soluble vitamins*". En Nollet L. M. L. Food Análisis by HPLC Marcel Dekker Inc. New York.
6. Barreiro JA, Milano M, Sandoval AJ (1997) Journal of Food Engineering 33: 359-371
7. Campbell and Farrell. "*Ciclo de ácido cítrico*", Capítulo 19, Biochemistry, 6ta edición, Ed. Thomson, 2007
8. Clinton SK (1998). "*Licopeno: la química, la biología y las implicaciones para la salud humana y las enfermedades*". Nutricional Review, 56: 35-51
9. Codex stan 57 1981. "*Norma del codex para los concentrados de tomate elaborados*".
10. Drdak M (1989). "*Technologia rastlinnych neudrzných potravín*". ALFA, Bratislava.
11. Gebhardt, s. & Thomas, R. 2002. "*Nutritive value of foods*". United States department of agriculture. Agricultural Research Service, home and garden bulletin number 72, nutrient data laboratory, beltsville, maryland.
12. Giovannucci E, Rimm EB, Liu Y, Stampfer MJ, Willett WC (2002) J Natl Cancer Inst 94:391–398
13. Hayes WA, Smith PG, Morris AEJ (1998) Critical Reviews in Food Science and Nutrition 38: 537-564.
14. Intelmann D, Jaros D, Rohm H (2005) European food Research and Technology 221: 662-666

15. Karrer P, Helfenstein A, H. Wehrli, A. Wettstein (1930). "*Über die Konstitution des Lycopins und Carotins*". Helvetica Chimica Acta 13: 1084–1099.
16. Lehkoživová, J. Karovičová, J. Kohajdová, Z. (2009) Acta Chimica Slovaca Vol.2, No.2, 88 – 96
17. Lugasi, A., Biro, L., Hováire, J., Sagi, KV, Brandt, S. y Barna, E. (2003). "*Contenido de licopeno de los alimentos y la ingesta de licopeno en los dos grupos de la población húngara*". Nutr. Res. 23, 1035-1044.
18. McCann SE, Ambrosone CB, Moysich KB, Brasure J, Marshall JR, Freudenheim JL, Wilkinson GS, Graham S (2005) Nutr Cancer 53:33–41
19. Mercadante, A.Z., Steck, A., Pfander, H. (1999). "Carotenoids from Guava (*Psidium guajava* L.): Isolation and Structure Elucidation". J. Agric. Food Chem. 47 (1): 145–151.
20. Mills PK, Beeson WL, Phillips RL, Fraser G (1989) Cancer 64:598–604
21. NMX-F-102-S-1978. Normas Mexicanas, Dirección General de Normas. "*Determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas*".
22. NMX-F-322-S-1978. Normas Mexicanas, Dirección General de Normas. "*Determinación de la consistencia de la salsa de tomate*".
23. NMX-F-338-S-1979. Normas Mexicanas, Dirección General de Normas. "*Productos de tomate, determinación de color método de Munsel*". 1976.
24. NMX-F-346-S-1980. Salsa de tomate cátsup (tomato sauce). "*Normas mexicanas*". Dirección General de Normas. 1980
25. "Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, AOAC". 12a. edición 1975.
26. Peto R, Doll R, Buckley JD, Sporn MB (1981) Nature 290:201–208
27. Rani U, Banins GS (1987) J Texture Stud 18:125–135
28. Rao AV, Waseem Z, Agarwal S (1998) Food Research International 31: 737-741
29. Recomendación ISO R 750 "*Produits dévives des fruits et légumes. Determination de l'acidité tritrable*". Junio 1968.

30. Reeds PJ, Burrin DG, Stoll B, Jahoor F. (2000) *Journal of Nutrition* 130(4S Suppl) : 978S - 82S.
31. Reeds PJ, Burrin DG, Stoll B, Jahoor F, *Journal of Nutrition*, 2000 Apr;130(4S Suppl):978S-82S
32. Porretta S, Birzi A (1995) *Sci-Aliments* 15:529–540.
33. Rodríguez Rodríguez, R. ; Tabarez Rodríguez, J.; Medina San Juan, J. 1984. "*Cultivo Moderno del tomate*". Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.
34. Sharoba A, Senge B, El-Mansy H, bahlol H, Blochwitz R (2005) *European Food Research and Technology* 220: 142-151
35. Shi J, Le Maguer M (2000) *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 40: 1-42.
36. Smith, Andrew F. "The tomato in America : early history, culture, and cookery". University of South Carolina Press, (1994), Columbia, S.C, USA.
37. Soukupová V, Čížková H, Voldřich M (2004) *Czech Journal of Food Science* 22: 308-311.
38. Spano N, Casula L, Panzanelli A, Pilo MI, Piu PC, Scanu R, Tapparo A, Sanna G (2006)
39. *Talanta* 68: 1390-1395.
40. Thakur BR, Singh RK, Nelson PE (1996) *Food Review International* 12: 375-401
41. Van Arnum, Susan D. (1998). "*Vitamin A in Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*". New York: John Wiley. pp. 99–107..
42. Vorlová L, Borkovcová I, Kalábová K, Večerek V (2006) *Journal of Food and Nutrition Research* 45: 34-38.

XII. ANEXOS

Cuadro No.17 “Ingredientes y declaraciones presentes en la etiqueta de cada marca de kétchup analizada”

Marca	Declaración	Ingredientes
A	Salsa tipo kétchup	Concentrado de tomate, azúcar, almidón modificado, sal, ácido acético y especias. Color rojo allura No. 40 a 200 mg/kg Benzoato de sodio y sorbato de potasio
B	Salsa tipo kétchup	Pasta de tomate enriquecida con 5 vegetales, azúcar, sal, ácido acético, ácido cítrico, benzoato de sodio y sorbato de potasio
C	Salsa kétchup	Agua, pasta tomate, azúcar, sal, ácido acético, glutamato monosódico, especias molidas, ácido ascórbico, benzoato de sodio
D	Salsa de tomate tipo kétchup	Agua, concentrado de tomate, azúcar, sal, ácido acético, almidón de maíz modificado, benzoato de sodio y sorbato de potasio y especias.
E	Kétchup 100% natural	Concentrado de tomate, jarabe de maíz alto en fructosa, vinagre destilado, jarabe de maíz, sal, saborizantes naturales: cebolla en polvo, especias, ajo en polvo
F	Kétchup “salsa con tomate”	Pasta de tomate, azúcar, sal, almidón, ácido acético(0.95%), especias y benzoato de sodio 0.01%
G	Salsa de tomate kétchup 100% natural	Concentrado de tomate, azúcar, vinagre destilado, sal, y menos del 2% de: cebolla en polvo, ajo en polvo, y sabores naturales.
H	Salsa de tomate	Concentrado de tomate. Vinagre destilado, fructosa de jarabe de maíz, jarabe de maíz, sal, cebolla en polvo y sabores naturales
I	Kétchup	Agua, concentrado de tomate, azúcar, sal, ácido acético, ácido ascórbico, benzoato de sodio, sorbato de potasio y especias
J	Salsa de tomate	Concentrado de tomate (agua, pasta de tomate), fructosa jarabe de maíz, jarabe de maíz, vinagre, sal, cebolla en polvo, especias, sabores naturales
K	Salsa dulce de tomate	Puré de vegetales, azúcar, vinagre, agua, almidón de maíz, sal, especias, benzoato de sodio, y sorbato de potasio al 0.05%, colorante rojo No. 40 y amarillo 5 aprobado por la FDA

Imagen No. 1 y 2 “Determinación de iones minerales de potasio, magnesio y calcio en las muestras de salsa ketchup por medio de espectrofotometría de absorción atómica”

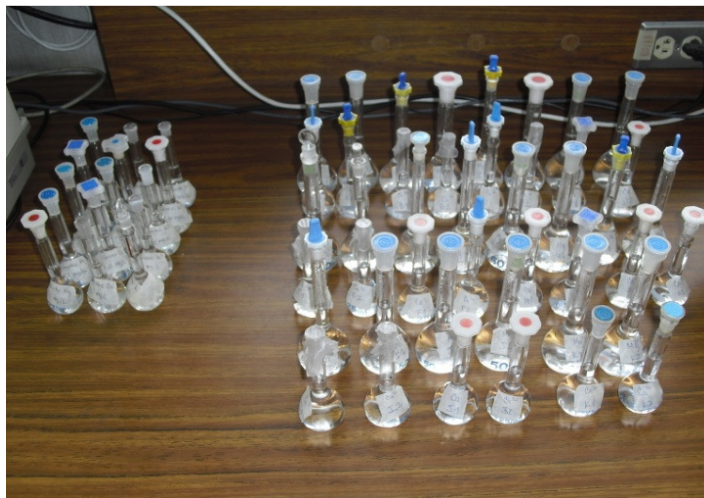


Imagen No. 3 Y 4 "Extracción de Licopeno y β -carotenos para identificación y cuantificación por HPLC "



Imagen No. 5 y 6 “Determinación de los parámetros de color realizadas en el colorímetro Hunter”

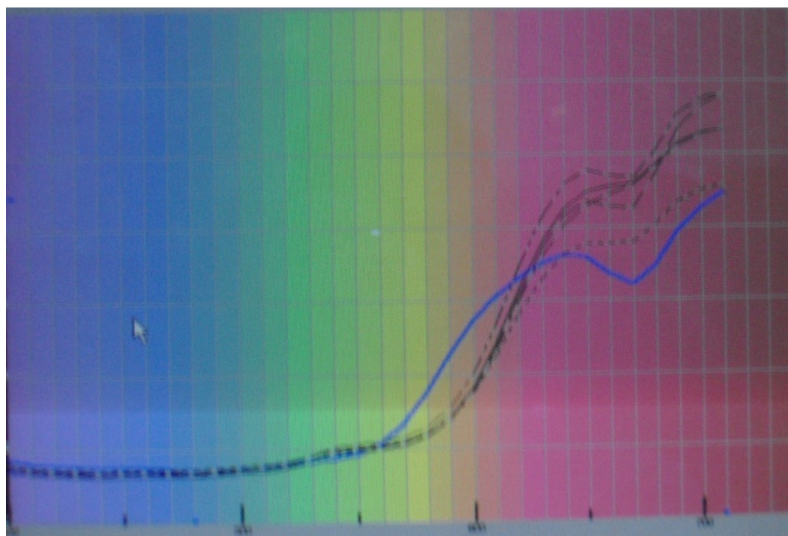
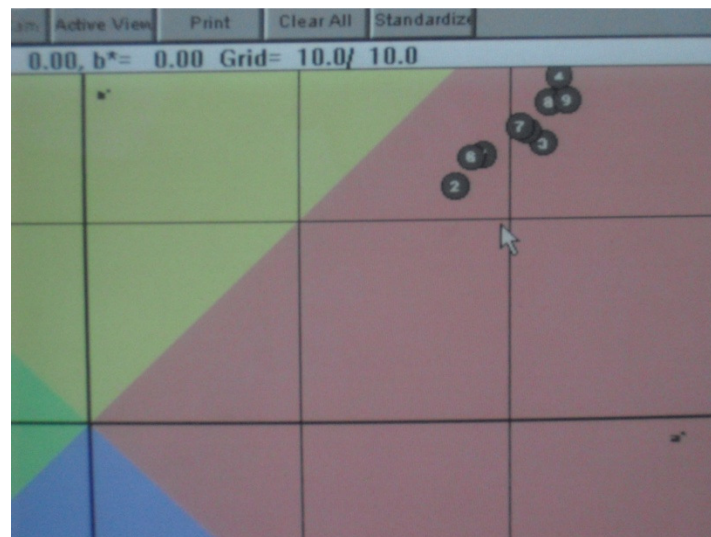


Imagen No. 7 y 8 “Determinación de presencia o ausencia de licopeno y β -caroteno en las muestras de ketchup por medio de espectrofotometría ultravioleta visible”



Imagen No. 9 y 10 “Determinación de la consistencia en las muestras de ketchup por medio del consistómetro de Bostwick”

