


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

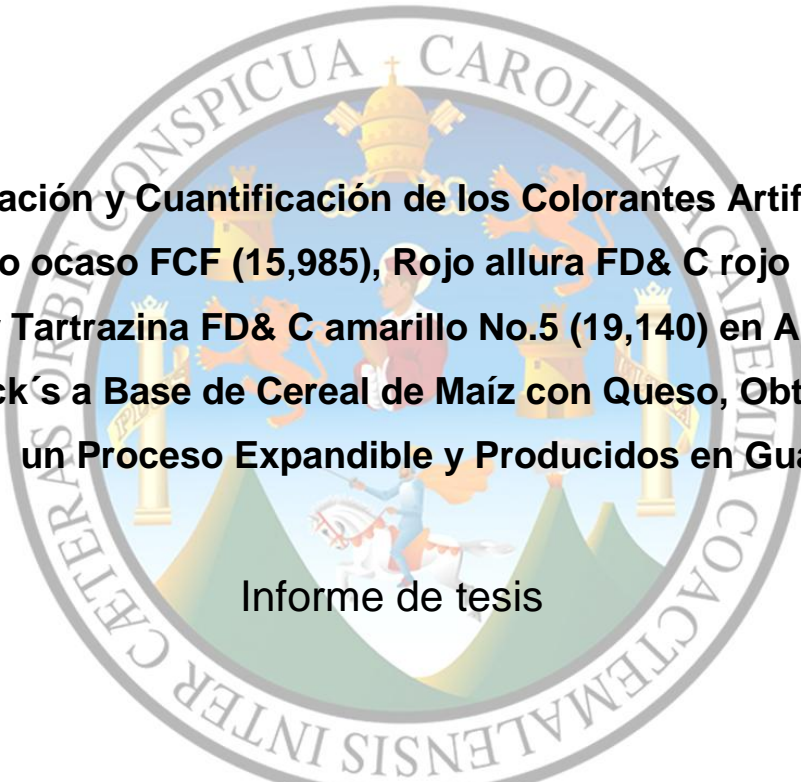
The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a blue background, depicting a figure on a white horse. Above the shield is a golden crown with a cross on top. The shield is flanked by two golden lions. The entire emblem is surrounded by a grey border containing the Latin motto "CETERA SUB CONSPICUA CAROLINA ACQUIESCUNT COACTEMALENSIS INTER".

**Identificación y Cuantificación de los Colorantes Artificiales:  
Amarillo ocaso FCF (15,985), Rojo allura FD& C rojo No. 40  
(16,035) y Tartrazina FD& C amarillo No.5 (19,140) en Alimentos  
Tipo Snack´s a Base de Cereal de Maíz con Queso, Obtenidos a  
Partir de un Proceso Expandible y Producidos en Guatemala**

Karla Alejandra Argueta Hernández  
Química Farmacéutica

Guatemala, Octubre del 2014.

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

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure, likely a saint or religious figure, seated on a throne. The figure is surrounded by a blue and green landscape with a golden dome and a cross. The seal is encircled by the Latin motto "CETERAS SOBBI CONSPICUA CAROLINA ACUTEM COACTEM MALENSIS INTER".

**Identificación y Cuantificación de los Colorantes Artificiales:  
Amarillo ocaso FCF (15,985), Rojo allura FD& C rojo No. 40  
(16,035) y Tartrazina FD& C amarillo No.5 (19,140) en Alimentos  
Tipo Snack's a Base de Cereal de Maíz con Queso, Obtenidos a  
Partir de un Proceso Expandible y Producidos en Guatemala**

Informe de tesis

Presentado por

Karla Alejandra Argueta Hernández

Para optar al título de  
QUÍMICA FARMACÉUTICA

Guatemala, Octubre del 2014.

## **JUNTA DIRECTIVA**

Oscar Manuel Cóbar Pinto, Ph.D	Decano
Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto, M.A	Secretario
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal I
Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares	Vocal II
Lic. Rodrigo José Vargas Rosales	Vocal III
Br. Lourdes Virginia Nuñez Portales	Vocal IV
Br. Julio Alberto Ramos Paz	Vocal V

## **AGRADECIMIENTO**

- A:** La Universidad de San Carlos de Guatemala y La Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Por ser el centro de enseñanza que inculcó en mí la responsabilidad, el trabajo y la dedicación, para lograr este triunfo.
- A:** Licda. Julia Amparo García Bolaños por su asesoría, apoyo, paciencia, consejos y enseñanzas brindadas para la realización de esta investigación y la vida.
- A:** Licda. Ilma Mabel Rosado por la revisión, apoyo y observaciones pertinentes para la elaboración eficaz del presente trabajo de investigación.
- A:** Todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en la elaboración de la misma.

# DEDICATORIA

## ***A Dios:***

Por la vida, la salud, el amor, y por ser inspiración en mi vida.

## ***A mis padres:***

***Xiomara Hernández y Rudy Argueta.*** Todo mi agradecimiento por el apoyo, esfuerzo y sacrificio realizado. Mil palabras no alcanzarían para expresar lo que significa el haberme dado la oportunidad de alcanzar mis metas.

## ***A mi abuela:***

***Honoría Cervantes.*** Gracias por su apoyo, comprensión y atención a lo largo de toda mi vida.

## ***A mis amigas y amigos:***

A todos con los que pude compartir, gracias por los momentos tan divertidos y por el apoyo, esto es también gracias a cada uno de ustedes.

## ÍNDICE

	<b>PÁGINAS</b>
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. ANTECEDENTES	3
4. JUSTIFICACIÓN	14
5. OBJETIVOS	
5.1 Objetivo general	15
5.2 Objetivos específicos	15
6. HIPÓTESIS	16
7. MATERIALES Y MÉTODOS	
7.1 Universo de trabajo	17
7.2 Muestra	17
7.3 Recursos	17
7.4 Metodología	19
7.5 Diseño estadístico	24
8. RESULTADOS	25
9. DISCUSIÓN	29
10. CONCLUSIONES	32
11. RECOMENDACIONES	34
12. REFERENCIAS	35
13. ANEXOS	
13.1 ANEXO I: Especificaciones de colorantes artificiales	39
13.2 ANEXO II: INFORME DE BARRIDO: Determinación de la longitud de onda del pico más representativo para cada uno de los estándares de colorantes artificiales	42
13.3 ANEXO III: INFORME DEL ANÁLISIS: Cuantitativo de cada una de las muestras en análisis por medio del Espectrofotómetro UV-VIS	43
13.4 ANEXO IV: INFORME DE ANÁLISIS DE CROMATOGRAFÍA CAPA FINA: Cálculos Rf.	54

## **1. RESUMEN**

En la presente investigación se realizó la identificación y cuantificación de los colorantes artificiales: amarillo ocazo FCF (15,985), rojo allura FD& C rojo No. 40 (16,035) y tartrazina FD& C amarillo No.5 (19,140) en alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso, obtenidos a partir de un proceso expandible y producidos en Guatemala.

Con el objetivo de determinar si dichos productos cumplen con la norma COGUANOR NGO 34 192, la cual indica que los colorantes artificiales usados en productos alimenticios debe encontrarse dentro del listado autorizado para el consumo humano, no puede emplearse en mezclas de más de tres colorantes artificiales y la suma de las cantidades agregadas no podrá exceder de 200 mg/L.

El método utilizado para la extracción de los colorantes artificiales, fue el tradicional con lana desengrasada utilizada anteriormente en otros estudios. Se analizaron un total de 5 marcas fabricantes de las cuales se tomó por cada una de ellas 3 muestras provenientes de diferentes lotes y fecha de fabricación, con el fin de determinar si las marcas fabricantes presentan una consistencia en la cantidad de colorante artificial agregado a sus productos. Se realizó una solución extraída de cada una de las muestras así como una solución estándar por cada color artificial, se dejó correr las mismas a través de cromatoplacas con una fase estacionaria, y por comparación de valores  $R_f$  se identificaron los colorantes. Se llevó a cabo la cuantificación a través de la preparación de soluciones estándar de cada uno de los colorantes artificiales identificados, con los cuales se determinó una curva de calibración y la concentración de las muestras se determinó por medio de la regresión lineal de cada estándar de colorante.

Según los resultados obtenidos tres de las cinco marcas de alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso, producidos en Guatemala, cumplen con los tres puntos importantes especificados en la norma COGUANOR NGO 34 192, al utilizar colorantes artificiales aptos para el consumo, en mezcla y cantidades permitidas.

# **1. INTRODUCCIÓN**

La industria de los alimentos tipo snack's está en auge debido en parte a los cambios en los estilos de vida de los consumidores. Es por ello que constantemente se tiene que estar elaborando nuevos sabores, colores y apariencia en este tipo de producto, jugando un papel muy importante los ingredientes utilizados para su elaboración, proporcionando características nutricionales y sensoriales adecuadas para el mercado actual.

Las materias primas utilizadas principalmente en la elaboración de alimentos tipo snack's son: base de papas, cereales, harina o almidón (derivados de raíces y tubérculos, legumbres y leguminosas), que en ocasiones son enriquecidas con algunas fuentes ricas en proteína. Y para ser atractivos a la vista del consumidor, estos productos son dotados de cantidades de colorantes artificiales. (Gutiérrez, 2000, p. 34).

Los entes encargados de la protección de la salud del consumidor hacen que estos colorantes estén sometidos a un control legal estricto en todos los países. En Guatemala la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) normaliza qué colorantes son los aprobados para su uso en alimentos y en qué proporción. Este tipo de normas se basan según las especificaciones indicadas por normas internacionales regidas por el Codex Alimentarius y el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA).

En la presente investigación se llevó a cabo la identificación y cuantificación de los colorantes artificiales Amarillo ocazo FCF (15,985), Rojo allura FD& C rojo No. 40 (16,035) y Tartrazina FD& C amarillo No.5 (19,140) en alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso obtenidos a partir de un proceso expandible y producidos en Guatemala. Con el fin de determinar su cumplimiento bajo las normas establecidas dentro de Guatemala.



## **2. ANTECEDENTES**

### **3.1 Definiciones:**

Los snack's según el Codex Alimentarius es considerado como un aperitivo que puede ser elaborado a base de patatas (papas), cereales, harina o almidón (derivados de raíces y tubérculos, legumbres y leguminosas). (Gutiérrez, 2000, p. 34).

Los snack's son un tipo de alimento que en la cultura occidental no es considerado como uno de los alimentos principales del día (desayuno, almuerzo, comida, merienda o cena). Generalmente se utiliza para satisfacer el hambre temporalmente, proporcionar una mínima cantidad de energía para el cuerpo, o simplemente placer. (Gutiérrez, 2000, p. 34).

Las definiciones de alimentos tipo snack's en diferentes países son:

Argentina: picada o copetín

Chile: picoteo o copetín

Colombia: pasabocas o aperitivos

Cuba: chucherías

El Salvador: boquitas

España: aperitivos, tapas, pinchos o picoteo

México: botanas o aperitivo

Perú: piqueo

Uruguay: picadillo o bocaditos

Venezuela: pasapalos

### **3.1.2 Clasificación de los alimentos tipo snack's:**

Debido a su variabilidad en las técnicas de elaboración, los alimentos tipo snack's han sido clasificados en tres generaciones, las cuales son:

- 3.1.2.1 La primera generación considera los productos convencionales elaborados a partir del grano entero usando combinaciones de humedad y temperatura.
- 3.1.2.2 La segunda generación son productos, en los cuales la materia prima se ve involucrada en distintas etapas de preparación para la obtención de una masa, la cual es sometida a un proceso de cocción para obtener el producto final.
- 3.1.2.3 En el siguiente grupo se encuentran los denominados de tercera generación, éstos también son conocidos como snack's semi-terminadas, los cuales son parecidos a los productos de segunda generación, aunque el producto obtenido no se encuentra listo para ser consumido. Su presentación final viene comúnmente después de un freído en aceite caliente o expansión con aire caliente. Debido a su alta estabilidad al almacenamiento y su alta densidad aparente, los alimentos tipo snack's de tercera generación no expandidos presentan un interesante mercado potencial. (Gutiérrez, 2000, p. 34-35).

Los colorantes según la *Food and Drug Administration* (por sus siglas F.D.A), son cualquier sustancia que en cuanto tal no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetamiento, transporte o conservación de dicho alimento, resulta, o es de prever que resulte (directa o indirectamente) en que él o sus derivados pasen a ser componente de tales alimentos o afecten las características de éstos. Considerando que dicho

término no contempla los contaminantes ni las sustancias añadidas a los alimentos para mantener o mejorar las calidades nutricionales, además no se considera ingrediente característico del alimento. (CODEX STAN Alimentarius. 192, 1995, p. 2)

No obstante, los aditivos alimentarios, son ingredientes dado que se agregan deliberadamente a los alimentos y deben ser inocuos durante el tiempo de consumo, es importante saber que el término aditivo no incluye a los contaminantes (CODEX STAN Alimentarius. 192, 1995, p. 2)

### **3.2 Los colorantes alimenticios son aditivos de dos tipos:**

**3.2.1 Los colorantes naturales:** Los colorantes naturales pueden ser de origen mineral, vegetal o animal (como la Cochinilla) aunque eso no quiere decir que sean implícitamente ya inocuos.

**3.2.2 Los colorantes artificiales:** Como su nombre lo indica son colorantes sintéticos, y que no existen en la naturaleza, son en su mayoría anilinas convenientemente purificadas para uso alimenticio. Los colorantes artificiales son solubles en agua, debido a la presencia de grupos de ácido sulfónico, y consecuentemente son fáciles de utilizar, generalmente en forma de sales sódicas, en líquidos y materiales pastosos. También se pueden utilizar en forma insoluble, como lacas con hidróxido de aluminio, cuando se añaden a productos sólidos, para evitar que estos productos “destiñan”.

Además de mucho más fáciles de utilizar que los colorantes naturales, los colorantes artificiales son también, en general, más resistentes a los tratamientos térmicos, pH extremos, luz, etc., que los colorantes naturales. Solamente la eritrosina, el índigo y el verde lisamina son relativamente. (Rodríguez, 2008, p. 6-7)

### **3.3 Generalidades de los Colorantes Artificiales:**

En el año 1856 Sir William Henry Perkin publicó una serie de trabajos en los cuales expone el desarrollo de los primeros tintes sintéticos. Tras estas publicaciones se inició el uso de aditivos.

El color basa en una serie de procesos físicos, químicos, fisiológicos y psicológicos. Las sensaciones que percibe el hombre cuando observa un objeto lo asocia con los objetos que lo rodean, esto es especialmente evidente en el área alimentaria, donde la relación de color y sabor son muy importantes para que el consumidor adquiera un producto pues con tan solo el hecho de verlo, se sustituirá por otro si no cumple con las propias normas de calidad del consumidor, como el no tener un color homogéneo y consistente, por lo que se busca siempre una apariencia natural. (Corzo, 2008, p. 9)

Tras el uso de estas sustancias y los posibles efectos adversos tras su consumo se inicia en el año de 1955 el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) es un comité científico internacional de expertos conformados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). (Madrid, 1992, p. 4)

Este Comité ha venido reuniéndose desde el año de 1956, inicialmente para evaluar la inocuidad de los aditivos alimentarios y con ello establecer normas que determinan el uso de diferentes aditivos alimenticios así como el requerimiento de Ingestión diaria admisible (*en sus siglas* IDA), que es una estimación acerca de la cantidad de un aditivo alimentario, expresada en relación al peso corporal, que una persona puede ingerir diariamente durante toda su vida sin correr riesgos apreciables para su salud (hombre promedio = 60 kg) se expresa en miligramos del aditivo por kilogramo de peso corporal. (CODEX STAN Alimentarius. 192, 1995, p. 1)

En 1960 la FDA a través de su acta federal de alimentos y medicamentos emitida el mes de junio, estable que todos los colorantes ya sea naturales o artificiales se encontrarán bajo supervisión gubernamentaria y clasifica cada uno de estos compuestos en base a la aprobación de manera permanente o provisional. (Othmer, 1998, p. 374)

### **3.3.1 Efectos Adversos del uso de colorantes artificiales en alimentos:**

Aún no se encuentra claro cuál es el rol contribuyente de los colorantes artificiales en alimentos y sus efectos adversos, pero diversos estudios han mostrado evidencia de efectos colaterales adjudicados a su consumo, entre los posibles efectos se encuentra:

3.3.1.1 Efectos mutógenos y/o cancerígenos: la FDA junto con la JECFA, han realizado numerosos estudios de las diferentes sustancias causantes de dichos efectos y elaboraron listados denominados: “listas positivas de aditivos”, en las cuales se clasifican los diferentes aditivos que presentaron un resultado positivo. (Madrid, 1992, p. 4). La prueba específica para la determinación de la capacidad a mutógenas de una sustancia es el “Test de Ames”, que evalúa la capacidad del colorante para inducir cambios en el ADN de bacterias *in vitro*, por esto la prueba se realiza a *E.coli*, *Bacillus subtiles*, *Salmonella* y otros. Entre dicho estudios se enlista el colorante artificial Rojo Allura (FD & C Rojo No. 40). (Hughes, 1994, p. 12).

3.3.1.2 Agravamiento de los síntomas del Trastorno de Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH): Se trata de un trastorno del comportamiento caracterizado por distracción moderada a grave, períodos de atención breve, inquietud motora,

inestabilidad emocional y conductas impulsivas. Es un trastorno muy prevalente que, según estimaciones, afecta entre un 5% y un 12% de la población infanto-juvenil. (Weber, 2007, p. 1253). Entre los estudios más relevantes y de mayor peso sobre el agravamiento de los síntomas del TDAH se encuentran:

- La Universidad de Southampton, en el Reino Unido. Que cumple rigurosamente con las exigencias de la investigación clínicas; involucró a 153 niños de 3 años y a 144 niños de 8 a 9 años, procedentes de guarderías, nidos y escuelas de Southampton. Evaluó el efecto de dos bebidas, cada una de las cuales contenía una mezcla de cuatro colorantes artificiales y un preservante, y de una bebida placebo (que no contenía ninguno de ellos). Los autores concluyen afirmando que los colorantes artificiales o el preservante (o ambos), produjeron un aumento en la hiperactividad en niños de 3 años y de 8 a 9 años, de la población general. (McCann, et al., 2007 noviembre 3).

Tras esta investigación de peso la Unión Europea, en julio del 2010, ordenó colocar una leyenda precautoria a todos los productos que contengan alguno de estos colorantes. La leyenda dice lo siguiente “éste producto contiene colorantes que se han asociado a la hiperactividad y déficit de atención de los niños” (FSA, 2010). Previamente, el gobierno del Reino Unido, hizo un llamado a las empresas a establecer una prohibición voluntaria a su uso en noviembre del 2008 (FSA, 2008).

Algunas empresas respondieron a la prohibición voluntaria, pero la mayoría de las grandes empresas transnacionales se han negado y procedieron a retirar sus productos de la Unión Europea pero no así de la región Latinoamericana y Sudamérica (ya que en estas regiones no se ha implementado esta normativa). Se observa que en la medida que las autoridades exigen, la industria responde, pero mientras no haya una exigencia, la industria no hace modificaciones.

- Un estudio comparativo realizado por la Universidad Central de Venezuela, demuestra que la alimentación balanceada y libre de colorantes artificiales parece ser una herramienta de intervención clínica efectiva para controlar el TDAH. Y el consumo de alimentos con colorantes artificiales, puede ser un agravante de los síntomas TDAH. (García, 2008 julio).
- En la Universidad de Arizona en U.S.A, desde 2007 implementan una serie de dietas nutricionales libres de colorantes artificiales, que son un complemento al tratamiento de niños con TDAH. Y hacen mención que cerca del 50% de los pacientes tratados con dichas dietas complementadas con un tratamiento farmacológico, presentan una mejoría notable en su comportamiento. (Weber, 2007, p. 1255-1257)

### 3.4 Normativas:

Según los parámetros establecidos por la FDA y JECFA el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (*por sus siglas MSPAS*) en Guatemala, adopta estas normas y con ello nace en año de 1962 la Comisión Guatemalteca de Normas (*en sus siglas COGUANOR*).

3.4.1 Según la norma COGUANOR NGO 34 192 los colorantes artificiales permitidos para el consumo humano son según el cuadro siguiente:

**Tabla No. a:** Colorantes artificiales para el consumo humano

<b>Colorante</b>	<b>Número de índice de color</b>	<b>Límite máximo permitido</b>
Amaranto FD & C Rojo No. 2	16185	200 mg/kg
Amarillo FCF (amarillo ocaso FCF; FD & C amarillo No. 6)	15985	200-300*mg/kg
Azul brillante FCF (FD & C Azul No. 1)	42090	200-300*mg/kg
Eritrosina (FD & C Rojo No. 3)	45430	200mg/kg
Indigotina (FD & C Azul No. 2)	73015	200mg/kg
Rojo Allura (FD & C Rojo No. 40)	16035	200mg/kg
Tartrazina (FD & C Amarillo No. 5)	19140	200mg/kg

Fuente de datos: (COGUANOR NGO-34192, 2011, p. 40-50)

\*Dependiendo del producto al que se desea adicionar el colorante artificial.

Nota: La lista de colorantes artificiales permitidos mostrados en la tabla No. a pueden ser modificada por las autoridades del ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, en base a nuevos estudios toxicológicos.



Los colorantes artificiales mencionado en la tabla No. a no podrán emplearse en mezclas de tres o más colorantes en el producto y la suma de las cantidades agregadas no podrá exceder de 200 mg/L en el producto. (COGUANOR NGO 34 192, 2011, p. 50)

A nivel nacional e internacional no existe una normativa específica para los alimentos tipo snack's debido a que es una amplia gama de alimentos que engloban muchas bases de fabricación a si como de sus ingredientes.

En Guatemala en el año 1972 la tesista Eva de Baldizón realizó un estudio titulado: "Identificación de colorantes artificiales en alimentos", que determinó la base de los métodos estándar de extracción de colorantes artificiales en alimentos en Guatemala. (Baldizón, 1979, p. 1-34).

Posteriormente iniciaron estudios sobre el establecimiento de métodos específicos para el análisis de colorantes artificiales en diferentes productos alimenticios, entre ellos se encuentran:

- i) 2009, Cristales, Iris. En su tesis *Ad gradum* titulada: "Identificación de colorantes artificiales en refrescos de leche, empacados en envase tetra brick con sabor chocolate, fresa, vainilla y variedades, según norma COGUANOR NGO 34 036 y NGO 34 192, que se consumen en la ciudad capital". Donde concluye que: cerca del 66.67% de la muestra analizadas no cumplen con dicha normativa, debido a la presencia de colorantes artificiales que no fueron reportados en la etiqueta alimenticia de los productos analizados. (Cristales, 2009, p. 36)
- ii) 2008, Corzo, Loida. En su tesis *Ad gradum* titulada: "Determinación de la presencia de colorante Amarillos FD&C No.5 (tartrazina) no

declarado en la etiqueta de salsa de tomate tipo ketchup que se produce en Guatemala”. Donde concluye que: dos de seis de las muestras analizadas no cumplen con dicha ley del consumidor y usuario, al no registrar en su etiqueta los colorantes presentes en el producto. (Corzo, 2008, p. 35)

- iii) 2008, Rodríguez, Sandra. En su tesis *Ad gradum* titulada: “Identificación y cuantificación de colorantes artificiales en refrescos en polvo elaborados y/o distribuidos en Guatemala”. Donde concluye que: todas las muestras analizadas se encontraban dentro de los límites permitidos por las normativas vigentes en el país. (Rodríguez, 2008, p. 37)
  
- iv) 2008, Quiñonez, Andrea. En su tesis *Ad gradum* titulada: “Identificación y cuantificación de colorantes artificiales: Eritrosina FD&C rojo No. 3 (45430), Amaranto FD& C rojo No. 2 (16184) y Tartrazina FD& C amarillo No.5 (19140), en Conservas de Frutas (Compotas) Importadas de Sudamérica y Distribuidas en Guatemala. Donde concluye que: las muestras analizadas no contenían colorantes artificiales, cumpliendo con la normativa COGUANOR No. 34 148 para productos infantiles de primera edad. (Quiñónez, 2008, p. 35)
  
- v) 2002, Escalante Ingrid. En su tesis *Ad gradum* titulada: “Identificación y cuantificación de colorante amarillos FD&C No.5 (Tartrazina) en refrescos no carbonatados que se comercializan en Guatemala”. Donde concluye que: cerca del 62.5% de las muestras no reportaron

la presencia de colorantes artificiales en la etiqueta de información alimentaria del producto. (Escalante, 2002, p. 24)

En Guatemala aún no existe ninguna investigación previa relacionada directamente con el tema: Identificación y Cuantificación de los Colorantes Artificiales: Amarillo ocaso FCF (15,985), Rojo allura FD& C rojo No. 40 (16,035) y Tartrazina FD& C amarillo No.5 (19,140) en Alimentos Tipo snack's a Base de Cereal de Maíz con Queso y producidos en Guatemala.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad existe cierta preocupación por parte de las entidades regulatorias, sobre el consumo de productos alimenticios que contienen colorantes artificiales; ya que se les ha atribuido problemas de salud entre los cuales destacan alergias menores, adquisición de enfermedades cancerígenas relacionados al uso de colorantes e incluso nuevos estudios señalan que son agravantes de los síntomas que se presentan en el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH), señalando así a la población más vulnerable los niños y adolescentes.

Hoy en día existen innumerables industrias alimenticias que producen alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso, obtenidos a partir de un proceso expandibles. Entre la población que consume en mayor proporción dicho producto son los niños, por lo que se convierten en un blanco muy importante en esta industria debido a su poder adquisitivo. Y como una de las tantas estrategias de marketing por parte de estas industrias, es el diseño de productos atractivos especialmente para la visión ya que es el primero órgano sensitivo que detecta si es aceptable o no un producto; por lo que se ve muy influenciado el uso de colorantes en el mismo, con el objeto de modificar las preferencias del consumidor y su adquisición.

Por ello las autoridades han determinado límites establecidos con el fin de regular la cantidad de colorantes en dichos productos. Evitando así los problemas adjudicados al consumo excesivo. Con esta investigación se pretendió identificar y cuantificar los colorantes presentes en alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso obtenidos a partir de un proceso expandible, así como verificar que dichos colorantes se encuentren dentro del listado autorizado por el ente regulatorio y si sus concentraciones se encuentra dentro de los límites permitidos a nivel nacional.

## 4. **OBJETIVOS**

### 5.1 **Objetivo general:**

- 5.1.1 Identificar y cuantificar de los colorantes artificiales Amarillo ocaso FCF (15,985), Rojo allura FD& C rojo No. 40 (16,035) y Tartrazina FD& C amarillo No.5 (19,140) en alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso obtenidos a partir de un proceso expandible y producidos en Guatemala.
  
- 5.1.2 Verificar que los colorantes artificiales identificados se encuentren dentro del listado autorizado por el ente regulatorio y si sus concentraciones se encuentra dentro de los límites permitidos a nivel nacional.

### 5.2 **Objetivos específicos:**

- 5.2.1 Identificación de los colorantes artificiales: Amarillo ocaso FCF (15,985), Rojo allura FD& C rojo No. 40 (16,035) y Tartrazina FD& C amarillo No.5 (19,140) en alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso obtenidos a partir de un proceso expandible.
  
- 5.2.2 Determinar si los colorantes artificiales identificados se encuentran en la lista de colorantes artificiales permitidos para uso en alimentos según norma COGUANOR NGO 34 192, autorizada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS).
  
- 5.2.3 Cuantificar cada uno de los colorantes artificiales identificados en los alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso obtenidos a partir de un proceso expandible.
  
- 5.2.4 Verificar si las concentraciones de los mismos cumplen con los límites máximos permitidos para uso en alimentos según norma COGUANOR NGO 34 192, autorizada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS).

## **5. HIPÓTESIS**

Los colorantes artificiales utilizados en la producción de alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso, obtenidos a partir de un proceso expandible y producidos en Guatemala, cumplen con los parámetros establecidos y permitidos para alimentos en Guatemala por el Comité Guatemalteco de Normas (COGUANOR) específicamente la norma NGO 34 192, autorizadas por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS).

## **6. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **7.1 UNIVERSO DE TRABAJO:**

Alimentos tipo snack's producidos por las diferentes marcas de industrias alimenticias que elaboran este tipo de productos en Guatemala.

### **7.2 MUESTRA:**

Alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con sabor a queso, obtenidos a partir de un proceso expandible y producidos por las diferentes marcas de industrias alimenticias en Guatemala.

### **7.3 RECURSOS:**

#### **7.3.1 Recursos Humanos:**

7.3.1.1 Investigadora: Karla Alejandra Argueta Hernández

7.3.1.2 Asesora: Licda. Julia Amparo García Bolaños

7.3.1.3 Revisora: Licda. Ilma Mabel Rosado.

Colaboración de otros profesionales relacionados con el tema a investigar.

#### **7.3.2 Recursos Materiales:**

7.3.2.1 Alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con sabor a queso, obtenidos a partir de un proceso expandible y producidos por las diferentes marcas de industrias alimenticias en Guatemala.

7.3.2.2 Instalaciones y equipo de laboratorio del Departamento de Análisis Aplicado

7.3.2.3 Equipo de Laboratorio del Departamento de Fisicoquímica

### **7.3.3 Equipo de Laboratorio:**

- Balanza Analítica
- Estufa Eléctrica
- Horno
- Equipo general para cromatografía en capa fina
- Espectrofotómetro UV-VIS

### **7.3.4 Materiales de Laboratorio:**

- Algodón
- Balones aforados de 10, 25, 50 y 100 mL
- Beakers de 100 mL
- Beakers de 250 mL
- Buretas de 50 mL
- Cámara cromatográfica de vidrio
- Embudo de vidrio
- Lana desengrasada
- Masking tape
- Micropipetas
- Mortero
- Papel filtro
- Placas cromatográficas
- Probetas de 50 mL
- Pipetas de 1 mL y 10 mL
- Tubos capilares de 5 microlitros
- Varillas de vidrio

### **7.3.5 Reactivos:**

- Ácido acético al 96%
- Acetato de sodio
- Agua destilada



- Alcohol etílico al 95%
- Hidróxido de sodio
- Hidróxido de amonio
- Estándares de colorantes artificiales

### **7.3.6 Útiles de Oficina**

### **7.3.7 Equipo de cómputo**

### **7.3.8 Internet**

### **7.3.9 Libros y revistas científicas**

## **7.4 METODOLOGÍA:**

### **7.4.1 Procedimiento:**

7.4.1.2 Se elaboró una lista en base a los listados de empresas inscritas en el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social –MSPAS- de las distintas marcas de industrias de alimentos que producen en Guatemala alimentos tipo snack´s a base de cereal de maíz y con sabor a queso obtenidos a partir de un proceso expandible.

7.4.1.3 Se determinó el procedimiento experimental adecuado para lograr la identificación y cuantificación de los colorantes artificiales en alimentos tipo snack´s.

### **7.4.2 Procedimiento para identificación de colorantes:**

7.4.2.1 Las muestras fueron recolectadas por conveniencia; agrupándolas por la marca fabricante y asignándoles un número correlativo; y por cada marca fabricante se tomó un total de 3 muestras de diferentes lotes y fecha de fabricación las cuales se identificaron con un literal correlativo.

**7.4.2.2 Preparación de las muestras estándar de colorantes artificiales:** Se pesó 0.05 g de estándar y disolvió en 8 mL de agua desmineralizada llegando a un concentración final de 0.63%p/v, se agregó esta solución dentro de un tubo de ensayo, perfectamente identificado.

**7.4.2.3 Preparación de cada una de las muestras a analizar:** Se trituraron 5 g de snack's a base de cereal de maíz y obtenido a partir de un proceso expandido, y se maceraron en 50 mL de agua destilada medidos volumétricamente de cada una de las muestras preparadas por separado. Estas muestras concentradas se utilizaron para el aislamiento de los colorantes.

### **7.4.3 Aislamiento de los colorantes artificiales (extracción):**

El siguiente procedimiento se utilizó en cada muestra concentrada.

#### **7.4.3.1 Fijación:**

- Se tomaron 50 mL de la muestra concentrada.
- Se filtró la muestra por duplicado a través del algodón, hasta obtener un filtrado cristalino.
- Se agregó al filtrado 7 gotas de ácido acético al 96% y 3 trozos de lana desengrasada<sup>1</sup> de aproximadamente 1 g cada uno. Se calentó suavemente por 20 minutos sin que hirviera.

#### **7.4.3.2 Desmontaje:**

- Se dejó enfriar la solución.

---

<sup>1</sup> La lana natural se desengrasó con una solución de hidróxido de sodio al 15% y luego se lavó con alcohol suficiente para eliminar el restante de grasa que pudo quedar en la lana; por último se lavó nuevamente con abundante agua destilada para terminar de limpiarla.

- Se sacó la lana y se lavó con agua fría destilada para fijar los colorantes, hasta que no se percibió el olor a ácido acético.
- La lana ya lavada se trasladó a un beaker y se le agregó 7 gotas de hidróxido de amonio concentrado y 10 mL de agua destilada.
- Se calentó suavemente por 20 minutos y posteriormente se dejó enfriar la solución.
- Se exprimió la lana perfectamente hasta obtener la solución en un beaker de 50mL y se filtro con papel filtro.
- Tomar el filtrado y concentrar el extracto coloreado, colocando el beaker en la estufa teniendo cuidado de no calentar en exceso y consumir el extracto.
- El extracto concentrado se llevó a 10 mL en un balón aforado con agua destilada.
- Esta solución contenía los posibles colorantes presentes en la muestra.

#### **7.4.3.3 Separación de colorantes:**

- Ya aislados los colorantes se procedió a separar por medio de cromatografía en capa fina, mediante un sistema de solventes adecuados<sup>2</sup>. Se aplicó cada

---

<sup>2</sup> El solvente adecuado ó fase móvil usada fue: hidróxido de amonio, acetato de sodio y agua destilada en una proporción de 2:20:80 respectivamente.

una de las muestras con un tubo capilar graduado de 5mm y se aplicó sobre la placa cromatográfica, junto con los estándares de los colorantes artificiales aprobados para alimentos en Guatemala.

#### **7.4.4 Identificación de Colorantes:**

- 7.4.4.1 Con tubos capilares graduados se aplicó 5 microlitros de la solución obtenida en la placa cromatográfica a una distancia de por lo menos 20 mm entre cada mancha, junto con los estándares, se secaron las manchas en un horno a 105°C por 5 minutos y se identificaron todas las muestras.
  
- 7.4.4.2 Se colocó el solvente adecuado dentro de la cámara cromatográfica y se espero un tiempo de 20min hasta alcanzar una saturación adecuada dentro de la misma. Posteriormente se sumergió la placa cromatográfica con cada una de los estándares de colorantes artificiales y las muestras sembradas y se dejó correr la fase móvil hasta que alcanza el frente del solvente aproximadamente 1.5 cm antes de llegar al final de la placa.
  
- 7.4.4.3 Se sacó la placa de la cámara cromatográfica y se secó al aire libre, se identificaron cada una de las muestras.
  
- 7.4.4.4 Por comparación de los valores  $R_f$  y color en los cromatogramas de las muestras y estándares, se procedió a la interpretación de los resultados (ver Anexos IV).

#### **7.4.5 Análisis cuantitativo:**

- 7.4.5.1 Se prepararon las soluciones estándares a partir de una solución madre de 0.025% de cada uno de los colorantes artificiales (Amarillo ocaso FCF (15,985), Rojo allura FD& C rojo No. 40 (16,035) y Tartrazina FD& C amarillo No.5 (19,140).
  
- 7.4.5.2 En cinco balones aforados de 50mL, se midieron de 1 a 5mL de la solución madre y se aforaron a 50mL, para realizar la curva de calibración, se realizó este procedimiento con cada uno de los colorantes artificiales (Amarillo ocaso FCF (15,985), Rojo allura FD& C rojo No. 40 (16,035)).
  
- 7.4.5.3 Se realizó un barrido en el UV-VIS para identificar la longitud de onda a la cual el colorante posee mayor absorbancia de cada colorante artificial.
  
- 7.4.5.4 Se realizó la curva de calibración de cada colorante artificial (Amarillo ocaso FCF (15,985), Rojo allura FD& C rojo No. 40 (16,035) y Tartrazina FD& C amarillo No.5 (19,140)) con los estándares de cada colorante por separado, por lo menos con cinco concentraciones diferentes.
  
- 7.4.6.5 Se realizó las lecturas correspondientes por triplicado en el espectrofotómetro a longitudes de onda apropiadas contra un estándar (ver Anexos II y III).

## **7.5 DISEÑO ESTADÍSTICO:**

- 7.5.1 Se elaboró una lista de las marcas de industrias alimenticias en Guatemala que producían alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso, obtenidos a partir de un proceso expandible.
  
- 7.5.2 Las muestras se agruparon en base a su marca fabricante y se les asignó un número correlativo y por cada marca fabricante se tomaron un total de 3 muestras de diferentes lotes y fecha de fabricación las cuales fueron identificadas con un literal correlativo.
  
- 7.5.3 Análisis de los datos: Estadística descriptiva de positivos o negativos (frecuencias) por cada colorante artificial (tablas y gráficas), se realizó una cuantificación y una comparación con la norma COGUANOR NGO 34 192, para reportar si cumple o no con lo establecido.

## **8. RESULTADOS**

### **8.1 ANÁLISIS CUALITATIVO:**

Por comparación de valores de Rf de cada uno de los estándares de colorantes artificiales: Amarillo ocase FCF (15,985), Rojo allura FD & C rojo No. 40 (16,035) y Tartrazina FD & C amarillo No.5 (19,140) versus los valores Rf obtenidos de cada una de las muestras analizadas de alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso, obtenido por un proceso expandible y producidos en Guatemala (ver Anexos IV para cálculos Rf).

**Tabla No. 1:** Identificación de los colorantes artificiales: Amarillo ocase FCF (15,985), Rojo allura FD & C rojo No. 40 (16,035) y Tartrazina FD & C amarillo No.5 (19,140) en cada una de las diferentes muestras de alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso, obtenido por un proceso expandible y producidos en Guatemala.

Posteriormente se presentan los resultados obtenidos del análisis cualitativo de cada una de las muestras en análisis de las marcas de alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso, obtenido por un proceso expandible y producidos en Guatemala; tres de las marcas identificadas como: "1", "2" y "5", dieron positivo para la presencia de colorantes artificiales Amarillo ocase y amarillo No. 5; mientras que las muestras de las marcas identificadas como: "3" y "4" presentaron una mezcla de tres diferentes colorantes artificiales: amarillo ocase, amarillo No.5 y Rojo No. 40.

<b>Marca*</b>	<b>No. de Muestra**</b>	<b>Colorante Artificial a Identificar / Resultado</b>		
		<b>Amarillo ocaso</b>	<b>Amarillo No. 5</b>	<b>Rojo No. 40</b>
<b>1</b>	<b>A</b>	Positivo	Positivo	Negativo
	<b>B</b>	Positivo	Positivo	Negativo
	<b>C</b>	Positivo	Positivo	Negativo
<b>2</b>	<b>A</b>	Positivo	Positivo	Negativo
	<b>B</b>	Positivo	Positivo	Negativo
	<b>C</b>	Positivo	Positivo	Negativo
<b>3</b>	<b>A</b>	Positivo	Positivo	Positivo
	<b>B</b>	Positivo	Positivo	Positivo
	<b>C</b>	Positivo	Positivo	Positivo
<b>4</b>	<b>A</b>	Positivo	Positivo	Positivo
	<b>B</b>	Positivo	Positivo	Positivo
	<b>C</b>	Positivo	Positivo	Positivo
<b>5</b>	<b>A</b>	Positivo	Positivo	Negativo
	<b>B</b>	Positivo	Positivo	Negativo
	<b>C</b>	Positivo	Positivo	Negativo

Fuente: Experimental

\*El numeral representa la marca fabricante del producto.

\*\*La literal representa una muestra de lote y fecha de fabricación diferente correspondiente a la misma marca fabricante.



## 8.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO:

**Tabla No. 2:** Concentración determinada de los colorantes artificiales: Amarillo ocazo y Amarillo No.5 y Rojo No. 40 en cada una de las diferentes muestras de alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso, obtenido por un proceso expandible y producidos en Guatemala.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el análisis cuantitativo, en los cuales se puede observar que:

Las muestras de la marca identificada como "1" cumplen con los límites establecidos a nivel nacional (200mg/L), mientras que dos de las tres muestras analizadas de dicha marca no cumplen con los parámetros establecidos por normativas internacionales (70mg/L).

Las marcas identificadas como "3" y "5", presentan un incumplimiento de los límites máximos establecidos por normativas internacionales (70mg/L) mientras que a nivel de normas nacionales se encuentran dentro del rango permisible (200mg/L).

Mientras que las muestras de las marcas identificadas como: "2" y "4" presentan un incumplimiento tanto de los límites máximos establecidos a nivel nacional (200mg/L), como a nivel internacional (70mg/L) en cuanto a la concentración de la mezcla de colorantes artificiales presentes en sus productos.

Marca*	No. de Muestra**	Concentración en mg/L				Límite máximo permitido	
		Amarillo ocaso	Amarillo No.5	Rojo No. 40	TOTAL	Nacional 200mg/L†	Internacional 70mg/L~
1	A	34.93	21.44	0.00	56.37	Cumple	Cumple <sup>λ</sup>
	B	51.28	34.94	0.00	86.22	Cumple	No cumple
	C	47.31	29.17	0.00	76.48	Cumple	No cumple
2	A	529.15	179.50	0.00	708.65	No cumple	No cumple
	B	439.84	140.40	0.00	580.24	No cumple	No cumple
	C	573.42	188.90	0.00	762.32	No cumple	No cumple
3	A	22.32	14.99	93.07	130.38	Cumple	No cumple
	B	18.79	14.94	84.20	117.93	Cumple	No cumple
	C	12.53	7.70	61.32	81.55	Cumple	No cumple
4	A	72.09	23.59	452.24	547.92	No Cumple	No Cumple
	B	23.48	11.45	177.51	212.44	No Cumple	No Cumple
	C	97.15	21.83	494.65	613.63	No Cumple	No Cumple
5	A	109.21	55.42	0.00	164.63	Cumple	No Cumple
	B	83.11	43.22	0.00	126.33	Cumple	No Cumple
	C	77.33	35.16	0.00	112.49	Cumple	No cumple

Fuente: Experimental

\*El numeral representa la marca fabricante del producto.

\*\*La literal representa una muestra de lote y fecha de fabricación diferente correspondiente a la misma marca fabricante.

<sup>λ</sup> La única muestra que cumple los requerimientos de la normativa internacional es la muestra A de la marca 1, la cual fue revisada por triplicado con el fin de confirmar su cumplimiento.

†Límite máximo permitido a nivel nacional según normativa COGUANOR NGO-34192

~Límite máximo permitido a nivel internacional según normativa Española (Rodríguez, 2008).

## **9. DISCUSIÓN**

Se analizaron un total de 5 marcas fabricantes de alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso, producidas en Guatemala; y por cada una de ellas se tomaron un total 3 muestras de diferentes lotes y fecha de fabricación, las cuales fueron analizadas por triplicado.

La norma COGUANOR NGO 34 192 indica que dentro de la composición de un producto alimenticio no puede emplearse una mezcla de tres o más colorantes artificiales. Comparando las especificaciones de dicha norma con los resultados obtenidos se pudo observar que tres marcas fabricantes analizadas (identificadas como: "1", "2" y "5") presentaron una mezcla de dos diferentes colorantes artificiales: amarillo ocaso y amarillo No. 5 (ver tabla No. 1) , por lo tanto cumplen con la normativa al quedar dentro del parámetros especificados. Mientras que dos de las marcas fabricantes analizadas (identificadas como: "3 y 4") utilizaron un total de tres diferentes colorantes artificiales: amarillo ocaso, amarillo No.5 y Rojo No.40 (ver tabla No. 1), para obtener el color deseado en sus productos, quedando así dentro del "límite máximo" especificado, aun así cumplen con la normativa.

Los colorantes identificados en los alimentos tipo snack's a base de cereal con queso en estudio, se encuentran dentro de la lista de colorantes artificiales permitidos para uso en alimentos en Guatemala según la normativa NGO 34 192.

Dentro del análisis cuantitativo de las muestras durante la fase experimental se realizó un informe de barrido a través del espectrofotómetro ultravioleta y visible con cada uno de los estándares de colorantes artificiales con el fin de determinar la longitud de onda del pico más representativo para cada uno de ellos, con lo cual se determinó que la longitud de onda para: amarillo No. 5 es de 425nm, amarillo ocaso es de 480nm y rojo No. 40 es de 502nm (ver Anexos II). En base a los resultados obtenidos en la identificación de colorantes artificiales por medio de cromatografía de capa fina las muestras de las marcas: "1", "2" y "5", solo

presentaron un resultado positivo ante la presencia de colorante artificial amarillo No. 5 y amarillos ocaso por lo tanto solo fueron analizadas a longitudes de onda de 425nm y 480nm. Mientras que las muestras de las marca: “3” y “4”, presentaron resultados positivos para los tres tipos de colorantes artificiales por lo que fueron analizadas en los tres rangos de longitud de onda (ver Tabla No.1).

En base a los resultados obtenidos en la cuantificación de las concentraciones de colorantes artificiales en los productos en análisis se pudo observar que tres de las marcas fabricantes analizadas identificadas como: “1”, “3” y “5” cumplen con las especificaciones de la NGO 34 192, que indica que la suma total de las cantidades agregadas en mezcla de colorantes artificiales no podrá exceder de 200 mg/L (ver tabla No. 2). Mientas que las marcas fabricantes identificadas como: “2” y “4”, sobrepasan los límites hasta tres veces el valor permitido.

Se realizó una comparación de dichas concentración con el valor máximo permitido a nivel internacional según norma Española que indica que la suma total de colorantes artificiales en alimentos no debe exceder el 70mg/L (Rodríguez, 2008) con lo que se pudo observar que todas las muestras a excepción de la muestra identificada como “1A”, no cumple con dicho parámetro, por lo que estos productos quedarían fuera del comercio internacional al sobrepasar los estándares permitidos.

Adicional a esto se pudo observar que los productos que presentan mayor coloración en su estado físico son los que presentaron mayor concentración de mezcla de colorante artificial, por lo tanto la coloración del producto está relacionada con la concentración de colorantes artificiales.

Por comparación de las 3 muestras de los diferentes lotes y fecha de fabricación de cada una de las marcas fabricantes analizadas se pudo observar que presentaron una consistencia en la cantidad de la mezcla total de colorante artificial agregado a sus productos; a pesar que dos de las marca fabricantes

(identificadas como “2” y “4”) sobrepasaron los límites máximos permisibles a nivel nacional e internacional.

Aún no se encuentra claro cuál es el rol contribuyente de los colorantes artificiales en alimentos y sus efectos adversos, pero diversos estudios avalados por la *Food and Drug Administration* (FDA) junto con el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) han mostrado evidencia de efectos colaterales adjudicados a su consumo, entre los posibles efectos se encuentra: efectos mutógenos y/o cancerígenos (Madrid, 1992, p. 4), así como un contribuyente al agravamiento de los síntomas del trastorno de déficit de atención con hiperactividad (TDAH) especialmente en niños y adolescentes (Weber, 2007, p. 1253); este último hallazgo instó a países europeos a contar con normas más rigurosas con respecto a la presencia de colorantes artificiales en alimentos (FSA, 2010).

## **10. CONCLUSIONES**

- 10.1 Dos de las cinco muestras de marcas fabricantes analizadas de alimentos tipo snack´s a base de cereal de maíz con queso producidas en Guatemala dieron un resultado positivo para la presencia de: Amarillo ocaso FCF (15,985), Rojo allura FD& C rojo No. 40 (16,035) y Tartrazina FD& C amarillo No.5 (19,140).
- 10.2 Tres de las cinco muestras de marcas fabricantes analizadas de alimentos tipo snack´s a base de cereal de maíz con queso producidas en Guatemala dieron un resultado positivo para la presencia de: Amarillo ocaso FCF (15,985) y Tartrazina FD& C amarillo No.5 (19,140).
- 10.3 Los colorantes artificiales identificados en las muestras de alimentos tipo snack´s a base de cereal de maíz con queso producidas en Guatemala, se encuentran dentro del listado de colorantes artificiales permitidos para uso en alimentos en Guatemala, según normativa NGO 34 192.
- 10.4 Dos de las cinco marcas fabricantes analizadas presentaron una mezcla de tres diferentes colorantes artificiales para obtener el color deseado en sus productos, quedando así dentro del “límite máximo” especificado, aún así cumplen con la norma NGO 34 192.
- 10.5 Tres de las marcas analizadas presentaron una mezcla de dos diferentes colorantes artificiales por lo que cumplen con la norma COGUANOR NGO 34 192 al quedar dentro de los límites permisibles de mezcla de colorantes artificiales.

- 10.6 Las concentraciones de las mezclas de colorantes artificiales de las marcas fabricantes identificadas como: “1”, “3” y “5” analizadas cumplen con la norma NGO 34 192, al no exceder la suma total de 200 mg/L.
- 10.7 Dos de las cinco marcas analizadas no cumple con la norma NGO 34 192, al exceder la concentración al triple de la suma total de los colorantes artificiales dentro de su mezcla.
- 10.8 Todas las muestras a excepción de la muestra identificada como “1A”, no cumplen con el límite máximo permisible a nivel internacional (70mg/L), por lo que estos productos no pueden ser comercializados internacionalmente al sobrepasar los estándares permitidos.
- 10.9 Los fabricantes de las tres de las cinco marcas analizadas de alimentos tipo snack’s a base de cereal de maíz con queso producidas en Guatemala presentan una consistencia en la cantidad de colorantes artificiales agregados a sus productos a pesar que dos de las marcas fabricantes (identificadas como “2” y “4”) sobrepasaron el límite máximo permisible a nivel nacional.

## **11. RECOMENDACIONES**

- 11.1 En cuanto al método extractivo de colorantes artificiales en las muestras, la metodología indica un proceso de “maceración de la muestra con agua desmineralizada”, este proceso no debe durar más de 15min ya que la muestra contiene harinas y cereales que al estar en contacto con agua por mucho tiempo producen una masa muy densa que dificultará el proceso de filtrado posterior al macerado.
- 11.2 Debido a la alta cantidad de grasas presentes en este tipo muestras, se recomienda efectuar varios filtrados de las muestras primero con algodón y posteriormente con papel filtro, de no ser así la muestra final presentará turbidez lo cual interfiere con la metodología planteada: uso del espectrofotómetro ultravioleta y visible.
- 11.3 Como se observa en el presente estudio los productos más llamativos son los que presentaron mayor concentración de colorantes artificiales, por lo que se recomienda el consumo principalmente productos con menor coloración con el fin de prevenir los efectos colaterales de los colorantes artificiales.
- 11.4 Promover el uso racional de estos productos alimenticios que contengan colorantes artificiales, ya que está comprobado que el uso indiscriminado de dichos compuestos producen hiperactividad principalmente en niños, lo cual conlleva a una disminución de atención.
- 11.5 Se recomienda divulgar esta información a los diversos sectores interesados con el fin de promover la lonchera saludable debido a que el consumo de éstos productos está relacionado directamente proporcional al colorido que presentan ya que proveen una mayor cantidad de colorantes por lo que se genera reacciones indeseables en los individuos, principalmente en niños y personas susceptibles.



## **12. REFERENCIAS**

- Badui, S. (2006). Química de los Alimentos. (4ª. Ed.) México: Pearson Educación.
- Baldizon, E.P. (1979). Identificación de Colorantes Artificiales en Alimentos. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Breakey J, Reilly C, Connell H. (2002). The Role of Food Additives and Chemicals in Behavioral, Learning, Activity, and Sleep Problems in Children. Editors. Food additives. New York: Marcel Dekker Inc.
- Brasó, J., y Jorro, G. (2003). Manual de alergias clínicas. Barcelona, España: Mansson, S.A.
- Barrios, A., Calderón, M., Ritter, E., y Velazco G. (2004, julio). Modificación de la conducta y alimentación balanceada en niños con déficit de atención y desorden de hiperactividad. Revista Scielo Venezuela. Sitio web: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-07522004000200003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-07522004000200003&script=sci_arttext)
- CODEX STAN Alimentarius. 192, 1995. Última revisión 2011. España.
- Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR). “*Colorantes Artificiales Especificaciones*”. (2012). Ministerio de Economía. Doc. Tec. NGO 34 148. Guatemala.
- Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR). *Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano (2012)*. Ministerio de Economía. Doc. Tec. NGO 34 192. Guatemala.
- Corzo, L. B. (2008). Determinación de la presencia de colorante artificial FD&C No. 5 (tartarina) no declarado en la etiqueta de salsa de Tomate tipo ketchup

que se produce en Guatemala. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Cristales, I. (2009). Identificación de colorantes artificiales en refrescos de leche, empacados en envase tetra brick con sabor chocolate, fresa, vainilla y variedades, según norma COGUANOR NGO 34 036 y NGO 34 192, que se consumen en la ciudad capital. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Cubero, N., Monferrer, A. y Villalta, J. (2002). Tecnología de Alimentos: Aditivos Alimentarios. Madrid, España: Mundi-prensa Libros S.A

Durán, J., Durán, F. y et al. (2007). Manual de Ingeniero de Alimentos. Colombia: Grupo Latino Editores.

Escalante, I. E., (2002). Identificación y cuantificación del colorante amarillo FD&C No. 5 (tartrazina) en refrescos no carbonatados que se comercializan en Guatemala. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Food Standards Agency (FSA). (2010). Advice to parents on food colours and hyperactivity. Sitio web:

<http://www.food.gov.uk/safereating/chemsafe/additivesbranch/colours/hyper/>

García, M., Quintero, R. y López, A. (1993). Biotecnología Alimentaria. México: Limusa Noriega Editores.

Gutierrez, J. B. (2000). Ciencia Bromatológica: Principios Generales de los Alimentos. Madrid España: Ediciones Díaz de Santos S.A.

Hart, F. L., & Fisher, H. J. (1991) *Análisis moderno de los alimentos*. Acribia.

- Hughes, C. (1994). Guía de aditivos. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Madrid, A. (1992). Los aditivos en los alimentos. Madrid, España: Mundi-Prensa, Madrid.
- Madrid, A. y Cenzano, J. (2001). En Nuevo Manual de industrias alimentarias. Madrid, España: Editorial Mundi-Prensa.
- McCann, D., Barrett, A., Cooper, A., Crumpler, D., Delan, L. Grimshaw, K., et al. (2007, noviembre 3). Food Additives and hyperactive behavior in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomized, double-brinded, placebo-controlled trial. Revista científica: The Lancet. Sitio web: <http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIISO140673607613063/abstract>
- Multon J. L. (1988). En Aditivos y auxiliares de fabricación en las Industrias Agroalimentarias. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996 (17 de noviembre de 1999) Norma Gubernamentaria. Sitio web: [www.cofepris.gob.mx/Documents/Bibliografias/147ssa1.pdf](http://www.cofepris.gob.mx/Documents/Bibliografias/147ssa1.pdf).
- Othmer, K. (1998). Enciclopedia de Tecnología Química. México D.F: Editorial Limusa, S, A de C.V Grupo Noriega Editores, Balderas 95.
- Ottersäter G. (1999) Coloring of Food, Drugs and Cosmetics. New York, N.Y.: Marcel Dekker, Inc.
- Pla, J.M. (1961). Los colorantes sintéticos en bromatología y farmacia. Barcelona, España: Publicaciones de la Sociedad Española de Farmacotecnia.

- Pascual, I. (2009). Síndrome de déficit de atención e hiperactividad. (4ª. Ed). España: Ediciones Díaz de Santos.
- Quiñónez, A. I. (2008). Identificación y Cuantificación de Colorantes Artificiales: Eritrosina FD& C rojo No. 3 (45430), Amaranto FD& C rojo No. 2 (16184) y Tartrazina FD& C amarillo No.5 (19140), en Conservas de Frutas (Compotas) Importadas de Sudamérica y Distribuidas en Guatemala. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Rodríguez, S. L. (2008). Identificación y cuantificación de colorantes artificiales en refrescos en polvo elaborados y/o distribuidos en Guatemala. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- S.n. (2003). Remington Farmacia. (20ª.ed.) Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana.
- Weber, W. (2007). Tratamientos médicos complementarios y alternativos del trastorno por déficit de atención con hiperactividad y del autismo. Tucson, USA: El Sevier Saunder.

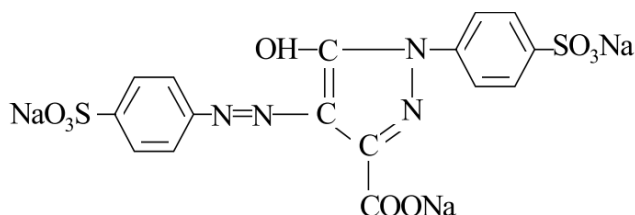
# 13. ANEXOS

## 13.1 ANEXO I:

### ESPECIFICACIONES DE COLORANTES ARTIFICIALES

#### **AMARILLO No. 5 FD & C:**

- ✓ **Nombre común:** Tartrazina
- ✓ **Sinónimos:** Amarillo No. 5 FD & C, Amarillo tartrazol, C.I. Food Yellow 4, C.I Acid Yellow 23.
- ✓ **Nombre IUPAC:** 5-hidroxi-1-(4-sulfonatofenil)-4-(4-sulfonato fenilazo)-pirazol-3-carboxilato trisódico.
- ✓ **Fórmula química:**  $C_{16}H_9N_4O_9S_2Na_3$
- ✓ **Fórmula estructural:**

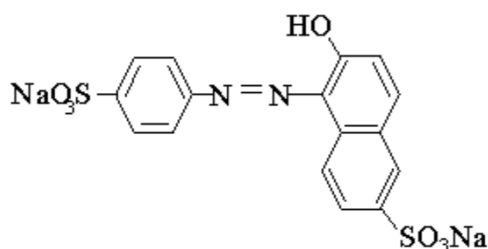


- ✓ **Peso molecular:** 534.36 g/mol
- ✓ **Origen y Clasificación:** Colorante sintético para uso alimenticio.
- ✓ **Grupo perteneciente:** Monoazo (pirazolona)
- ✓ **Número de color index:** 19,140
- ✓ **Número E (CEE):** E102.
- ✓ **Descripción:** Polvo fino homogéneo de color anaranjado claro inodoro, muy higroscópico, solución amarilla en agua.
- ✓ **Tonalidad final:** En solución a 10 ppm tiene una tonalidad amarillo-limón.
- ✓ **Solubilidad:** 300 g/L en agua a 25°C e insoluble en etanol.
- ✓ **Ingesta diaria aceptable por FDA:** Máximo 7.5 mg/Kg de peso corporal.
- ✓ **DL<sub>50</sub> oral ratón:** 12750 mg/Kg
- ✓ **Estabilidad:** Es buena, no resultando afectado al someterse a temperaturas altas, exposición a la luz, ácidos y álcalis.

- ✓ **Aplicaciones:** en productos de repostería, derivados cárnicos, sopas preparadas, conservas vegetales, salsas, helados, postres, caramelos y otras golosinas. También se utiliza para colorear las bebidas refrescantes de "naranja" y "limón".

### AMARILLOS OCASO FCF

- ✓ **Nombre común:** Amarillo ocaso
- ✓ **Sinónimos:** Amarillo No. 6, Amarillo crepúsculo, Amarillo naranja S, C.I. Food Yellow 3, Sunset Yellow FCF.
- ✓ **Nombre IUPAC:** Sal disódica del ácido 6-hidroxi-5-[(4-sulfofenil)azo]-2-naftalen sulfónico.
- ✓ **Fórmula química:**  $C_{16}H_{10}N_2O_7S_2Na_2$
- ✓ **Fórmula estructural:**

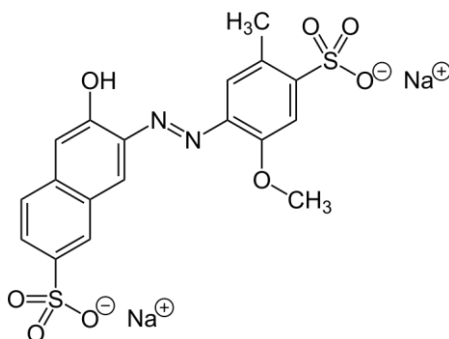


- ✓ **Peso molecular:** 452.37 g/mol.
- ✓ **Origen y Clasificación:** Colorante sintético de uso alimenticio.
- ✓ **Grupo perteneciente:** Monoazo
- ✓ **Número de color index:** 15,985
- ✓ **Número E (CEE):** E110
- ✓ **Descripción:** Polvo fino homogéneo de color rojo-anaranjado, solución naranja en agua.
- ✓ **Tonalidad final:** En solución a 10 ppm tiene una tonalidad naranja.
- ✓ **Solubilidad:** Muy soluble en agua (19g/100mL) y glicerina, estable en ácidos y sensible a los agentes reductores e insoluble en etanol.
- ✓ **Ingesta diaria aceptable por FDA:** Máximo 2.5 mg/Kg de peso corporal.
- ✓ **DL<sub>50</sub> oral para ratas:** > 10000 mg/Kg (rata).
- ✓ **Estabilidad:** Es buena, no resultando afectado al someterse a temperaturas altas, exposición a la luz y distintas condiciones de pH, desde 3,0 a 8, 0.

- ✓ **Aplicaciones:** Se utiliza para colorear refrescos de naranja, helados, caramelos, productos para aperitivo, postres, etc. Siempre indicado la presencia de dicho colorante en la etiqueta del producto.

### **ROJO NO. 40 FD & C**

- ✓ **Nombre común:** Rojo No. 40 FD & C
- ✓ **Sinónimos:** Rojo allura AC, FD&C Red #40, Rojo alimentario 7, C.I. Food Red 17.
- ✓ **Nombre IUPAC:** 6-hidroxi-5-(2-metoxi-5-metil-4-sulfonato-fenilazo)-2-naftaleno sulfonato disódico.
- ✓ **Fórmula condensada:** C<sub>18</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>Na<sub>2</sub>O<sub>8</sub>S<sub>2</sub>
- ✓ **Fórmula estructural:**



- ✓ **Peso molecular:** 496.42 g/mol
- ✓ **Origen y Clasificación:** Colorante sintético para uso alimenticio.
- ✓ **Grupo perteneciente:** Monoazo.
- ✓ **Número de color index:** 16,035
- ✓ **Número E (CEE):** E129
- ✓ **Descripción:** Polvo fino homogéneo de color rojo oscuro inodoro.
- ✓ **Tonalidad final:** En solución a 10 ppm en agua destilada su tonalidad es rojo, puede variar dependiendo del alimento, proceso y cantidad utilizada.
- ✓ **Solubilidad:** Soluble en Agua (22 g / 100mL) e insoluble en etanol.
- ✓ **Ingesta diaria aceptable por FDA:** Máximo 7 mg/Kg. de peso corporal.
- ✓ **DL<sub>50</sub> oral rata:** > 10.000 mg/Kg
- ✓ **Estabilidad:** Es buena, no resultando afectado al someterse a temperaturas altas, exposición a la luz y distintas condiciones de pH, desde 3,0 a 8, 0.
- ✓ **Aplicaciones:** Helados, productos de panificación, dulces, snacks, sopas, postres, bebidas, carnes y otros productos con una fase acuosa.

## 13.2 ANEXO II:

INFORME DE BARRIDO: Determinación de la longitud de onda del pico más representativo para cada uno de los estándares de colorantes artificiales.

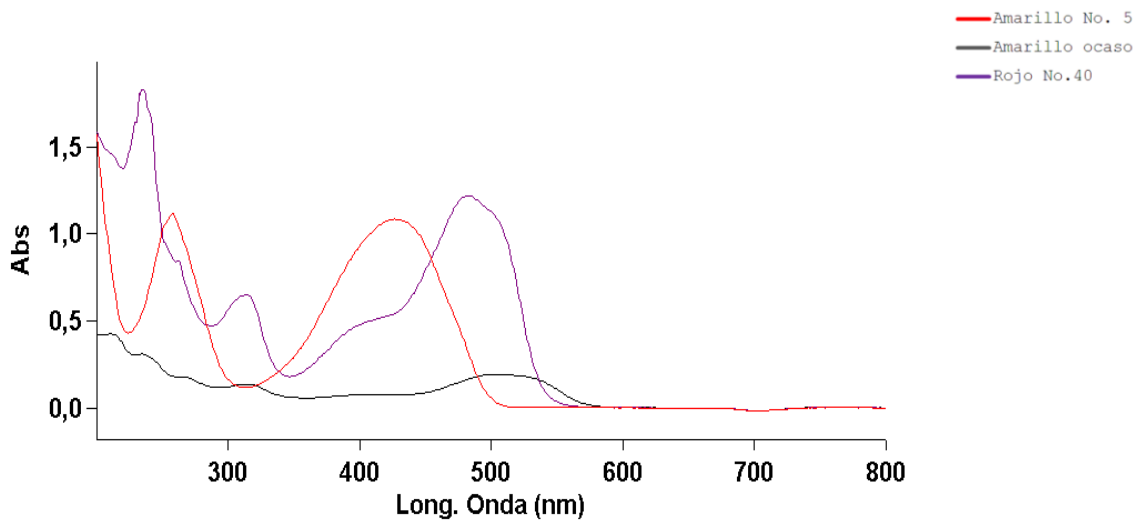
Hora Informe: jue 22 nov 03:36:24 PM 2012  
 Versión Software: 3.00(339)  
 Peak Style: Picos  
 Umbral Picos: 0,0100  
 Rango: 800,0nm a200,0nm

**Tabla i: Informe de barrido de picos representativos para cada colorante artificial**

Amarillo No. 5		Amarillo ocaso		Rojo No. 40	
Long. Onda (nm)	Abs	Long. Onda (nm)	Abs	Long. Onda (nm)	Abs
425,9	1,086	480,0	1,220	502,0	0,193
257,0	1,115	314,0	0,649	315,0	0,137

Fuente: Datos Experimental

**Gráfica i: Informe de barrido de picos representativos para cada colorante artificial**



Fuente: Datos Experimental



### 13.3 ANEXO III:

INFORME DEL ANÁLISIS: Cuantitativo de cada una de las muestras en análisis por medio del Espectrofotómetro UV-VIS

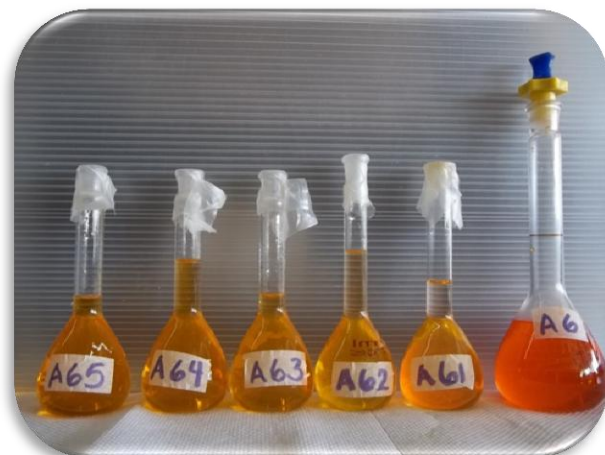
#### **Identificación de muestras:**

Se analizaron un total de 5 marcas fabricantes las cuales fueron identificadas con un número correlativo y por cada marca fabricante se tomaron un total de 3 muestras de diferentes lotes y fecha de fabricación identificadas con un literal (A, B y C respectivamente).



**Figura No. a:** Identificación de las muestras de las marcas fabricantes analizadas.

En base a los resultados obtenidos en la identificación de colorantes artificiales para cada una de las muestras (ver Tabla No. 1 de resultados), se realizó el análisis por medio de espectrofotómetro UV-VIS, para las muestras de las marcas “1”, “2” y “5” se realizaron lecturas específicas para los colorantes artificiales amarillo No.5 y amarillo ocaso; y para las marcas: “3” y “4” se analizaron los colorantes amarillo No. 5, amarillo ocaso y rojo No. 40.

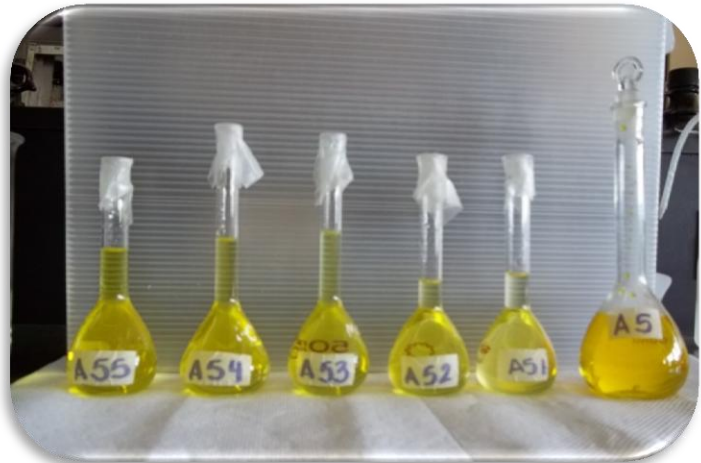


**Figura No. b:** Curva de calibración del estándar de colorante artificial Amarillo ocaso FCF

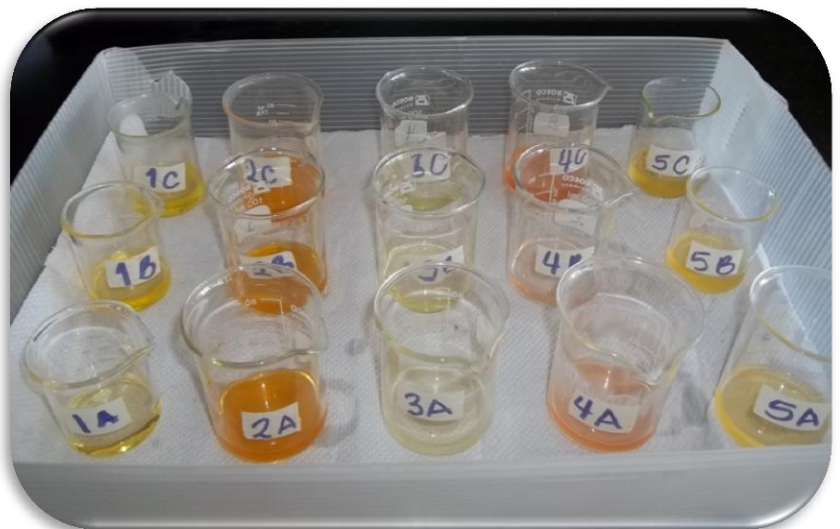


**Figura No. c:** Curva de calibración del estándar de colorante artificial Rojo No. 40

**Figura No. d:** Curva de calibración del estándar de colorante artificial Amarillo No.5



**Figura No. e:** Muestras de marca fabricantes con tratamiento extractivo de colorantes artificiales.



### **Condiciones del Instrumento (Espectrofotómetro UV-VIS):**

Todas las muestras fueron analizadas el 23 de noviembre del 2012 y las condiciones del instrumento fueron:

Aplicación	Concentración 3.00 (339)
Instrumento	Cary 50
N° Versión Intrumento.	3,00
Longitud de onda	425,0nm (amarillo No. 5) 480,0nm (amarillo ocaso) 502,0nm (rojo No.40)
Modo Ordenadas	Abs
T. Med. (sec)	0,1000
Replicados	3
Media Patrón/Muestra	Apag.
Correcciones de peso y volumen	Apag.
Tipo Ajuste	Lineal
Mín R <sup>2</sup>	0,95000
Unidades Concentración	mg/L

#### 13.3.1 Informe de análisis para la determinación de concentración de colorante artificial Amarillo No.5 en las muestras en análisis

##### 13.3.1.1 Informe de análisis para las muestras de la Serie "A" (de cada una de marcas fabricantes en estudio):

Tabla ii: Curva de calibración de amarillo No. 5 para las muestras de la serie "A" de cada una de las marcas en estudio:

##### Informe Cero:

Leer	Abs	nm
Cero	(0,0173)	425,0

Patrón	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Patrón 1	50,0	0,4971	0,0001	0,02	0,4971 0,4970 0,4972
Patrón 2	100,0	0,9875	0,0002	0,02	0,9877 0,9872 0,9875
Patrón 3	150,0	1,4852	0,0023	0,15	1,4835 1,4878 1,4843
Patrón 4	200,0	1,9831	0,0026	0,13	1,9850 1,9840 1,9801
Patrón 5	250,0	2,5201	0,0101	0,40	2,5260 2,5260 2,5084

Fuente de datos: Experimental

Ecuación Calib.  
Coef. Correlación

Abs =0,0100832\*Conc -0,01788  
0,99985

Tabla iii: Análisis del colorante artificial Amarillo No.5 para las muestras de la serie “A” de cada una de las marcas fabricantes en estudio:

Muestra	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Muestra 1A	21,44	0,1983	0,0001	0,06	0,1982 0,1982 0,1984
Muestra 2A	179,50	1,7920	0,0026	0,14	1,7894 1,7922 1,7945
Muestra 3A	149.87	0,1332	0,0001	0,04	0,1332 0,1332 0,1333
Muestra 4A	235.85	0,2199	0,0002	0,07	0,2197 0,2200 0,2200
Muestra 5A	55,42	0,5409	0,0005	0,10	0,5406 0,5407 0,5416

Fuente de datos: Experimental

13.3.1.2 Informe de análisis para las muestras de la Serie “B” (de cada una de marcas fabricantes en estudio):

Tabla iv: Curva de calibración de amarillo No. 5 para las muestras de la serie “B” de cada una de las marcas en estudio:

Informe Cero

Leer	Abs	nm
Cero	(0,0191)	425,0

Patrón	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Patrón 1	50,0	0,5050	0,0000	0,01	0,5049 0,5049 0,5050
Patrón 2	100,0	0,9804	0,0005	0,05	0,9806 0,9799 0,9809
Patrón 3	150,0	1,4759	0,0007	0,05	1,4766 1,4756 1,4753
Patrón 4	200,0	1,9762	0,0016	0,08	1,9750 1,9755 1,9780
Patrón 5	250,0	2,5141	0,0129	0,51	2,5201 2,4993 2,5229

Fuente de datos: Experimental

Ecuación Calib.  
Coef. Correlación

Abs =0,010028\*Conc -0,01388  
0,99975

Tabla v: Análisis del colorante artificial Amarillo No.5 para las muestras de la serie "B" de cada una de las marcas fabricantes en estudio:

Muestras	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Muestra 1B	34,91	0,3320	0,0001	0,02	0,3319 0,3320 0,3321
Muestra 2B	140,40	1,3941	0,0001	0,01	1,3943 1,3941 1,3940
Muestra 3B	14,94	0,1359	0,0002	0,11	0,1361 0,1358 0,1358
Muestra 4B	11,45	0,1009	0,0001	0,07	0,1010 0,1009 0,1009
Muestra 5B	43,23	0,4196	0,0015	0,36	0,4208 0,4201 0,4179

Fuente de datos: Experimental

13.3.1.3 Informe de análisis para las muestras de la Serie "C" (de cada una de las marcas fabricantes en estudio):

Tabla vi: Curva de calibración de amarillo No. 5 para las muestras de la serie "C" de cada una de las marcas en estudio:

Informe Cero

Leer	Abs	nm
Cero	(0,0210)	425,0

Patrón	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Patrón 1	50,0	0,5702	0,0001	0,03	0,5704 0,5701 0,5703
Patrón 2	100,0	1,0073	0,0007	0,07	1,0074 1,0066 1,0080
Patrón 3	150,0	1,5135	0,0019	0,13	1,5118 1,5133 1,5156
Patrón 4	200,0	2,0116	0,0037	0,18	2,0138 2,0136 2,0073
Patrón 5	250,0	2,5501	0,0233	0,91	2,5315 2,5762 2,5427

Fuente de datos: Experimental

Ecuación Calib.  
Coef. Correlación

Abs =0,009282\*Conc +0,04131  
0,99939

Tabla vii: Análisis del colorante artificial Amarillo No.5 para las muestras de la serie "C" de cada una de las marcas fabricantes en estudio:

Muestra	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Muestra 1C	31,21	0,3310	0,0004	0,13	0,3315 0,3308 0,3307
Muestra 2C	188,90	1,7947	0,0029	0,16	1,7914 1,7957 1,7971
Muestra 3C	7,70	0,1128	0,0000	0,01	0,1128 0,1128 0,1128
Muestra 4C	21,83	0,2439	0,0001	0,03	0,2438 0,2440 0,2438
Muestra 5C	37,61	0,3904	0,0002	0,04	0,3904 0,3905 0,3902

Fuente de datos: Experimental

### 13.3.2 Informe de análisis para la determinación de concentración de colorante artificial Amarillo Ocaso en las muestras en análisis:

#### 13.3.2.1 Informe de análisis para las muestras de la Serie "A" (de cada una de marcas fabricantes en estudio):

Tabla viii: Curva de calibración de Amarillo Ocaso para las muestras de la serie "A" de cada una de las marcas en estudio:

#### Informe Cero

Leer	Abs	nm
Cero	(0,0061)	480,0

Patrón	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Patrón 1	50,0	0,2425	0,0002	0,10	0,2428 0,2424 0,2424
Patrón 2	100,0	0,4889	0,0003	0,06	0,4887 0,4887 0,4892
Patrón 3	150,0	0,7086	0,0001	0,01	0,7087 0,7085 0,7085
Patrón 4	200,0	0,9351	0,0002	0,02	0,9350 0,9350 0,9349
Patrón 5	250,0	1,1651	0,0009	0,08	1,1659 1,1641 1,1652

Fuente de datos: Experimental

Ecuación Calib.  $Abs = 0,0045828 * Conc + 0,02062$   
 Coef. Correlación 0,99984

Tabla ix: Análisis del colorante artificial Amarillo Ocaso para las muestras de la serie "A" de cada una de las marcas fabricantes en estudio:

Muestra	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Muestra 1 <sup>a</sup>	34,93	0,1807	0,0001	0,04	0,1806 0,1806 0,1807
Muestra 2 <sup>a</sup>	529,15	2,4456	0,0184	0,75	2,4477 2,4262 2,4629
Muestra 3A	22,32	0,1229	0,0002	0,12	0,1227 0,1228 0,1230
Muestra 4A	72,09	0,3510	0,0005	0,14	0,3506 0,3509 0,3516
Muestra 5A	109,21	0,5211	0,0010	0,19	0,5200 0,5213 0,5220

Fuente de datos: Experimental

**13.3.2.2 Informe de análisis para las muestras de la Serie "B" (de cada una de marcas fabricantes en estudio):**

Tabla x: Curva de calibración de Amarillo Ocaso para las muestras de la serie "B" de cada una de las marcas en estudio:

**Informe Cero**

<u>Leer</u>	<u>Abs</u>	<u>nm</u>
Cero	(0,0075)	480,0

Patrón	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Patrón 1	50,0	0,2379	0,0001	0,05	0,2378 0,2380 0,2380
Patrón 2	100,0	0,4846	0,0003	0,06	0,4849 0,4846 0,4843
Patrón 3	150,0	0,6920	0,0006	0,09	0,6925 0,6922 0,6913
Patrón 4	200,0	0,9291	0,0002	0,02	0,9290 0,9294 0,9290
Patrón 5	250,0	1,1260	0,0009	0,08	1,1270 1,2255 1,1254

Fuente de datos: Experimental

Ecuación Calib.  
Coef. Correlación

Abs =0,0044414\*Conc +0,02775  
0,99937

Tabla xi: Análisis del colorante artificial Amarillo Ocaso para las muestras de la serie "B" de cada una de las marcas fabricantes en estudio:

Muestra	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Muestra 1B	51,28	0,2541	0,0003	0,10	0,2540 0,2540 0,2544
Muestra 2B	439.84	1,9692	0,0087	0,44	1,9680 1,9612 1,9784
Muestra 3B	18,79	0,1107	0,0002	0,16	0,1109 0,1106 0,1105
Muestra 4B	23,48	0,1314	0,0001	0,07	0,1314 0,1315 0,1313
Muestra 5B	83,11	0,3946	0,0005	0,13	0,3952 0,3943 0,3943

Fuente de datos: Experimental

13.3.2.3 Informe de análisis para las muestras de la Serie "C" (de cada una de marcas fabricantes en estudio):

Tabla xii: Curva de calibración de Amarillo Ocaso para las muestras de la serie "C" de cada una de las marcas en estudio:

Informe Cero

Leer	Abs	nm
Cero	(0,0086)	480,0

Patrón	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Patrón 1	50,0	0,2426	0,0002	0,07	0,2424 0,2427 0,2427
Patrón 2	100,0	0,4904	0,0005	0,10	0,4901 0,4910 0,4903
Patrón 3	150,0	0,7050	0,0005	0,07	0,7045 0,7050 0,7055
Patrón 4	200,0	0,9371	0,0002	0,02	0,9371 0,9372 0,9369
Patrón 5	250,0	1,1579	0,0010	0,08	1,1569 1,1588 1,1582

Fuente de datos: Experimental

Ecuación Calib.  
Coef. Correlación

Abs =0,0045546\*Conc +0,02341  
0,99976



Tabla xiii: Análisis del colorante artificial Amarillo Ocaso para las muestras de la serie "C" de cada una de las marcas fabricantes en estudio:

Muestra	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Muestra 1C	47,31	0,2389	0,0001	0,04	0,2390 0,2388 0,2388
Muestra 2C	573,42	2,6354	0,0275	1,04	2,6164 2,6669 2,6229
Muestra 3C	12,53	0,0805	0,0002	0,29	0,0804 0,0807 0,0803
Muestra 4C	97,15	0,4659	0,0011	0,24	0,4646 0,4662 0,4668
Muestra 5C	77,33	0,3756	0,0017	0,45	0,3746 0,3747 0,3775

Fuente de datos: Experimental

### 13.3.3 Informe de análisis para la determinación de concentración de colorante artificial Rojo No. 40 en las muestras en análisis:

#### 13.3.3.1 Informe de análisis para las muestras de la Serie "A" (de cada una de marcas fabricantes en estudio):

Tabla xiv: Curva de calibración de Rojo No. 40 para las muestras de la serie "A" de cada una de las marcas en estudio:

#### Informe Cero

Leer	Abs	nm
Cero	(-0,0041)	502,0

Patrón	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Patrón 1	50,0	0,0554	0,0001	0,11	0,0553 0,0553 0,0554
Patrón 2	100,0	0,0852	0,0002	0,21	0,0850 0,0853 0,0853
Patrón 3	150,0	0,1314	0,0001	0,04	0,1314 0,1314 0,1313
Patrón 4	200,0	0,1630	0,0001	0,06	0,1629 0,1631 0,1631
Patrón 5	250,0	0,2042	0,0001	0,06	0,2043 0,2042 0,2041

Fuente de datos: Experimental

Ecuación Calib.  
Coef. Correlación

Abs = 0,0007508\*Conc + 0,01522  
0,9981

Tabla xv: Análisis del colorante artificial Rojo No. 40 para las muestras de la serie "A" de cada una de las marcas fabricantes en estudio:

Muestra	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Muestra 3A	93,07	0,0851	0,0001	0,11	0,0850 0,0850 0,0852
Muestra 4A	452,29	0,3548	0,0001	0,02	0,3549 0,3548 0,3547

Fuente de datos: Experimental

13.3.3.2 Informe de análisis para las muestras de la Serie "B" (de cada una de las marcas fabricantes en estudio):

Tabla xvi: Curva de calibración de Rojo No. 40 para las muestras de la serie "B" de cada una de las marcas en estudio:

Informe Cero

Leer	Abs	nm
Cero	(-0,0036)	502,0

Patrón	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Patrón 1	50,0	0,0534	0,0002	0,33	0,0535 0,0532 0,0535
Patrón 2	100,0	0,0924	0,0001	0,12	0,0925 0,0922 0,0924
Patrón 3	150,0	0,1335	0,0001	0,06	0,1336 0,1334 0,1335
Patrón 4	200,0	0,1735	0,0001	0,07	0,1736 0,1734 0,1735
Patrón 5	250,0	0,2079	0,0001	0,06	0,2078 0,2080 0,2080

Fuente de datos: Experimental

Ecuación Calib. Abs = 0,0007802 \* Conc + 0,01511  
 Coef. Correlación 0,99956

Tabla xvii: Análisis del colorante artificial Rojo No. 40 para las muestras de la serie "B" de cada una de las marcas fabricantes en estudio:

Muestra	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Muestra 3B	84,20	0,0808	0,0002	0,27	0,0806 0,0808 0,0810
Muestra 4B	177,51	0,1536	0,0001	0,10	0,1534 0,1536 0,1537

Fuente de datos: Experimental

13.3.3.3 Informe de análisis para las muestras de la Serie "C" (de cada una de marcas fabricantes en estudio):

Tabla xviii: Curva de calibración de Rojo No. 40 para las muestras de la serie "C" de cada una de las marcas en estudio:

Informe Cero

Leer	Abs	nm
Cero	(-0,0022)	502,0

Patrón	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Patrón 1	50,0	0,0499	0,0002	0,36	0,0498 0,0501 0,0498
Patrón 2	100,0	0,0953	0,0001	0,06	0,0953 0,0954 0,0953
Patrón 3	150,0	0,1307	0,0001	0,08	0,1306 0,1308 0,1306
Patrón 4	200,0	0,1812	0,0003	0,17	0,1810 0,1809 0,1815
Patrón 5	250,0	0,2158	0,0002	0,11	0,2159 0,2159 0,2155

Fuente de datos: Experimental

Ecuación Calib.  $Abs = 0,0008354 * Conc + 0,00927$   
 Coef. Correlación 0,9985

Tabla xix: Análisis del colorante artificial Rojo No. 40 para las muestras de la serie "C" de cada una de las marcas fabricantes en estudio:

Muestra	Concentración en mg/L	Media	SD	%RSD	Lectura
Muestra 3C	61,32	0,0605	0,0001	0,15	0,0604 0,0605 0,0605
Muestra 4C	494,65	0,4225	0,0003	0,07	0,4228 0,4225 0,4223

Fuente de datos: Experimental

### 13.4 ANEXO IV:

#### INFORME DE ANÁLISIS DE CROMATOGRAFÍA CAPA FINA: Cálculos de Rf.

Tabla No. 13.4.1 Informe de análisis de Cromatografía Capa Fina para la identificación de colorante artificial Amarillo ocase FCF (15,985) en las muestras analizadas de alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso.

<i>Marca*</i>	<i>No. de Mx**</i>	<i>No. de aplicaciones</i>	<i>Rf de muestras<sup>1</sup></i>	<i>Rf de estándar<sup>1</sup></i>
1	A	5	0.61	0.61
	B	5	0.60	
	C	5	0.61	
2	A	5	0.61	
	B	5	0.61	
	C	5	0.61	
3	A	5	0.60	
	B	5	0.60	
	C	5	0.61	
4	A	5	0.59	
	B	5	0.60	
	C	5	0.60	
5	A	5	0.61	
	B	5	0.61	
	C	5	0.61	
<b>Estándar amarillo ocase</b>		1	---	0.61

Fuente: Experimental

\*El numeral representa la marca fabricante del producto.

\*\*La literal representa una muestra de lote y fecha de fabricación diferente correspondiente a la misma marca fabricante.

#### <sup>1</sup>CÁLCULOS

$$Rf = \frac{\text{Distancia recorrida por la mancha}}{\text{Distancia recorrida por el solvente}}$$

Ejemplo: Rf del estándar amarillo ocase

$$Rf = \frac{6.1}{10} = 0.61$$

Tabla No. 13.4.2 Informe de análisis de Cromatografía Capa Fina para la identificación del colorante artificial Rojo allura FD& C rojo No. 40 (16,035) en las muestras analizadas de alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso.

<b>Marca*</b>	<b>No. de Mx**</b>	<b>No. de aplicaciones</b>	<b>Rf de muestras<sup>1</sup></b>	<b>Rf de estándar<sup>1</sup></b>
<b>1</b>	<b>A</b>	5	0.29	
	<b>B</b>	5	0.29	
	<b>C</b>	5	0.29	
<b>2</b>	<b>A</b>	5	0.28	
	<b>B</b>	5	0.28	
	<b>C</b>	5	0.28	
<b>3</b>	<b>A</b>	5	0.29	
	<b>B</b>	5	0.30	
	<b>C</b>	5	0.29	
<b>4</b>	<b>A</b>	5	0.29	
	<b>B</b>	5	0.29	
	<b>C</b>	5	0.29	
<b>5</b>	<b>A</b>	5	0.29	
	<b>B</b>	5	0.29	
	<b>C</b>	5	0.29	
<b>Estándar rojo No. 40</b>		1	---	0.29

Fuente: Experimental

\*El numeral representa la marca fabricante del producto.

\*\*La literal representa una muestra de lote y fecha de fabricación diferente correspondiente a la misma marca fabricante.

### <sup>1</sup>CÁLCULOS

$$Rf = \frac{\text{Distancia recorrida por la mancha}}{\text{Distancia recorrida por el solvente}}$$

Ejemplo: Rf del estándar rojo No. 40

$$Rf = \frac{2.9}{10} = 0.29$$

Tabla No. 13.4.3 Informe de análisis de Cromatografía Capa Fina para la identificación de colorante artificial Tartrazina FD& C amarillo No.5 (19,140) en las muestras analizadas de alimentos tipo snack's a base de cereal de maíz con queso.

<b>Marca*</b>	<b>No. de Mx**</b>	<b>No. de aplicaciones</b>	<b>Rf de muestras<sup>1</sup></b>	<b>Rf de estándar<sup>1</sup></b>
<b>1</b>	<b>A</b>	5	0	
	<b>B</b>	5	0	
	<b>C</b>	5	0	
<b>2</b>	<b>A</b>	5	0	
	<b>B</b>	5	0	
	<b>C</b>	5	0	
<b>3</b>	<b>A</b>	5	0.53	
	<b>B</b>	5	0.53	
	<b>C</b>	5	0.52	
<b>4</b>	<b>A</b>	5	0.54	
	<b>B</b>	5	0.53	
	<b>C</b>	5	0.53	
<b>5</b>	<b>A</b>	5	0	
	<b>B</b>	5	0	
	<b>C</b>	5	0	
<b>Estándar amarillo No. 5</b>		1	---	0.53

Fuente: Experimental

\*El numeral representa la marca fabricante del producto.

\*\*La literal representa una muestra de lote y fecha de fabricación diferente correspondiente a la misma marca fabricante.

### <sup>1</sup>CÁLCULOS

$$Rf = \frac{\text{Distancia recorrida por la mancha}}{\text{Distancia recorrida por el solvente}}$$

Ejemplo: Rf del estándar amarillo No. 5

$$Rf = \frac{5.3}{10} = 0.53$$

---

Br. Karla Alejandra Argueta Hernández.  
**AUTORA**

---

Licda. Julia Amparo García Bolaños.  
**ASESORA**

---

Licda. Ilma Mabel Rosado.  
**REVISORA**

---

Licda. Lucrecia Martínez de Haase  
**DIRECTORA**

---

Dr. Oscar Manuel Cóbar Pinto  
**DECANO**