


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a sun, a cross, and a figure. The shield is surrounded by a blue and green landscape with mountains. The entire seal is enclosed in a circular border with the Latin motto "VERITAS ORMAS CONSPICUA CAROLINA ACQUENIA COACTUM".


**DETERMINACION DE BISULFITOS EN CARNE MOLIDA ESTANDAR
DE RES Y CERDO QUE SE EXPENDEN EN LAS CARNICERIAS DE LOS
DOS MERCADOS DE LA CABECERA DE CHIQUIMULA**

**SUE NAOMI QUAN PEREZ
SINDY PATRICIA RIVERA VASQUEZ
YOHANA MAYBELI VILLELA CALDERON**

QUÍMICAS BIÓLOGAS

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2,016

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS 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 historical figure, surrounded by a blue and gold border. The text "UNIVERSITAS CAROLINENSIS" is visible at the top and "1676" at the bottom of the seal.

**DETERMINACION DE BISULFITOS EN CARNE MOLIDA ESTANDAR
DE RES Y CERDO QUE SE EXPENDEN EN LAS CARNICERIAS DE LOS
DOS MERCADOS DE LA CABECERA DE CHIQUIMULA**

SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

**PRESENTADO POR
SUE NAOMI QUAN PEREZ
SINDY PATRICIA RIVERA VASQUEZ
YOHANA MAYBELI VILLELA CALDERON**

**PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
QUÍMICAS BIÓLOGAS**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2,016

JUNTA DIRECTIVA

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda Ph.D.

Decano

Licda. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza, M. A.

Secretaria

MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo

Vocal I

Dr. Juan Francisco Pérez Sabino

Vocal II

Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera

Vocal III

Br. Andreina Delia Irene López Hernández

Vocal IV

Br. Carlos Andrea Betancourt Herrera

Vocal V

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

Nuestra alma mater, por abrirnos las puertas y brindarnos nuestra educación superior de forma integral, comprometiéndonos primordialmente con el pueblo de Guatemala.

A la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Por brindarnos conocimientos a través de docentes de alto nivel, quienes nos han preparado para formarnos como excelentes profesionales.

A Dr. Rubén Velásquez Ph.D.

Por los conocimientos compartidos y sobre todo su apoyo incondicional.

A Nuestros Asesores Lic. Martín Gil y Lic. Pedro Jayes

Por sus asesorías, paciencia, apoyo incondicional y compartir sus conocimientos para que este trabajo de investigación se pudiera llevar a cabo.

A Nuestra Revisora Licda. Alba Marina Valdés de García MSc.

Por representar una guía indispensable para el desarrollo de nuestro seminario.

A la Unidad de Análisis Instrumental (UAI) de la Escuela de Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Por el valioso apoyo durante el proceso de investigación.

DEDICATORIA

A Dios

Por regalarnos la vida, sabiduría, salud y muchas bendiciones, por ser nuestro guía y compañero fiel en todo momento, dándonos fortaleza y perseverancia para culminar nuestra carrera universitaria.

A Nuestros Padres

Por ser nuestra inspiración y luz a lo largo de nuestras vidas, brindándonos amor y apoyo incondicional y recordándonos que este triunfo es tanto nuestro como de ustedes. Los amamos.

A Nuestros Hermanos

Por ser nuestros amigos y ejemplos en nuestras vidas, por apoyarnos y proporcionarnos ánimos para seguir adelante.

A Nuestras familias

Por apoyarnos en todo momento y por nunca dejarnos solos en las etapas difíciles de la vida.

A Nuestros Amigos

Por todas las experiencias buenas y malas compartidas y por su apoyo incondicional.

INDICE

I. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN	1
II. RESUMEN	2
III. ANTECEDENTES.....	4
A. Comisión de Codex Alimentarius	4
B. Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC).....	5
C. Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR).....	5
1. Norma COGUANOR 34 192	6
D. Aditivos alimentarios.....	6
1. Clasificación de los aditivos alimentarios según su función.....	7
2. Funciones principales de los aditivos en alimentos.....	8
3. Autorización de los aditivos en los alimentos.....	8
4. Uso de aditivos en alimentos.....	9
5. Control del uso de bisulfito en alimentos.....	11
6. Seguridad de los aditivos	12
7. Conservantes.....	13
E. Uso de bisulfito como conservantes.....	14
1. Etiquetado en alimentos según Codex	14
F. Impacto de los sulfitos en la salud humana	15
1. Reacciones específicas provocadas por bisulfito en el metabolismo humano	16
G. Autorización de los aditivos en los alimentos.....	18
H. Determinación de bisulfito en alimentos	19
1. Método cualitativo y cuantitativo de decoloración del Verde de Malaquita	19
2. Control de calidad del método cualitativo y cuantitativo de decoloración del Verde de Malaquita	19
I. Producción pecuaria de carne de res y cerdo en Chiquimula	19
IV. JUSTIFICACIÓN	21
V. OBJETIVOS.....	23
VI. HIPÓTESIS	24
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	25

VIII. RESULTADOS.....	36
IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	45
X. CONCLUSIONES	49
XI. RECOMENDACIONES	50
XII. REFERENCIAS	51
XIII. ANEXOS	54

I. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se sitúa en el área de Ciencia y Tecnología de Alimentos ya que sus resultados serán transferidos principalmente a industrias del sector alimentario, y así cumplir con los requerimientos que permitan asegurar la salud y bienestar al consumir alimentos inocuos.

II. RESUMEN

Los diversos agentes sulfitantes, se han utilizado a lo largo de la historia por sus múltiples funciones en productos alimenticios y fármacos, específicamente como aditivos de acción conservadora y antioxidante. Sin embargo, se considera que son responsables de diferentes efectos adversos al ingerirlos, principalmente en personas sensibles a los mismos.

El objetivo del estudio es determinar la presencia y concentración de bisulfito en carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo que se expenden en las 34 carnicerías del Mercado Central y las 21 carnicerías del Mercado La Terminal de la cabecera de Chiquimula, en jornadas matutina y vespertina.

El universo de trabajo se conformó por 220 muestras de carne molida estándar individualizadas, de las cuales 120 muestras fueron de cerdo (55%) y 100 muestras fueron de res (45%).

Se determinó la presencia /ausencia de bisulfito (análisis cualitativo) de cada muestra de carne analizada, utilizando el reactivo Verde de Malaquita al 1%. Las muestras que dieron positivo ha dicho análisis, fueron sometidas a la determinación de concentración de bisulfito (análisis cuantitativo) por espectrofotometría UV-visible.

La investigación demuestra que en los dos mercados de la cabecera de Chiquimula, el 100% de las carnicerías que expenden carne molida estándar de cerdo y el 100% de las carnicerías que expenden carne molida estándar de res utilizan bisulfito como preservante.

Los resultados de la determinación cuantitativa de bisulfito en ppm en las muestras analizadas son:

En el Mercado Central para carne de cerdo en la jornada matutina la concentración mínima fue de 83.48 ppm y la máxima de 9,416.80 ppm. En la jornada vespertina la concentración mínima fue de 84.01 ppm y la máxima de 5,721.80 ppm. En el caso de la carne de res las

concentraciones fueron; En la jornada matutina la concentración mínima fue de 85.86 ppm y la máxima de 8,894.48 ppm. En la jornada vespertina la concentración mínima fue de 39.36 ppm y la máxima de 9,677.44 ppm.

En el Mercado La Terminal para carne de cerdo en la jornada matutina la concentración mínima fue de 78.67 ppm y la máxima de 7,429.02 ppm. En la jornada vespertina la concentración mínima fue de 70.04 ppm y la máxima de 8,698.12 ppm. En el caso de la carne de res las concentraciones fueron; En la jornada matutina la concentración mínima fue de 84.01 ppm y la máxima de 5,769.70 ppm. En la jornada vespertina la concentración mínima fue de 600.36 ppm y la máxima de 8,264.98 ppm.

Una de las principales razones de las muestras con elevada concentración es que los vendedores le agregan bisulfito a la carne que no lograron vender para que esta tenga una apariencia agradable para el consumidor.

En Guatemala no existen estudios que demuestren o comprueben los efectos nocivos para la salud del ser humano por la ingesta de bisulfito. Sin embargo, algunos estudios realizados en otros países han concluido que padecimientos tales como asma, urticaria, anafilaxia, patología gastrointestinal, cefaleas o rubor son atribuidos al consumo de alimentos que contienen bisulfito (Robinbook, 2,003).

El estudio realizado demuestra que en las carnicerías que expenden carne molida estándar de res y de cerdo en los mercados Central y La Terminal de la cabecera de Chiquimula, utilizan bisulfito como preservante, aun cuando la norma COGUANOR 31 192 prohíbe el uso del antioxidante en carnes y alimentos reconocidos como fuente de vitamina B1.

III. ANTECEDENTES

A. Comisión de Codex Alimentarius

Codex Alimentarius significa "Código de alimentación" y es la compilación de todas las normas, Códigos de Comportamientos, Directrices y Recomendaciones de la Comisión del Codex Alimentarius. La Comisión del Codex Alimentarius es el más alto organismo internacional en materia de normas de alimentación. La Comisión es un organismo subsidiario de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (CODEX 2006).

El Código se creó para proteger la salud de los consumidores, garantizar comportamientos correctos en el mercado internacional de los alimentos y coordinar todos los trabajos internacionales sobre normas alimentarias. (CODEX, 2006).

El Codex Alimentarius, se ha convertido en un punto de referencia mundial para los consumidores, los productores y elaboradores de alimentos, los organismos nacionales de control de los alimentos y el comercio alimentario internacional. Su repercusión sobre el modo de pensar de quienes intervienen en la producción y elaboración de alimentos y quienes los consumen ha sido enorme. Su influencia se extiende a todos los continentes y su contribución a la protección de la salud de los consumidores y a la garantía de unas prácticas equitativas en el comercio alimentario es incalculable (FAO/WHO, 2,006).

En gran parte del mundo, un número creciente de consumidores y gobiernos están adquiriendo conciencia de las cuestiones relacionadas con la calidad y la inocuidad de los alimentos y se están percatando de la necesidad de adoptar una actitud selectiva respecto de los alimentos que se consumen. Hoy en día es normal que los consumidores pidan a sus gobiernos que tomen medidas legislativas para asegurar que sólo se vendan alimentos inocuos y de calidad aceptable y que se reduzcan al mínimo los peligros para la salud de origen alimentario (FAO/WHO, 2,006).

B. Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC)

La AOAC da soluciones a través del desarrollo de normas microbiológicas y químicas, y estas se utilizan a nivel mundial para promover el comercio y facilitar la salud y la seguridad pública (AOAC, 2,015).

AOAC desarrolla métodos analíticos para un amplio espectro de intereses de seguridad que incluyen alimentos y bebidas, suplementos dietéticos, fórmula infantil, alimentaciones, fertilizantes, suelo y agua, medicamentos veterinarios, farmacéuticos, entre otros. La actividad principal de la AOAC es el desarrollo de normas aceptadas a nivel mundial. El proceso de desarrollo de las normas de la AOAC se basa en paneles de partes interesadas para desarrollar los requisitos de rendimiento de métodos basados en el consenso y paneles de expertos voluntarios para evaluar metodologías, así como proporcionar procesos y herramientas para garantizar mediciones de calidad. (AOAC, 2,015).

C. Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR)

De conformidad con lo que establece el artículo 1 del Decreto No. 1523, la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) es el Organismo Nacional de Normalización, adscrito al Ministerio de Economía, lo cual se ratifica en el Decreto No. 78-2005, Ley del Sistema Nacional de la Calidad. La principal función de COGUANOR es desarrollar actividades de Normalización que contribuyan a mejorar la competitividad de las empresas nacionales y elevar la calidad de los productos y servicios que dichas empresas ofertan en el mercado nacional e internacional. Su ámbito de actuación abarca todos los sectores económicos. Las normas técnicas que COGUANOR elabora, publica y difunda, son de observancia, uso y aplicación voluntarios (Comisión guatemalteca de normas, 2,006).

El artículo 6 del Decreto No. 78-2005 menciona las funciones de COGUANOR; en donde se detallan las más importantes: Elaborar, adoptar y promover la utilización de

normas técnicas en el territorio nacional, elaborar y promover la aplicación del programa anual de normalización, acorde a los requerimientos del sector productivo nacional, fomentar la transparencia, armonización y eficacia en la elaboración de las normas, revisar las normas en uso e introducir las modificaciones necesarias a medida que la experiencia, el progreso científico y tecnológico y el mercado nacional e internacional lo exijan, asegurar que en el proceso de elaboración de los reglamentos técnicos se utilicen las normas técnicas nacionales, regionales o internacionales (COGUANOR, 2,006).

1. Norma COGUANOR 34 192

La Norma COGUANOR 34 192 describe los Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano, y específicamente el inciso 17.3.12 refiere que el bisulfito de sodio puede emplearse en la misma forma que el bisulfito de potasio detallado en el inciso 17.3.11 en el cual expone que puede emplearse en los siguientes productos: a) papas fritas, congeladas rápidamente, en cantidad no mayor de 50 mg/kg, mezclado o no con otros sulfitos, expresados como SO₂. b) Langostas y camarones, congelados rápidamente, en cantidad no mayor de 100 mg/kg si es producto crudo y 30 mg/kg si es producto cocido, mezclado o no con otros sulfitos, expresados como SO₂. c) Jugo concentrado de piña con sustancias conservadoras, destinado únicamente a la elaboración de otros productos alimenticios, en cantidad no mayor de 500 mg/kg, mezclado o no con otros sulfitos, con ácido benzoico, con ácido sórbico y sus sales, expresados como SO₂. d) Otros alimentos, de acuerdo a las prácticas correctas de fabricación, excepto que no debe emplearse en carnes y en alimentos reconocidos como fuente de vitamina B1, también conocida como tiamina (Anexo 1) (COGUANOR, 2,006) (Food Drugs Administration, 2,015).

D. Aditivos alimentarios

Los aditivos alimentarios son sustancias que se añaden a los alimentos intencionalmente con el fin de modificar sus propiedades, técnicas de elaboración, conservación o mejorar su adaptación al uso que estén destinados, en ningún caso tienen un papel enriquecedor del alimento. En aquellos casos en los que la sustancia añadida es

eliminada, o la cantidad de ella que queda en el alimento no tiene función alguna, no se considera un aditivo.

Estas sustancias son utilizadas con el objetivo de estabilizar el alimento o mejorar su color, sabor, olor y apariencia, siempre que no perjudiquen su valor nutritivo; normalmente no se consume como alimento, ni se usan como ingrediente típico del alimento.(COGUANOR, 2,006).

Durante mucho tiempo se utilizaron los sulfitos como preservantes en alimentos como frutas y verduras en la barra de ensaladas de los restaurantes hasta que la Food Droggs Administration (FDA) prohibió su uso ya que provocaba nauseas, vómitos, diarreas, asma y aún la muerte en algunos consumidores de acuerdo a la sección 182.3739 en donde indica que el bisulfito de sodio es una sustancia generalmente reconocida como segura cuando se utiliza con buenas prácticas de fabricación, excepto que no se debe utilizar en las carnes, en los alimentos reconocidos como una fuente de vitamina B1, en las frutas o vegetales destinados a ser servidos crudos a los consumidores o vender crudo a los consumidores, o para ser presentado fresco al consumidor (FDA, 2,008).

1. Clasificación de los aditivos alimentarios según su función

Para facilitar su uso, etiquetado y reconocimiento internacional los aditivos se nombran mediante un código compuesto por una letra (que si son de la normativa europea es la letra "E") seguida de tres cifras; la cifra de las centenas hace referencia al tipo de aditivos, clasificados en los siguientes cuatro grupos: Colorantes, Conservantes, Antioxidantes, Estabilizantes.

Las otras cifras corresponden, además de al aditivo, a la familia y a la especie. Las demás categorías son solamente provisionales y tienden a modificarse frecuentemente. El hecho de que un aditivo tenga asignado un número E da garantías de que el aditivo ha pasado controles de seguridad y que ha sido aprobado para su uso en la Unión Europea (Agencia española de consumo y seguridad alimentaria, 2,015)

2. Funciones principales de los aditivos en alimentos

Los aditivos cumplen varias funciones útiles en los alimentos, como garantizar la seguridad y la salubridad, contribuir a la conservación, hacer posible la disponibilidad de alimentos fuera de temporada, aumentar o mantener el valor nutritivo, potenciar la aceptación del consumidor y facilitar la preparación del alimento (Cubero & Villalta, 2,002).

3. Autorización de los aditivos en los alimentos

Para ser autorizados, los aditivos no deben representar ningún peligro para la salud del consumidor cuando se usan siguiendo las dosis propuestas. Deben haber sido evaluados toxicológicamente y sometidos a ensayos que demuestren su inocuidad. Si en función de la evolución de conocimientos científicos, surgiera alguna duda sobre la inocuidad de un aditivo y la seguridad de su empleo se procedería a la retirada de la autorización.

Para facilitar su uso, etiquetado y reconocimiento internacional los aditivos se nombran mediante un código compuesto por una letra (que si son de la normativa europea es la letra "E") seguida de tres cifras; la cifra de las centenas hace referencia al tipo de aditivos, clasificados en los siguientes cuatro grupos, colorantes, conservantes, antioxidantes, estabilizantes. Las otras cifras corresponden, además de al aditivo, a la familia y a la especie. Las demás categorías son solamente provisionales y tienden a modificarse frecuentemente. El hecho de que un aditivo tenga asignado un número E da garantías de que el aditivo ha pasado controles de seguridad y que ha sido aprobado para su uso en la Unión Europea. La presencia de aditivos debe figurar en el etiquetado de los alimentos, bien por su nombre o bien por su número E. De esta manera, el etiquetado proporciona información al consumidor que le va a permitir elegir o evitar consumir alimentos que contengan determinados aditivos (Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición, 2,015).

Periódicamente circulan ciertas listas de aditivos alimentarios con la intención de prevenir sobre su uso para salvaguardar la salud. Aunque se presentan como avaladas por profesionales y hospitales tanto españoles como europeos, el análisis del contenido de las mismas pone de manifiesto que su elaboración ha sido realizada por personas que carecen de todo conocimiento sobre el tema y que pueden estar motivados por otros intereses distintos al sanitario. Ante la alarma social que estas listas pueden originar, la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) se ha visto en varias ocasiones en la obligación de desautorizarlas, tanto en su origen como en su contenido. La AESAN considera que no existe motivo de inquietud derivado del empleo de aditivos en la Industria Alimentaria española y es aconsejable que los consumidores no tengan en cuenta las informaciones sobre este tema que no estén avaladas por esta Agencia (AECOSAN, 2,015).

4. Uso de aditivos en alimentos

El adicionar aditivos conservadores y antioxidantes a los alimentos con el fin de prolongar su vida útil frente al deterioro causado por microorganismos o por reacciones enzimáticas, es una práctica frecuente en la industria alimenticia a diversos productos (Cáceres, 1,987). Los productos cárnicos frescos no suelen contener aditivos, sin embargo, en algunas circunstancias los aditivos son necesarios. Por ejemplo, en los sellos de certificación que se estampan sobre la superficie de los cortes de carne fresca, se utilizan colores que se indican en el Estándar Global para Proveedores (SCA) con la anotación “para señalar o marcar”. Respecto a la comercialización de carne fresca molida, se ha observado que las empresas registradas y las carnicerías de los mercados de Guatemala no mantienen un control sobre el uso de bisulfito en carne, de acuerdo a la norma COGUANOR 34 192, numeral 17.3.12 el cual toma como referencia el numeral 17.3.11, que indica en su inciso d) que no debe emplearse en carnes y en alimentos reconocidos como fuente de vitamina B1. (Anexo 1) (COGUANOR, 2,006).

Las razones por las que se emplean los aditivos en la industria alimentaria son las siguientes:

- Conservan la consistencia del producto: Las sustancias llamadas emulsionantes proporcionan una textura consistente y evitan que los productos se separen. Los estabilizadores y los espesantes proporcionan una textura uniforme y los agentes anti apelmazantes permiten el libre flujo de sustancias (Cubero & Villalta, 2,002).
- Mejoran o conservan el valor nutricional: Muchos alimentos y bebidas están fortificados y enriquecidos para mejorar el estado nutricional de la población. Por ejemplo, las vitaminas y los minerales se agregan a muchos alimentos, entre otros, la harina, el cereal, la margarina la leche y carne, lo cual ayuda a compensar la baja cantidad de vitaminas y minerales o su carencia en la dieta del individuo. Todos los productos que contengan nutrientes agregados deben llevar una etiqueta con su descripción (Ibrahim, Erich, Doris, 2,011).
- Conservan la salubridad de los alimentos: La contaminación por bacterias puede facilitar el desarrollo de enfermedades transmitidas por el consumo de alimentos. Los conservantes reducen el daño que el aire, los hongos, las bacterias o la levadura pueden causar. Algunos conservantes ayudan a preservar el sabor de los alimentos horneados, evitando que las grasas y los aceites se vuelvan rancios e igualmente evitan que las frutas frescas se vuelvan oscuras, cuando están expuestas al aire (Reartes, 2,001).
- Controlan la acidez y la alcalinidad, y suministran fermentación: Los aditivos específicos ayudan a cambiar el equilibrio acidobásico de los alimentos con el fin de obtener el sabor, gusto y color deseados. Los agentes fermentadores que liberan ácidos cuando son expuestos al calor reaccionan con el bicarbonato de soda para ayudar a que los bizcochos, tortas y otros productos horneados crezcan.
- Suministran color y mejoran el sabor: Ciertos colores mejoran el aspecto de los alimentos y hay una gran cantidad de especias, al igual que sabores sintéticos y naturales, que ayudan a darles un mejor sabor.

5. Control del uso de bisulfito en alimentos

Un problema a considerar que hace necesario su control, es que el exceso de consumo de sulfitos, así como la inhalación del dióxido de azufre presente en el aire contaminado en ciudades industriales, podría llegar a desarrollar sensibilidad hacia los mismos, lo cual significa que se puede manifestar una alergia a este tipo de conservantes (Multon, 2000).

La Ingesta Diaria Admisible (IDA) se define como la cantidad aproximada de un aditivo alimentario, expresada en relación con el peso corporal, que se puede ingerir diariamente, durante toda la vida, sin que represente un riesgo apreciable para la salud, sirve para proteger la salud de los consumidores y para facilitar el comercio internacional de alimentos (Cubero, 2,002). Estudios a nivel europeo sugieren que la IDA para los bisulfitos, establecida en 0-0,7 mg/kg de peso corporal, se está rebasando en ciertos grupos de la población debido principalmente a la existencia de niveles de bisulfitos mayores que los permitidos, en los alimentos que consumen (Pozo, 1,990).

Si ocasionalmente la ingesta diaria sobrepasa la IDA, no hay que preocuparse ya que su factor de seguridad tiene un amplio margen y en la práctica un consumo superior a la ingesta diaria admisible durante sólo un día, se compensa con creces con un consumo habitual inferior. No obstante, si una de las cifras referentes al consumo señalase que los niveles habituales de ingesta de determinados sectores de la población sobrepasan la IDA, entonces el Comité Científico de la Alimentación (CCA) podría considerar necesario reducir los niveles existentes del aditivo en los alimentos o limitar la gama de alimentos en que éste está permitido. Aun así, al ser tan amplio el margen de seguridad utilizado para fijar la IDA, lo más probable es que hubiera que sobrepasar en mucho el límite de IDA, para que esto supusiera un riesgo o un perjuicio para la salud humana (Cubero, 2,002). A su vez, en enero de 2009, el comité FAO/OMS propuso investigar si la ingesta en algunos grupos de la población excede la “ingesta diaria admisible” IDA (FAO, 2,009).

6. Seguridad de los aditivos

Todos los aditivos alimentarios deben tener un propósito útil demostrado y han de someterse a una valoración científica rigurosa y completa para garantizar su seguridad, antes de que se autorice su uso. El comité que se encarga de evaluar la seguridad de los aditivos en Europa es el Comité Científico para la Alimentación Humana de la Unión Europea. Además a nivel internacional, hay un Comité Conjunto de Expertos en Aditivos Alimentarios (Joint Expert Committee Food Additives, JECFA) que trabaja bajo los auspicios de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Cubero, 2,002).

Sus valoraciones se basan en la revisión de todos los datos toxicológicos disponibles, incluidos los resultados de las pruebas efectuadas en humanos y animales. A partir del análisis de los datos de los que disponen, se determina un nivel dietético máximo del aditivo, que no tenga efectos tóxicos demostrables. Dicho contenido es denominado el "nivel sin efecto adverso observado" ("no-observed-adverse-effectlevel", NOAEL) y se emplea para determinar la cantidad de "ingesta diaria admisible" (IDA) para cada aditivo. La IDA, que se calcula con un amplio margen de seguridad, es la cantidad de un aditivo alimentario que puede ser consumida en la dieta diariamente, durante toda la vida, sin que represente un riesgo para la salud (Cubero, 2,0002).

El SCF (Scientific Committee for Food) aboga por que se añadan a los alimentos los niveles más bajos posibles de aditivos. Para asegurarse de que las personas no consuman una cantidad excesiva de productos que contengan un determinado aditivo, que les lleve a sobrepasar los límites de la IDA, la legislación europea exige que se realicen estudios de los niveles de ingesta en la población, para responder a cualquier variación que se presente en los modelos de consumo. Si ocasionalmente la ingesta diaria de alimentos sobrepasa la IDA, sería poco probable que se produjera algún daño, dado el amplio margen de seguridad de la misma (superior a 100 veces). Sin embargo, si una de las cifras referentes al consumo señalase que los niveles habituales de ingesta de determinados sectores de la población sobrepasan la IDA, entonces la Comisión evaluaría la necesidad de revisar los niveles

existentes del aditivo en los alimentos, o limitaría la gama de alimentos en que dicho aditivo esté permitido (Cubero, 2,002).

A nivel mundial, la Comisión del Codex Alimentarius, una organización conjunta de la FAO y la OMS, que se encarga de desarrollar normas internacionales sobre seguridad alimentaria, está preparando actualmente una nueva 'Normativa General sobre los Aditivos Alimentarios' (General Standards for Aditivos alimentarios", GSFA), con el propósito de establecer unas normas internacionales armonizadas, factibles e incuestionables para su comercio en todo el mundo. Sólo se incluyen los aditivos que han sido evaluados por el Comité Conjunto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (FAO/OMS, 2,006).

Gracias al control riguroso y los estudios exhaustivos que se realizan, los aditivos alimentarios, se pueden considerar ingredientes seguros de nuestra dieta, que contribuyen a la rápida evolución del abastecimiento de alimentos en Europa y en todo el mundo (FAO/OMS, 2,006).

7. Preservantes

El problema del deterioro microbiano de los alimentos tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes (deterioro de materias primas y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de la imagen de marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo y riesgo de intoxicación por consumo), de manera que se hace necesario utilizar preservantes ya que retardan la fermentación, enmohecimiento o putrefacción del alimento causado por los microorganismos. Las condiciones de uso de los preservantes están reglamentadas estrictamente en todos los países del mundo. Usualmente existen límites a la cantidad que se puede añadir de un preservante y a la de preservantes totales. Los preservantes alimentarios, a las concentraciones autorizadas, no matan en general a los microorganismos, sino que solamente evitan su proliferación. Por lo tanto, solo son útiles con materias primas de buena calidad (Multon, 2,000).

Los preservantes se utilizan para retrasar el deterioro de los alimentos debido a la acción de microorganismos, se emplean sustancias antimicrobianas como los sulfitos (E221-228) para inhibir, retardar o prevenir el desarrollo y la proliferación de bacterias, levaduras y moho.

La administración de alimentos y de fármacos considera que se utilice el bisulfito como preservante, su argumento es que los bisulfitos son muy útiles para mantener la eficacia de medicinas, solamente la prohibirían si se encontrara una alternativa a éstos. Esta justificación es para mantener los bisulfitos en el mercado ya que actualmente se están agregando a una gran cantidad de productos alimenticios y fármacos (Pérez, 2,006).

E. Uso de sulfitos como preservantes

Uno de los aditivos que puede causar problemas en personas sensibles es el grupo conocido como agentes de sulfitación, que incluyen varios aditivos inorgánicos de sulfitos (E220-228), entre ellos el sulfito sódico, el bisulfito potásico y el metabisulfito potásico, que contienen dióxido de sulfuro (SO₂). Estos conservantes se emplean para controlar la proliferación de microbios en bebidas fermentadas y su uso ha sido generalizado durante más de 2,000 años en vinos, cervezas y productos transformados a base de frutas (European Food Information Council, 2,015)

1. Etiquetado en alimentos según Codex

En la etiqueta de alimentos preenvasados deberá aparecer la información que indica el Codex según sea aplicable al alimento que ha de ser etiquetado, excepto cuando expresamente se indique otra cosa en una norma individual del Codex. (Anexo 2)

Se ha alertado a las autoridades en materia alimentaria para que exista una regulación en el empleo de sulfitos en el etiquetado y así evitar reacciones a este componente (William & Seese, 2,005).

La mención a los sulfitos en la etiqueta puede encontrarse de diferentes maneras:

- Dióxido de azufre (E220).
- Sulfitosódico (E221).
- Sulfito ácido de sodio (E222).
- Metabisulfito sódico (Disulfito sódico) (E223).
- Metabisulfito potásico (Disulfito potásico) (E224).
- Sulfitocálcico (E226).
- Sulfito ácido de calcio (Bisulfito cálcico) (E227).
- Sulfito ácido de potasio (Bisulfito potásico) (E228).

De esta manera, el etiquetado proporciona información al consumidor que le va a permitir elegir o evitar consumir alimentos que contengan sulfitos. Cuando un aditivo tenga asignado un número E da garantías de que el aditivo ha pasado controles de seguridad y que ha sido aprobado para su uso (Cubero, 2,002)

F. Impacto de los sulfitos en la salud humana

El hecho de que los aditivos puedan provocar efectos secundarios ha sido un tema que ha preocupado mucho a la opinión pública, aunque existen detalladas investigaciones que demuestran que normalmente dicha preocupación se basa en ideas equivocadas, más que en el hecho de que puedan existir efectos secundarios identificables. Se ha demostrado que los aditivos alimentarios muy raramente provocan verdaderas reacciones alérgicas (inmunológicas). Entre los aditivos alimentarios más frecuentemente asociados con reacciones adversas se encuentran los sulfitos que en personas sensibles (asmáticos), pueden provocar asma, que se caracteriza por las dificultades respiratorias, la respiración entrecortada, la sibilancia y la tos (Cubero, 2,002).

1. Reacciones específicas provocadas por sulfito en el metabolismo humano

1.1. Generación de dióxido de azufre

La reactividad inducida por el dióxido de azufre mediada por receptores colinérgicos aferentes presentes en el árbol traqueo bronquial es una característica general de los individuos asmáticos, siendo el posible mecanismo de inducción de reacciones por la inhalación o ingestión de sulfitos en asmáticos. La cantidad de dióxido de azufre generado por los sulfitos en disolución depende del pH y de la temperatura, el ambiente cálido y ácido de la boca se favorece esta producción (Reartes, 2,001).

La generación de dióxido de azufre en el estómago podría explicar el desarrollo de reacciones no asmáticas tales como urticaria y angioedema, dolor abdominal, espasmos y diarrea inducidos por sulfitos. La producción del gas en un estómago ya distendido por los alimentos podría dar lugar a una estimulación vagal, que a su vez, incrementaría la motilidad gastrointestinal y una urticaria de tipo colinérgico, además, también se produciría una mayor producción de gastrina, que estimularía la secreción de histamina por los mastocitos cutáneos. La liberación de histamina podría ser el origen de cualquiera de los síntomas atribuidos a los sulfitos tales como: asma, urticaria, anafilaxia, patología gastrointestinal, cefaleas o rubor (Robinbook, 2,003).

La exposición a sulfitos de individuos normales no parece que tenga riesgo. Los estudios de toxicidad en voluntarios normales que ingirieron sulfitos como aditivo alimentario han mostrado que la ingesta diaria de hasta 400 mg de sulfitos durante 25 días no tiene consecuencias adversas. Se han atribuido numerosas reacciones a los sulfitos, como diarrea, abdominalgias, náuseas, vómitos, urticaria prurito, angioedema, cefaleas, dolor torácico, lipotimia, eritemas inespecíficos en personas vulnerables.

Hay estudios que describen la importancia de los sulfitos en la producción de broncoespasmo y asma grave. Se ha estimado que entre un 2 y un 5% de pacientes asmáticos pueden presentar crisis asmáticas tras la ingesta de sulfitos (Prieto, 1994). Se

trata generalmente de pacientes con asma crónica córtico dependiente. Se desconoce la patogenia del asma inducido por sulfitos, aunque se han postulado diversos mecanismos, IgE-mediado: Las reacciones adversas a sulfitos aparecen con mayor frecuencia en individuos atópicos. Se han publicado algunos casos excepcionales de pacientes asmáticos con intolerancia a sulfitos y pruebas cutáneas positivas con sulfitos. Sin embargo, no se ha podido demostrar la presencia de IgE específica sérica frente a sulfitos y tampoco son concluyentes los datos sobre la inducción de liberación de mediadores (histamina) por los sulfitos (Reartes, 2,001).

Se ha postulado que en ciertos pacientes un déficit parcial de la enzima sulfito-oxidasa, catalizadora del paso de ión sulfito a ión sulfato, podría ser responsable de algunas reacciones adversas a sulfitos. Apoya esta hipótesis el hecho de que la premedicación con cianocobalamina, que cataliza la oxidación no enzimática de los sulfitos a sulfatos, puede inhibir las reacciones con sulfitos (Simon, 1986) (Añibarro, et al., 1,992).

La enzima sulfito oxidasa se encuentra en la mayoría de las células, sobre todo en las del hígado, donde las concentraciones son especialmente altas. La hipótesis de que algunos individuos asmáticos sensibles a sulfitos pudieran tener niveles reducidos de sulfito oxidasa, explicaría que sería insuficiente para metabolizar sobrecargas de sulfitos del aire, alimentos y productos farmacéuticos, aunque si pudiesen oxidar completamente la producción endógena de sulfitos. La carga de sulfito resultante podría superar la capacidad de los mecanismos de compensación dando lugar al asma (Pozo, 1990).

En el organismo humano el sulfito ingerido con los alimentos es metabolizado por la enzima sulfito oxidasa, que es una enzima oxidativa esencial en la conversión de sulfito activo en sulfato inactivo. Se ha observado que esta enzima se encuentra disminuida en estos pacientes asmáticos cuando se compara con individuos sanos. Si un individuo es parcialmente deficiente en esta enzima (menor capacidad de metabolizar los sulfitos ingeridos y aumento por tanto de estos en el plasma y mucosa bronquial) y también tiene asma (mayor sensibilidad colinérgica bronquial) la aparición de broncoespasmo tras la ingestión de sulfitos podría ser explicada por la suma de estos dos factores este tipo de

episodios ha causado entre diez y veinte muertes en los últimos años según la Centro para la Ciencia en el Interés Público (López, 2,013)

G. Autorización de los aditivos en los alimentos

Para ser autorizados, los aditivos no deben presentar ningún peligro para la salud del consumidor cuando se usan siguiendo las dosis propuestas. Deben haber sido evaluados toxicológicamente y sometidos a ensayos que demuestren su inocuidad. Si en función de la evolución de conocimientos científicos, sugiera alguna duda sobre la inocuidad de un aditivo y la seguridad de su empleo se procedería a retirar la autorización.

Para facilitar su uso, etiquetado y reconocimiento internacional los aditivos se nombran mediante un código compuesto por una letra (que si son de la normativa europea es la letra “E”) seguida de tres cifras; la cifra de las centenas hace referencia al tipo de aditivos, clasificados en los siguientes cuatro grupos: colorantes, conservantes, antioxidantes y estabilizantes. Las otras dos cifras corresponden, además de al aditivo, a la familia y a la especie. Las demás categorías son solamente provisionales y tienden a modificarse frecuentemente. El hecho de que un aditivo tenga asignado un código E da garantía de que el aditivo ha pasado controles de seguridad y que ha sido aprobado para su uso en la unión europea. La presencia de aditivos debe figurar en el etiquetado de los alimentos, bien por su nombre o por su código E. De esta manera, el etiquetado proporciona información al consumidor que le va a permitir elegir o evitar consumir alimentos que contengan determinados aditivos (Agencia Española de consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición, 2015)

Periódicamente circulan ciertas listas de aditivos alimentarios con la intención de prevenir sobre su uso para salvaguardar la salud. Aunque se presentan como avaladas por profesionales y hospitales tanto españoles como europeos, el análisis del contenido de las mismas pone de manifiesto que su elaboración ha sido realizada por personas que carecen de todo conocimiento sobre el tema y que puedan estar motivados por otros intereses distintos al sanitario. Ante la alarma social que estas listas pueden originar, la Agencia

Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) se ha visto en varias ocasiones en la obligación de desautorizarlas, tanto en su origen como en su contenido. La AESAN considera que no existe motivo de inquietud derivado del empleo de aditivos en la Industria Alimentaria Española y es aconsejable que los consumidores no tengan en cuenta la información sobre este tema (AECOSAN,2015)

H. Determinación de bisulfito en alimentos

1. Método cualitativo y cuantitativo de decoloración del Verde de Malaquita

Esta decoloración tiene lugar porque en presencia de SO_3^{2-} se adiciona el grupo HSO_3^- con desaparición simultánea de la forma quinoidea del compuesto a la que debe su color verde; color que luego es cuantificado por metodología UV-Visible (Buscarons, F., Ubeda, F., García, L., 1986) (Anexo 3).

2. Control de calidad del método cualitativo y cuantitativo de decoloración del Verde de Malaquita

El control de calidad del método se basa en el porcentaje de recuperación de una concentración conocida de bisulfito añadido a una muestra neutra.

I. Producción pecuaria de carne de res y cerdo en Chiquimula

En Chiquimula las cabezas de ganado bovino y porcino se encuentran tanto en fincas como en viviendas. El reporte anual del Instituto Nacional de Estadística (INE) en el año 2,005 muestra que hay 4,730 fincas de ganado bovino y 3,270 de ganado porcino, las cuales almacenan 51,069 y 9,594 cabezas de ganado, respectivamente. (INE, 2005). El 66% de las cabezas de ganado bovino provienen del departamento de Petén, 20% de Chiquimula y 14% del departamento de Izabal. El volumen de venta mensual de cabezas de ganado bovino en Chiquimula es de 268 animales destazados, lo que equivale a 3,216 por año, y estos representan aproximadamente 75,040 libras de carne vendidas al mes y 900,480 libras

al año. En el caso de cabezas de ganado porcino, se destazan mensualmente 330 animales, lo que equivale a 3,960 por año, y estos representan aproximadamente 22,545 libras de carne vendida al mes y 270,540 libras al año. En las carnicerías de la localidad no utilizan la carne molida que tienen normalmente en venta para la realización de los embutidos que elaboran artesanalmente, los cuales son chorizos y longanizas. Para la elaboración dichos embutidos utilizan sobrantes de otros cortes de carne que ya contienen bisulfito, los cuales son molidos y procesados únicamente para la elaboración de dichos embutidos (INE, 2,005).

IV. JUSTIFICACIÓN

La práctica de agregar preservantes o conservadores a los alimentos con el fin de alargar la vida útil de estos, es muy común en las industrias de alimentos, ya que reduce el daño o deterioro causado por los microorganismos. La venta libre de productos cárnicos en los mercados del país, no es regulada y no existe un control sobre cuanto se aplica de cada preservante a los mismos, lo cual no se hace del conocimiento de la mayoría de los consumidores. Los cambios físicos, químicos y microbiológicos, que se producen en la carne fresca son estrictamente una función de la temperatura, la cual si es controlada adecuadamente puede garantizar la conservación del alimento, sin embargo la mayoría de carnicerías de los mercados de nuestro país no cuenta con un adecuado sistema de enfriamiento y esto hace que el tiempo de almacenamiento de la carne disminuya. Por lo cual se ha recurrido a la utilización de preservantes alimentarios para detener o minimizar el deterioro causado por la presencia de diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). Este deterioro microbiano de los alimentos puede producir pérdidas económicas sustanciales, tanto para la industria alimentaria (específicamente cárnica), así como para los consumidores, y en clima cálido existe un mayor riesgo de reproducción de microorganismos en productos cárnicos si estas no cumplen con un manejo adecuado de almacenamiento y conservación.

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), mediante el departamento de Control y Regulación de Alimentos de la Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control, ha encontrado que el preservante que se utiliza comúnmente en las carnicerías del país es el bisulfito de sodio. Este departamento debe velar por el estricto cumplimiento del reglamento sobre la calidad de alimentos en forma general, el cual está basado en el Código de Salud y en la norma COGUANOR 34 192.

Desde el punto de vista toxicológico, existen grupos poblacionales vulnerables, como es el caso de individuos con un trastorno metabólico de la sulfitooxidasa, enzima que participa en el metabolismo de los carbohidratos, por lo cual en los últimos años dichos aditivos han sido reemplazados en algunos productos.

La determinación de bisulfito en carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo en la cabecera de Chiquimula es necesaria, debido al clima cálido que prevalece en la región hace que favorezcan los cambios físicos, químicos y microbiológicos de la carne. Es por ello, que podrían utilizarse bisulfito de sodio para preservar la carne. No existen antecedentes de estudios similares que evidencien la utilización de preservantes en las carnes, por dicha razón se analizó la presencia y cuantificación de bisulfito en carne molida estándar de res y de cerdo que se expenden en las carnicerías de los dos mercados de la cabecera municipal, lo que permitió comprobar si se utiliza o no el mencionado preservante.

V. OBJETIVOS

A. Objetivo General

1. Determinar la presencia y concentración de bisulfito en carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo que se expenden en todas las carnicerías de los dos mercados de la cabecera de Chiquimula.

B. Objetivos Específicos

1. Determinar cualitativamente la presencia/ausencia de bisulfito a través del reactivo Verde de Malaquita, en muestras de carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo, obtenidas en diferentes días, de todas las carnicerías de los dos mercados de la cabecera de Chiquimula, en jornada matutina y vespertina.
2. Determinar cuantitativamente la concentración de bisulfito en partes por millón (ppm) en las muestras que cualitativamente presenten bisulfito de carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo que se expenden en las carnicerías de los dos mercados de la cabecera de Chiquimula.
3. Determinar si la carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo que se expenden en todas las carnicerías de los dos mercados de la cabecera de Chiquimula cumplen con la norma COGUANOR 34 192.

VI. HIPÓTESIS

Las muestras analizadas de carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo tendrán concentraciones de bisulfito por encima del límite permitido para su uso en alimentos según la norma COGUANOR 34 192.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Universo: Carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo.

- 1. Universo de trabajo:** Carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo adquirida de todas las carnicerías de los dos mercados de la cabecera de Chiquimula.
- 2. Muestra:** Carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo adquirida de cada una de las carnicerías de los dos mercados de la cabecera de Chiquimula, en el Mercado Central 13 carnicerías de res y 21 carnicerías de cerdo; y en el Mercado La Terminal 12 carnicerías de res y 9 carnicerías de cerdo, obteniendo un total de 25 carnicerías de res y 30 carnicerías de cerdo.
- 3. La unidad:** 1/2 libra de carne molida estándar tomada en cada una de las carnicerías de res y cerdo en horario matutino (06:00 a 09:00 horas) y 1/2 libra de carne molida estándar tomada en cada una de las carnicerías de res y cerdo en horario vespertino (14:00 a 17:00 horas).

B. Recursos

1. Humanos

- Lic. Martin Gil (Asesor)
- Lic. Pedro Jayes (Asesor)
- Sindy Patricia Rivera Vásquez (Seminarista de investigación)
- Sué Naomi Quan Pérez (Seminarista de investigación)
- Yohana Maybelí Villela Calderón (Seminarista de investigación)

2. Físico

2.1 Equipo

- Balanza analítica
- Balanza semianalítica
- Centrífuga
- Computadora
- Espectrofotómetro UV visible Marca Agilent 8453® de óptica inversa con arreglo de diodos
- Hielera grande
- Refrigerador

2.2 Utensilios

- Agitador eléctrico
- Ampollas
- Balones aforados 50 y 100 mL
- Beakers 50, 100, 250 y 500 mL
- Cubetas de cuarzo para espectrofotometría
- Espátula de metal
- Mortero y pistilo
- Pipetas de 1, 5 y 10 mL
- Pipetas Pasteur
- Pipeteadores
- Pizetas
- Probetas de 100 mL
- Varillas de vidrio
- Vidrios de reloj

2.3 Materiales de laboratorio

- 10 Bolsas de hielo
- 200 Bolsas Ziploc
- Detergente
- Jabón
- Marcadores
- Masking tape
- Papel mayordomo
- Papel parafilm
- Tijeras

2.4 Reactivos

- Agua desmineralizada
- Bisulfito de sodio al 99%
- Solución de bicarbonato al 5%
- Verde de Malaquita al 1%

C. Metodología

1. Instrumento de recolección de datos:

Se utilizó una encuesta (Anexo 4) para recolectar información sobre mobiliario y equipo con el que cuentan las carnicerías, tipo de carne que ofrecen a la venta y el tipo de preservante utilizado en la carne.

2. Muestreo

La carne molida estándar se obtuvo de 25 carnicerías de res y 30 carnicerías de cerdo, cubriendo el total de carnicerías localizadas en los dos mercados de la cabecera de

Chiquimula, las cuales se dividieron en 2 grupos; el grupo número 1 constó de 28 carnicerías y el grupo número 2 fue formado de 27 carnicerías (obteniendo un total de 55 carnicerías). El muestreo se realizó de la siguiente manera: el grupo número 1 se muestreo en dos días diferentes, siendo los días sábado y lunes, y el grupo número 2 se muestreo en dos días diferentes, siendo los días domingo y martes. Todas las carnicerías de cada grupo fueron muestreadas en horario matutino entre 06:00 y 09:00 horas, y vespertino entre 14:00 y 17:00 horas, de donde se obtuvo media libra de carne molida estándar por carnicería en cada horario. Las muestras se colocaron de inmediato a temperatura de refrigeración (5-8 °C).

3. Transporte de la muestra

Las muestras obtenidas fueron trasladadas en hieleras herméticas con cadena de frío adecuada para su conservación, a la Unidad de Análisis Instrumental (UAI) de la Escuela de Química, edificio T-13 de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

4. Determinación de bisulfito por el método cualitativo y cuantitativo de decoloración del Verde de Malaquita

4.1 Procedimiento

Primera Fase:

- Se homogeneizó la muestra de carne, se pesaron 50 gramos y se colocaron en un beaker de 250 mL (previamente rotulado con la codificación de la muestra); el resto de carne se colocó en una bolsa Ziploc, se le agregó 5mL de Verde de Malaquita y se homogenizó, con dicho procedimiento se determinó cualitativamente cuales muestras tenían presente el bisulfito (la concentración de bisulfito es inversamente proporcional a la presencia de color verde).

Segunda Fase:

- De las muestras de carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo que presentaron contenido de bisulfito, se procedió a utilizar los 50 gramos de cada muestra que se habían colocado en el beaker de 250 mL, luego se homogenizaron por un lapso de 5 minutos con 150 mL de solución de bicarbonato de sodio al 5%, lo cual se usó para mantener las muestras a un pH alcalino, evitando así que el bisulfito se reduzca.
- Se extrajeron 10 mL del sobrenadante de cada muestra y se colocaron en un beaker de 100 mL.
- Se agregó 1.0 mL de Verde de Malaquita al 1% a cada beaker que contenía el sobrenadante y se agitó.
- Luego de 30 minutos (tiempo necesario para estabilizar la reacción), se realizó la lectura por espectrofotometría UV-visible a cada una de las extracciones obtenidas. Utilizando las adecuadas curvas de calibración obtenidas para determinar las concentraciones en ppm de bisulfito en las correspondientes muestras. Para muestras (sobrenadante) que presentaron un color verde intenso es decir baja concentración de bisulfitos se utilizó la curva de calibración de soluciones patrón de baja concentración, la cual se midió a una longitud de onda de 649nm, y para muestras (sobrenadante) que presentaron un color verdeazul leve o que no existía color (es decir, alta concentración de bisulfito) se utilizó la curva de calibración de soluciones patrón de alta concentración, la cual se midió a una longitud de onda de 649nm, se utilizaron las dos curvas de calibración debido a la variabilidad de concentraciones tan amplio.

4.2 Obtención de las soluciones patrón de bisulfito: (DOS CURVAS PATRÓN)

CURVA No. 1 BAJA CONCENTRACION: Se prepararon 100 mL de cada solución patrón de bisulfito a (0.1, 1.0 y 2.0) mg/L de la siguiente manera:

- Se prepararon 1,000 mL de solución de bicarbonato al 5%, se tomaron 3 balones aforados de 100 mL y se rotularon con las concentraciones conocidas.
- Luego se pesaron en balanza analítica las cantidades de bisulfito para cada solución patrón (0.1, 1.0 y 2.0) mg/L y se agregaron cada una al balón que correspondía.
- Se aforó cada balón con la solución de bicarbonato al 5% y luego se homogenizaron.
- Después se tomaron 3 beakers de 250 mL y se rotularon con las concentraciones conocidas.
- Se agregaron a cada beaker 10 mL de cada solución patrón correspondiente y se agregó 1 mL de Verde de Malaquita al 1%.

CURVA No. 2 ALTA CONCENTRACION: Se prepararon 100 mL de cada solución patrón de bisulfito a (500.0, 1,000.0 y 1,500.0) mg/L de la siguiente manera:

- Se prepararon 1,000 mL de solución de bicarbonato al 5%, se tomaron 3 balones aforados de 100 mL y se rotularon con las concentraciones conocidas.
- Luego se pesaron en balanza analítica las cantidades de bisulfito para cada solución patrón (500.0, 1,000.0 y 1,500.0) mg/L y se agregaron cada una al balón que correspondía.
- Se aforó cada balón con la solución de bicarbonato al 5% y luego se homogenizaron.
- Después se tomaron 3 beakers de 250 mL y se rotularon con las concentraciones conocidas.
- Se agregaron a cada beaker 10 mL de cada solución patrón correspondiente y se agregó 1 mL de Verde de Malaquita al 1%.

4.3 Obtención de las curvas de calibración en el espectrofotómetro:

Se realizaron dos curvas de calibración, una a baja concentración (0.1, 1.0 y 2.0) mg/L (Tabla No. 1) (Gráfica No. 1) y otra a alta concentración (500.0, 1,000.0 y 1,500.0) mg/L (Tabla No. 2) (Gráfica No. 2). Ambas curvas se efectuaron en un Espectrofotómetro

UV visible Marca Agilent 8453® de óptica inversa con arreglo de diodos, de la siguiente manera:

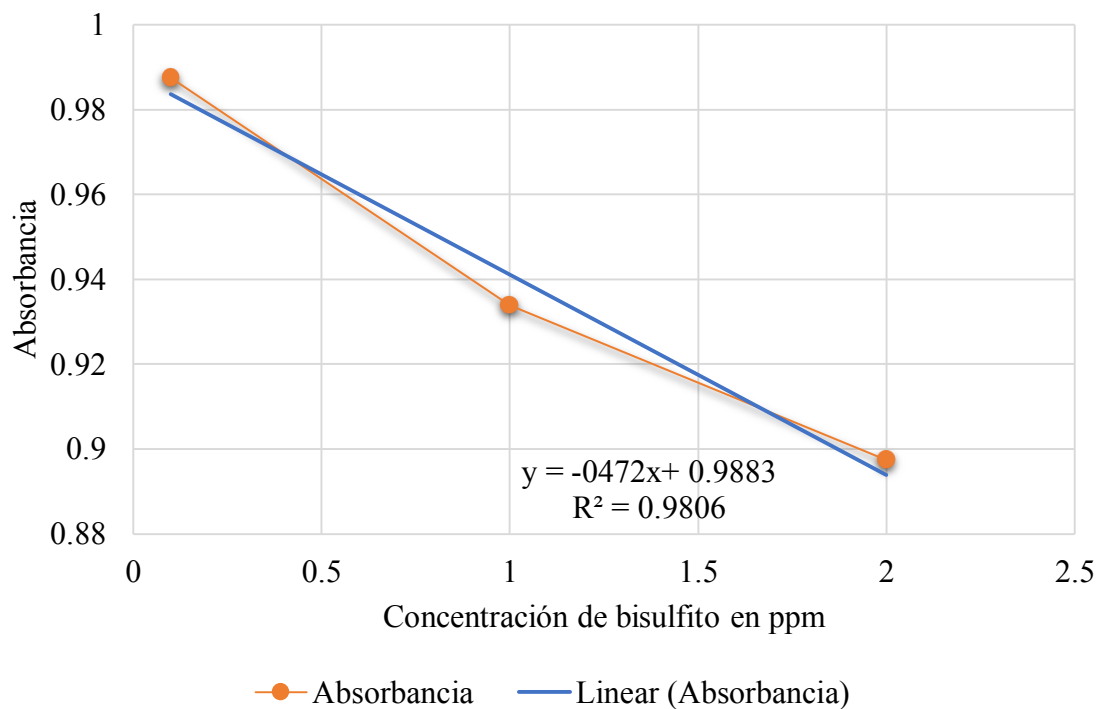
- Ajustar el tipo de datos a absorbancia y la presentación espectral a un rango de longitudes de onda comprendido entre 390 y 800 nm para determinar el pico máximo de absorbancia. (Anexo 5)
- Llenar con solución de bicarbonato al 5% la celda de cuarzo de longitud de ruta de 1 cm. Colocar la celda en el soporte de celda y comprobar que las ventanas transparentes queden orientadas hacia la parte delantera y posterior del espectrofotómetro. Realizar la lectura del blanco, pulsando el botón Blank en el panel del instrumento y retirar la celda.
- Realizar la lectura de las soluciones patrón de concentraciones bajas. Para cada solución patrón se lavará la celda tres veces con aproximadamente 1 mL de la solución patrón. Llenar la celda con aproximadamente 3 mL de la solución patrón, y se asegura que las ventanas de las celdas se encuentren limpias y colocar la celda en el soporte de celda, comprobar que las ventanas transparentes queden orientadas hacia la parte delantera y posterior del espectrofotómetro. Proceder a realizar la medida pulsando el botón Standar del panel del instrumento.
- Observar la representación del espectro de las soluciones patrón, en donde se localizará el pico más alto y se anotará la longitud de onda (Anexo 6)
- Realizar el mismo procedimiento para las soluciones patrón de alta concentración.

Tabla No. 1 Curva de calibración de soluciones patrón de baja concentración

Concentración de bisulfito (ppm)	Absorbancia
0.1	0.98744
1.0	0.93386
2.0	0.89741

FUENTE: Datos experimentales

Gráfica No. 1 Curva de calibración de soluciones patrón de baja concentración



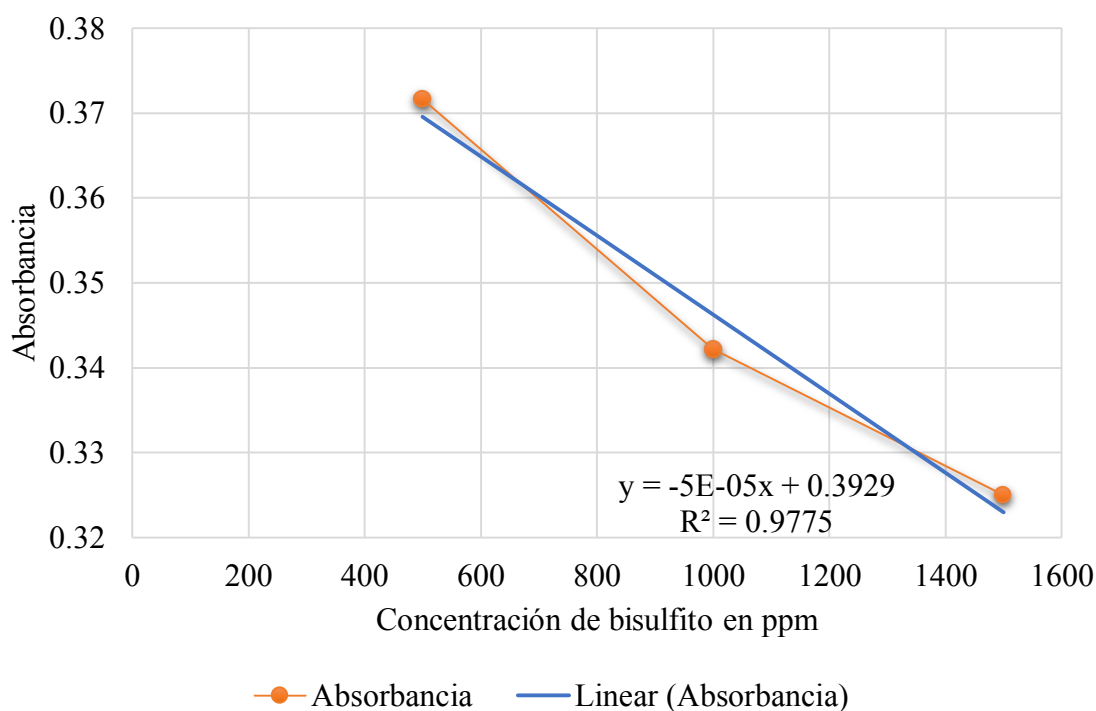
FUENTE: Datos experimentales

Tabla No. 2 Curva de calibración de soluciones patrón de alta concentración

Concentración de bisulfito (ppm)	Absorbancia
500.0	0.37162
1,000.0	0.34218
1,500.0	0.32500

FUENTE: Datos experimentales

Gráfica No. 2 Curva de calibración de soluciones patrón de alta concentración



FUENTE: Datos experimentales

4.4 Ingreso de datos

Se creó una base de datos en Excel, en donde se anotaron las muestras y el tipo de carne en las columnas en los diferentes días, y en las filas se anotó la presencia o ausencia de bisulfito, y la concentración del mismo.

4.5 Interpretación

Se determinó la presencia de bisulfito en la carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo en los diferentes horarios y diferentes días, tomando para fines de este estudio y decisión del analizador los valores por debajo de 0.1 mg/kg (ppm) para la ausencia del preservante según nuestra metodología y los valores por arriba de 0.1 mg/kg (ppm) como presencia del analito. Concluyendo de esta forma si cumple o no los requisitos de la norma COGUANOR 34 192, específicamente numeral 17.3.12 que indica que no debe emplearse en carnes y en alimentos reconocidos como fuente de vitamina B1.

4.6 Procedimiento del Control de calidad del método cuantitativo de decoloración del Verde de Malaquita (Porcentaje de recuperación)

Se pesaron 50 gramos de carne molida estándar virgen de res libre de bisulfito y 50 gramos de carne molida estándar virgen de cerdo libre de bisulfito, se le agregaron a cada muestra una concentración conocida diferente de bisulfito y se homogenizaron cada una en un beaker de 250 mL, por un lapso de 5 minutos con 150 mL de una solución de bicarbonato de sodio al 5%, lo cual sirvió para mantener las muestras a un pH alcalino, evitando así que el bisulfito se reduzca, y para realizar la extracción del bisulfito contenidos en la carne. Luego se extrajo 10 mL del sobrenadante y se colocaron en un beaker de 100 mL. Seguidamente a cada sobrenadante extraído se le agregó 1.0 mL de Verde de Malaquita al 1%, se agitó y se detectó a través de color azul-turquesa la presencia o ausencia de bisulfito. Después de 30 minutos (tiempo necesario para estabilizar la reacción) se realizó la lectura por espectrofotometría UV-visible a cada una de las extracciones obtenidas, determinando así la concentración recuperada de bisulfito en ppm. Las lecturas se efectuaron a 649 nm. Con dicho dato se procedió a determinar el porcentaje (%) promedio de recuperación del ensayo el cual fue de 85.1% (obtenido, dividiendo la concentración de bisulfito recuperado con la concentración conocida de bisulfito, multiplicando el resultado por 100, Tabla No.3).

Tabla No. 3 Porcentaje (%) promedio de recuperación del ensayo

Concentración conocida de bisulfito en ppm	Concentración de bisulfito en ppm recuperada		Concentración de bisulfito en ppm recuperada	
	Carne molida estándar de res	% Recuperación	Carne molida estándar de cerdo	% Recuperación
0.50	0.432	86.4%	0.418	83.6%
1.25	1.06	84.8%	1.072	85.7%
2.00	1.71	85.5%	1.69	84.5%
Promedio de % de Recuperación		85.6%		84.6%
Promedio total de % de Recuperación			85.1%	

Fuente: Datos Experimentales

D. Diseño de la investigación: La investigación fue de tipo exploratorio determinando si se utiliza el bisulfito de sodio como preservante en la carne molida estándar de res y en la carne molida estándar de cerdo que se expende en las carnicerías de la cabecera de Chiquimula, y aplicando las metodologías cualitativas y metodología cuantitativa.

E. Tipo de estudio: Exploratorio por conveniencia, ya que las muestras fueron obtenidas de cada una de las carnicerías de ambos mercados de la cabecera de Chiquimula.

F. Tipo de muestreo: La carne molida estándar se obtuvo de todas las carnicerías, constando de 25 carnicerías de res y 30 carnicerías de cerdo, localizadas en los dos mercados de la cabecera de Chiquimula, las cuales se dividieron en 2 grupos; el grupo número 1 constó de 28 carnicerías y el grupo número 2 constó de 27 carnicerías (obteniendo un total de 55 carnicerías). El muestreo se realizó de la siguiente manera: el grupo número 1 se muestreo en dos días, sábado y lunes. Mientras que el grupo número 2 se muestreo en dos días, domingo y martes.

Todas las carnicerías de cada grupo fueron muestreadas en horario matutino entre 06:00 y 09:00 horas, y vespertino entre 14:00 y 17:00 horas, obteniéndose media libra de carne molida estándar por carnicería en cada oportunidad. Este tipo de muestreo se realizó de esta forma para determinar si se incrementa el uso de preservante en la carne con el fin de guardar la apariencia fresca del producto.

G. Análisis de resultados: Se realizó un análisis descriptivo sobre las muestras de carne expandidas en las carnicerías que resultaron positivas a la presencia de bisulfito, incumpliendo la norma COGUANOR 34 192, numeral 17.3.12.

VIII. RESULTADOS

A. Conformación de grupos para la realización del estudio

Para el levantamiento del censo que se realizó en el Mercado Central y Mercado La Terminal de la cabecera de Chiquimula, se conformaron 2 grupos: el grupo número 1 conformado por 28 carnicerías y el grupo número 2 por 27 carnicerías (obteniendo un total de 55 carnicerías, las cuales conforman el 100% de carnicerías de ambos mercados) (Tabla No. 4).

Tabla No. 4 Carnicerías que conforman los grupos de muestreo

Grupo No.	Mercado Central		Mercado La Terminal		Total de carnicerías por grupo
	Carnicería de Cerdo	Carnicería de Res	Carnicería de Cerdo	Carnicería de Res	
1	1	31	22	44	28
	2	32	23	45	
	3	33	24	46	
	4	34	25	47	
	5	35	26	48	
	6			49	
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
2	13	36	27	50	27
	14	37	28	51	
	15	38	29	52	
	16	39	30	53	
	17	40		54	
	18	41		55	
	19	42			
	20	43			
	21				
Total de carnicerías	21	13	9	12	55

Fuente: Datos Experimentales

1. Prueba cualitativa de bisulfito en los tipos de carne molida estándar de res y de cerdo.

Luego de la recolección de muestras de carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo se determinó la presencia de bisulfito en las mismas utilizando el reactivo Verde de Malaquita al 1%, obteniendo los siguientes resultados (Tabla No. 5).

TABLA No. 5 Prueba cualitativa de bisulfito en carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo

Grupo No.	Horario	Día	Muestras	Mercado Central		Mercado La Terminal		Total	Total Muestreado por grupo
				Carne molida estándar de cerdo	Carne molida estándar de res	Carne molida estándar de cerdo	Carne molida estándar de res		
1	Matutino	Sábado	Positivas	12	6	6	6	30	56
			Negativas	0	0	0	0	0	
			Total	12	6	6	6	30	
		Lunes	Positivas	12	4	4	6	26	
			Negativas	0	0	0	0	0	
			Total	12	4	4	6	26	
	Vespertino	Sábado	Positivas	12	6	6	6	30	56
			Negativas	0	0	0	0	0	
			Total	12	6	6	6	30	
		Lunes	Positivas	12	4	4	6	26	
			Negativas	0	0	0	0	0	
			Total	12	4	4	6	26	
2	Matutino	Domingo	Positivas	10	8	4	6	28	54
			Negativas	0	0	0	0	0	
			Total	10	8	4	6	28	
		Martes	Positivas	8	8	4	6	26	
			Negativas	0	0	0	0	0	
			Total	8	8	4	6	26	
	Vespertino	Domingo	Positivas	10	8	4	6	28	54
			Negativas	0	0	0	0	0	
			Total	10	8	4	6	28	
		Martes	Positivas	8	8	4	6	26	
			Negativas	0	0	0	0	0	
			Total	8	8	4	6	26	
Total Muestras Positivas (%)								220	100%
Total Muestras Negativas (%)								0	0%
Total Muestreado (%)								220	100%

Fuente: Datos Experimentales

Como se observa en la tabla anterior tanto las 28 carnicerías que conforman el grupo uno, como las 27 carnicerías que conforman el grupo dos, dieron positivo a la presencia de bisulfito con la prueba de Verde de Malaquita (Anexo 7).

2. Curvas de Calibración

Para determinar la concentración de bisulfito en las muestras fue necesaria la realización de dos curvas de calibración, y con ello lograr detectar concentraciones bajas y altas de bisulfito de sodio.

Para obtener la curva de calibración de baja concentración se realizó la lectura a una longitud de onda de 649nm y se utilizaron tres estándares de concentraciones de 0.1, 1.0 y 2.0 ppm, obteniendo un coeficiente de correlación de 0.9806, y para obtener la curva de calibración de alta concentración se realizó la lectura a una longitud de onda de 649 nm y se utilizaron tres estándares de concentraciones de 500.0, 1000.0 y 1500.0 ppm, obteniendo un coeficiente de correlación de 0.9775 (Anexo 6).

Los resultados de coeficientes de correlación antes mencionados indican que existe una correlación negativa, por lo cual es factible la utilización de ambas curvas de calibración de acuerdo a la muestra a analizar, es decir, inversamente proporcional al color que emita al agregar el Verde de Malaquita a la muestra de carne. A mayor color emitido por el Verde de Malaquita se utilizó la curva de calibración de menor concentración, y a menor color emitido por el Verde de Malaquita se utilizó la curva de calibración de mayor concentración.

3. Prueba cuantitativa de bisulfito por tipo de carne molida estándar de res y de cerdo.

Luego del análisis cualitativo de las muestras y determinar cuáles muestras fueron positivas, se procedió a cuantificar en ppm la concentración de bisulfito en la carne molida estándar de res y de cerdo de los mercados Central y La Terminal de la cabecera de

Chiquimula (Anexo 8). Por medio de espectrofotometría UV-visible utilizando un Espectrofotómetro UV visible Marca Agilent 8453® de óptica inversa con arreglo de diodos (Anexo 9). Las mediciones se efectuaron a una longitud de onda de 649nm (Anexo 10).

En las tablas siguientes se describen las concentraciones de bisulfito encontradas en las muestras de carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo colectadas en las 55 carnicerías de los dos mercados de la cabecera de Chiquimula (Tabla No. 6, 7, 8 y 9) (Anexo 11 - 12).

TABLA No. 6 Concentración de bisulfitos (ppm) en las muestras obtenidas en el Mercado Central del Grupo No. 1

Mercado Central											
Carne molida estándar de Cerdo						Carne molida estándar de Res					
Sábado			Lunes			Sábado			Lunes		
Carnicería No.	Matutino	Vespertino	Carnicería No.	Matutino	Vespertino	Carnicería No.	Matutino	Vespertino	Carnicería No.	Matutino	Vespertino
1	144.25	780.90	1	783.91	115.09	31	625.32	890.96	31	6,289.40	39.36
2	159.18	1,220.40	2	4,878.60	132.86	32	3,315.80	776.97	32	92.56	140.91
3	7,303.50	1,046.80	3	121.60	4,467.10	33	559.40	626.87	33	5,503.80	132.33
4	8,165.30	1,417.12	4	97.51	3,888.10	34	468.72	1,027.68	34	6,030.50	82.08
5	159.18	1,071.44	5	111.89	3,995.50	35	3,136.30	1,050.56	35	6,447.80	4,367.10
6	8,228.70	1,019.52	6	6,972.30	5,205.80						
7	8,093.40	1,186.72	7	102.06	4,831.30						
8	354.99	1,041.12	8	83.48	4,329.20						
9	4,504.60	836.16	9	94.87	84.01						
10	3,970.00	1,216.00	10	98.55	4,268.10						
11	5,721.80	5,721.80	11	103.09	100.87						
12	3,888.10	1,219.52	12	106.09	86.89						

Fuente: Datos Experimentales

TABLA No. 7 Concentración de bisulfitos (ppm) en las muestras obtenidas en el Mercado La Terminal del Grupo No. 1

Mercado La Terminal											
Carne molida estándar de Cerdo						Carne molida estándar de Res					
Sábado			Lunes			Sábado			Lunes		
Carnicería No.	Matutino	Vespertino	Carnicería No.	Matutino	Vespertino	Carnicería No.	Matutino	Vespertino	Carnicería No.	Matutino	Vespertino
22	154.57	632.36	22	84.21	5,769.70	44	3,644.90	860.16	44	4,084.60	4,633.10
23	117.14	355.50	23	1,598.50	123.90	45	278.51	978.56	45	6,441.80	7,244.00
24	125.77	572.36	24	106.58	4,245.00	46	2,970.10	928.32	46	7,287.70	2,661.30
25	96.89	715.50	25	143.73	104.41	47	70.04	1,012.80	47	7,711.90	4,699.60
26	116.13	954.56	26	117.47	84.01	48	3,004.30	872.40	48	4,538.70	6,439.90
						49	3,318.70	1,114.24	49	4,782.80	3,077.10

Fuente: Datos Experimentales

TABLA No. 8 Concentración de bisulfitos (ppm) en las muestras obtenidas en el Mercado Central del Grupo No. 2

Mercado Central											
Carne molida estándar de Cerdo						Carne molida estándar de Res					
Domingo			Martes			Domingo			Martes		
Carnicería No.	Matutino	Vespertino	Carnicería No.	Matutino	Vespertino	Carnicería No.	Matutino	Vespertino	Carnicería No.	Matutino	Vespertino
13	9,416.80	1,456.64	13	6,764.86	150.29	36	4,581.20	947.22	36	89.42	9,305.76
14	3,177.56	1,281.69	14	8,385.55	145.59	37	661.62	1,010.29	37	150.95	6,116.69
15	9,194.59	1,270.88	15	123.54	117.39	38	5,916.80	737.13	38	4,693.07	8,754.76
16	187.04	1,024.30	16	151.28	4,905.88	39	684.75	5,451.47	39	8,894.48	6,220.92
17	7,671.45	1,329.45	17	186.99	3,933.96	40	505.80	1,193.51	40	7,101.41	9,511.75
18	187.05	1,350.69	18	124.65	165.99	41	602.59	949.19	41	85.86	176.44
19	9,016.10	1,226.32	19	777.16	5,072.15	42	643.71	924.42	42	6,644.89	9,677.44
20	9,204.94	1,266.37	20	1,870.27	4,992.13	43	6,652.88	998.54	43	134.34	1,836.90
21	537.85	1,370.34	21	101.01	141.93						

Fuente: Datos Experimentales

TABLA No. 9 Concentración de bisulfitos (ppm) en las muestras obtenidas en el Mercado La Terminal del Grupo No. 2

Mercado La Terminal											
Carne molida estándar de Cerdo						Carne molida estándar de Res					
Domingo			Martes			Domingo			Martes		
Carnicería No.	Matutino	Vespertino	Carnicería No.	Matutino	Vespertino	Carnicería No.	Matutino	Vespertino	Carnicería No.	Matutino	Vespertino
27	187.05	727.07	27	7,429.02	149.84	50	5,592.01	600.36	50	8,698.12	3,654.76
28	107.04	157.10	28	99.61	117.39	51	6,199.29	1,001.36	51	5,286.13	7,341.01
29	94.54	624.98	29	78.67	512.03	52	215.45	895.96	52	4,902.12	2,788.25
30	112.76	829.49	30	139.41	5,341.48	53	221.77	1,120.00	53	4,009.99	8,264.98
						54	3,774.15	895.35	54	4,802.23	3,539.72
						55	4,046.65	1,665.24	55	181.59	4,522.33

Fuente: Datos Experimentales

En la Tabla No. 10 se presentan las concentraciones mínimas y máximas de bisulfito encontradas en la carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo que expenden los mercados Central y La Terminal de la cabecera de Chiquimula.

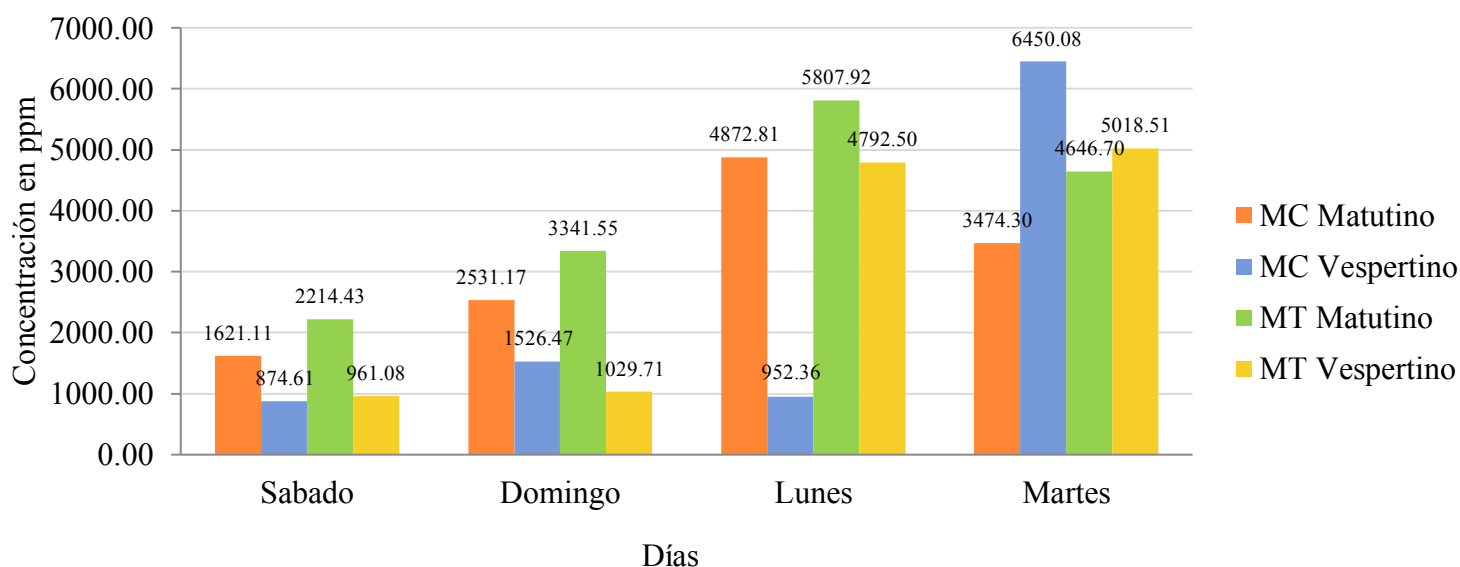
TABLA No. 10 Concentración de bisulfito (ppm) mínima y máxima en las muestras obtenidas en ambas jornadas en los mercados de la cabecera de Chiquimula

Mercado	Jornada	Carne molida estándar de cerdo		Carne molida estándar de res	
		Mínima (ppm)	Máxima (ppm)	Mínima (ppm)	Máxima (ppm)
Central	Matutina	83.48	9,416.80	85.86	8,894.48
	Vespertina	84.01	5,721.80	39.36	9,677.44
La Terminal	Matutina	78.67	7,429.02	84.01	5,769.70
	Vespertina	70.04	8,698.12	600.36	8,264.98

Fuente: Datos Experimentales

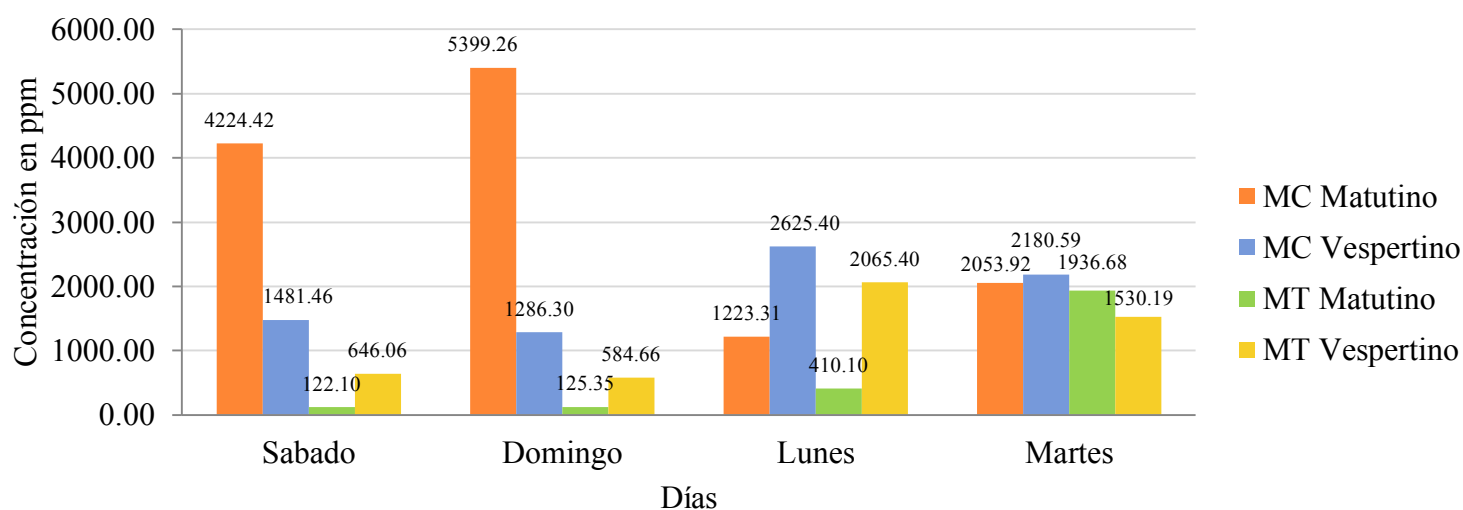
En las Gráficas No. 3 y 4, se presentan las concentraciones medias de bisulfito de las carnicerías que expenden carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo en los mercados Central y La Terminal de la cabecera de Chiquimula.

Gráfica No. 3 Variación en las concentraciones (ppm) promedio de bisulfito en carne molida estándar de res de ambos mercados de la cabecera de Chiquimula



MC = Mercado Central MT = Mercado La Terminal
Fuente: Datos Experimentales

Gráfica No. 4 Variación en las concentraciones (ppm) promedio de bisulfito en carne molida estándar de cerdo de ambos mercados de la cabecera de Chiquimula



MC = Mercado Central MT = Mercado La Terminal

Fuente: Datos Experimentales

En la Gráfica No. 3 se muestran las concentraciones promedio de bisulfito en carne molida estándar de res. Se encontró que el promedio en las concentraciones de bisulfito contenidas en las muestras de carne de res analizadas, comparando ambos mercados, el Mercado La Terminal presentó los promedios más altos en la jornada matutina en todos los días muestreados. Respecto a la jornada vespertina, esta presenta mayor variabilidad en las concentraciones promedio de ambos mercados. Siendo los días lunes y martes los más pronunciados.

Se destaca que la mayor concentración promedio de bisulfito encontrada (6,450.08 ppm) se detectó el día martes en jornada vespertina en el Mercado Central; y el día lunes se detectó el subsiguiente valor promedio mayor (5,807.92 ppm) en jornada matutina correspondiente al Mercado La Terminal.

El valor promedio menor de bisulfito (874.61 ppm) fue detectado en la jornada vespertina el día sábado en el Mercado Central.

En la Gráfica No. 4 se muestran las concentraciones promedio de bisulfito en carne molida estándar de cerdo.

Como se puede observar, las muestras analizadas procedentes del Mercado Central son las que presentaron mayores concentraciones de bisulfito en los cuatro días muestreados, tanto en la jornada matutina como en la vespertina, con respecto a sus contrapartes del Mercado La Terminal.

En las muestras tomadas del Mercado Central, se encontraron las mayores concentraciones de bisulfito (5,399.26 y 4,224.42 ppm) los días sábado y domingo en la jornada matutina. Por otro lado, en las muestras tomadas del Mercado La Terminal, se encontraron las mayores concentraciones de bisulfito el día lunes en la jornada vespertina, y martes en la jornada matutina.

IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En Guatemala no existen estudios que demuestren o comprueben los efectos nocivos para la salud del ser humano por la ingesta de bisulfito. Sin embargo, algunos estudios realizados en otros países han concluido que padecimientos tales como asma, urticaria, anafilaxia, patología gastrointestinal, cefaleas o rubor son atribuidos al consumo de alimentos que contienen bisulfito (Robinbook, 2,003).

Se ha encontrado que en todos los establecimientos utilizan bisulfito como preservante, aun cuando la norma COGUANOR 31 192 establece que no debe emplearse en carnes y en alimentos reconocidos como fuente de vitamina B1 (COGUANOR, 2,006).

El estudio se realizó en todas las carnicerías de los dos mercados de la cabecera de Chiquimula, de las cuales 30 carnicerías expenden carne de Cerdo (55%) y 25 carnicerías expenden carne de res (45%) y el objetivo principal fue determinar la presencia y concentración de bisulfito en carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo.

La concentración de bisulfitos se obtuvo al someter una porción del sobrenadante de las muestras a un Espectrofotómetro UV visible Marca Agilent 8453® de óptica inversa con arreglo de diodos. Su fuente de radiación consiste en una lámpara de descarga de Tungsteno para el rango de longitudes de onda visible. Para el estudio se realizaron dos curvas de calibración, una para la determinación de concentraciones altas la cual tuvo un coeficiente de correlación de 0.9806 y otra curva para la determinación de concentraciones bajas con un coeficiente de correlación 0.9775. El porcentaje de recuperación para el método aplicado fue de un 85.1%.

La información obtenida en el laboratorio, fue determinante para comprobar que en la carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo expendidas en todas las carnicerías de los dos mercados de la cabecera de Chiquimula incumplen con la norma

COGUANOR 34 192, numeral 17.3.12, la cual establece que la carne no debe contener bisulfitos, debido a que produce efectos dañinos en la salud del consumidor.

La concentración mínima detectada fue de 39.36 ppm en carne molida estándar de res y 70.04 ppm en carne molida estándar de cerdo. La concentración máxima fue de 9,677.44 ppm en carne molida estándar de res y 9,416.80 ppm en carne molida estándar de cerdo (Tabla No.6).

Las diferencias significativas de concentraciones pueden ser atribuidas a que los expendedores no tienen una medida estándar para agregar bisulfitos. Consecuencia de lo anterior, se observa que las muestras con concentraciones muy altas son producto de la aplicación de bisulfito para mejorar el aspecto físico de la carne y asegurar su preservación por más tiempo. Estas muestras particularmente representan un peligro para la salud del consumidor, ya que muchas de éstas con concentraciones altas fueron encontradas los días sábados y domingos, los cuales son días de mayor afluencia, con lo cual se entiende que un mayor número de consumidores estarán expuestos a la ingesta de bisulfito a través de la carne molida.

Por el análisis de los resultados se infiere que la mayoría de expendedores de carne molida, tanto de res como de cerdo, no utilizan una relación bisulfito/carne para la aplicación de dicho producto, lo anterior se puede concluir porque en todas las carnicerías se encontraron variaciones en la concentración de bisulfitos entre ambas jornadas. No obstante, en algunas carnicerías la diferencia de concentraciones no es tan marcada, pudiendo ser de algunas decenas o centenas de partes por millón, sin embargo, en otras carnicerías las diferencias pueden llegar a ser excesiva; tal es el caso de una muestra de carne molida estándar de cerdo de una carnicería del Mercado Central con una diferencia de 7,960.16 ppm entre sus dos jornadas (9,416.80 jornada matutina y 1,456.64 jornada vespertina).

Las diferencias significativas en las concentraciones de bisulfito encontradas en las muestras reflejan la indiscriminada aplicación del antioxidante particularmente en la

jornada vespertina, en la cuál se trata de mantener el buen aspecto físico de la carne. No así en la jornada matutina ya que cuentan con carne fresca (carne de res o cerdo que ha sido faenada algunas horas antes). Para evitar los costos de energía que representa moler carne de res o cerdo cada vez que un cliente lo solicita, desde muy temprano “muelen” una gran cantidad de carne y es aquí en donde radica el problema de los cambios físicos. La carne molida es altamente propensa a sufrir pérdida de frescura o resequedad por el calor, cambios en el color, entre otros, por lo cual para evitar dichos cambios y tener pérdidas los encargados de las carnicerías posiblemente aplican cantidades altas de bisulfito.

Factores como el calor obligan al uso de ventiladores, que a su vez protegen la carne del contacto con insectos. Esta práctica hace que la carne pierda frescura y peso por pérdida de humedad, sumado a ello, cuando las ventas no son favorables, los expendedores de carne desde medio día (o un poco antes) comienzan a aplicar bisulfitos a las piezas de carne que aún tienen en exhibición. Lógicamente esto implica que si un cliente necesita carne molida estándar por la tarde es muy probable que la carne ya contenga bisulfitos. Los bisulfitos actúan como antioxidantes, inhibiendo las reacciones de oscurecimiento producidas por ciertas enzimas y al agregarlo como preservante a la carne no solo puede provocar daños a la salud a largo plazo si no que también se está engañando al consumidor respecto a la calidad del producto, lo cual es una falta de ética.

La mayoría de muestras de una misma carnicería presentaron diferencias promedio en cuanto a la concentración de bisulfito en ambas jornadas. Debido a que cuando las concentraciones son altas, se debe a que los carniceros en su afán de vender primero la carne que ya tienen molida y almacenada e ir renovando su “stock” realizan algunas mezclas entre carne fresca y carne almacenada, al efectuar esta práctica, los expendedores obtienen una carne molida con un aspecto más apetecible para el consumidor. Sin embargo, es muy probable que se le aplique una nueva dosis de bisulfitos luego de ser molida o bien, inmediatamente antes de molerla lo que se traduce en concentraciones aún más altas.

Se determinó que la carne molida estándar de res presentó mayor concentración media de bisulfito en comparación a la carne molida de cerdo. El promedio en la

concentración de bisulfito en la carne de cerdo fue de 2,039.46 ppm frente a 3,203.35 ppm en la carne de res. Una de las razones de importancia que explican tan marcada diferencia de aproximadamente un 55% en las concentraciones de bisulfito, con respecto a la carne molida estándar de cerdo, puede ser la baja venta de la carne de res al momento de realizar este estudio. Lo anterior como consecuencia de los altos precios de la libra en pie (peso en libras del cerdo o res con vida) y por ende, un alto costo para el consumidor al adquirir carne de res frente a otros tipos de carne como cerdo o pollo. Esta situación ha ocasionado que la carne de res permanezca mucho más tiempo almacenada o en exhibición antes de ser adquirida por los consumidores finales.

Se observaron variaciones importantes en la concentración de bisulfito entre una jornada y otra en la misma carnicería, evidenciando que al momento de utilizarlo no existe una cantidad determinada de bisulfito a aplicar por cierta cantidad de carne, por lo cual dichas concentraciones pueden ocasionar problemas en la salud de los consumidores y al no cumplir con la Norma COGUANOR 34 192, específicamente numeral 17.3.12, la cual indica que los productos cárnicos no deben contener bisulfitos y esto hace evidente que en los dos mercados de la cabecera de Chiquimula.

X. CONCLUSIONES

1. Se detectó la presencia de bisulfito por método cualitativo en la carne molida estándar de res y en la carne molida estándar de cerdo obtenidas en diferentes días, de todas las carnicerías de los dos mercados de la cabecera de Chiquimula, en las jornadas matutina y vespertina.
2. Se determinó por método cuantitativo que la carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo que se expenden en todas las carnicerías de los dos mercados de la cabecera de Chiquimula no cumplen con la norma COGUANOR 34 192.
3. Las carnicerías de res y cerdo de los dos mercados de la cabecera de Chiquimula no deben utilizar el bisulfito como preservante.
4. La concentración mínima de bisulfito en carne molida estándar de res fue de 39.36 ppm y en carne molida estándar de cerdo fue de 70.04 ppm y la concentración máxima fue de 9,677.44 ppm y en carne molida estándar de cerdo fue de 9,416.80 ppm.
5. La carne molida estándar de res es la que presenta mayor concentración de bisulfito (9,677.44 ppm) con relación a la carne molida estándar de cerdo (9,416.80 ppm) en los dos mercados de la cabecera de Chiquimula.
6. El Mercado La Terminal es el que presentó las concentraciones medias de bisulfito más bajas en la carne molida estándar de cerdo y el Mercado Central es el que presentó las concentraciones medias de bisulfito más bajas en la carne molida estándar de res.
7. Todas las muestras analizadas de carne molida estándar de res y carne molida estándar de cerdo tuvieron concentraciones de bisulfito por encima del límite permitido.

XI. RECOMENDACIONES

- 1.** Replicar el estudio en otro tipo de corte de carne en los mercados de la cabecera de Chiquimula y realizar un análisis comparativo con las concentraciones encontradas con este estudio para determinar la variación del uso de bisulfito como preservantes según los cortes de carne.
- 2.** Realizar campañas de información con los expendedores de carne de res y carne de cerdo de los mercados de la cabecera de Chiquimula a fin de que conozcan la norma COGUANOR 34 192 y los impactos perjudiciales a la salud la ingesta de bisulfito.
- 3.** Realizar el estudio en otros mercados del país para determinar si utilizan el bisulfito como preservante de productos cárnicos.
- 4.** Informar al Ministerio de Salud Pública sobre los resultados del estudio para que realicen una mayor y mejor vigilancia sobre el uso de preservantes en alimentos.
- 5.** Sugerir al Ministerio de Salud Pública la implementación de capacitaciones al personal que trabaja en las carnicerías sobre el uso de preservantes en alimentos.

XII. REFERENCIAS

- Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN). Aditivos. Disponible en http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/rincon_consumidor/subseccion/aditivos.shtml. Consultado Octubre 5, 2015.
- Añíbarro, B., Caballero, M., García, M., Díaz, J., & Ojeda, J. (1992). Asthma with sulfite intolerance in children: a blocking study with cyanocobalamin. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 90(1), pp. 103-109.
- Buscarons, F., Ubeda, F., García, L. (1986). Análisis inorgánico cualitativo sistemático. *Reacciones seleccionadas de aniones*. Editorial REVERTÉ, S. A. España. pp. 296 – 297.
- Cáceres, V. (1987). *Manual de Normas y Procedimientos para Encuestas de Consumo de Alimentos, por el Método Registro Diario 24 Horas con Pesada de Alimentos*. Riobamba, Ecuador. ESPOCH.
- Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR). (2006). *Reglamento Técnico Unión Aduanera Centroamericana*. Reglamento técnico de aditivos alimentarios. Guatemala.
- Cubero, M., & Villalta, J. (2002). *Aditivos alimentarios*. Madrid. Mundi-Prensa Libros S.A. European Food Information Council (EUFIC). Aditivos Alimentarios. Disponible en <http://www.eufic.org/article/es/seguridad-alimentaria-calidad/aditivosalimenticios/expid/basics-aditivos-alimentarios/> Consultado Octubre 5, 2015.
- Fisher, J., & Hart, F. (2004). *Análisis moderno de los alimentos*. Zaragoza. Acribia S.A.
- Food Administration Organization (FAO) / World Health Organization (WHO). (2006). *Que es el CODEX ALIMENTARIUS*. Tercera Edición. FAO, Roma

- Foods Drugs Administration (FDA). (2,015). Alimentos para el consumo humano parte 182 sustancias generalmente reconocidas como seguras. Disponible en <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/> Consultado Octubre 5, 2,015.
- Ibañez, F., Torre, P., & Irigoyen, A. (2003). Aditivos alimentarios – Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación. *Aditivos alimentarios*. http://www.nutricion.org/publicaciones/revista_agosto_03/funcionales/aditivos.pdf
- Ibrahim, E, Erich M, & Doris F. (2011). *Tabla de aditivos*. Los números E. Colección Herakles. Tablas de alimentos. Editorial Hispano Europea 2011.
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2005). *Número de fincas censales, existencia animal, producción pecuaria y características complementarias de la finca censal y del productor(a) agropecuario*. Censo Nacional Agropecuario.(Vol. IV).pp. 17-24. Guatemala.
- López, M. (2013). *La ausencia de la salud y la fe*. Palibrio.
- Multon, J. (2000). *Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias*. Zaragoza. Acribia S.A.
- Official Methods of Analysis International (AOAC).(2015). Disponible http://www.aoac.org/iMIS15_Prod/AOAC/AB/CO/AOAC_Member/AOACACF/AOACOCF/AOACA14.aspx?hkey=9cd80c97-5808-4245-855e-b2cce1f0fdb0.
Octubre 5, 2015.
- Organización de la Naciones Unidas para Agricultura y la Alimentación (FAO). (2009). Miembros de la Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en <http://www.fao.org/nr/cgrfa/cgrfa-about/cgrfa-members/es/> Consultado Enero 10, 2010.

- Organización Mundial de la Salud (OMS). (1,986). *Primera Conferencia Internacional sobre Fomento de la Salud*. Recuperado: Septiembre 5, 2013. Disponible http://www.who.int/hpr/NPH/docs/ottawa_charter_hp.pdf
- Pérez, M. (2006). La manzana de Blancanieves: salud, industria y alimentación. Volumen 21 de milenrama. Editorial Icaria. pp. 74-75
- Pozo, L. (1,990). 2da. Revista de Tecnología e higiene de los alimentos. *Aditivos y alergia alimentaria*. ISSN: 0300-5755. pp. 73-78.
- Prieto, J. (1,994) Sulfitos y patología respiratoria. *Comité de Aditivos de la Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica*. SANED. Madrid.
- Reartes, L. (2,001). *Productos Químicos para los Alimentos*. Recuperado Septiembre 2, 2011. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos13/aditi/aditi2.shtml>
- Roobinbook (2003). *Nutricéuticos: suplementos nutricionales, vitaminas, minerales, oligoelementos, alimentos curativos*. Volumen 1. Ediciones Alternativas. 2003
- Simon, R. (1,986). Allergy. *Sulfite sensitivity*. *Annals of Allergy*. Volumen 53. pp. 78-79
- William, G & Seese, S. (2,005). *Química*. Edición Octava. México. Pearson Educación. 2005. pp. 87

XIII. ANEXOS

ANEXO 1

Norma COGUANOR 34 192, numeral 173.11 / 17.3.12

Aditivos Alimentarios permitidos para el consumo humano

NORMA COGUANOR 34 192

17.3.11 Bisulfito de potasio. Puede emplearse en los siguientes productos:

- i. Papas fritas, congeladas rápidamente, en cantidad no mayor de 50 mg/kg, mezclado o no con otros sulfitos, expresados como SO₂.
- ii. Langostas y camarones , congelados rápidamente en cantidad no mayor de 100 mg/kg si es producto crudo y 30 mg/kg si es producto cocido, mezclado o no con otros sulfitos, expresados como SO₂.
- iii. Jugo concentrado de piña con sustancias conservadoras, destinado únicamente a la elaboración de otros productos alimenticios, en cantidad no mayo de 500 mg/kg, mezclado o no con otros sulfitos, con ácido benzoico, con ácido sórbico y su sales, expresados como SO₂.
- iv. Otros alimentos, de acuerdo a las prácticas correctas del fabricación (1), excepto que no debe emplearse en carnes y en alimentos reconocidos como fuente de vitamina B1.

17.3.12 Bisulfito de Sodio. Puede emplearse en la misma forma que el bisulfito de potasio. Vea el numeral 17.3.11.

Fuente: COGUANOR, 2,006

ANEXO 2

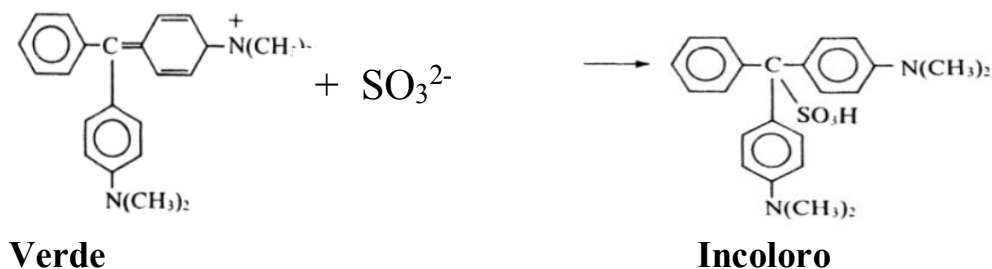
Etiquetado en alimentos según Codex

- ✓ Nombre del alimento
- ✓ Lista de ingredientes
- ✓ Contenido Neto
- ✓ Nombre y dirección del fabricante
- ✓ País de origen
- ✓ Identificación del lote
- ✓ Marcado de la fecha e instrucciones para la conservación
- ✓ Instrucciones para el uso

Fuente: CODEX, 2006

ANEXO 3

Decoloración del Verde de Malaquita



Esta decoloración tiene lugar porque en presencia del SO_3^{2-} tiene lugar una adición del grupo HSO_3^- con desaparición simultánea de la forma quinoidea del compuesto a la que se debe su color verde. Si a la forma incolora se le agrega un aldehído, vuelve a formarse la combinación bisulfítica, regenerándose la forma quinoidea y el color verde (Buscarons, F., Ubeda, F., García, L., 1986).

ANEXO 4

Encuesta a inquilinos de mercados de la cabecera de Chiquimula para realización del seminario de graduación DETERMINACIÓN DE BISULFITOS EN CARNE MOLIDA ESTÁNDAR DE RES Y CERDO QUE SE EXPENDEN EN LAS CARNICERÍAS DE LOS DOS MERCADOS DE LA CABECERA DE CHIQUIMULA

Buen día, soy _____ estudiante de la carrera de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Junto con mis compañeras estamos desarrollando una investigación para determinar los productos que se utilizan como preservantes en la carne molida estándar de res y cerdo que se vende en los mercados de la cabecera de Chiquimula, con el propósito de generar nuestro trabajo de Tesis previo a obtener el título de Química Bióloga.

Estamos muy interesados en saber su opinión sobre este tema, por favor, ¿sería tan amable de contestar las siguientes preguntas?, la información que nos proporcione será confidencial y será utilizada solamente para realizar una valoración del producto.

ENCUESTA DE PRODUCTO

1. ¿Es propietario de la carnicería? Si: ____ No ____
2. ¿Es empleado de la carnicería? Si: ____ No ____
3. ¿La infraestructura del mercado es la adecuada? Si: ____ No ____
4. ¿Cuenta refrigerador para mantener el producto en las condiciones requeridas?
Si ____ No ____
5. ¿Cuenta congelador para mantener el producto en las condiciones requeridas?
Si ____ No ____
6. ¿Cuenta estantería para mantener el producto en las condiciones requeridas?
Si ____ No ____
7. Tipo de carne que tiene a la venta: Res ____ Cerdo ____
8. ¿Cuántos animales destaza en promedio a la semana? Res ____ Cerdo ____

9. ¿Qué piezas y qué cantidad (libras) de carne de Res _____ Cerdo _____ generalmente sobran el día que se destaza?

10. ¿Vende carne molida de Res _____ Cerdo _____? Si: ___ No: ___

11. ¿De qué pieza de carne generalmente obtiene la carne molida de Res _____ Cerdo _____?

1 _____

2 _____

3 _____

12. ¿Usted utiliza algún tipo de preservante o aditivos para mantener la frescura de la carne y evitar que la carne se arruine? Si: ___ No: ___

13. ¿Qué tipo o tipos de preservante o aditivos utiliza?

1 _____

2 _____

3 _____

14. ¿Con qué frecuencia utiliza dichos preservantes o aditivos?

Siempre _____ Ocasionalmente (3-4 días a la semana) _____ Nunca _____

15. ¿En qué momento del día aplica los preservantes o aditivos y por qué?

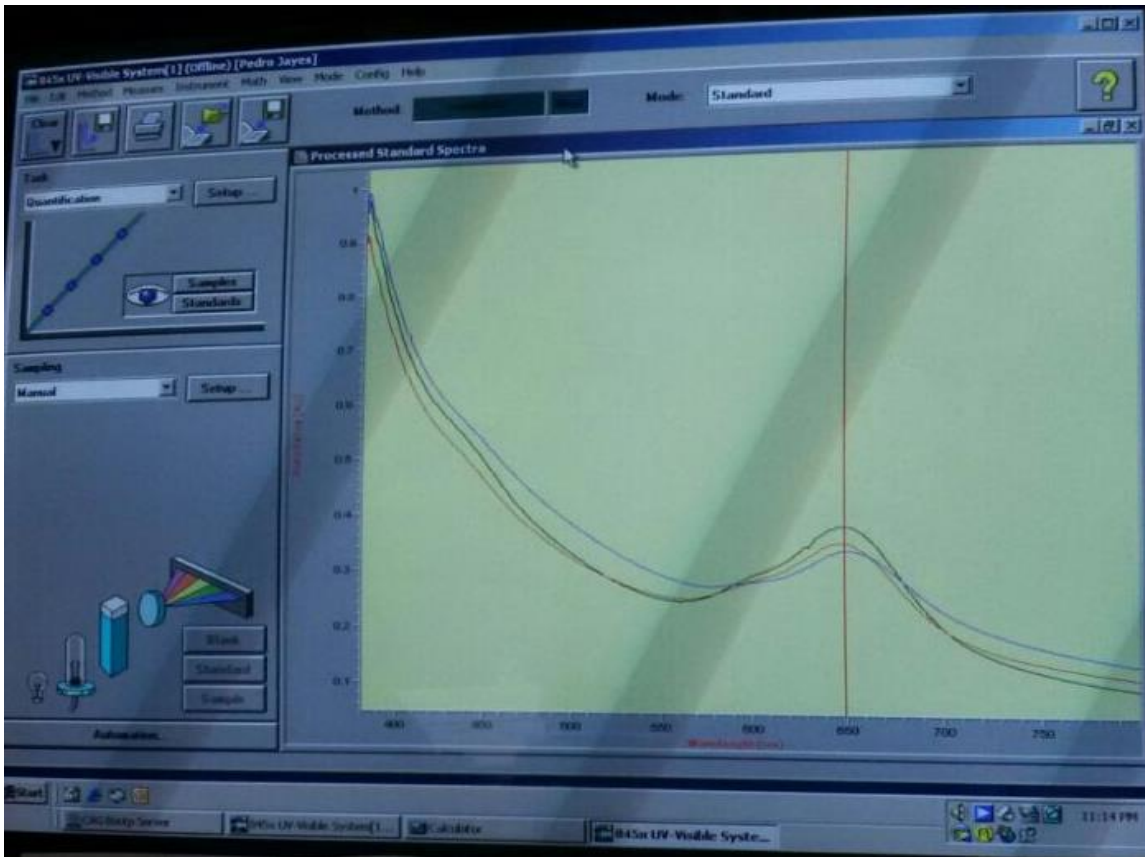
Mañana _____ ¿Por qué? _____

Mediodía _____ ¿Por qué? _____

Tarde _____ ¿Por qué? _____

ANEXO 5

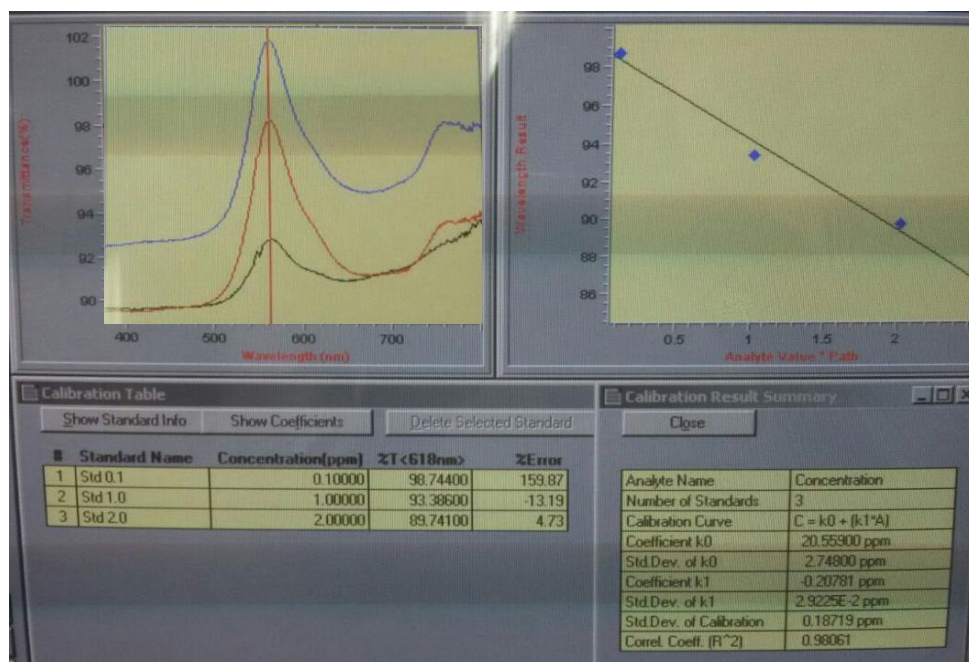
Figura No. 1 Pico máximo de absorbancia para la obtención de las curvas de calibración en el espectrofotómetro.



Fuente: Datos Experimentales

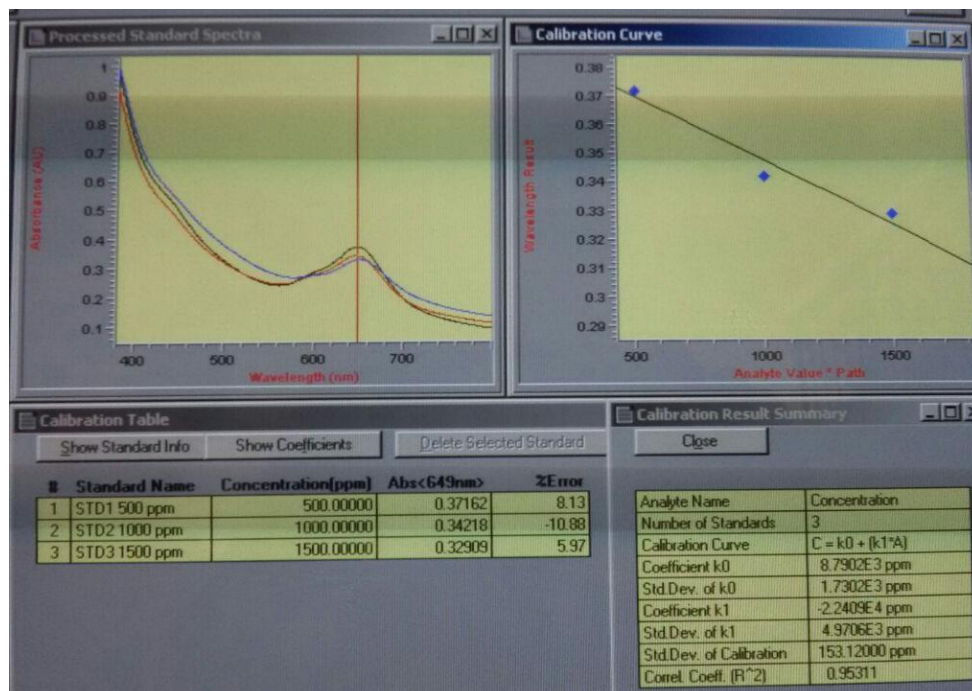
ANEXO 6

Figura No. 2 Curva de calibración de baja concentración



Fuente: Datos experimentales

Figura No. 3 Curva de calibración de alta concentración



Fuente: Datos experimentales

ANEXO 7

Figura No. 4 Muestra de carne con presencia de bisulfito para análisis cualitativo con Verde de Malaquita



Fuente: Datos Experimentales

ANEXO 8

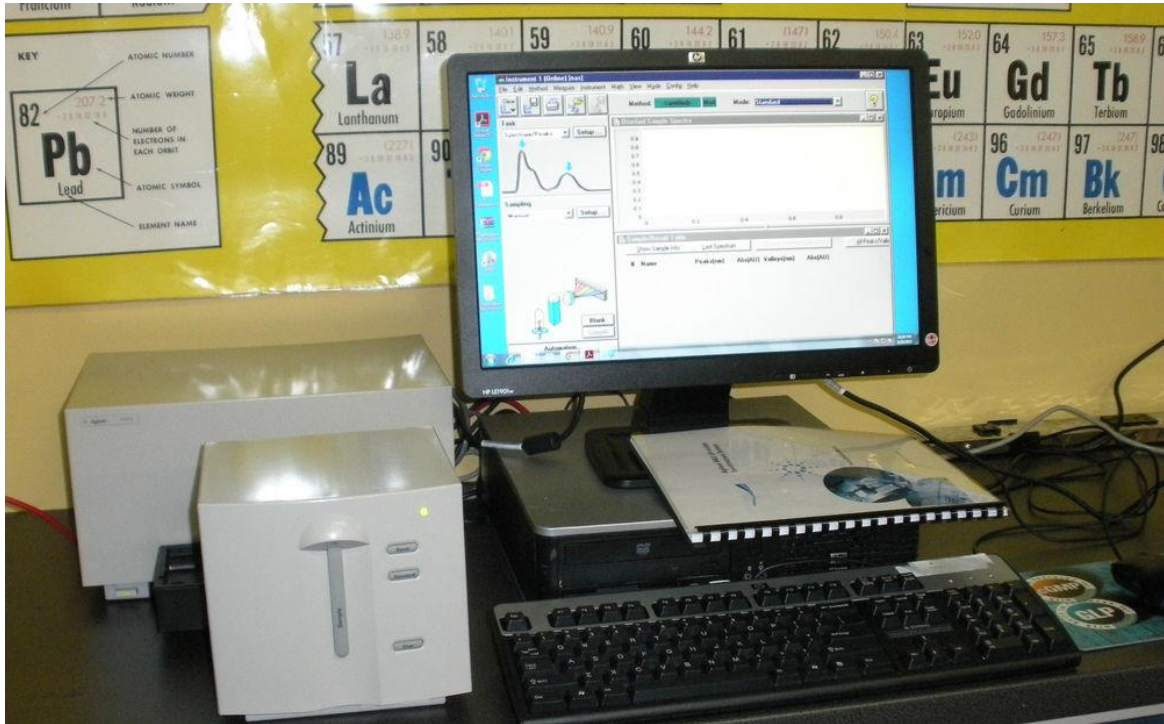
Figura No. 5 Muestras para análisis cuantitativo que dieron positivo la presencia de bisulfito en Fase I



Fuente: Datos Experimentales

ANEXO 9

Figura No. 6 Espectrofotómetro UV visible



Fuente: Datos Experimentales

ANEXO 10

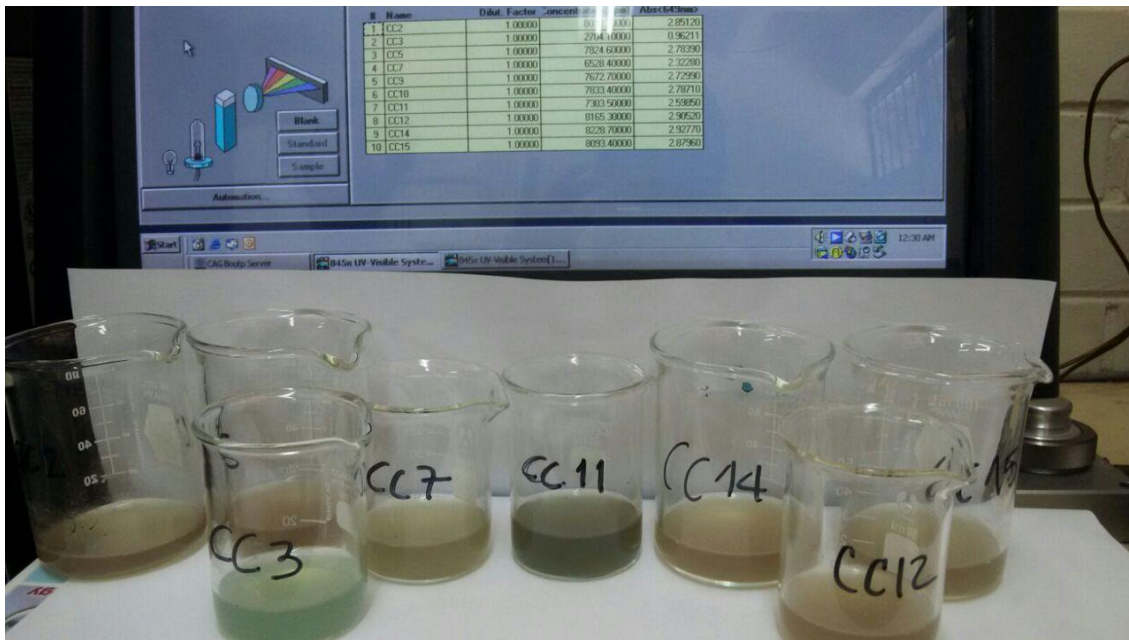
Figura No. 7 Muestras listas para leer en Espectrofotómetro UV visible Marca Agilent 8453® de óptica inversa



Fuente: Datos Experimentales

ANEXO 11

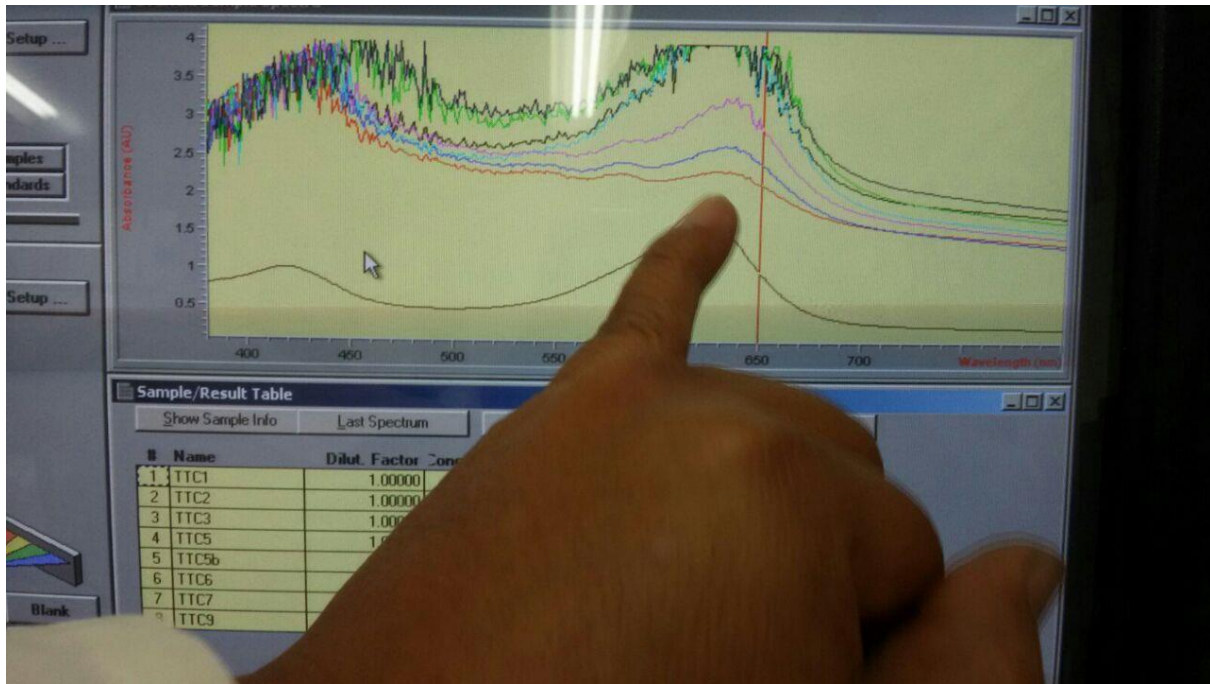
Figura No. 8 Lectura de muestras en Espectrofotómetro UV visible Marca Agilent 8453® de óptica inversa




Fuente: Datos Experimentales

ANEXO 12

Figura No. 9 Resultados de análisis cuantitativo (ppm) de muestras de carne molida estándar de cerdo del Mercado La Terminal



Fuente: Datos Experimentales



Susé Naomi Quan Pérez
Autora



Sindy Patricia Rivera Vasquez
Autora



Yohana Maybel Villela Calderón
Autora



Lic. Martín Néstor Fernando Gil Carrera
Asesor




Lic. Pedro Guillermo Jares Reyes
Asesor



Licda. Alba Marina Valdés de García MSc.
Revisora



Licda. Alba Marina Valdés de García MSc.
Directora de Escuela



Dr. Rubén Daríel Velásquez Miranda
Decano