

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

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRITOS Y
NITRATOS EN SALCHICHA OFERTADA QUE SE
COMERCIALIZA EN LOS SUPERMERCADOS
DE LA CIUDAD CAPITAL.**

MARIO RODAS HERNÁNDEZ

Químico Farmacéutico

Guatemala, Noviembre del 2005.

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

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRITOS Y
NITRATOS EN SALCHICHA OFERTADA QUE SE
COMERCIALIZA EN LOS SUPERMERCADOS
DE LA CIUDAD CAPITAL.**

INFORME DE TESIS

PRESENTADO POR:

MARIO RODAS HERNÁNDEZ

Para optar al título de

Químico Farmacéutico

Guatemala, Noviembre del 2005.

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

DECANO:	M.Sc. Gerardo Leonel Arroyo Catalán.
SECRETARIA:	Licda. Jannette Sandoval Madrid de Cardona.
VOCAL I:	Licda. Gloria Elizabeth Navas Escobedo.
VOCAL II:	Licda. Liliana Vides de Urizar.
VOCAL III:	Licda. Beatriz Eugenia Batres de Jiménez.
VOCAL IV:	Br. Juan Francisco Carrascoza Mayén.
VOCAL V:	Br. Susana Elizabeth Aguilar Castro.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala por ser mi casa de estudios.

A la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y catedráticos por la formación brindada a lo largo de toda mi carrera, muchas gracias.

A mis asesoras, Licda. Eugenia Ninette Rodas y Licda. Julieta Salazar de Ariza, por el tiempo y apoyo brindado para la realización del presente trabajo.

A la Licda. Geraldina de Samayoa, por sus consejos y animarme en todo momento, muchas gracias.

A los Laboratorios Laprin y Concalidad, por el apoyo brindado en la elaboración de este trabajo de tesis.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Por sus múltiples bendiciones en mi vida, acompañarme siempre en mi camino, permitirme culminar esta meta y llegar hasta este momento rodeado de mis seres queridos a quien dedico este logro.

A MIS PADRES

Mario E. Rodas de León y Elia Hernández de Rodas, con el más profundo amor y gratitud, esperando que esta sea una mínima recompensa por todos sus sacrificios, trabajo y desvelos. Gracias por guiarme por el buen camino, por fortalecerme en los momentos difíciles y por creer en mí.

A MIS HERMANOS

Yeldy, Heidy y Sindy, por su apoyo incondicional y voto de confianza en mi persona de poder salir adelante, comparto con ustedes este triunfo con mucho cariño.

A MIS SOBRINOS

Oscar, Stefani, Sara, Yeldy, Berta, Samuel y Jorge, esperando ser un buen ejemplo para ustedes, los quiero mucho.

A MI FAMILIA, ABUELA,
CUÑADOS Y CUÑADA

Por su motivación y apoyo, gracias.

A MIS AMIGOS

Por los buenos y malos momentos compartidos. En especial a Floralba por sus consejos, motivación, apoyo y recordarme la importancia de la búsqueda de Dios, que Dios la bendiga. Y a todos aquellos con los que me he cruzado en el camino y han dejado su huella en mi, muchas gracias.

INDICE

I.	RESUMEN	01
II.	INTRODUCCIÓN	03
III.	ANTECEDENTES.	04
IV.	JUSTIFICACIÓN.	22
V.	OBJETIVOS.	23
VI.	HIPÓTESIS.	24
VII.	MATERIALES Y MÉTODOS.	25
VIII.	RESULTADOS.	39
IX.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	43
X.	CONCLUSIONES.	48
XI.	RECOMENDACIONES.	51
XII.	REFERENCIAS.	52
XIII.	ANEXOS.	56

I. RESUMEN

Los nitritos y nitratos son preservantes alimentarios utilizados para evitar la proliferación de *Clostridium botulinum* y para producir un color rojo, el cual es característico en la carne procesada, es decir carne preparada y embutidos. Este tipo de preservantes puede tener efectos tóxicos, por lo que deben de usarse en concentraciones menores de 200 y 500 ppm, respectivamente para nitritos y nitratos, según lo establece la Comisión Guatemalteca de Normas - COGUANOR - .

El objetivo de esta investigación fue la cuantificación de la concentración de los nitritos y nitratos presentes como aditivos preservantes en salchicha ofertada que se comercializa en los supermercados de la ciudad capital. Para ello se adquirió una muestra de salchicha ofertada en 33 supermercados; que corresponden a la representatividad estadística del número de supermercados de la ciudad capital registrados en el Departamento de Control de Alimentos del Ministerio de Salud Pública.

La cuantificación de la concentración de nitritos se determinó por el método establecido en la Norma COGUANOR NGO 34 124 h9 y la cuantificación de nitratos se realizó mediante el método establecido en la AOAC; ambos métodos se basan en la aplicación de una técnica analítica de alta sensibilidad y reproducibilidad, como lo es el método de espectrofotometría visible que permite determinar la presencia de un compuesto coloreado.

Los resultados obtenidos indican que el contenido de nitritos y nitratos en salchicha ofertada que se comercializa en los supermercados de la ciudad capital se encuentra por debajo de 200 y 500 mg/Kg , respectivamente, por lo que cumplen con los estándares de la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos -FDA- para alimentos, que es la base adoptada en Guatemala por la Comisión Guatemalteca de Normas - COGUANOR -.

Se recomienda continuar con la realización de este tipo de estudios aplicándose a otra variedad de embutidos ofertados distribuidos en supermercados y determinar cuantitativamente la concentración de nitritos y nitratos.

II. INTRODUCCIÓN

Las salchichas constituyen una de las formas más antiguas de carne procesada^[21] y que se consume con mayor frecuencia por la población guatemalteca, debido al precio que se encuentran en el mercado y a su fácil preparación.

En la elaboración de estos productos se utilizan nitritos y nitratos de sodio o de potasio que son aditivos químicos que evitan el ataque de microorganismos, su descomposición y mejoran el color del producto final. Sin embargo, un exceso de estos aditivos puede provocar toxicidad que se manifiesta como metahemoglobinemia y formación de nitrosaminas (esta última se ha asociado a riesgo cancerígeno).^[5]

En atención a lo anterior es evidente que las salchichas son un producto que sin un control sanitario de la calidad, exponen a la población que lo consume, al riesgo de toxicidad. De ahí la importancia de cuantificar la concentración de nitritos y nitratos en salchicha ofertada que se comercializa en los supermercados de la ciudad capital, para comparar esos valores con los límites establecidos por la Comisión Guatemalteca de Nomas -COGUANOR-.

III. ANTECEDENTES

1. DEFINICIÓN DE CARNE Y EMBUTIDOS

A. Carne:

Es la parte comestible, sana y limpia de bovinos, ovinos, caprinos u otros animales de consumo autorizado por el organismo competente. Por extensión se designa también la de las especies de consumo autorizado por el organismo competente tales como animales de corral, caza, peces, crustáceos y moluscos. [1]

B. Producto cárnico:

" Se incluyen en esta categoría todas las carnes y platos que contienen carne, ensaladas, bocados, comidas congeladas que contienen carne, embutidos o productos similares para la preparación de emparedados (sándwich), procesados industrialmente o preparados a nivel artesanal con carnes procesadas industrialmente." [2]

C. Embutidos:

Productos elaborados en base a una mezcla de carne animal permitida para el consumo humano, adicionado o no de complementos cárnicos, grasa de cerdo, condimentos, especias y aditivos alimentarios, uniformemente mezclados, con agregado o no de sustancias aglutinantes y/o agua o hielo, introducida en tripas naturales o en fundas artificiales y sometidos o no a uno más de los procesos de curado, cocción, deshidratación y ahumado. [2]

C.1 Embutidos crudos:

Los que en su procedimiento se someten a las temperaturas menores de 35°C, excepto cuando se someten al ahumado.

C.2 Embutidos cocidos:

Son los que en su procedimiento se someten a una temperatura interna mínima de 66°C por un mínimo de 15 min., en el caso de embutidos con diámetro no mayor de 60mm, y no menor de 70°C en el caso de diámetro mayor de 60mm. [2]

C.3 Tipos de embutidos:

C.3.1 Salami: Embutido elaborado de carne de res o una mezcla de carne de res, como principal, y carne de cerdo. La carne podría reemplazarse por corazón de res hasta un 20%. También conlleva la adición de aditivos alimentarios, adicionando o no condimentos y sometido a curado, cocción, deshidratación y ahumado. [1]

C.3.2 Mortadela: Embutido elaborado en base a una mezcla de carne de res (como principal), carne de cerdo, grasa de cerdo, aglutinantes, especies o aditivos alimenticios que permanecen distribuidos en la mezcla y sometida a procesos de curado, cocción y ahumado o no. [2]

C.3.3 Salchichón: Embutido elaborado en base a una mezcla de carne de res, como constituyente principal; especies y aditivos y sometida al proceso de curado. Adicionalmente puede o no someterse a cocción (deshidratación y ahumado). [2]

C.3.4 Chorizo: Embutido elaborado en base a mezcla de carne de cerdo, especias, aditivos, sometida a uno o más procesos de curado, deshidratación y ahumado. [2]

C.3.5 Jamonada: Elaborado en base a mezcla de carne de cerdo y res, grasa de cerdo, aglutinantes, agua o hielo, y aditivos. Es adicionado o no de trozos de carne de cerdo y sometida a curado y cocción; puede ser o no ahumada. [2]

C.3.6 Paté: Embutido elaborado en base a una mezcla de hígado de aves o cerdo, adicionada o no de grasa de cerdo, especias y aditivos, y sometida a cocción; puede ser o no ahumada. [2]

C.3.7 Salchicha: Embutido elaborado a base de carne fresca (res, cerdo y aves) y despojos comestibles que no ha sufrido estacionamiento, su diámetro es de 2 cm. aproximadamente; puede ser embutida en una tripa única o en algunos casos separada por ataduras o estrangulaciones de la misma tripa. [22]

D. Despojos Comestibles o Complementos Cárnicos:

Cualquier otra parte comestible, fuera de la carne como fue definida anteriormente, los cuales se derivan del ganado vacuno, lanar, porcino, caprino u otros mamíferos de consumo autorizado. Esta definición incluye cerebro, timo, páncreas, hígado, corazón, pulmón, estómago y sangre. Por extensión se designan también los despojos de aves de corral (pollos, pavos, patos y gansos) e incluye el hígado corazón y mollejas. [2]

E. Características Generales de los Embutidos:

Los embutidos deberán estar libres de toda sustancia extraña al proceso normal de elaboración. Los ingredientes podrán ser triturados o picados al tamaño característico para cada embutido y estarán completas y uniformemente mezclados.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS INGREDIENTES DE LAS SALCHICHAS**A. Carne:**

Deberá provenir de animales sanos, sacrificados en mataderos autorizados y sujetos a inspección pre y post mortem. Deberá ser carne magra y no excesivamente grasosa, libre de huesos, cartílagos, tendones, conductos sanguíneos mayores, coágulos de sangre, pelos etc. No deberá presentar sabor ni olor extraño, decoloraciones o deterioros y apta para el consumo humano. [12]

B. Grasas comestibles:

Deberán ser sanas, estar exentas de contaminantes y libre de rancidez.

C. Condimentos y especias:

Se permitirá el uso de los condimentos y especias indicados en el Capítulo 4, nota del numeral 4.20 de la norma COGUANOR NGO 34 039, de acuerdo con las prácticas correctas de fabricación; dichos ingredientes deberán cumplir las especificaciones indicadas en las normas COGUANOR correspondientes.

D. Aglutinantes:

Es la sustancia que se adiciona con el objeto de obtener una adecuada ligazón entre los constituyentes del embutido. [3]

D.1. Productos lácteos: Leche en polvo entera, leche en polvo semidescremada o descremada, las que cumplan con la norma.

D.2. Almidón de maíz: Deberá cumplir en las especificaciones 34126.

D.3. Harina de origen vegetal.

E. Agua:

El agua que se adiciona a los embutidos o que sirve de materia prima para la elaboración del hielo adicionado a los mismos, deberá ser agua potable y cumplir con la norma COGUANOR NGO 29 001. El hielo deberá cumplir con lo especificado en la norma COGUANOR NGO 34 216.

F. Aditivos alimentarios:

Se podrán emplear los aditivos alimentarios indicados en la norma COGUANOR NGO 34 192, para las funciones y en las cantidades que dicha norma establece. Adicionalmente, se podrán emplear como coadyudantes del curado, de acuerdo a las practicas correctas de fabricación: sal, azúcar blanca sin refinar, azúcar refinada y glucosa, que cumplan con las especificaciones indicadas en las normas COGUANOR correspondientes. Además se podrán utilizar: ácido ascórbico, isoascórbico y sus sales, nitrito y nitrato de sodio y/o de potasio, fosfatos, glutamato monosódico, ácido sórbico y sus sales, eritorbato de sodio, lactato, etc.

G. Características Químicas de los Embutidos.

(Fuente: Norma COGUANOR NGO 34 130)

CONSTITUYENTES	MÁXIMO (ppm)	MÍNIMO (ppm)
Humedad en % en masa (m/m)		
a) embutidos frescos	35	60
b) embutidos secos	--	35
Aglutinantes ¹ productos lácteos, almidón de maíz y harinas vegetales; 1 solo de éstos o ingesta de 2 o más en % en masa (m/m)	--	5 ²
Sustancias coadyuvantes, en % en masa (m/m)		
a) sal común	--	4
b) jarabe de maíz	--	2
c) azúcar	Cantidad limitada por prácticas correctas de fabricación.	
- Otros aditivos en mg/Kg en el producto final:		
a) Ácido ascórbico, isoascórbico y sus sales sódicas solos o mezclados; expresados como ácido ascórbico (antioxidante)	--	600
b) Nitrato de potasio y/o sodio; como NaNO ₃ (conservador)	--	500
c) Nitritos de sodio o de potasio (NaNO ₂ o KNO ₂) como nitritos de sodio (NaNO ₂) (conservadores)	--	125 *
d) Fosfato añadido (mono, di y poli fosfatos de Na ⁺ y K ⁺), solos o mezclados; como P ₂₀₅ (buffer)	--	3000
e) Glutamato monosódico; como Ac. Glutámico (acentuador del sabor)	--	2000
f) Ácido sórbico y sales de Na ⁺ , K ⁺ o Ca ²⁺ ; como Ácido sórbico (conservador)	--	100

* En la norma COGUANOR la cantidad máxima de Nitritos de sodio en embutidos es de 200 ppm. [17]

¹ Se permitirá el uso de sustancias aglutinantes solamente en embutidos cocidos.

² Del 5% autorizado, un 2% podía adicionarse como caseinato de sodio (Na⁺).

H. Aditivos Químicos:

Los principios generales que gobiernan el uso de aditivos en los alimentos han recibido atención por los gobiernos, materia tan importante que es punto de discusión en la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO - y la Organización Mundial de la Salud - OMS -. [18]

H.1. Definición de Aditivo Químico:

Son sustancias que se usan en pequeñas cantidades para mejorar el sabor, la apariencia, y que puede o no aumentar el valor nutritivo del producto. Las vitaminas y los minerales no son considerados en esta categoría. [3]

Según la norma 34 192 de la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR-, aditivos " Son aquellos elementos que entran en la formulación de un producto como sustancias correctivas o coadyuvantes, con el objetivo de preservarlo o estabilizar o mejorar su color, olor, sabor y apariencia, siempre que no perjudique su valor nutritivo; normalmente no se consumen como alimento ni se usan como ingrediente característico del alimento, aunque bien puede tener o no valor nutritivo, y cuya adición intencional al alimento, en cualquiera de las fases de producción, envasado, transporte o almacenamiento; puede resultar (directamente o indirectamente) en que éste o sus derivados pasen a ser un componente de tales alimentos o que afecten las características de éstos." [12]

H.2. Tipos de aditivos.

De acuerdo a la función que cumplen los aditivos en los alimentos, éstos se clasifican en: colorantes, conservadores, antioxidantes, emulsionantes, espesantes, estabilizantes, edulcorantes, potenciadores de sabor y otros. [12]

H.3. Importancia de los Aditivos Químicos:

Estos contribuyen sustancialmente en la conservación de los alimentos por ejemplo ayudan a prevenir pérdida de excedentes de temporada, ayudan como antioxidantes. Es reconocido que los riesgos aumentados asociados con el uso de aditivos deben ser pesados contra los beneficios de obtener pérdidas de alimentos.

El empleo de los aditivos mejora las características físicas del alimento. En algunas ocasiones mejoran la apariencia y en general sus propiedades organolépticas, lo que provoca mas aceptación por el publico. [22]

H.4. Usos Legítimos en el Procesamiento de Alimentos:

Los aditivos alimenticios tienen uso legítimo en los sistemas de procesado y distribución de alimentos de los países tecnológicamente avanzados y de los menos desarrollados, los propósitos son los siguientes:

1. Mantenimiento de calidad nutritiva.
2. Aumento de la calidad.
3. Hacer atractivos los alimentos al consumidor.
4. Proporcionar ayudas esenciales en procesado de alimentos.

Los usos indeseables de los aditivos son:

1. Enmascarar defectos.
2. Engañar al consumidor.
3. Reducir el valor nutritivo. [8]

H.5 Seguridad de un Aditivo Alimenticio:

La seguridad del uso de un aditivo es una consideración del todo importante, ya que la decisión de utilizarlo, debe basarse en el juicio de científicos calificados, tratando de usar aditivos al más bajo nivel con el fin de que no afecten al consumidor.

La cantidad mínima de aditivo a utilizar se establecerá con los siguientes factores:

1. Nivel de consumo estimado del alimento o alimentos para los cuales es puesto el aditivo.
2. Las concentraciones mínimas en que los estudios con animales producen desviaciones significantes.
3. Un margen adecuado de seguridad para reducir al mínimo cualquier riesgo para la salud de todos los grupos de consumidores.

I. Conservación.

La conservación de las salchichas, al igual que cualquier producto cárnico, puede realizarse por dos tipos de procedimientos:

- Conservación por procedimientos físicos.
- Conservación por procedimientos químicos.

Los procedimientos físicos incluyen la refrigeración y congelación, que son los sistemas más naturales e ino cuos conocidos.

Los procedimientos químicos incluyen el curado y ahumado. El curado puede ser en seco o en húmedo. Este último normalmente se aplica inyectando una mezcla de sal, azúcar, nitritos y nitratos, fosfatos y eritrobato de sodio. El ahumado se logra con la aplicación directa de humo proveniente de maderas seleccionadas, o aplicación en frío de solución de humo. [1]

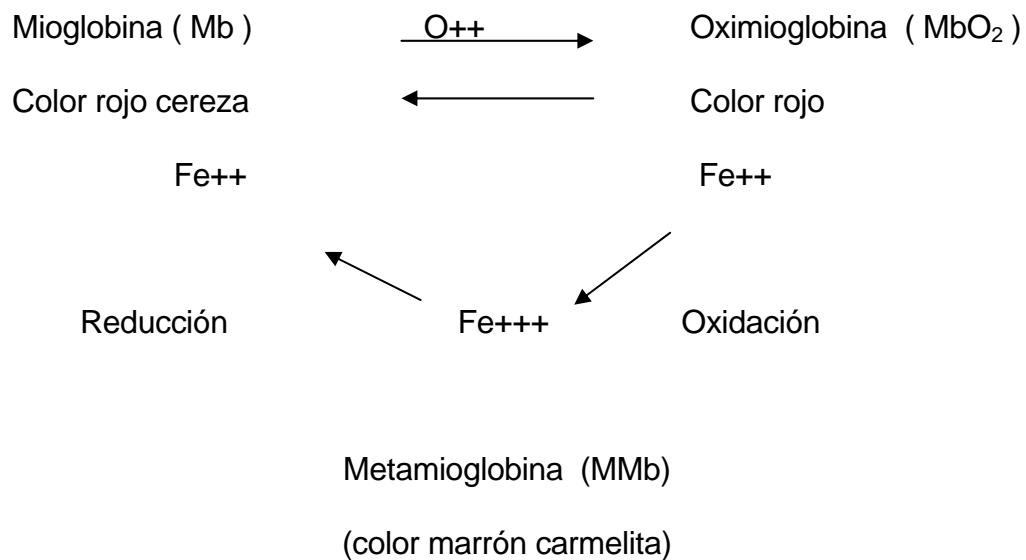
3. NITRITOS Y NITRATOS COMO ADITIVOS ALIMENTARIOS.

A. Funciones de los Nitritos y Nitratos.

Los nitritos y nitratos de sodio o de potasio (NaNO_2 o KNO_2 y NaNO_3 o KNO_3) son sustancias que, junto con la sal, se utilizan en la conservación de carnes curadas.

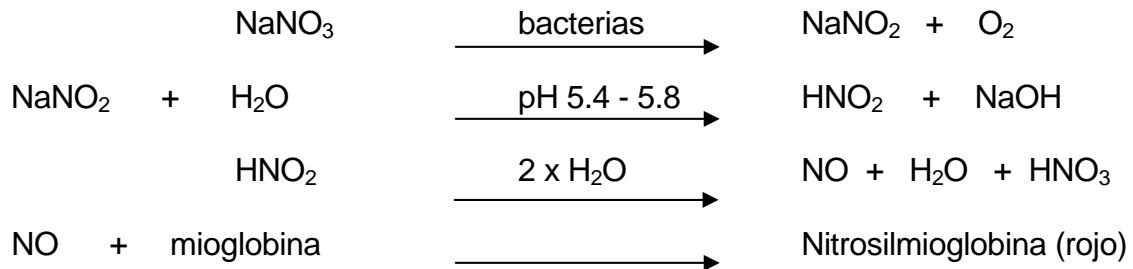
Los nitritos poseen una mayor acción preservante que los nitratos; ya que estos son capaces de combinarse con los pigmentos de la carne (mioglobina o miosomo) y formar la nitrosilmioglobina.

La mioglobina igual que la hemoglobina, se puede unir al oxígeno en forma temporal y reversible. La mioglobina en la forma no oxigenada y con el hierro en su estado ferroso (Fe^{2+}), es la proteína que le proporciona el color rojo púrpura a los músculos. Bajo la exposición al aire, la mioglobina se oxigena para formar oxihemoglobina, la cual tiene un color rojo cereza. Durante una prolongada exposición al oxígeno del aire o al óxido de nitrógeno, el hierro del grupo hemo se oxida a hierro trivalente y la mioglobina se convierte en metamioglobina cuyo color es marrón carmelita. Estas reacciones se explican en el siguiente esquema. [13]



Este es el fundamento por el que un empaque permeable para la carne hace que aparezca una coloración parda, mientras que un empaque impermeable hace que el color rojo natural de la carne sea estable. [13]

La mioglobina tiene la capacidad de unirse también al óxido nítrico, lo que ocurre cuando las carnes se curan. Esta secuencia de reacciones se explica en el siguiente esquema.



La mioglobina en presencia de óxido nítrico adquiere un color rosado. Cuando se expone al calor se forma un complejo más estable considerado como miocromo de óxido nítrico. La luz acelera la disociación del óxido nítrico del pigmento, después de que se realiza la oxidación, pasando el hierro a su forma férrica (Fe^{3+}), se atenúa el color rosa.

El principal motivo de utilizar nitritos y nitratos en las carnes curadas es que actúan como inhibidores muy específicos del crecimiento de esporas de *Clostridium botulinum* y la consecuente producción de toxinas. [19]

B. Límites seguros para el uso de nitritos y nitratos.

Según el Codex Alimentarius, el límite permitido para salchichas es de 500 mg de nitrato de potasio (o de sodio) por Kg. de peso de producto y 125 mg de nitrito de potasio (o de sodio) por Kg. de peso de producto. [18]

La comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- establece en sus normas los límites aceptados para nitritos y nitratos en productos cárnicos como la salchicha; los cuales son: no mayor de 200 mg/Kg para nitritos, expresados como nitritos de sodio, y no mayor de 500 mg/Kg para nitratos, expresados como nitrato de sodio. [17]

C. Efectos sobre la salud por el uso de nitritos y nitratos.

C.1. Formación de Metahemoglobina:

Los nitritos al entrar al torrente sanguíneo se unen con facilidad al hierro divalente (Fe^{2+}) de la molécula de hemoglobina disminuyendo su afinidad por el oxígeno al oxidarlo a hierro trivalente (Fe^{3+}), provocando así la patología denominada Metahemoglobinemia o hipoxia sanguínea, que afecta principalmente a niños lactantes menores de 3 meses de edad. La dosis mortal de nitrito de sodio ($NaNO_2$) es de 2 gramos. Las concentraciones mayores de 10 ppm pueden producir metahemoglobinemia. [5]

C.2. Formación de Nitrosaminas:

En estudios recientes se ha demostrado que la nitrosamina, la cual es un compuesto químico producido por la interacción de nitritos y aminas secundarias en los alimentos, es en la actualidad una sustancia de interés y controversias considerables, debido al contenido real de esta sustancia en las comidas y

embutidos. En algunos de los casos reportados, las nitrosaminas eran producidas por la interacción de aminas con nitritos y nitratos que se agregaban a estos alimentos como preservantes. [20]

La formación de nitrosaminas puede tener dos tipos de orígenes: El primero es la formación endógena, que es una formación natural de nitrosaminas en el estómago; y el segundo es la formación exógena, que son nitrosaminas formadas previamente, presentes en los alimentos y en los fármacos, debido a las técnicas de fabricación o de tratamiento. [20]

Se descubrió que entre las características de estos compuestos nitrogenados estaba el inducir la formación de tumores, aún en pequeñas concentraciones; y que algunos pueden cruzar la barrera placentaria produciendo tumores en la siguiente generación. [20]

Investigaciones sistemáticas realizadas en ovejas revelan que las mismas traían severas enfermedades después del consumo de comida de pescado que contenía preservantes como nitritos y nitratos. El consumo continuo de este tipo de comida podría ser fatal. [21]

Es importante que en este tipo de productos al finalizar su preparación se le coloque la fecha de preparación, la fecha de expiración y los posibles cambios que esta pueda causar a la salud. [22]

Las nitrosaminas son fáciles de formar por la interacción de nitritos y aminas secundarias y terciarias preferentemente en condiciones ácidas. Compuestos de amonio cuaternario pueden también reaccionar con ácido nitroso y producir nitrosaminas, lo que es bastante bajo en aminas secundarias y terciarias, todo esto depende de la temperatura, pH o falta de catalíticos inhibidores de nitrosación. [5]

Se conocen afortunadamente una serie de técnicas para disminuir el riesgo de formación de nitrosaminas. En primer lugar, obviamente, reducir la concentración de nitritos y nitratos, siempre que sea posible. En segundo lugar, se pueden utilizar otros aditivos que bloqueen el mecanismo químico de formación de nitrosaminas. Estos aditivos son el ácido ascórbico y los tocoferoles. En algunos países el empleo de ácido ascórbico junto con los nitritos es obligatorio. [21]

C.3. Botulismo:

El botulismo es una enfermedad grave, causada por una neurotoxina producida por el bacilo ***Clostridium botulinum***. La toxina es extremadamente potente, incluso mortal en ínfimas cantidades. Bloquea la liberación de acetilcolina en las terminaciones nerviosas, lo que paraliza los músculos y puede llevar a la muerte por paro respiratorio. [5]

El uso de nitrito y nitrato de sodio (o de potasio) en la conservación de carnes evita el crecimiento de ***Clostridium botulinum***. El botulismo puede ser adquirido por la ingestión de productos cárnicos que fueron elaborados con sangre,

hígado y otras vísceras, así como frutas y mariscos (almejas y mejillones) en ambientes contaminados con dicho bacilo o sus esporas. En la actualidad, la mayor incidencia de contraerlo es por la ingesta de alimentos que estaban contaminados, fueron conservados por un tiempo y luego ingeridos en forma cruda o con ligera cocción. [21]

Este bacilo es frecuentemente hallado en las carnes conservadas por largo tiempo por ejemplo salchichas, chorizos y jamones, etc. Se han producido una serie de epidemias en Norteamérica debidas no solamente a la ingestión de preparados de carne, sino también por vegetales en conserva con grado de esterilización deficiente.

El bacilo botulino se destruye por el calor a 85° C, pero sus esporas necesitan de temperatura de 90-100° C por un período de 20 minutos para destruirse.

La toxicidad por la alteración de los alimentos mencionados no siempre se manifiestan por los signos de putrefacción ordinarios como cambio de color y mal olor, sino que se conoce por su sabor agrio y rancio. Muchas veces el alimento alterado conserva su aspecto exterior y gusto natural sin despertar sospechas.

Las intoxicaciones producidas se inician de 10 a 30 horas de la ingestión provocando secreciones salivales, resequedad en la boca y faringe, dolor de estómago, vómitos y diarrea no constante, también se producen trastornos nerviosos.[2]

D. Tratamiento de intoxicación por ingesta Nitritos y Nitratos:**D.1 Datos Clínicos:**

Cefalea, vómitos, vértigo, colapso, cianosis, coma y parálisis respiratoria.

D.2 Datos de Laboratorio:

Determinar la cifra de metahemoglobina en sangre cuando haya cianosis. El examen debe hacerse rápido debido a que la metahemoglobina desaparece en el tubo de ensayo.

D.3 Tratamiento:

Mantener la respiración, eliminar las sobredosis ingeridas de nitritos mediante el vómito seguida de carbón activado. Puede ser útil el lavado gástrico. Mantener la presión arterial administrando líquido.

Tratar la metahemoglobinemia mayor del 30% mediante la inyección de azul de metileno si se mantiene la presión arterial, la recuperación es probable. [5]

4. MÉTODO PARA LA CUANTIFICACIÓN DE NITRITOS Y NITRATOS.

La Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- y La Asociación de Comunidades Analíticas -AOAC- han establecido métodos para la determinación de la concentración de nitritos y nitratos en carnes curadas y productos cárnicos (entre los cuales se encuentran las salchichas).

La preparación de la muestra, en ambos métodos consiste en macerar la muestra en una porción de agua, luego se calienta para precipitar las proteínas; y se filtra. Al filtrado obtenido para determinar nitritos se le agrega sulfanilamina y diclorhidrato de N-1-Naftiletildiamina; en presencia de nitritos se desarrolla un color rosado en el filtrado. La concentración de este compuesto coloreado se determina fotométricamente a una longitud de onda de 538 nanómetros.

Para la determinación de nitratos, al filtrado se le adiciona en una solución sulfúrica y fosfórica, luego se le adiciona 2,6-dimetilfenol; en presencia de nitratos se desarrolla un color anaranjado en el filtrado. La concentración de este compuesto coloreado se determina fotométricamente a una longitud de onda de 338 nanómetros.

IV. JUSTIFICACIÓN

En la ciudad capital, como en otras ciudades de Guatemala, la pobreza obliga a la población a recurrir a alimentos de bajo costo y de fácil preparación, como ocurre con cierta clase de embutidos, siendo este el caso de las salchichas, ya que éstas se adquieren a precios accesibles para muchas personas, y forman parte de la alimentación de la población infantil.

Los nitritos y nitratos, son compuestos que se adicionan como preservantes y para proporcionar el color característico a las salchichas; su uso es permitido, pero la existencia de distintas tonalidades de color de salchichas en el mercado hace pensar que se usan diferentes cantidades de estas sales. Por esta razón es importante determinar la cantidad de nitritos y nitratos presentes en los diferentes tipos de salchichas (res, pavo, pollo, cerdo, sus diferentes combinaciones, etc.).

Debido a que las salchichas ofertadas son las de precio más accesible a la población, este estudio se centró en cuantificar el contenido de nitritos y nitratos en esta clase de salchichas, no importando el tipo de carne del que estuviesen elaboradas.

V. OBJETIVOS

General:

Determinar si la concentración de Nitritos y Nitratos en salchicha ofertada que se comercializa en los supermercados de la ciudad de Guatemala, se encuentra dentro de los límites permitidos.

Específicos:

- Cuantificar la concentración de nitritos y nitratos en muestras de salchicha ofertada que comercializa en los supermercados de la ciudad de Guatemala, mediante espectrofotometría.
- Comparar la concentración de nitritos y nitratos encontrada con el límite de 200 mg/Kg para nitritos y 500 mg/Kg para nitratos, que es el permitido de acuerdo a la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR-.

VI. HIPÓTESIS

La concentración de nitritos y nitratos contenida en las salchichas ofertadas que se comercializan en los supermercados de la ciudad de Guatemala, se encuentran por debajo de 200 mg/Kg y 500 mg/Kg, respectivamente; límite permitido por la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos -FDA-, para embutidos y adoptado por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), para consumo humano.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

A. UNIVERSO DE TRABAJO.

Salchichas elaboradas con diversos tipos de carne (res, cerdo, aves, o en combinaciones de éstas), comercializadas en la ciudad de Guatemala.

A.1. MUESTRA:

Salchichas ofertadas elaboradas con diversos tipos de carne que se comercializan en los supermercados de la ciudad de Guatemala.

B. MEDIOS

B.1. RECURSOS HUMANOS:

Autor: Br. Mario Rodas Hernández.

Asesora: Licda. Eugenia Ninette Rodas.

Co-asesora: Licda. Julieta de Ariza.

B.2. RECURSOS INSTITUCIONALES:

Biblioteca de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Biblioteca de la Universidad del Valle de Guatemala.

Departamento de Análisis Aplicado de la Facultad de Farmacia.

Biblioteca del Instituto Nutrición de Centroamérica y Panamá -INCAP-.

Biblioteca de la Comisión Guatemalteca de Normas - COGUANOR -.

Departamento de Aseguramiento de Calidad de Laboratorios Laprin, S.A.

Unidad de Análisis Instrumental -UAI- de la Facultad de Farmacia.

Instalaciones de Laboratorios Control y Calidad -CONCALIDAD-.

B.3. RECURSOS MATERIALES:

- Material y equipo de laboratorio:
 - Espectrofotómetro HP 4600
 - Celdas de cuarzo de 1 cm
 - Fotómetro Spectroquant NOVA 60
 - Balanza analítica OHAUS
 - Probetas graduadas de 5, 25 y 50 mL.
 - Pipetas calibradas de 0.5 y 1.0 mL.
 - Procesador de alimentos
 - Baño María
 - Papel filtro
 - Gradillas
 - Embudos
 - Pizetas
 - Mortero
 - Pistilo
 - Hielera

- Cristalería:
 - Balones aforados de 100, 200, 250, 500 y 1000 mL

Beakers de 100, 250 y 500 mL

Erlenmeyer de 100 y 300 mL

Varillas de vidrio

Vidrios de reloj

- Reactivos:

Ferrocianuro de Potasio trihidratado

Zinc dihidratado

Ácido Clorhídrico concentrado

Ácido Clorhídrico aproximadamente 0.1 N

Solución de Sulfato de Cadmio al 3%

Sulfanilamida

Clorhidrato de N-1-Naftiletildiamina

Solución Amortiguadora Amoniacal

Kit de reactivos Merckoquant Test Nitratos de Merck

Solución patrón de Nitrito de Sodio

Solución patrón de Nitrato de Sodio

Solución saturada de Bórax

Agua destilada

Agua desmineralizada

C. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

C.1. MUESTREO

Para determinar el número de supermercados donde se colectaron las muestras, se identificaron aquellos que expenden salchichas en la ciudad capital, los cuales, según el Departamento de Control de Alimentos del Ministerio de Salud Pública son 51. [23] En base a esta información se aplicó la fórmula que se encuentra en el anexo No.1, de donde se obtuvo un número de muestra de 33 supermercados con un nivel de confianza del 90%.

En cada supermercado se eligió la salchicha ofertada de más bajo precio y que estaba empacada al vacío, pudiendo ser de carne de res, cerdo, aves, o combinaciones de estas.

C.2. FORMA.

Los supermercados fueron muestreados de una forma aleatoria.

C.3. VARIABLES DE INTERÉS.

La concentración de nitritos y nitratos presentes en salchicha ofertada.

C.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Se realizó por medio de la aplicación de estadística descriptiva a la concentración de nitritos y nitratos determinada en las muestras de salchicha ofertada y la comparación de la concentración determinada con el límite permitido por la Comisión Guatemalteca de Normas - COGUANOR -.

D. METODOLOGÍA.

D.1. Reactivos:

Todos los reactivos deberán ser de calidad analítica reconocida. El agua deberá ser destilada o de pureza equivalente.

D.2. Soluciones para Precipitar Proteínas:

D.2.1. Reactivo No.1 (Ferrocianuro de Potasio): Se disuelve en agua 106 gramos de ferrocianuro trihidratado, y se diluye hasta 1000 mL.

D.2.2. Reactivo No.2 (Acetato de Zinc dihidratado): Se disuelve en agua 220 gramos de acetato de zinc dihidratado, se agrega 30 mL de ácido acético glacial y se diluye hasta 1000 mL.

D.2.3. Solución Saturada de Bórax: Se disuelve 50 gramos de tetraborato disódico decahidratado ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) en 1000 mL de agua tibia, y luego se enfría hasta temperatura ambiente.

D.2.4. Solución Aproximadamente 0.1 N de Ácido Clorhídrico: Se prepara diluyendo con agua 8 mL de ácido clorhídrico concentrado ($d_{20^\circ\text{C}}=1.19\text{g/mL}$) hasta un volumen de 1000 mL.

D.2.5. Solución Amortiguadora Amoniacal: De pH entre 9.6 – 9.7. Se diluye 20 mL de ácido clorhídrico concentrado ($d_{20^{\circ}\text{C}}=1.19\text{g/mL}$) con 500 mL de agua, se mezclan, se agregan 10 gramos de etilendiamino tetraacetato disódico dihidratado y 55 mL de hidróxido de amonio concentrado ($d_{20^{\circ}\text{C}}=0.88\text{g/mL}$), se diluye con agua hasta 1000 mL, se mezcla y se verifica el pH.

D.3. Soluciones Patrón de Nitrito de sodio (NaNO_2):

Se prepara de la siguiente manera:

D.3.1. En un matraz aforado se disuelve en agua 1.000 g de nitrito de sodio (NaNO_2), pesado con exactitud, y se diluye a 100 mL.

D.3.2. Con pipeta se transfiere 5 mL de la solución preparada en el inciso anterior, a un matraz aforado de 1000 mL y se diluye hasta el enrase, dando una solución que contiene 0.05 mg de nitrito de sodio (NaNO_2) por mL.

D.3.3. Con pipetas se transfiere 5, 10 y 20 mL de la solución preparada en el inciso anterior, a matraces aforados de 100 mL y se diluye hasta el enrase. Estas soluciones patrón contienen 2.5 μg , 5.0 μg y 10.0 μg de nitritos de sodio por mL respectivamente.

- Nota: La solución preparada como se indica en el inciso D.4.2. y las soluciones preparadas en el inciso D.4.3. deben elaborarse el mismo día que se van a usar.

D.4. Soluciones para desarrollar el color:

Se preparan de la siguiente manera:

D.4.1. Solución No.1 (Sulfanilamida): En un matraz aforado de 1000 mL que contiene 800 mL de agua, se disuelven calentando en el baño de agua 2 gramos de sulfanilamida. Se enfría, se filtra si es necesario y se agrega mientras se agita continuamente 100 mL de ácido clorhídrico concentrado ($d_{20^{\circ}\text{C}}=1.19\text{g/mL}$), luego se diluye a 1000 mL con agua.

D.4.2. Solución No.2 (Diclorhidrato de N-1-naftiletilendiamina): En un matraz aforado de 250 mL se disuelven en agua 0.25 gramos de diclorhidrato de N-1-naftiletilendiamina y luego se diluye a 250 mL.

Nota: Esta solución se guarda en un frasco oscuro herméticamente cerrado en refrigeración, durante un período no mayor de una semana.

D.4.3. Solución No.3 (Ácido Clorhídrico diluido): En un balón aforado de 1000 mL se diluyen 445 mL de ácido clorhídrico concentrado ($d_{20^{\circ}\text{C}}=1.19\text{g/mL}$) a 1000 mL con agua.

D.5. Preparación y Conservación de la Muestra:

D.5.1. Se toma una muestra representativa de por lo menos 200 gramos de acuerdo a lo que indica la norma de COGUANOR NGO 34 125 h14 y se almacena de manera tal que no se deteriore o cambie de composición.

D.5.2. Se prepara la muestra inmediatamente o si no fuera posible se almacena de 0 - 5 °C durante no más de 4 días.

D.5.3. Se homogeniza la muestra pasándola por lo menos 2 veces por la picadora y mezclándola; se guarda en un recipiente completamente lleno y cerrado herméticamente en refrigeración.

D.5.4. Se analiza lo antes posible, pero en todos los casos dentro de las 24 horas subsiguientes a la toma de la muestra.

Nota: En el caso de productos no cocidos se analiza inmediatamente después de la homogenización.

E. Procedimiento:

E.1. Elaboración de la Curva Patrón:

E.1.1. Se toman con pipeta alícuotas de 10 mL de las soluciones de concentraciones 2.5, 5.0 y 10.0 microgramos de nitrito de sodio (NaNO_2) por mL y se transfieren a matraces volumétricos de 100 mL, a cada uno de los cuales se les agrega agua hasta un volumen aproximado de 60 mL, a otro matraz volumétrico de 100 mL se transfiere aproximadamente 60 mL de agua.

E.1.2. A cada uno de los 4 matraces se agrega con pipeta las siguientes soluciones ya preparadas: 10 mL de Solución de Sulfanilamida y 6 mL de Solución de Ácido Clorhídrico diluido, se mezcla y se deja la solución en

reposo durante 5 minutos a temperatura ambiente en la oscuridad, se agregan 2 mL de Solución de Diclorhidrato de N-1-natiletildiamina, se mezcla y se deja en reposo de 3-10 minutos a temperatura ambiente en la oscuridad y luego se llevan a volumen con agua.

E.1.3. Se mide la absorbancia de las soluciones elaboradas en el inciso anterior en una celda de 1 cm de longitud óptica empleando un colorímetro fotoeléctrico o un espectrofotómetro a una longitud de onda de aproximadamente 538 nm.

E.1.4. Se construye la curva patrón de absorbancias en función de las concentraciones de las soluciones patrón de nitrito de sodio; dichas concentraciones se expresan en microgramos (μg)/mL.

F. Desproteización de la muestra de ensayos:

- F.1. Se pesan cerca de 10 gramos de la muestra preparada con una aproximación de 0.001 g.
- F.2. Se transfiere cuantitativamente la muestra al erlenmeyer de 300 mL, se agrega sucesivamente 5 mL de la solución saturada de borax y 100 mL de agua caliente a una temperatura no menor de 70° C.
- F.3. Se calienta el erlenmeyer durante 15 minutos en el baño de María hirviendo y se agita repetidamente.
- F.4. Se deja enfriar el erlenmeyer a temperatura ambiente y se le agrega sucesivamente 2 mL de ferrocianuro de potasio trihidratado y 2 mL de Acetato de Zinc dihidratado mezclado cuidadosamente después de cada adición.

F.5. Se transfiere el contenido del erlenmeyer al matraz aforado de 200 mL, se diluye con agua hasta el enrase y se mezcla. Se deja reposar el matraz durante 30 minutos a temperatura ambiente.

F.6. Se decanta cuidadosamente el líquido sobrenadante y se filtra a través de papel filtro plegado hasta obtener un filtrado claro.

- Nota:

Si se desea determinar el contenido tanto de nitritos como de nitratos en la misma muestra, se puede usar el mismo filtrado desproteinizado para ambos; también puede utilizarse el mismo filtrado para la determinación de cloruros.

G. Determinación de la concentración de nitritos.

G.1. Medición del Color:

G.1.1. Se transfiere con pipeta a un matraz aforado de 100 mL, una alícuota del filtrado no mayor de 25 mL y se le agrega agua hasta obtener un volumen de aproximadamente 60 mL.

G.1.2. Al matraz se le agrega con pipeta las siguientes soluciones: 10 mL de Solución de Sulfanilamida y 6 mL de Solución de Ácido Clorhídrico diluido, se mezcla y se deja la solución durante 5 minutos a temperatura ambiente en la oscuridad. Luego se adicionan 2 mL de Solución de Diclorhidrato de N-1-natiletildiamina se mezcla y se deja en reposo de 3-10 minutos a temperatura ambiente en la oscuridad; luego se diluye con agua hasta el enrase.

G.1.3. Se mide la absorbancia de la solución en una celda de 1 centímetro de longitud óptica empleando un colorímetro fotoeléctrico o un espectrofotómetro a una longitud de onda de aproximadamente 538 nanómetros.

- Nota:

Si la absorbancia de la solución coloreada obtenida a partir de la muestra excede la obtenida a partir de la solución patrón de concentración más alta, se repiten las operaciones para la medición del color, tomando una alícuota del filtrado más pequeña que la tomada anteriormente en el inciso G.1.1.

H. Determinación de la concentración de nitratos utilizando el Kit de reactivos Merckcoquant Test Nitratos.

H.1. Medición del Color:

H.1.1. Se transfiere con una pipeta 0.5 mL del filtrado a una cubeta de reacción.

Nota: ¡No se debe mezclar el contenido!

H.1.2. Añadir con pipeta 1.0 mL del reactivo $\text{NO}_3\text{-1K}$ a la cubeta de reacción.

Nota: ¡La cubeta se calienta!

H.1.3. Cierre firmemente la cubeta de reacción y mezcle.

Nota: Agarrar la cubeta solamente por la tapa roscada.

H.1.4. Dejar en reposo la cubeta caliente durante 10 minutos (tiempo de reacción)

Nota: No refrigerar con agua fría.

H.1.5. Medir la muestra de medición en el fotómetro.

- Nota:

Si la concentración reportada por el fotómetro esta fuera del rango de detección del método, las muestras deben de diluirse.y se debe de repetir las operaciones para la medición del color, tomando la alícuota del filtrado ya diluido.

I Número de Determinaciones:

Se deben efectuar dos determinaciones independientes, partiendo de muestras de ensayo diferentes, las cuales se toman de la misma muestra global.

J. Expresión de los Resultados:

J.1. Concentración de Nitritos:

J.1.1. El contenido de nitritos de la muestra se expresa en miligramos de nitrito de sodio por kilogramo (NaNO_2/Kg) y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Nitritos, como NaNO}_2 \text{ (mg/Kg)} = C \times \frac{20000}{m \times V}$$

m = Masa de la muestra, en gramos.

V = Volumen de la alícuota del filtrado tomada para la determinación en mililitros.

C = Concentración de nitrito de sodio correspondiente a la absorbancia de la solución preparada a partir de la muestra de ensayo, leída en la curva patrón, en $\mu\text{g/mL}$.

J.2. Concentración de Nitratos:

J.2.2. El contenido de nitratos de la muestra se expresa en miligramos de nitratos por kilogramo (NaNO_3/Kg) y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Nitratos, como KNO}_3 = \frac{0.0005 * C \text{ Fotómetro} * 1000 \text{ g}}{m}$$

En la que:

0.0005 = Es una constante.

m = Masa de la muestra, en gramos.

C Fotómetro = Concentración de nitratos correspondiente a la lectura dada por el fotómetro a partir de la muestra de ensayo leída.

K. Repetibilidad:

La diferencia entre los resultados de dos determinaciones realizadas simultáneamente o en rápida sucesión por el mismo analista, no deberá ser mayor del 10% de la media aritmética de dichos resultados.

El resultado final será la media aritmética de las tres determinaciones, siempre que el requisito de repetibilidad se haya cumplido.

El resultado se expresa con una aproximación de 1 mg de nitrito o nitrato de sodio por kilogramo de producto.

VIII. RESULTADOS

A. Descripción de las muestras estudiadas.

En el presente estudio se analizaron salchichas de trece marcas diferentes, siendo la marca B la más frecuentemente encontrada en la forma de oferta, en los supermercados donde se tomaron las muestras.

Tabla No. 1.

Marcas, Número de muestras y Tipo de carne en las salchichas ofertadas recolectadas en la ciudad capital en el mes de agosto del 2004.

No.	Marca	Número de muestras analizadas	Tipo de Carne
1	A	1	Pollo
2	B	10	Pollo
3	C	3	Pollo
4	D	3	No reporta
5	E	1	Res, pavo y cerdo
6	F	1	Pavo
7	G	2	Pollo
8	H	1	Pollo y marrano
9	I	4	Pavo
10	J	1	Pollo
11	K	1	Pollo
12	L	2	Bovino y Cerdo
13	M	3	Bovino y Pollo
Total	13	33	

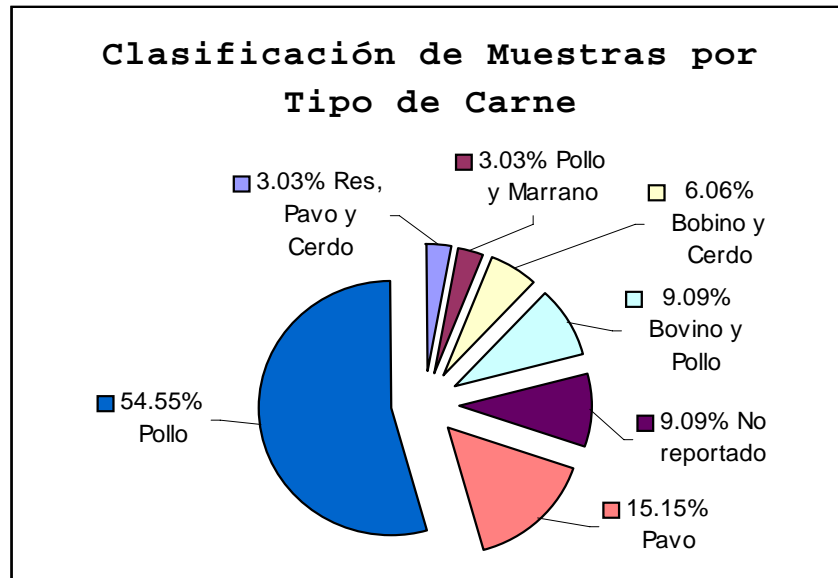
B. Clasificación de muestras por tipo de carne.

Tabla No. 2.

Tipo de Carne	MARCA	Cantidad de muestras	Porcentaje
Pollo y Marrano	H	1	3.03
Res, Pavo y Cerdo	E	1	3.03
Bovino y Cerdo	L	2	6.06
Bovino y Pollo	M	3	9.09
No reportado	D	3	9.09
Pavo	F e I	5	15.15
Pollo	A,B,C,G,J y K	18	54.55
Total	13 Marcas	33	100.00

Se observa que más del 50% de las salchichas estudiadas son a base de pollo; le sigue en cantidad las salchichas de pavo. Es importante señalar que más del 20% de las muestras son a base de mezcla de carne de dos o tres tipos diferentes, y que la marca "D" no reporta ningún tipo de carne utilizada.

C. Gráfica de la Clasificación de Muestras por tipo de carne.



D. Concentración de nitratos por Tipo de Carne.

Tabla No. 3.

Contenido de nitratos según Tipo de Carne reportado en las salchichas estudiadas.

Tipo de Carne	Contenido de Nitratos (X)
Bovino y Cerdo	1.0148
Pavo	1.1940
Pollo	1.3374
No reportado	1.3805
Pollo y Marrano	1.4803
Bovino y Pollo	2.1463
Res, Pavo y Cerdo	2.5933
Medidas Descriptivas	
Media =	1.5924
Mediana =	0.2275
Rango =	1.5785
Desviación estándar =	1.4621
Varianza =	2.1377

Se observa que el contenido de nitratos de 1.0148 a 2.5933 en las salchichas analizadas está en el rango permitido establecido por la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- y que la cantidad de estos no está relacionada con el tipo de carne roja o blanca utilizada en la elaboración de las salchichas.

E. Concentración de nitritos por Tipo de Carne.

Tabla No. 4.
Contenido de nitritos según Tipo de Carne reportado en las salchichas estudiadas

Tipo de Carne	Contenido de Nitritos (X)
No reportado	19.5427
Pollo y Marrano	22.1570
Bovino y Pollo	25.7513
Pollo	41.1693
Bovino y Cerdo	46.8225
Res, Pavo y Cerdo	101.5010
Pavo	104.0064
Medidas Descriptivas	
Media =	51.5643
Mediana =	41.1693
Rango =	84.4637
Desviación estándar =	33.6598
Varianza =	1132.9817

Se observa que el contenido de nitritos de 19.5427 a 104.0064 en las salchichas analizadas está en el rango permitido establecido por la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- y que la cantidad de estos no está relacionada con el tipo de carne roja o blanca utilizada en la elaboración de las salchichas.

F. Comparación de la concentración con el Límite permitido por COGUANOR.

Tabla No. 5.
Concentración de nitratos.

Tipo de Carne	Contenido de Nitratos (mg de NaNO ₃ / Kg de muestra)	COGUANOR Límite permitido 500 mg/Kg de producto
Bovino y Cerdo	1.0148	CUMPLE
Pavo	1.1940	CUMPLE
Pollo	1.3374	CUMPLE
No reportado	1.3805	CUMPLE
Pollo y Marrano	1.4803	CUMPLE
Bovino y Pollo	2.1463	CUMPLE
Res, Pavo y Cerdo	2.5933	CUMPLE

Tabla No. 6.
Concentración de nitritos.

Tipo de Carne	Contenido de Nitratos (mg de NaNO ₂ / Kg de muestra)	COGUANOR Límite permitido 200 mg/Kg de producto
No reportado	19.5427	CUMPLE
Pollo y Marrano	22.1570	CUMPLE
Bovino y Pollo	25.7513	CUMPLE
Pollo	41.1693	CUMPLE
Bovino y Cerdo	46.8225	CUMPLE
Res, Pavo y Cerdo	101.5010	CUMPLE
Pavo	104.0064	CUMPLE

G. Otros ingredientes reportados en las muestras estudiadas.

Tabla No. 7.
Ingredientes reportados en la etiqueta o impresos en el empaque en las salchichas analizadas.

IINGREDIENTE	MARCA												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
GRASA DE RES Y CERDO	X	X	X							X	X		X
PROTEINA VEGETAL	X	X	X					X	X	X	X		
HARINA DE TRIGO	X	X	X					X		X	X		
SAL	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
NITRITOS	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X
NITRATOS									X				
FOSFATOS	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
GLUTAMATO MONOSÓDICO	X	X	X					X	X	X	X	X	X
AZÚCAR	X	X	X		X		X	X	X	X	X		
PIMENTÓN	X	X	X					X		X	X		
AGUA	X	X	X		X	X	x	X		X	X	X	X
ERITORBATO DE SODIO	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X
LACTATO DE SODIO	X	X	X		X	X		X		X	X		
SORBATO DE POTASIO	X	X	X		X				X	X	X	X	X
CONDIMENTOS	X	X	X			X				X	X	X	X
ALMIDON					X								
CONSERVADORES					X								
SAL DE CURA					X								
ACIDO GLUTAMICO					X	X							
COCHINILLA					X								
HUMO LÍQUIDO						X							
ALMIDON DE PAPA									X				
FECULAS							X					X	X
ESPECIAS NATURALES	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		

Se observa que trece de los ingredientes reportados en la marca "A" son comunes en el resto de las marcas estudiadas. Además, la marca "D" no reporta ingredientes lo que la hace menos confiable que aquellas marcas que describen sus ingredientes; aunque la mayoría de las marcas estudiadas no describen totalmente sus ingredientes ya que engloban alguno, tal es el caso de las especias naturales.

IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo de la presente investigación fue analizar cuantitativamente la concentración de nitritos y nitratos en salchicha ofertada que se comercializa en los supermercados de la ciudad de Guatemala, debido a la accesibilidad económica de este producto alimenticio, así como su consumo por la población, en especial la de alto riesgo (niños).

Debido a que se cree que todo producto ofertado tiene una baja calidad tanto en las materias primas para su elaboración, como en su proceso de fabricación y una fecha de vencimiento corta; por lo que estos productos necesitan de una mayor concentración de preservantes, siendo en este caso especial, los nitritos y nitratos.

El análisis se realizó en salchichas, no importando el tipo de carne del que estuviesen elaboradas, empacadas al vacío y que se encontraban en oferta en los supermercados de la ciudad capital. El tipo de carne del cual estaban elaboradas las muestras (res, cerdo, aves, o mezclas de estos) no fue una variable necesaria de tomar en cuenta en esta investigación, ya que el límite de concentración de nitritos y nitratos es el mismo para todos los tipos, por lo que no afectó los resultados.

La metodología para la determinación de la concentración de nitritos descrita en la norma de la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR-, así como el método de análisis para determinación de la concentración de nitratos de la Asociación de Comunidades Analíticas -AOAC-, utilizadas en este estudio, poseen una gran desventaja, que es el que pueden dar un falso positivo con ciertas sustancias interferentes, ya que dichas sustancias pueden estar presentes como aditivos en las salchichas, tales como: ascorbato, fosfato y sulfitos.[9]

De las muestras analizadas la marca "B" fue la que con mayor frecuencia se encontró en la modalidad de ofertada en los supermercados muestreados, lo cual indica que esta marca es la que presenta mayor accesibilidad para el consumidor, tal como se observa en el tabla No.1. Así también, el tipo de carne más frecuente para la elaboración de las muestras analizadas fue la carne de aves (Pollo y Pavo), las que representaban el 54.54% y 15.16%, respectivamente, lo cual se demuestra en la gráfica del inciso C; de esto se infiere que la carne más utilizada para la elaboración de salchichas es la de aves, sobresaliendo la de pollo.

El 100% de las muestras analizadas poseían una concentración de nitritos y nitratos por debajo del límite permitido establecido por la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- para carnes procesadas y productos cárnicos, por lo que cumplen con la norma. Esto puede deberse a las siguientes razones: que

debido a que la mayoría de las muestras analizadas estaban elaboradas con carne blanca (de aves), esto hace que no sea necesario adicionarlos para cumplir con el objetivo de impartirles color; la otra razón, es que para que cumplan con el objetivo de preservantes es suficiente utilizar pequeñas cantidades, y la última razón, es que este tipo de productos necesita una menor cantidad de preservante, ya que se encontraban empacadas al vacío.

Un factor que en ambas metodologías hubo necesidad de adecuar fue la longitud de onda. De acuerdo a la curva de calibración se determinó que la longitud de onda a utilizar para la lectura de las absorbancias de las muestras para la cuantificación de nitritos fue de 540nm y para la cuantificación de los nitratos fue de 340nm, determinada por el barrido realizado por el fotómetro.

Con respecto a la determinación de la concentración de nitratos, al realizar la lectura en el fotómetro Spectroquant NOVA 60 a una longitud de onda de 340nm. y realizar los cálculos correspondientes, se determinó que la concentración de estos en las 33 muestras de salchichas analizadas era bastante baja con respecto al límite permitido establecido por la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR-. (Ver tabla del inciso G). Esto puede deberse a que las muestras analizadas se encontraban empacadas al vacío, haciendo casi nula la posibilidad de contaminación de las muestras por el ambiente, lo cual hace innecesario el uso de grandes cantidades de nitratos, ya que el ión nitrato es más estable que el ión nitrito, y la reactividad de los nitratos es bastante baja,

necesitando de las bacterias para su reducción; por tanto si no existen las anteriores no podrán efectuar su función.

Otro punto importante, es que la reducción de nitratos a nitritos se lleva a cabo al estar el producto en exposición constante con el oxígeno, es decir en un ambiente aeróbico; las muestras recolectadas analizadas estaban empacadas al vacío, por lo cual el ambiente aeróbico estaba restringido.

Este estudio refleja que la calidad química de las salchichas no se ve afectada por su condición de ofertada o por su bajo precio, y que la concentración de nitratos y nitritos utilizada en la elaboración de salchichas no depende del tipo de carne utilizada en su elaboración, como se observa en las tablas No.3 y No.4, respectivamente, donde la mezcla de carnes de res, pavo y cerdo fue la que presento la mayor concentración de nitratos no así de nitritos, ya que la mayor concentración de nitritos la presentó la elaborada con carne de pavo.

En la tabla No. 7, donde se describen los ingredientes reportados en la etiqueta o impresos en el empaque de las muestras analizadas, se observa que cada marca reporta como quiere, ya que las marcas E, F, G, H, I y L, no reportan grasa, la cual es un ingrediente indispensable para elaborar la pasta en la fabricación de las salchichas.

La hipótesis planteada al inicio de la investigación es válida debido a que la concentración de nitritos y nitratos contenida en las salchichas ofertadas empacadas al vacío que se comercializan en los supermercados de la ciudad de Guatemala, se encuentra por debajo de 200 mg/Kg y 500 mg/Kg, respectivamente; límite permitido por la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos -FDA- para carnes procesadas y productos cárnicos (embutidos) y adoptado por la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR-.

X. CONCLUSIONES

- Los nitritos y nitratos son preservantes que se encuentran comúnmente en la elaboración de salchichas debido a la presencia de concentración de estos en el 100% de las muestras analizadas.
- La cantidad de nitratos cuantificada fue bastante baja en el 100% de las muestras analizadas con respecto al límite permitido para su uso.
- La cantidad de nitritos cuantificada en el 100% de las muestras analizadas se encuentra por debajo del límite permitido para su uso.
- Las salchichas ofertadas empacadas al vacío que se comercializan en los supermercados de la ciudad de Guatemala contienen una concentración de nitritos y nitratos inferior al límite permitido por la Comisión Guatemalteca de normas -COGUANOR-, por lo que la hipótesis planteada se acepta.
- La marca "B" fue la que con mayor frecuencia se encontró en oferta en los supermercados de la ciudad capital por lo que se considera como la marca de mayor accesibilidad para el consumidor.

- El tipo de carne más frecuente en la elaboración de las muestras analizadas fue la carne de aves, por lo que se infiere que este tipo carne es el más utilizado para la elaboración de salchichas, siendo la de pollo la de mayor presencia (54.54%).
- El tipo de carne del cual estuvieran elaboradas las salchichas no fue determinante ya que el límite de concentración de nitritos y nitratos es el mismo para todos los tipos de salchicha.
- La baja concentración de nitratos en las muestras se debe a que los nitratos son precursores de los nitritos y su concentración normalmente va decreciendo hasta desaparecer.
- Los factores que influyen en que la concentración de nitritos y nitratos sea bastante baja con respecto al límite permitido son: que la mayoría de las muestras analizadas estaban elaboradas con carne blanca; que no es necesario adicionarlos para impartir color; y que este tipo de productos necesita una menor cantidad de preservante por encontrarse empacado al vacío.

- Las modalidades comerciales de “oferta” y el precio bajo en las salchichas no influye en su calidad química, siempre y cuando estén empacadas al vacío según el estudio realizado.
- En la práctica las correcciones de la longitud de onda a utilizar para la lectura de la absorbancia de las muestras analizadas para la determinación de la concentración de nitritos y nitratos se realizaron mediante una curva de calibración en el espectrofotómetro para nitritos y un barrido en el fotómetro para nitratos.

XI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar este estudio en otros tipos de productos cárnicos.
2. Evaluar la concentración de nitritos y nitratos en salchichas que no estén empacadas al vacío.
3. Se recomienda que cuando se apliquen estas dos técnicas se adecuen las longitudes de onda de acuerdo al modelo y tipo de aparato a utilizar.
4. Que al comprar salchichas se seleccionen aquellas que reporten sus ingredientes para que se conozca el contenido de aditivos químicos.
5. Se recomienda que en los empaques de salchicha al vacío sea agregada la leyenda: "Este producto está protegido por el proceso de empaque al vacío".
6. Evaluar la concentración de nitritos y nitratos en salchichas no ofertadas que se comercialicen en los supermercados de la ciudad capital.
7. Se recomienda que se consuman estos productos ofertados pero empacados al vacío, ya que esto asegura la calidad del producto.

XII. REFERENCIAS

- [1] Kirk, R.S. et.al. 1996. Composición y Análisis de Alimentos de Pearson. 2da. Ed. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México. pp. 518-555.

- [2] Potter, Norman N. 1978. La Ciencia de los Alimentos. Yates A. Trad. Edutex, S.A. México, DF. pp. 431-449.

- [3] Brovir, B. 1992. Bromatología. 3ra. Ed. López, A. trad. Buenos Aires, Argentina. pp. 170 -190.

- [4] McWilliams, Margaret. 1989. Food: Experimental Perspectives. Macmillan Publishing Company. New York, U.S.A. pp. 335-339.

- [5] Dreisbach, R.H. 1984. Manual de Toxicología Clínica: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento. 5ta. ed. Escamilla EF. trad. Editorial El Manual Moderno, S.A.: México, D.F. pp. 345-546 y 520-525

- [6] Food Chemicals Codex. 1981. Food and Nutrition Board. Division of Biological Sciences. Assembly of Life Sciences. National Research Council. 3rd. Ed. National Academy Press: Washington, D.C. USA. pp. 293.

- [7] Charley, A. 1987. Tecnología de Alimentos. Editorial Limusa. México. pp. 519-588.
- [8] George, T.A. 1990. Manual de Procesos Químicos en la Industria. 1a. Ed. Espinosa, M.A.; Merzberger, J.; y Viesca, R. Trad. McGraw-Hill. México, Tomo I. pp. 658 - 775.
- [9] Graham HP. 1980. The Safety Foods. 2da. Ed. AVI Publishing Company, Inc.: Westport, Connecticut, USA. pp. 319-341.
- [10] Horwitz, W. et al. 1975. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 12a ed. George Banta Company Inc.: Wisconsin, USA. pp. 1094.
- [11] Asociación Americana de Soya - ASA -. 1995. Manual de Proteína de Soya en Cárnicos. México. pp. 1-2.
- [12] Comisión Guatemalteca de Normas - COGUANOR -. 1986. Norma de Aditivos Alimenticios No. 34 192. Guatemala. 140.
- [13] Primo Yúfera, Eduardo. 1998. Química de los Alimentos. Síntesis, S.A. España. pp. 429.

- [14] Pearson DI The Chemical Analysis of Food. 6th. ed. Chemical Publishing Company, Inc.: New York, USA. 1970. XII. 604 (pp 39-40)
- [15] Valladares, M. 1994. Evaluación de Niveles de Nitritos y Nitratos en Agua del Lago de Amatitlán en Epoca Lluviosa. Guatemala. 73 p. Tesis Licda. En Química Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- [16] Desrosier, N.W. Conservación de Alimentos. 2a. ed. Habilidad A. trad. Editorial CECSA: México, D.F. 1984. pp. 334-336 y 343.
- [17] Comisión Guatemalteca de Normas - COGUANOR -. 1982. CDU. 637 51/52: 664.9:543.4. Carne y Productos Cárnicos: Determinación del contenido de nitritos y nitratos. No. 34 125 h9 y 34 125 h10.
- [18] Codex Alimentarius. FAO / OMS. 1992. División Alimentarius. Italia. pp. 252.
- [19] <http://El origen y uso de aditivos alimentarios e industriales>.
- [20] <http://milksci.unizar.es/adit/nitr.html>. Nitratos y nitritos.
- [21] <http://helas.nitritos>. Los nitritos en los alimentos: Una cuestión de sanidad ambiental.

- [22] Health aspects of nitrates and its metabolites. International workshop. Bilthoven (Holanda), 8 – 10 de noviembre de 1994. Consejo de Europa.
- [23] Comunicación personal con el Dr. Juan Urquizú. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Departamento de Control de Alimentos.
- [24] Valdez C., Ana Mariela. Determinación de la presencia de nitratos y nitritos como preservantes de carne de res ofertada distribuida en supermercados de la ciudad capital. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 48 pp.
- [25] <http://www.geocities.com/grupindustrialaisa/>. Nitritos y nitratos - aditivo para alimentos.

XIII. ANEXOS

Anexo No. 1.

Fórmula para determinar el número de muestras.

$$n = \frac{\frac{p q z^2}{d^2}}{\left(1 + \frac{1}{N} \right) \left(\frac{p q z^2}{d^2} \right) - 1}$$

En donde:

p : Porcentaje de probabilidades de que ocurra el evento (0.5)

q: Porcentaje de probabilidades de que no ocurra el evento (0.5)

z: Nivel de confianza (1.96)

d: Límite de error (0.1)

N: Número de supermercados de la ciudad capital que venden salchichas (51)

Anexo No. 2.

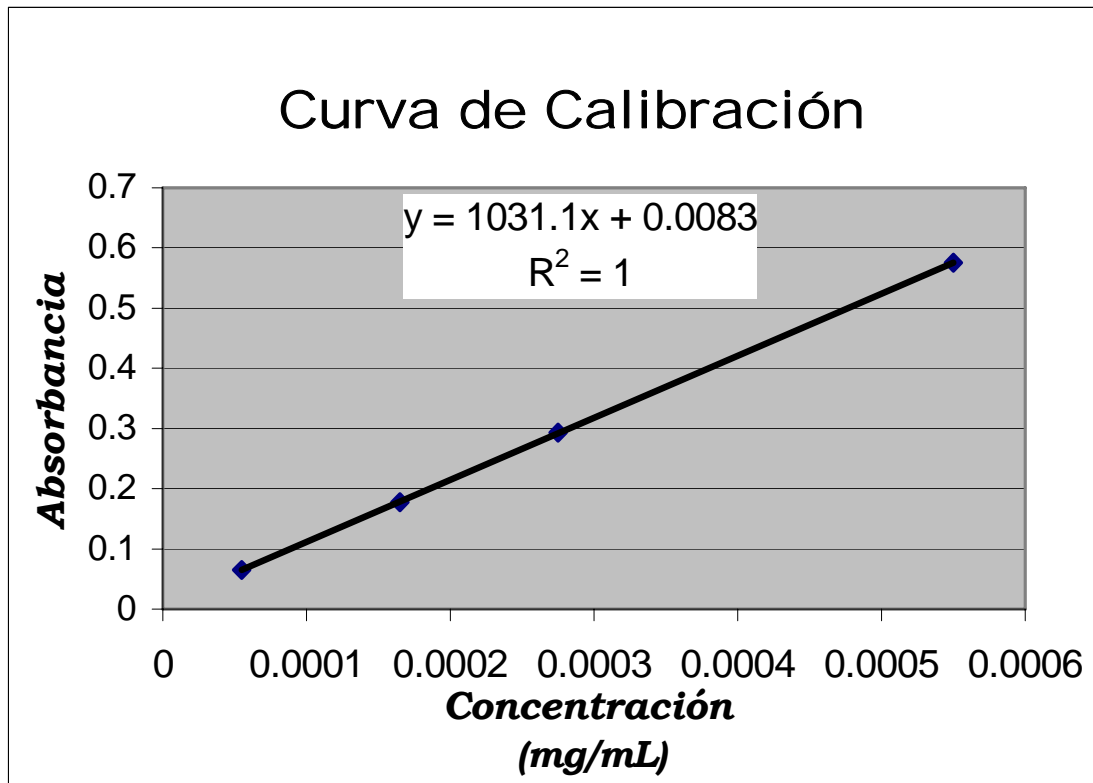
- Curva de Calibración de nitrito de sodio (NaNO_2) a una longitud de onda de 540 nm. (Curva Patrón).

CONCENTRACIÓN (mg/mL de Nitritos)	ABSORBANCIA 540 nm.
0.000055	0.06508
0.000165	0.17744
0.000275	0.29325
0.000550	0.57506

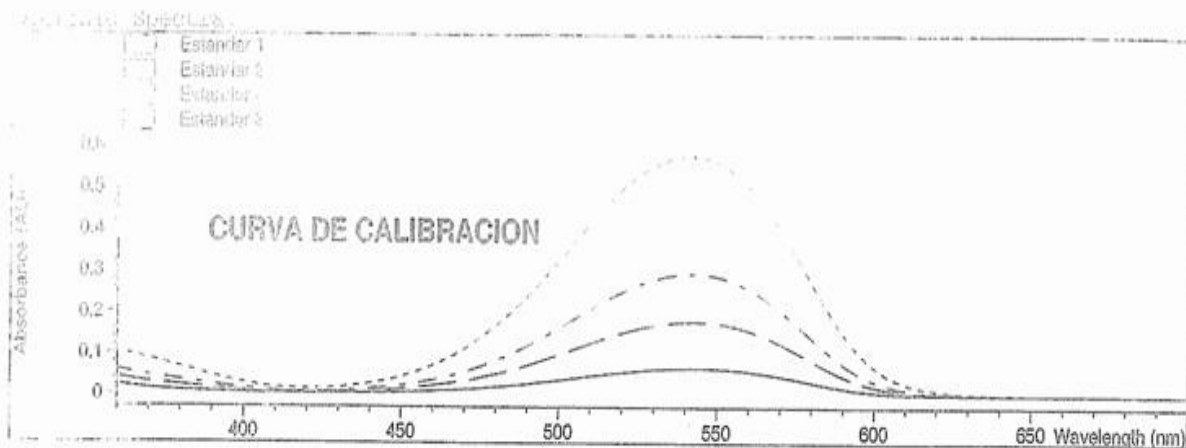
$$Y = A + B X$$
$$Y = 1031.1 X + 0.0083$$
$$R^2 = 1$$

Anexo No. 3.

**Gráfica de la regresión Lineal de la
Curva de Calibración**



Anexo No. 4.**Espectro de la Curva de Calibración**



#	Name	Abs<540nm>	#	Name	Abs<540nm>
1	Estandar 1	6.5081E-2	3	Estandar 4	0.57506
2	Estandar 2	0.17744	4	Estandar 3	0.29325

Report generated by : EGonzalez

Signature:

*** End Fixed Wavelength Report ***

Anexo No. 5.

Tabla No. 8.
ANÁLISIS OBLIGATORIOS A REALIZAR PARA OBTENER
EL REGISTRO DE UN EMBUTIDO Y SU COSTO.

PRUEBA	COSTO
1. Colorantes	Q 200.00
2. Almidón	Q 165.00
3. Preservantes: 3.1. Ácido Benzoico (benzoato de sodio): Identificación, no debe de contenerlo. 3.2. Ácido Sórbico (sorbato de potasio): Debe declararse en la etiqueta y lo cuantifican.	Q 800.00
4. Recuento de Coliformes fecales o E. Coli.	Q 120.00
5. Salmonella	Q 205.00
6. Staphylococcus	Q 145.00

Fuente: Laboratorio Nacional de Salud (LNS)