

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE QUIMICA



**Cuantificación de Nitritos y Nitratos en algunos de los embutidos que  
se consumen en la Ciudad de México.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

**P R E S E N T A**

**RUTH SPOTA GUERRERO**

**16733**

**MEXICO D.F.**

**1979.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

INTRODUCCION	1
1.- GENERALIDADES	4
2.- PROCEDIMIENTO UTILIZADO PARA CUANTIFICACION	28
3.- ENUMERACION DE LOS EMBUTIDOS ANALIZADOS Y RESULTADOS	35
CONCLUSIONES	55
BIBLIOGRAFIA	56

## I N T R O D U C C I O N

En los últimos años se ha visto aumentado el interés de los investigadores con respecto al campo del proceso, manufactura y almacenaje de alimentos.

Anteriormente era incluso desconocido y sin gran importancia el efecto que pudieran producir las sustancias empleadas en los procesos de elaboración de alimentos, pero investigaciones recientes realizadas durante prioridades de tiempo largo y corto en animales de laboratorio, con base en pruebas fisiológicas, bioquímicas y farmacológicas han demostrado que muchas de estas sustancias resultan tóxicas no solo para estos animales sino también a los seres humanos.

La mayor parte de estos estudios de investigación se prolongan bastante tiempo, a veces por años, puesto que hay que hacer notar las diferencias metabólicas que existen entre el hombre y los animales, las diferencias en los períodos de generación y otra serie de hechos que debemos tomar en cuenta al transferir los resultados obtenidos en la experimentación, principalmente en el caso de enfermedades como el cancer humano.

En estos estudios que se han realizado, una de las sustancias que se ha demostrado tiene un efecto tóxico en el hombre y los animales (de experimentación) es el Aditivo, que entérminos de manufactura se define como una sustancia o mezcla de sustancias de

origen distinto a las materias básicas que están presentes en el alimento como resultado de la acción premeditada en el procesamiento, almacenaje o empaque del mismo.

Muchos de estos compuestos se adicionan a los alimentos para protegerlos contra la putrefacción, resaltar su sabor, mejorar su valor nutritivo o para producir nuevas ó mejores propiedades específicas.

Puesto que en los animales los aditivos pueden ser metabolizados ó almacenados, es importante saber como son absorbidos, cuál es la trayectoria metabólica, que transformaciones sufren, cuál es la principal vía de eliminación, como se distribuyen en los órganos, así como datos de su probable acumulación. Aparentemente se podría decir que la experimentación realizada en el hombre sería definitiva a este respecto, a pesar de que la tendencia es a extrapolar los resultados obtenidos con animales.

En este caso en particular, efectuamos el estudio del contenido de Nitratos y Nitritos en algunos de los embutidos que se consumen en la Ciudad de México, ya que como veremos posteriormente, los Nitratos y Nitritos están incluidos en la clasificación de Aditivos con funciones específicas en particular.

Por estudios realizados en los últimos 7 años, se ha visto que estos aditivos (Nitratos y Nitritos) al desintegrarse el alimento en el que están agregados producen ácido nitroso que a su vez produce aminas secundarias y terciarias, las cuáles se ha comproba

do que forman por reacciones posteriores unos compuestos llamados Nitrosaminas, y no se tardó mucho en saber que algunas de estas Nitrosaminas son Cancerígenas y que experimentalmente produjeron cáncer en animales de prueba.

Entre otras muchas reacciones y transformaciones que sufre el Nitrito dentro del organismo humano cabe mencionar la reacción con mioglobina, la formación del Nitrato, la evolución de gases, la reacción con grupos sulfidrílicos y otras reacciones.

En esta Tesis se mostrará que alimentos, en este caso embutidos, fueron analizados, los métodos seleccionados para dicho análisis y los resultados que se obtuvieron, haciendo énfasis en que el presente es solo un pequeño estudio del efecto de los Aditivos de alimentos sobre los seres vivos, deseando que en el futuro este trabajo influya en la decisión de llevar a cabo un estudio científico de altos vuelos, mediante el cual se encuentre una solución a este problema vital para la salud humana, puesto que si se llega a demostrar completamente que tanto Nitratos como Nitritos producen cáncer, se tendrá que buscarles sustitutos que demuestren ser sustancias inocuas para los seres humanos.

## 1.- GENERALIDADES

### ADITIVOS ALIMENTARIOS.

#### Definición y Características Generales.

Gran porcentaje de los alimentos está constituido por compuestos químicos clasificados con los nombres de Carbohidratos, Grasas, Proteínas, Vitaminas, Sales Minerales, Agua, etc, pero de hecho se les pueden adicionar otros productos químicos ya sea en forma directa ó indirecta durante la producción, almacenaje o su procesamiento en general.

Muchos de estos compuestos pueden adicionarse a los alimentos para protegerlos de la putrefacción, resaltar su sabor, mejorar su valor nutritivo o para producir nuevas y mejores propiedades específicas.

En términos de manufactura, un Aditivo es definido como una sustancia ó mezcla de sustancias, distintas a las materias básicas originalmente presentes en el alimento, como resultado de la adición premeditada en el procesamiento del alimento. En general la adición tiene un objeto definido y de ninguna forma va en detrimento del valor alimenticio del producto.

El término Aditivo no involucra los contaminantes ocasionales ni productos químicos agrícolas utilizados en la producción de cultivos alimenticios para la alimentación del ganado y que posteriormente aparecen en el producto (carne) como residuo. Es-

tos productos son contaminantes indeseables y no son parte de la serie de Aditivos Técnicos.

A veces este grupo de Aditivos puede recibir el nombre de Aditivos "involuntarios", ya que no tienen un propósito útil en el producto final, sino que su uso es indirecto al alimento en sí, pero se adhieren al mismo en otros procesos tales como el envasado, empaque y otros. Se puede detectar lo antes dicho como lubricantes de las máquinas, trazas de plástico, etc. Todo esto constituye - un peligro para la salud.

#### CONDICIONES DE USO.

Las consideraciones acerca de la justificación del uso de los Aditivos Alimenticios, están en relación directa con los beneficios que reportan al consumidor y al productor a la vez, como por ejemplo:

- a) Mantener la calidad nutritiva del alimento.
- b) Mejorar la estabilidad y durabilidad con reducción en el desperdicio del alimento.

c) Hacer más atractivo el alimento al consumidor.

Las condiciones que no justifican este uso:

a) Encubrir fallas en el procesado, mala calidad de las materias primas ó técnicas defectuosas de manejo.

b) Engañar al consumidor.

c) Producir una reducción sustancial del valor nutritivo del alimento.



## PRINCIPIOS DE EVALUACION DE ADITIVOS.

a) No se deben tolerar Aditivos en los alimentos si estos no tienen propósitos útiles.

b) Puede permitirse el uso de un material no nutritivo si facilita la producción o procesado, y es inocua en la cantidad presente.

c) Puede permitirse este material, si da cualidades deseables al alimento terminado y se considera inofensivo.

d) Si una sustancia de toxicidad conocida, tiene un propósito útil en el proceso y no se puede sustituir por un material inocuo, puede permitirse su uso si la concentración a la que se formula es inofensiva.

En los últimos años los avances en las tecnologías para la conservación de alimentos han sido impresionantes y se puede llegar a eliminar la necesidad de emplear muchos aditivos, especialmente los conservadores.

## TOXICIDAD DE ADITIVOS

La toxicidad de Aditivos es la capacidad de estas sustancias de producir daño en los organismos humanos. Es de importancia establecer la inocuidad del empleo de los Aditivos.

Para aceptar o rechazar un Aditivo se toma como base la serie de pruebas Fisiológicas, Farmacológicas y Bioquímicas efectuadas en animales de laboratorio, a veces en seres humanos, realiza

das por investigadores capacitados.

Los estudios de Toxicidad incluyen experimentaciones de larga y corta duración. Los estudios de larga duración abarcan la mayor parte de la vida de los animales de experimentación y su importancia radica en las determinaciones del peligro de Carcinogénesis.

En la mayor parte de los estudios, estos se prolongan por años, con generaciones enteras de animales provenientes de diferentes especies. Sin embargo, hay que mencionar que entre el hombre y los animales existen diferencias metabólicas apreciables y también en períodos de generación, hechos que deben tomarse en cuenta al transferir los resultados obtenidos en la experimentación, principalmente en los casos de enfermedades como el cáncer humano que requiere de grandes períodos para desarrollarse.

Puesto que los animales pueden metabolizar o almacenar los Aditivos, es importante como son absorbidos, cuáles son las trayectorias metabólicas, que transformaciones que se llevan a cabo son importantes, cuál es la principal vía de eliminación, como se distribuyen en los órganos, así como datos de su probable acumulación. Aparentemente se podría concluir, que la experimentación realizada en el hombre, sería definitiva a este respecto, a pesar de que la tendencia es a extrapolar los resultados obtenidos con los animales.

De cualquier modo, la decisión para aceptar un Aditivo co-

rrresponde a las Autoridades Sanitarias y debe fundarse en que la dosis de empleo este por debajo del nivel peligroso para los seres humanos.

#### CLASIFICACION DE ADITIVOS.

Los Aditivos se clasifican en:

##### a) Aditivos Funcionales.

Son los Aditivos empleados en la elaboración de alimentos, principalmente por sus efectos funcionales en el producto final. Es decir, desempeñan una función básica y técnica definida, como por ejemplo dar color, impartir aroma y sabor, mejorar consistencia y textura, etc.,

Entre estos están los siguientes:

- 1.- Preservativos.
- 2.- Antioxidantes.
- 3.- Acidulantes.
- 4.- Neutralizadores y Reguladores.
- 5.- Emulsivos y Estabilizadores.
- 6.- Humectantes.
- 7.- Agentes de Maduración.
- 8.- Agentes de Blanqueo.
- 9.- Saborizantes.
- 10.- Edulcorantes.
- 11.- Colorantes.

**b) Aditivos de Enriquecimiento.**

Sen aquellos Aditivos empleados con el fin de mejorar el valor nutritivo del alimento. Estos Aditivos comprenden:

- 1.- **Vitaminas.**
- 2.- **Aminoácidos.**
- 3.- **Concentrados Protéicos.**
- 4.- **Sales Minerales.**

**c) Aditivos Dietéticos.**

Este grupo incluye todas las sustancias y materias primas empleadas en la elaboración de alimentos para uso dietético, principalmente sustitutos de Carbohidratos (Azúcares) y también incluyen otras sustancias para impartir características perdidas al sustituir los Carbohidratos y Grasas.

Entre estos están:

- 1.- **Edulcorantes Sintéticos.**
- 2.- **Sustitutos de Grasas.**
- 3.- **Sustitutos de Carbohidratos.**
- 4.- **Sustitutos de Sal.**

**EFFECTOS DEL pH.**

El pH es importante para la aromatización de los alimentos. Así, con los sabores de la carne se observa como el sabor es percibido y aceptado en determinados rangos de pH, de lo que se -

puede desprender que el sabor funciona como un indicador de acidez-alcalinidad y tiene su máximo desarrollo a determinado pH.

#### ESPECIAS.

Las especias se han utilizado como un condimento de alimentos para lograr efectos de sabor deseados. El nivel de uso está en función del gusto. Cuando decidimos extrapolar a la industria una fórmula que contenga especias, surgen problemas de que se presente una sobredosis de éstas, haciendo que el producto pierda el sabor propio del alimento a sepa a especia, como por ejemplo los platillos hechos a base de carne.

Se debe tomar en cuenta que la especia solo debe incrementar el sabor del alimento principal y no sustituirlo. Existen casos en que se utilizan las especias para imponer un sabor nuevo, pero son muy limitados.

El término Especia se refiere a productos aromáticos tropicales que constituyen las verdaderas especias. Entre estos están: nuez moscada, pimienta, canela y clavo. Posteriormente se produjeron mezclas en polvo como los chiles en polvo y el curry que es una mezcla de cardamomo, pimienta, cúrcuma, comino y vinagre y que es muy usado para sazonar carnes.

#### Aplicaciones de las Especias.

Las especias tienen aplicación en la producción siguiente:

a) Confitería: menta, yerbabuena, anís, canela.

b) Carnes Frías: pimienta, azafrán, orégano, pimentón, laurel, mejorana, mostaza, clavo, comino, canela.

c) Productos Vegetales: apio, cebolla.

d) Salsas: chile, apio, cebolla, orégano, tomillo.

e) Pastas: jengibre, nuez moscada, canela.

#### MEJORADORES DE SABOR.

Tienen por objeto mejorar de modo específico el sabor de los alimentos a los que es adicionado, y se dividen en 2 grupos:

a) Los que mejoran integralmente el sabor de un alimento resultando ciertos sabores latentes. Dentro de estos están el Glutamato Monosódico (GMS), Inosinato Disódico y Guanilato Disódico.

b) Los que imparten un sabor definido como los hidrolizados de proteínas tanto de levaduras como de vegetales. Estos reciben el nombre de sabores de carne, ya que ciertas dosis pueden producirlo. Se emplean cuando es necesario abatir el costo de producción y disminuir el precio del producto que requiere sabor a carne, en dosis bajas mejoran el sabor y en altas dosis imparten el sabor a carne.

#### Ventajas del uso de Hidrolizados de Proteínas Vegetales:

a) Permiten reemplazar la carne y el extracto de carne en la fabricación de alimentos.

b) Restauran el sabor carne a alimentos procesados, sobre to-

do en productos de carne de res.

c) Pueden conservarse por mucho tiempo sin pérdida del sabor ni descomposición.

#### COLORANTES NATURALES Y ARTIFICIALES.

El color es un constituyente vital de los alimentos. Los colorantes naturales pueden considerarse, en principio, como no tóxicos y asimilables por el organismo humano.

Los colorantes sintéticos que pertenecen al grupo de los Diazo-Compuestos son utilizados como colorantes de alimentos.

Los colorantes artificiales han sido considerados particularmente como peligrosos, debido a que pertenecen al grupo del alquitrán.

Estos compuestos se creen como posibles fuentes generadoras del cancer, debido a que unos derivados del alquitrán han sido capaces de inducir tumores cancerosos en animales de laboratorio.

#### FIJADORES DE COLOR.

Un alimento primeramente procesado, debido al tratamiento al que se le somete, tiende a perder algunas de sus características organolépticas como apariencia y color natural. Para contrarrestar este efecto, se emplea un grupo de Aditivos llamados fijadores de color, empleados especialmente en la fabricación de embutidos, con el objeto de mantener el color rojo de la carne curada por un medio aceptable, se pueden emplear solos o mezclados,

con antioxidantes.

Como se sabe, las características organolépticas de los productos cárnicos, tienden a alterarse con el contacto del aire y el  $O_2$  presente en los tejidos. Estas alteraciones se deben a agentes internos ó externos como temperatura, luz, humedad, etc.,

Entre los fijadores de color más usados están:

a) Acido Ascórbico y sus derivados. El color rojo de la carne se produce por la acción del óxido nítrico con la mioglobina, pigmento de la carne, y por la formación consecuente de el compuesto nitroso-mioglobina. La presencia de éste ácido agiliza la reacción de descomposición del  $NO_2$  en óxido nítrico. Después de el curado, el ácido restante actúa como antioxidante.

El ácido ascórbico y sus derivados se emplean en embutidos durante el ahumado y cocimiento en dosis de 20 a 50 gramos por cada 100 kilogramos de carne.

Ventajas.

a) Reaccionan con el  $O_2$  del aire evitando que se afecten los pigmentos de la carne que producen decoloración, los más comunes gris y verde debido a la presencia de Porphirinas.

b) Reducen todo pigmento café, dando el color de carne curada que se desea.

c) Absorben el aire, cuyos componentes destruyen los elementos del sabor.



#### Limitaciones.

- a) No intensifican el color de la carne.
- b) No son bacteriostáticos.
- c) No impiden la descomposición de los productos.
- d) El ácido se destruye en presencia de metales pesados (Cu Fe) por lo que no opera en recipientes hechos con estos metales.

b) Acido Cítrico. Este ácido combinado con el ascórbico y sus sales, inactiva ciertas enzimas naturales y actúa como secuestrante de metales, refuerza la acción fijadora del color en carne procesada.

c) Palmitato de Ascorbilo. Es el éster palmítico soluble del ácido ascórbico, se emplea para estabilizar grasas y aceites como antioxidantes, así como en embutidos y fiambres con un contenido alto de grasas para fijar el color. Las dosis permitidas son 0.60 gm/Kg ( 60 ppm) de grasa utilizada.

#### CONSERVADORES.

Son aquellas sustancias capaces de prevenir, retardar o detener el proceso de fermentación, putrefacción, u otra alteración de comestibles y bebidas, condicionadas por enzimas o microorganismos.

Requisitos para el uso de Conservadores.

- a) Prolongar la vida del Alimento.

- b) No debe ser Tóxico.
- c) No debe impartir sabor, color, textura extraña, cuando se usen en los niveles requeridos.
- d) Debe ser fácilmente soluble.
- e) Debe presentar propiedades antimicrobianas en el rango de pH del alimento en que se usa.
- f) Debe ser económico y práctico de usar.

Preservativos de Uso Común.

- a) Acido Benzóico y su Sal Sódica.
- b) Acido Propionico y sus sales.
- c) Acido Sórbico y sus sales.
- d) Anhídrido Sulfuroso, Acido Sulfuroso y sus sales.
- e) Difenilo.
- f) Urotropina.
- g) Antibióticos.

Está bien establecido que Nitratos y Nitritos son comunmente usados en la fabricación de carne curada y procesada para el desarrollo del color, cualidades organolépticas y control de botulismo. Durante la investigación sobre el uso del Nitrito como agente curante en carne, el término "Nitrito Residual" ocupa un papel de importancia considerable, ya que puede ser detectado por metodología analítica en un producto de carne. El Nitrito residual en carne curada ofrece algo tangible de considerar cuando el equilibrio entre los aditivos alimenticios repercute en la

salud humana.

En los Estados Unidos las regulaciones federales establecen, sobre el uso del Nitrito lo siguiente: "No más de 200 ppm de Nitrito residual pueden estar presentes en el producto final en el uso de Nitratos solos ó en combinación con Nitritos." En México las autoridades sanitarias tienen establecidos los mismos límites que se emplean en los Estados Unidos los cuáles se basan en los límites que establece la FDA.

Los Nitratos pueden ser reducidos a Nitritos por microorganismos en alimentos en el tracto gastrointestinal animal y humano ó por enzimas en tejidos animales. El Nitrato puede ser reducido en carnes por reacciones estrictamente químicas. El Nitrato de Sodio es absorbido lentamente desde el tracto gastrointestinal de perros y conejos; en ambos casos se excretan principalmente en la orina más que en las heces.

De cualquier modo, los Nitratos ejercen efecto antimicrobial significativo en alimentos dañados en su producción, ó en alimentos envenenados por microorganismos.

Los Nitratos y Nitritos pasan por reacciones de reducción para formar óxido nítrico que se combinará con la mioglobina para formar la nitrosomioglobina y con la hemoglobina para formar la nitrosohemoglobina, o con agua para formar ácido nitroso.

El Nitrito ( en la forma de ácido nitroso ) se combina con la hemoglobina y da la miohemoglobina, y con el pigmento de mioglobina en la carne para dar el típico color rosa de la carne cu

rada. El Nitrito reacciona con el ácido ascórbico, con quininas y con fenoles tales como la tirosina; también reacciona con la pepsina y reduce su actividad.

Los Nitritos son absorbidos del tracto gastrointestinal más rápido que los Nitratos. El Nitrito Dietético disminuye la asimilación de grasas pero no de carbohidratos y retardan el tiempo de vaciado del tracto. Un efecto hipotensivo es ejercido por los Nitritos a través de la vasodilatación. Con los eritrocitos humanos el Nitrito de Sodio causa la destrucción de Hemoglobina y pérdida de la integridad osmótica.

EL CLOSTRIDIUM BOTULINUM es inhibido por el Nitrito bajo las condiciones usadas en carnes curadas; la concentración inhibitoria depende del tipo y esfuerzo del número de células vegetativas ó esporas presentes; pH, temperatura, calentamiento anterior del Nitrito, y de la concentración de cloruro de sodio. Efectos similares se observan con CLOSTRIDIUM SPOROGENES.

El crecimiento de STAPHYLOCOCCUS AUREUS es inhibido por el Nitrito a concentraciones usadas en carnes curadas bajo condiciones ácidas de pH. De cualquier modo la producción de enterotoxina A estafilococal ó enterotoxina B no es inhibida por el Nitrito.

Los Nitratos pueden ser determinados en alimentos por el Método Oficial de la A. O. A. C. del m-xilenol, por el procedimiento de la Brucina, ó por Reducción de Nitratos a Nitritos calcu --

lando el contenido de Nitratos por diferencia entre el Nitrato de terminado antes y después de la reducción.

Los métodos para determinar Nitritos en alimentos, están basados en la diazotización del Nitrito con el ácido 4 aminobenzen sulfónico ó la amida seguido por la copulación con la 1 naftilamina ó la N,N dimetil-1-naftilamina y determinación espectrofotométrica del color azo formado.

Cuando el Nitrito es añadido a la carne, un análisis inmediato muestra que arriba del 50% de Nitrito no puede ser recuperado. Este desaparece más rápidamente con calentamiento y declina también durante el almacenamiento; la mayor parte de los resultados indica que inmediatamente después de la formulación aproximadamente del 50% al 75% del Nitrito original añadido puede ser medido por procedimientos analíticos. Subsecuentes procedimientos térmicos dan como resultado una pérdida adicional de Nitrito menor del 20 al 80%, y esta disminución continúa durante el almacenamiento. La mayor parte de carnes curadas, por consiguiente, contienen un nivel de Nitrito residual entre 10 y 50 ppm

Existen puntos de vista diferentes de los niveles de Nitrito residual. Uno de los niveles representa un conocimiento y una moderada absorción del Nitrito y, por consiguiente, debe ser considerado como de consecuencia para la salud humana. La concentración de Nitrito en la saliva humana es tal que, la pérdida de 6 a 12 miligramos de Nitrito por día es posible tan solo del deglutamien

to de nuestra propia saliva. Para consumir 6 miligramos de Nitrito, una persona tendría que comer 1/4 de libra de carne curada, con un nivel de Nitrito residual de 50 ppm.

Lógicamente, el Nitrito debe ser convertido a otras formas las cuáles pueden perderse o permanecer en el producto, de este modo, el conocimiento acerca de los productos de reacción formados del Nitrito y los constituyentes de la carne es mínimo, como la importancia e información acerca de la cantidad de Nitrito añadido para que el curado permanezca después del procesamiento.

#### REACCIONES DEL NITRITO.

1.- Reacción con Mioglobina. Una reacción bien establecida es la combinación del Nitrito con el pigmento muscular mioglobina para formar la nitrosilmioglobina. Los cálculos de tipos promedio revelan que una mol de mioglobina de la carne está ligada aproximadamente con 15 ppm de Nitrito. Este puede reaccionar con otros pigmentos que contengan porfirina tales como los citocromos y la hemoglobina, pero la cantidad de estos compuestos presente en los músculos generalmente es pequeña comparada con el contenido de mioglobina. Considerando también la hipótesis de que el pigmento cocido tiene la capacidad de unir dos equivalentes del Nitrito en lugar de uno, parece una suposición cierta. Por consiguiente entre el 10 y 20% del Nitrito añadido para el curado reacciona con compuestos que contienen porfirina en la carne.

2.- Formación del Nitrato. En productos de carne donde se añade Nitrito es frecuente observar la formación del Nitrato, como en el caso del tocino formulado sin Nitrato, la concentración fué alta debido a la alta concentración del Nitrito empleado. Una oxidación simultanea del Nitrito a Nitrato cuando el  $Fe^{2+}$  en oximioglobina es oxidado a  $Fe^{3+}$  ha sido reportado.

El nitrito también puede sufrir una auto-oxidación, resultando la formación de Nitrato y óxido nítrico.

3.- Producción de Gases. El potencial de pérdida de Nitrito a través de la formación y producción de gases durante el curado es cierto. La reacción de Van Slyke que consiste en la combinación del ácido nitroso con un grupo amino para producir Nitrógeno, siendo importante esta reacción porque depende del pH y la temperatura. La reacción ocurre más rápidamente bajo condiciones ácidas y temperaturas elevadas donde una amplia porción del Nitrito esta en forma disociado.

La formación de óxido nítrico ( $NO_3$ ) a partir del Nitrito o ácido nitroso, es la llave de la química del curado, donde el óxido nítrico es el componente activo para la formación del color en el curado. Los factores que controlan la producción de óxido nítrico y las reacciones que sufre una vez formado, probablemente determinan el nivel de Nitrito residual.

El óxido nítrico puede ser oxidado a dióxido de nitrógeno y

dar un gas. El alcance de ésta reacción está probablemente controlada por el contenido de oxígeno en los sistemas de la carne, el cuál es bajo en el interior de amplios cortes de la misma. Además, los esfuerzos están hechos a minimizar la incorporación de oxígeno durante la preparación de productos molidos.

Esto es claro desde la formulación de los dos gases, el óxido nítrico y el óxido nítrico están ambos formados de Nitrito incubado en la presencia de un producto molido.

El óxido nítrico, óxido nítrico, y el Nitrito han sido encontrados en los productos del gas principal en carne calentada.

La producción y formulación del óxido nítrico, óxido nítrico y nitrógeno, por reacción del Nitrito con el sistema de la carne puede contarse por pérdida de Nitrito. Otros trabajos establecen al óxido nítrico como el mayor producto gaseoso de la interacción del Nitrito con la carne. De cualquier modo, no todo el óxido nítrico necesariamente se pierde del producto como un gas; algo puede permanecer en el mismo, en combinación con un constituyente de la carne ó con un agente reductor añadido.

4.- Papel de los Grupos Sulfidrílicos. En el rango de pH de 2 a 3, una reacción ocurre entre el nítrito y la proteína llamada cisteína, con la consiguiente formación de la s-nitroso-cisteína. También ha sido demostrado que el Nitrito puede combinarse con grupos sulfidrilo en carne y formar los nitrosotioles por la vía de u--



nión a proteínas. Los cálculos muestran que el contenido de sulfidrilos en carne ( más o menos 20 milimoles por kilogramo) es 10 veces más grande que la cantidad de Nitrito añadido en una mol de base molar y entonces, teóricamente podía contar por pérdida de todo el Nitrito. Además los nitrosotiales una vez formados pueden sufrir una reacción de reducción, resultando un disulfuro y la liberación de óxido nítrico. Esta secuencia de reacción fué postulada para producir una forma de nitrito activado; el óxido nítrico entonces formado, puede fácilmente tomar parte en otras reacciones.

Análisis de carne cruda y porciones de carne curada solubles en agua, mostraron que arriba del 25% del Nitrito añadido - había reaccionado para formar los nitrosotiales. La cantidad de nitrosotiales formados fué igual con respecto al incremento de la concentración del Nitrito añadido en muestra cruda.

La importancia de la formación del nitrosotiol por pérdida de Nitritos fué calculada utilizando la proteína llamada miocina, la cuál fué tratada con Nitrito bajo varias condiciones: aplicando altas temperaturas, altas concentraciones de Nitrito y pH bajo fué posible hacer reaccionar todos los grupos sulfidrilos en pocos minutos.

Considerando la concentración de Nitrito, pH y condiciones de temperatura usualmente empleadas en un producto de carne, se concluye que la reacción directa entre el Nitrito y los grupos -

sulfidrilos en la proteína llamada miocina, es responsable para una pequeña proporción solamente de la pérdida total de Nitrito en el proceso de curado.

La función de los grupos sulfidrilos en la pérdida de Nitritos fué investigada bloqueando los grupos sulfidrilos con el reactivo alquilante N-etil-maleimida. Este procedimiento suprimió la producción de Nitrito pero no a tal punto que pudiera sugerir que los grupos sulfidrilos juegan un papel importante. En trabajos subsecuentes, la pequeña cantidad de ácido ascórbico endógeno en carne, se pensó que jugaba un papel importante en la producción del Nitrito, actuando como un electrón acarreador durante la reducción del Nitrito por los grupos sulfidrilos de las proteínas de la carne. La importancia de rastrear iones metálicos como agentes electrónicos de transferencia también fué considerada.

Finalmente las propiedades antibacterianas de los nitrosotioles pueden ser mencionadas: recientemente la nitrosotiol-cistefina ha demostrado tener un efecto microbiológico inhibitorio definido tan grande como el del Nitrito mismo.

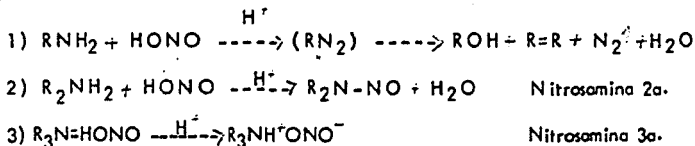
5.- Papel de la Mitocondria. Un papel distinto es sugerido para la Mitocondria en el mecanismo de curado. El Nitrito es reducido por la mitocondria muscular cuando un producto de la reacción es el nitrosilferricitocromo c. Cuando la incubación de este la metiomioglobina, la mitocondria muscular y la desoxigenasa re-

ducida son manejadas a una atmósfera de nitrógeno y el resultado es la formación del ferrocitocromo c y un equivalente estequiométrico de la nitrosilmioglobina con la nitrosilmetiomioglobina como un intermediario.

6.- Otras Reacciones. Entre estas se encuentran la interacción del Nitrito con reductores tales como el ascorbato, el que es añadido en el curado o puede encontrarse endógenamente en pequeñas cantidades de la carne.

También se ha estudiado el efecto de los iones metálicos y de algunos compuestos endógenos de bajo peso molecular, en la formación del color en carne curada. El  $Fe^{2+}$  descompone significativamente el Nitrito en ausencia de ascorbato, pero en presencia de éste,  $Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}$ , y  $Zn^{++}$  así como  $Fe^{++}$  y  $Fe^{+++}$  aumenta la descomposición del Nitrito.

Hace 5 años, la palabra nitrosamina era algo que habíamos oído en clase de Química Orgánica, el clásico ejemplo señalaba que la clase de compuestos llamados aminas ( Primaria 1a, Secundaria 2a, Terciaria 3a ) reaccionaban con ciertos compuestos tales como el ácido nitroso para formar otras sustancias tales como:



El Nitrito reacciona con aminas secundarias y terciarias formando las N-nitrosaminas. Los métodos analíticos para detectar nitrosaminas en alimentos están basados principalmente en Cromatografía gas-liquido acoplado con espectroscopia de masas. De cualquier modo, ésta técnica es solamente semicuantitativa con los bajos niveles de N-nitrosaminas detectadas en alimentos.

Las N-nitrosaminas son conocidos carcinogénicos y se han formado experimentalmente en tractos gastrointestinales de ratones, ratas, conejos y humanos por administración simultánea de Nitritos y aminas secundarias.

La pirólisis de proteínas durante el cocido podría producir aminoácidos tales como hidroxiprolina, prolina, arginina, lisina etc,. También algunas aminas secundarias podrían formarse de compuestos como la cadaverina y putrecina que son lisina y ornitina descarboxiladas respectivamente, como se muestra en las figuras 2, 3, 4.

Similarmente la prolina ó hidroxiprolina en alimentos podrían combinarse con ácido nitroso en el estómago y producir la nitrosoprolina que posiblemente puede ser descarboxilada en las condiciones básicas del pequeño intestino para producir la nitroso pirrolidina, un derivado nitrosaminado que se supone ser extremadamente carcinógeno.

La verdadera controversia relacionada a las nitrosaminas y la industria de la carne empezó hace algunos años cuando la muer



te de algunos animales en el norte de Europa fueron investigadas por comer harina de pescado. Esta harina en particular había sido particularmente nitrada, y los animales murieron por comerla. Como resultado de este incidente fueron identificados ciertos compuestos en la harina de pescado que ahora clasificamos como nitrosaminas. No se tardó mucho en encontrar que algunas de éstas fueran carcinogénicas, y ciertos compuestos de estos producen cáncer en animales de prueba. Sin embargo, no se ha detectado cáncer en humanos como resultado de las nitrosaminas, por haber marcadas diferencias entre especies de animales relativas a la conducta biológica de extraños compuestos.

Un compuesto carcinógeno es capaz de producir tumores en cualquier especie de prueba, por cualquier camino ó ruta, y a cualquier nivel de dosis. Este término incluye materiales inertes como el oro, plata, cloruro de sodio, ó plásticos (que pueden causar el cáncer por irritación localizada), pero en general se refiere a los carcinógenos más ampliamente reconocidos en la siguiente lista:

#### Químicos.

Hidrocarburos Aromáticos y Aminas.

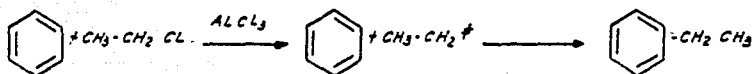
Compuestos de Anillo Aromatico Heterocíclico

Oxido de 4-nitroquinolina

Nitrosaminas

Compuestos Azo

FIGURA 5. LA REACCION DE FRIEDEL-CRAFTS ILUSTRRA EL PROCESO DE ALKILACION



Agentes Alquilantes

Uretanos

Polímeros

Físicos.

Radiaciones Ionizantes

Radiaciones Ultravioleta

Abrasivos

Otros.

Anormalidades Cromosómicas.

Virus.

Las nitrosaminas son agentes alquilantes. La reacción de Friedel-Crafts se usa para ilustrar el proceso de alquilación (Fig.5)

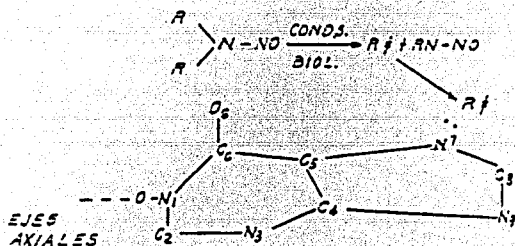
El mecanismo molecular de la inducción del cáncer ó tumor - está principalmente incorporada en teorías tentativas. Sin embargo en sistemas biológicos, las nitrosaminas pueden proporcionar grupos alquil activados ( $R^{++}$ ) como se muestra en la Fig.6. Estos grupos posiblemente puedan alquilar la posición 7-N de la porción de guanina de la molécula de DNA en el residuo de la guanina contrapuesta. Sin embargo, los agentes alquilantes no son fuertes carcinógenos. Las Figs. 7 y 8 ilustran las hipótesis de que el grupo R de una nitrosamina podría formar un puente entre dos residuos de guanina del DNA.

Es además teórico que esto posiblemente pueda causar anomal



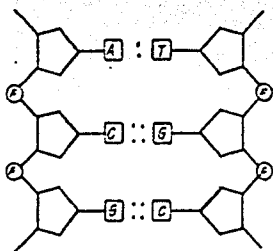
FIGURA 6

EN SISTEMAS BIOLÓGICOS LAS NITROSAMINAS PUEDEN PROPORCIONAR GRUPOS ALKIL ACTIVADOS (R#)

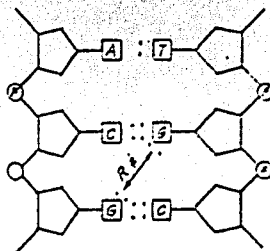


FIGURAS 7 Y 8

REPLICACION NORMAL DNA



REPLICACION ANORMAL DNA



EL GRUPO R# DE NITROSAMINAS PROBABLEMENTE PUEDA FORMAR UN PUENTE ENTRE DOS RESIDUOS DE GUANINA DE DNA

replicación o función del DNA y subsecuentemente causar crecimiento de un tumor. Empero, esto es todavía teórico y la evidencia que se ha encontrado ha sido en animales de prueba y se ha extrapolado estos datos a los humanos. La extrapolación de datos de una especie a otra es riesgosa y debe evitarse en lo posible.

La posible relación de las carnes curadas con el cáncer humano llegó a la conciencia pública en 1970 en un artículo intitulado "Nitrosaminas como Carcinógenos Ambientales". Un encabezado decía: "El cáncer humano puede ser causado por nitrosaminas formadas en el cuerpo, de nitritos digeridos y aminos secundarias. El cocido puede ser la fuente de estas aminos secundarias". Esto fué uno de los postulados originales sobre este tema y ha creado considerable preocupación entre el público y la comunidad científica.

Más específicamente dirigiendo el problema de las nitrosaminas en carnes curadas y procesadas, ha habido una preocupación considerable acerca de la presencia o posible presencia de nitrosaminas así como de Nitratos y Nitritos residuales en carne curada. Un dato importante ha sido el amplio número de reportes positivos de nitrosaminas volátiles en alimentos curados. El camino para la formación está todavía bajo consideración, sin embargo, la nitrosoprolina es un precursor posible de la nitrosopirrolidina en tocino ahumado.

Si de hecho, estos compuestos Nitratos, Nitritos y aminos reaccionan juntos formando nitrosaminas en el estómago y tracto -

intestinal de humanos, vamos a tener nitrosaminas presentes en nuestros sistemas sea que eliminemos Nitratos y Nitritos de las frutas, vegetales y carnes que consumimos, así como del agua potable, tendríamos una pequeña dificultad: el problema de eliminar la sañiva producida en nuestros propios cuerpos.

Tendríamos que eliminar también proteínas, amínoácidos, etc, de nuestra dieta para prevenir la posibilidad de nitración de amínoácidos de nuestra saliva que contiene Nitritos.

La situación de las nitrosaminas parece que se puede controlar con una pequeña eliminación de Nitratos y Nitritos de carne curada y procesada. Recientes investigaciones indican que el ácido ascórbico ó eritorbato pueden posiblemente proporcionar las condiciones requeridas y prevenir la formación de nitrosaminas en carne curada.

El mayor problema en la industria de la carne es la posibilidad de que tanto el Nitrato como el Nitrito fueran eliminados de la lista de aceptables para el uso de productos manufacturados de carne.

## 2.- PROCEDIMIENTO UTILIZADO PARA CUANTIFICACION.

De los diversos métodos empleados para cuantificación de Nitratos y Nitritos en embutidos, entre los que se encuentran los métodos de análisis de la A.O.A.C. el Método Modificado de Brucina de D. Mac Dougall y F.E. Roadhouse, la Determinación de M. J. Follett y P.W. Ratcliff, la determinación con ayuda de una reacción mixta de novocaína y thymol del Dr. Lichtemberg, y la Norma Oficial de Método de Prueba para la Determinación de Nitritos en Carnes Curadas, D.G.N. F-97-1965, se eligieron estos 2 últimos métodos para esta cuantificación por ser los más rápidos y accesibles en cuanto a material de laboratorio y reactivos para llevar a cabo este trabajo, además de que los resultados que se obtienen con estos métodos tanto de Nitritos como de Nitratos, son más exactos que los que se obtienen con los métodos tradicionalistas.

Antes de exponer los fundamentos de los dos métodos elegidos, cabe hacer la aclaración de que ambos sufrieron modificaciones para poder adaptarlos al trabajo hecho en laboratorio.

Las modificaciones que se efectuaron a la determinación de Nitritos por una reacción mixta de novocaína y thymol fueron:

a) Para la preparación de la muestra no se siguió el método de extracción de ésta determinación sino el de la Norma Oficial, pues se obtienen filtrados más claros con ella.

b) Después de agregar todos los reactivos no se obtenía el color deseado, por lo que se procedió a variar las cantidades de los reactivos uno por uno, para saber si en eso consistía. Después de varias pruebas en que los cantidades de los reactivos eran ya demasiado grandes, se procedió haciendo la prueba de tomar una alícota de la solución problema y antes de añadir cualquiera de los reactivos se agregaron 4 ml de ácido clorhídrico ( HCl ) 1 N y después los demás reactivos dando inmediatamente el color deseado; con esta prueba se modificaron las cantidades de los demás reactivos quedando de la siguiente manera: primero la alícota determinada, luego 4 ml de ácido clorhídrico 1 N, 1 ml de novocaína, 1 ml de solución alcohólica de Thymol y 1 ml de sosa cáustica al 40 %.

c) En ambas determinaciones tanto de Nitratos como Nitritos para realizar el trabajo más rápido y con mayor exactitud tanto de las alícotas como de los reactivos, de cada uno de ellos se tomó la cuarta parte, aforándose a 25 ml.

d) Los cálculos para la determinación de Nitritos por la reacción de novocaína y thymol se hicieron con las mismas condiciones establecidas en la Norma Oficial de Método de Prueba para la Determinación de Nitritos en Carnes Curadas, D. G. N. F-97-1965.

e) El método de la misma para determinar Nitritos fue adaptado para la determinación de Nitratos.

Hechas las aclaraciones se expondrán los fundamentos de los

métodos elegidos.

### NUEVO PROCEDIMIENTO.

La determinación de pequeños contenidos de Nitritos en los alimentos y en los tejidos, con ayuda de una reacción mixta de novocaína y thymol.

Por Dr. Heinz Lichtenberg. Oficina local de la Criminal de la Baja Sajonia, Hannover.

Con un método modificado cuyo principio para la determinación de procaína se dió a conocer antes, por Soehring, Frey y Schultz, se pudo, cambiando el objetivo del método, obtener una nueva forma sensible de trabajo para determinar cantidades pequeñas de Nitrito en materias orgánicas.

El principio del nuevo método para la determinación de Nitrito, consiste en que en la solución final se usa hidrocloreto de procaína en solución acuosa la que se diazotiza con una solución alcohólica de thymol. Cuando hay Nitrito se forma una materia colorante azoica de color rojo, con la solución alcohólica de thymol. La medición de los máximos y mínimos de absorción condujo al resultado de que el cuerpo colorante formado tiene su máximo de absorción a 450 m y su mínimo de absorción de 715 a 720 m.

Las mediciones se llevaron a cabo con ayuda de un fotómetro espectral de Zeiss, cuyo uso tiene la ventaja de que puede abarcarse un gran rendimiento de cantidades de colorante cuyo valor equivalente en Nitrito sea del orden de magnitud de 1 /ml.

El método de trabajo consiste en que se reducen a polvo fi-

no de 1,5 a 20 gramos del tejido o la salchicha. Es apropiado para ellos el uso de un Starmix. La pasta así obtenida se filtra y se centrifuga. La solución aforada a 50 ml se diluye con 3 a 5 ml de ácido tricloroacético por cada clara de huevo contenida, se agita otros 5' y se pasa a través de un filtro duro. Con ello se precipitan las materias de la clara de huevo.

Por lo general, los filtrados se vuelven claros con una centrifugación constante y cuando sea necesario, en una extracción adicional con éter, se puede alcanzar mayor claridad de los filtrados.

Se diluye con 2 ml de una n-NCl y se filtra de nuevo. Se agrega una solución de Novocaína (procaína, 500 mg de hidrocloreuro de novocaína en 100 ml de agua destilada). Después de otros 3' en los que se debe sacudir intensamente y enfriar lo más posible (no es estrictamente necesario un enfriamiento con hielo en la dizoterización), se añade 1 ml de una solución alcohólica de thymol al 1.5% y 1 ml de sosa caustica al 40% con una agitación lenta.

El color que aparezca amarillo en una concentración ligera, y rojo en una concentración más fuerte, se mide en fotómetro espectral, con lo que se determina la extinción de las soluciones con distintas longitudes de onda y con ayuda de curvas de comparación de dichas soluciones, cuyo contenido de Nitrito se sepa con exactitud, se determina la concentración buscada de Nitrito.

Las soluciones reactivas usadas, no dan ninguna extinción propia. Especialmente la adición del ácido tricloroacético no perturba la formación del colorante.

Con el método arriba citado es posible comprobar los contenidos inaceptablemente altos de Nitrito en las salchichas.

NORMA OFICIAL DE METODO DE PRUEBA  
PARA LA DETERMINACION DE "NITRITOS  
EN CARNES CURADAS" D.G.N. F-97-1965.

1.- DEFINICION Y GENERALIDADES.

Definición.

Se define como Nitrito el anión que tiene por características de construcción, un átomo de nitrógeno y dos de oxígeno, de acción monovalente, cuyo símbolo químico es  $\text{NO}_2^-$ .

2.- METODO DE PRUEBA.

Esta norma establece el método fotocolorímetro, para la determinación de Nitritos. Las condiciones en ella establecidas, fijan su alcance y limitaciones, así como su campo de aplicación.

3.- GENERALIDADES.

Por éste método se determinan concentraciones de Nitrito, con una aproximación de  $\pm 0.25\%$ , dependiendo esta aproximación de la exactitud con que se haga la prueba.

4.- FUNDAMENTO.

Este método se funda en la reacción colorida de los Nitritos



con el reactivo modificado de Griess.

#### 5.- CAMPO DE APLICACION.

Este método se aplica para determinaciones en carnes curadas

#### 6.- CLASIFICACION.

Esta norma establece un solo método de prueba para la determinación de Nitritos.

#### 7.- ESPECIFICACIONES.

Equipo.

Fotocolorímetro equipado, equipo común de laboratorio, reactivos, reactivo modificado de Griess.

Reactivo modificado de Griess.

Disuelva 0.5 gs de ácido sulfanílico en 150 ml de ácido acético al 15% V/V. Caliente 0.1 gs de -naftalina ó 0.125 gs del -clorhidrato de -naftalino en 20 ml de agua hasta disolución y -vierta en caliente en la solución de ácido acético diluido. Mezcle las dos soluciones y guardelas en frasco color ambar.

Solución Patrón de Nitritos.

Disuelva 1.1 gs de Nitrito de plata en agua libre de Nitritos, precipite la plata con solución de cloruro de sodio, diluya a 1 litro, mezcle, y deje sedimentar. Diluya 100 ml a 1 litro, y -enseguida afore 10 ml de esta solución a 1 litro, use en cada caso agua libre de Nitritos. 1 ml de esta solución final equivale a 0.0001 mg de nitrógeno como Nitrito.

## 8.- METODO DE PRUEBA.

### Procedimiento.

Pese 5 gramos de muestra finamente dividida y mezclada, vacíela cuidadosamente en un vaso de precipitados de 50 ml, agregue 40 ml de agua libre de Nitritos calentada previamente a 80°C, mezcle perfectamente con un agitador de vidrio, tenga cuidado de desmenuzar todos los grumos, transfiera a un matraz de 500 ml. Lave el vaso cuidadosamente con varias porciones de agua caliente, agregue las aguas del lavado al matraz. Lleve a 300 ml con agua caliente y durante 2 horas en baño de vapor, agitando ocasionalmente.

Agregue 5 ml de solución saturada de  $HgCl_2$  (cloruro mercurico), mezcle, enfríe a temperatura ambiente y afore con agua libre de Nitritos, agite, filtre, tome una alícuota determinada y afore con agua libre de Nitritos a 50 ml.

Añada 2 ml de reactivo, mezcle, deje reposar 1 hora para que desarrolle coloración. Transfiera una cantidad determinada de la solución al tubo del fotocolorímetro y lea la densidad óptica o la transmitancia a una longitud de onda de 520 milimicras, ajuste el aparato a 0 con un blanco que contenga 50 ml de agua (libre de Nitritos), más 2 ml de reactivo.

La lectura obtenida se interpola en la curva tipo, desarrollada de la siguiente manera: diluya volúmenes determinados de solución patrón de Nitritos en matraces aforados de 50 ml y adicione

a cada uno 2 ml del reactivo modificado de Griess, deje reposar 1 hora y tome las lecturas correspondientes; ajuste previamente el fotocolorímetro con blanco de agua libre de Nitritos. Grafique microgramos de Nitritos en las abcisas contra densidad óptica ó % de transmitancia en las ordenadas.

La curva estandard es una línea recta que debe tener 5 mcg de nitrógeno como Nitritos en la solución final.

#### 9. - RESULTADOS.

Expresa en ppm la concentración de Nitritos. Desarrolle por duplicado cuando menos la serie de experiencias, estas no deben variar entre sí en - 0.5%; de ser así repita la prueba. El resultado será el producto de la media aritmética.

### 3.- ENUMERACION DE LOS EMBUTIDOS ANALIZADOS Y RESULTADOS

Los embutidos analizados fueron los siguientes:

Jamón Endiabado Marca Zwan, S. A.  
Jamón de Espaldilla Marca Atemajac, S. A.  
Jamón de Pierna Marca La Luz, S. A.  
Queso de Puerco Marca Fud, S. A.  
Salchichón estilo Viena Marca Herdez, S. A.  
Salchichón con ajo Marca Delchef, S. A.  
Salámi estilo Milano Marca Parma, S. A.  
Pastel de Pollo Marca KIR, S. A.  
Pate de Cerdo Marca Ibero-Mex, S. A.  
Pate de Cerdo Marca Fud, S. A.

La preparación de las muestras se hizo de acuerdo con el método de extracción de la Norma Oficial de Método de Prueba para la Determinación de Nitritos en Carnes Curadas, D. G. N. F-97-1965. Así las cantidades de alícuotas originales eran de 20, 30, 35, 40, 45 y 50 ml y la cantidad de reactivo en el caso de la determinación de Nitratos era de 2 ml.

Para la determinación de Nitritos las cantidades de los reactivos eran de 4 ml para el ácido clorhídrico 1 N, 1 ml para la novocaína, 1 ml para la solución alcohólica de thymol y 1 ml para la sosa cáustica al 40%.

Con el trabajo efectuado a la cuarta parte las cantidades de las alícuotas quedaron de la siguiente manera: 5, 7.5, 10, 11.2, y 12.5 ml; del reactivo de Griess la cantidad quedó en 0.25 ml; iguales cantidades quedaron para el ácido clorhídrico 1 N, para

la novocaína, para la solución alcohólica de thymol y para la sosa cáustica al 40%.

Expuesto lo anterior estos fueron los resultados en las cuatro series de experiencias que se llevaron a cabo con las diferentes muestras, mostrando primero los resultados de las determinaciones de Nitritos en muestras de 5 gramos, y posteriormente las determinaciones de Nitratos también en muestras de 5 gramos.

JAMON ENDIABLADO MARCA ZWAN. S.A. ( 5 GRAMOS)

Alícuotas	lecturas a 450 milimicras			
20 ml	0.02	0.03	0.03	0.02
30 ml	0.04	0.04	0.04	0.04
35 ml	0.05	0.049	0.05	0.05
40 ml	0.06	0.06	0.061	0.06
45 ml	0.068	0.068	0.069	0.068
50 ml	0.08	0.08	0.081	0.081

Estas lecturas se interpolaron con la curva estándar para obtener la concentración de Nitritos en microgramos, los cuales se relacionan a los gramos que se emplearon en la muestra, éste último dato se multiplicó por la dilución empleada o sea por 4.

Ejemplo: El cálculo para la primera lectura de 20 ml sería - así:

$$\begin{array}{l} 0.2 \text{ gramos} \text{ ---- } 0.3 \text{ mcg} \\ 1.0 \text{ gramos} \text{ ---- } X \end{array} \quad X = 1.5 \text{ mcg/g} \times 4 = 6 \text{ ppm}$$

mg/kg - mcg/g - ppm

Como se efectuaron 4 lecturas sería muy largo enumerar todas los cálculos, por lo que se reportará solo el promedio de las cuatro lecturas.

Alf cuotas	Promedio
20 ml	7.2 ppm
30 ml	7.3 ppm
35 ml	7.58ppm
40 ml	8.05ppm
45 ml	8.04ppm
50 ml	8.4 ppm

JAMON DE ESPALDILLA MARCA ATEMAJAC, S.A. (5 GRAMOS)

Alf cuotas	Lecturas a 450 milimicras			
20 ml	0.20	0.20	0.21	0.20
30 ml	0.28	0.31	0.31	0.29
35 ml	0.30	0.33	0.306	0.30
40 ml	0.32	0.35	0.32	0.32
45 ml	0.332	0.33	0.33	0.33
50 ml	0.35	0.34	0.345	0.35

Alf cuotas	Promedio
20 ml	54.8 ppm
30 ml	49.7 ppm
35 ml	46.4 ppm
40 ml	42.0 ppm
45 ml	38.4 ppm
50 ml	36.4 ppm

JAMON DE PIERNA MARCA LA LUZ, S.A. (5 GRAMOS)

Alf cuotas	Lecturas a 450 milimicras			
20 ml	0.095	0.09	0.099	0.098
30 ml	0.14	0.138	0.14	0.141
35 ml	0.177	0.17	0.17	0.17
40 ml	0.205	0.20	0.20	0.20
45 ml	0.222	0.22	0.22	0.22
50 ml	0.25	0.249	0.25	0.25

Alcuotas	Promedio
20 ml	24.85 ppm
30 ml	23.95 ppm
35 ml	25.11 ppm
40 ml	25.75 ppm
45 ml	22.93 ppm
50 ml	25.56 ppm

QUESO DE PUERCO MARCA FUD, S.A. (5 GRAMOS)

Alcuotas	Lecturas a 450 milimicras			
20 ml	0.14	0.14	0.14	0.14
30 ml	0.19	0.19	0.19	0.19
35 ml	0.249	0.248	0.249	0.249
40 ml	0.265	0.266	0.265	
45 ml	0.27	0.27	0.27	0.27
50 ml	0.29	0.29	0.29	

Alcuotas	Promedio
20 ml	36.00 ppm
30 ml	32.52 ppm
35 ml	36.45 ppm
40 ml	34.00 ppm
45 ml	30.72 ppm
50 ml	29.92 ppm

SALCHICHON ESTIL VIENA MARCA HERDEZ, S.A. (5 GRAMOS)

Alcuotas	Lecturas a 450 milimicras			
20 ml	0.082	0.082	0.08	0.07
30 ml	0.132	0.14	0.13	0.13
35 ml	0.158	0.16	0.16	0.158
40 ml	0.188	0.19	0.185	0.18
45 ml	0.21	0.212	0.21	0.21
50 ml	0.23	0.24	0.235	0.24

AlfCuotas	Promedio
20 ml	20.6 ppm
30 ml	22.86 ppm
35 ml	27.4 ppm
40 ml	23.75 ppm
45 ml	23.85 ppm
50 ml	24.12 ppm

SALCHICHON CON AJO MARCA DELCHEF, S.A. (5 GRAMOS)

AlfCuotas	Lecturas a 450 milimicras			
20 ml	0.062	0.063	0.062	0.062
30 ml	0.079	0.079	0.08	0.08
35 ml	0.09	0.089	0.09	0.09
40 ml	0.09	0.09	0.09	0.09
45 ml	0.101	0.101	0.102	
50 ml	0.105	0.105	0.105	

AlfCuotas	Promedio
20 ml	16.5 ppm
30 ml	13.98 ppm
35 ml	13.42 ppm
40 ml	11.80 ppm
45 ml	11.72 ppm
50 ml	10.88 ppm

SALAMI ESTILO MILANO MARCA PARMA, S.A. (5 GRAMOS)

AlfCuotas	Lecturas a 450 milimicras			
20 ml	0.015	0.014	0.015	0.015
30 ml	0.02	0.02	0.021	0.021
35 ml	0.027	0.028	0.028	0.028
40 ml	0.03	0.03	0.03	0.03
45 ml	0.031	0.03	0.031	0.031
50 ml	0.04	0.04	0.04	0.04



Alícuotas	Promedio
20 ml	4.7 ppm
30 ml	4.6 ppm
35 ml	4.5 ppm
40 ml	4.2 ppm
45 ml	3.85 ppm
50 ml	4.32 ppm

PASTEL DE POLLO MARCA KIR, S.A. (5 GRAMOS)

Alícuotas	Lecturas a 450 milimicras			
20 ml	0.03	0.03	0.029	0.031
30 ml	0.04	0.04	0.04	0.04
35 ml	0.051	0.05	0.05	0.051
40 ml	0.062	0.061	0.06	0.06
45 ml	0.067	0.066	0.066	0.066
50 ml	0.07	0.07	0.07	0.08

Alícuotas	Promedio
20 ml	8.4 ppm
30 ml	7.2 ppm
35 ml	7.76 ppm
40 ml	8.07 ppm
45 ml	7.8 ppm
50 ml	7.6 ppm

PATE DE CERDO MARCA IBERO-MEX, S.A. (5 GRAMOS)

Alícuotas	Lecturas a 450 milimicras			
20 ml	0.04	0.045	0.039	0.041
30 ml	0.045	0.045	0.04	0.044
35 ml	0.06	0.05	0.05	0.05
40 ml	0.065	0.07	0.06	0.06
45 ml	0.078	0.078	0.07	0.07
50 ml	0.082	0.08	0.08	0.082

Alicuotas	Promedio
20 ml	11.3 ppm
30 ml	7.98 ppm
35 ml	8.1 ppm
40 ml	8.6 ppm
45 ml	8.86 ppm
50 ml	8.48 ppm

PATE DE CERDO MARCA FUD, S. A. (5 GRAMOS)

Alicuotas	Lecturas a 450 milimicras			
20 ml	0.022	0.02	0.03	0.032
30 ml	0.03	0.03	0.032	0.035
35 ml	0.04	0.042	0.041	0.044
40 ml	0.06	0.06	0.06	0.06
45 ml	0.06	0.061	0.06	0.061
50 ml	0.06	0.06	0.062	0.062

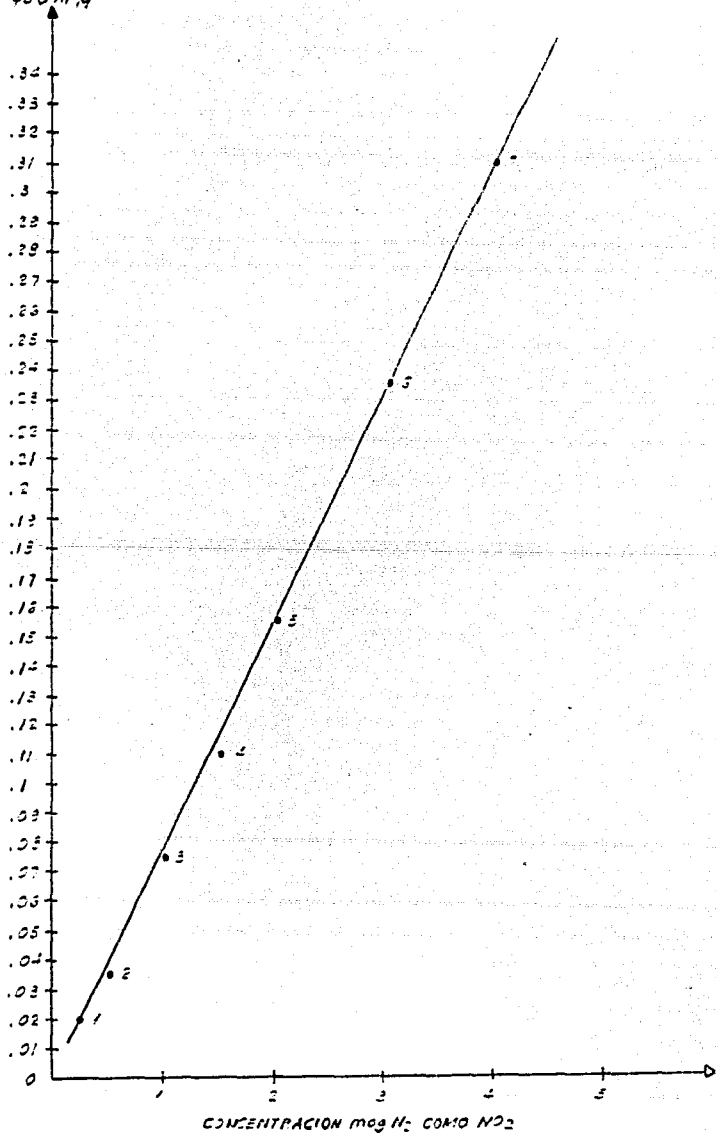
Alicuotas	Promedio
20 ml	7.45 ppm
30 ml	5.9 ppm
35 ml	6.49 ppm
40 ml	8.0 ppm
45 ml	7.14 ppm
50 ml	6.48 ppm

LECTURAS DE LA SOLUCION ESTANDARD DE NITRITOS.

Concentración	meq	Absorbancia a 450 m
0.3	3 ml	0.02
0.5	5 ml	0.035
1.0	10 ml	0.075
1.5	15 ml	0.1
2.0	20 ml	0.15
3.0	30 ml	0.235
4.0	40 ml	0.31

# CURVA STANDARD DE LA SOLUCION DE NITRATOS

ABSORBANCIA  
450 m,  $\mu$



N I T R A T O S

JAMON ENDIABLADO MARCA ZWAN, S.A. (5 GRAMOS)

Alicuotas	Lecturas a 520 milimicras			
20 ml	0.04	0.039	0.04	0.04
30 ml	0.065	0.065	0.064	0.065
35 ml	0.08	0.08	0.08	0.08
40 ml	0.089	0.089	0.089	0.09
45 ml	0.1	0.09	0.1	0.1
50 ml	0.12	0.11	0.11	0.11

Alicuotas	Promedio	
20 ml	13.1	ppm
30 ml	15.13	ppm
35 ml	16.17	ppm
40 ml	16.0	ppm
45 ml	15.73	ppm
50 ml	16.0	ppm

JAMON DE ESPALDILLA MARCA ATEJAMAC, S.A. (5 GRAMOS)

Alicuotas	Lecturas a 520 milimicras			
20 ml	0.03	0.035	0.03	0.03
30 ml	0.05	0.049	0.05	0.051
35 ml	0.07	0.059		
40 ml	0.07	0.06		
45 ml	0.08	0.08	0.082	0.085
50 ml	0.082	0.082	0.085	0.09

Alícuotas	Promedio
20 ml	10 ppm
30 ml	11.46 ppm
35 ml	12.39 ppm
40 ml	15.53 ppm
45 ml	12.93 ppm
50 ml	12.12 ppm

JAMON DE PIERNA MARCA LA LUZ, S.A. ( 5 GRAMOS )

Alícuotas	Lecturas a 520 milimicras			
20 ml	0.01	0.01	0.01	0.01
30 ml	0.03	0.03	0.03	0.03
35 ml	0.04	0.042	0.04	0.042
40 ml	0.049	0.05	0.05	0.05
45 ml	0.065	0.065	0.065	0.06
50 ml	0.07	0.07	0.07	0.07

Alícuotas	Promedio
20 ml	0.8 ppm
30 ml	6.4 ppm
35 ml	7.77 ppm
40 ml	8.55 ppm
45 ml	9.91 ppm
50 ml	9.92 ppm

QUESO DE PUERCO MARCA FUD, S.A. ( 5 GRAMOS )

Alícuotas	Lecturas a 520 milimicras			
20 ml	0.011	0.011	0.012	0.012
30 ml	0.02	0.02	0.02	0.02
35 ml	0.026	0.025	0.025	0.025
40 ml	0.028	0.028	0.029	0.029
45 ml	0.03	0.03	0.03	0.03
50 ml	0.038	0.038	0.038	0.038

Alícuotas	Promedio
20 ml	2.2 ppm
30 ml	3.73 ppm
35 ml	4.39 ppm
40 ml	4.6 ppm
45 ml	4.26 ppm
50 ml	4.96 ppm

SALCHICHON ESTILO VIENA MARCA HERDEZ, S. A. (5 GRAMOS)

Alícuotas	Lecturas a 520 milimicras			
20 ml	0.07	0.06	0.075	0.072
30 ml	0.12	0.12	0.12	0.12
35 ml	0.15	0.15	0.15	0.15
40 ml	0.17	0.17	0.18	0.18
45 ml	0.2	0.2	0.2	0.2
50 ml	0.23	0.23	0.23	0.23

Alícuotas	Promedio
20 ml	26.3 ppm
30 ml	24.8 ppm
35 ml	31.76 ppm
40 ml	32.7 ppm
45 ml	33.24 ppm
50 ml	34.72 ppm

SALCHICHON CON AJO MARCA DELCHEF, S. A. (5 GRAMOS)

Alícuota	Lecturas a 520 milimicras			
20 ml	0.025	0.024	0.024	0.024
30 ml	0.035	0.033	0.033	0.035
35 ml	0.04	0.04	0.04	0.04
40 ml	0.05	0.05	0.05	0.05
45 ml	0.06	0.06	0.06	0.06
50 ml	0.07	0.069	0.07	0.07

Alícuotas	Promedio
20 ml	7.3 ppm
30 ml	7.19 ppm
35 ml	7.54 ppm
40 ml	8.6 ppm
45 ml	9.24 ppm
50 ml	9.84 ppm

SALAMI ESTILO MILANO MARCA PARMA, S. A. (5 GRAMOS)

Alícuotas	Lecturas a 520 milimicras			
20 ml	0.01	0.01	0.01	0.01
30 ml	0.012	0.012	0.012	0.011
35 ml	0.015	0.015	0.015	0.015
40 ml	0.02	0.02	0.02	0.02
45 ml	0.022	0.022	0.022	0.022
50 ml	0.028	0.028	0.028	0.027

Alícuotas	Promedio
20 ml	0.8 ppm
30 ml	1.53 ppm
35 ml	1.88 ppm
40 ml	2.8 ppm
45 ml	2.84 ppm
50 ml	3.48 ppm

PASTEL DE POLLO MARCA KIR, S. A. (5 GRAMOS)

Alícuotas	Lecturas a 520 milimicras			
20 ml	0.02	0.021	0.02	0.021
30 ml	0.03	0.029	0.03	0.03
35 ml	0.038	0.038	0.039	0.038
40 ml	0.042	0.04	0.042	0.04
45 ml	0.048	0.048	0.048	0.048
50 ml	0.05	0.051	0.051	0.05



Alícuotas	Promedio
20 ml	5.8 ppm
30 ml	6.26 ppm
35 ml	7.14 ppm
40 ml	6.8 ppm
45 ml	7.28 ppm
50 ml	6.96 ppm

PATE DE CERDO MARCA IBERO-MEX, S. A. ( 5 GRAMOS )

Alícuotas	Lecturas a 520 milimicras			
20 ml	0.05	0.04	0.05	0.05
30 ml	0.058	0.06	0.06	0.059
35 ml	0.08	0.062	0.078	0.082
40 ml	0.09	0.09	0.09	0.092
45 ml	0.098	0.092	0.095	0.096
50 ml	0.11	0.11	0.11	0.11

Alícuotas	Promedio
20 ml	16.2 ppm
30 ml	13.62 ppm
35 ml	15.34 ppm
40 ml	16.2 ppm
45 ml	15.33 ppm
50 ml	16.0 ppm

PATE DE CERDO MARCA FUD, S. A. ( 5 GRAMOS )

Alícuotas	Lecturas a 520 milimicras			
20 ml	0.01	0.027	0.029	0.03
30 ml	0.03	0.04	0.045	0.047
35 ml	0.042	0.042	0.051	0.055
40 ml	0.058	0.06	0.065	0.06
45 ml	0.062	0.065	0.073	0.08
50 ml	0.07	0.077	0.08	0.09

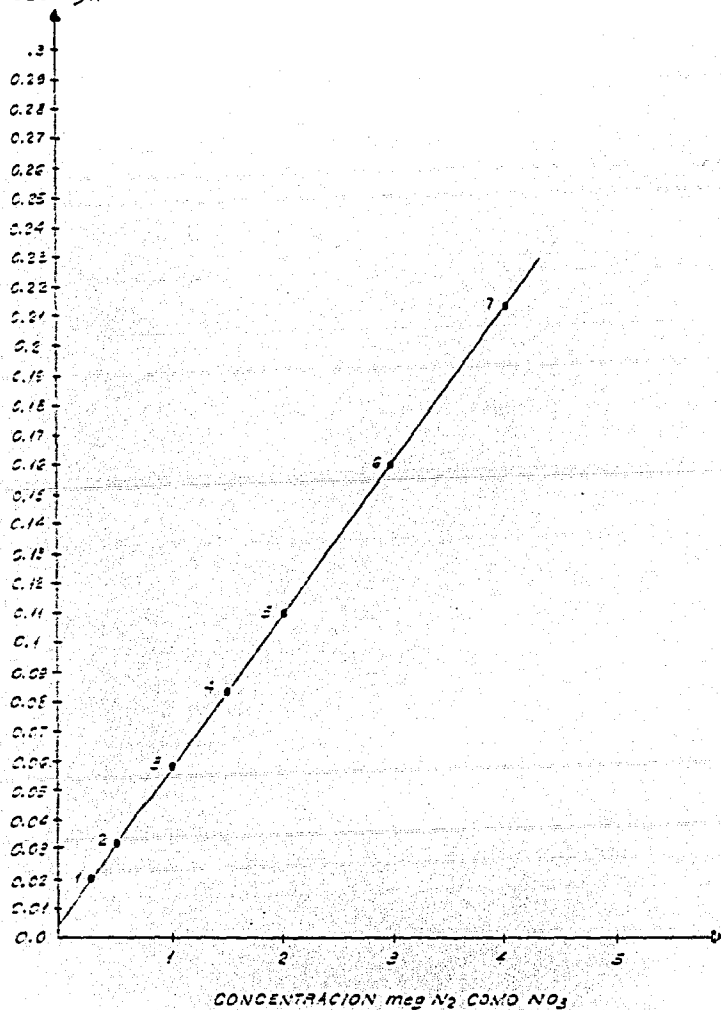
Alfuerotas	Promedio
20 ml	7.1 ppm
30 ml	8.99 ppm
35 ml	9.19 ppm
40 ml	10.55 ppm
45 ml	10.99 ppm
50 ml	11.32 ppm

LECTURAS DE LA SOLUCION ESTANDARD DE NITRATOS.

Concentración	meq	Absorbancia a 520 m .
0.3	3 ml	0.02
0.5	5 ml	0.033
1.0	10 ml	0.051
1.5	15 ml	0.088
2.0	20 ml	0.11
3.0	30 ml	0.16
4.0	40 ml	0.21

CURVA STANDARD DE LA SOLUCION DE NITRATOS

ABSORBANCIA  
520 m $\mu$ .



R E S U L T A D O S

PRODUCTO	NITRITOS ALICUOTAS	NITRATOS ALICUOTAS	NITRITO RESIDUAL
Jamón Endiablado Marca Zwan	( 20 ml ) 7.2 ppm	( 35 ml ) 16.17 ppm	23.37 ppm
Jamón de Espaldilla Marca Ate majac	( 20 ml ) 54.8 ppm	( 20 ml ) 10.0 ppm	64.8 ppm
Jamón de Pierna Marca La Luz	( 20 ml ) 24.85 ppm	( 45 ml ) 9.91 ppm	34.76 ppm
Queso de Puerco Marca FUD	( 20 ml ) 36.0 ppm	( 35 ml ) 4.39 ppm	40.39 ppm
Salchichon Esti- lo Viena Marca Herdez	( 40 ml ) 23.75 ppm	( 40 ml ) 32.7 ppm	46.45 ppm
Salchichon con A jo Marca Delchef	( 20 ml ) 16.5 ppm	( 20 ml ) 7.3 ppm	23.8 ppm
Salami Estilo Mi- lano Marca Parma	( 20 ml ) 4.7 ppm	( 40 ml ) 2.8 ppm	7.5 ppm
Pastel de pollo Marca KIR	( 20 ml ) 8.4 ppm	( 20 ml ) 5.8 ppm	14.2 ppm
Pate de Cerdo Marca Iberomex	( 20 ml ) 11.3 ppm	( 20 ml ) 16.2 ppm	27.5 ppm
Pate de Cerdo Marca FUD	( 20 ml ) 7.45 ppm	( 20 ml ) 10.55 ppm	18.0 ppm

#### 4.- C O N C L U S I O N E S

1a) Se aplicaron los procedimientos de la Norma Oficial de Método de Prueba para la Determinación de " Nitritos en Carnes Curadas", D. G. N. F-97-1965 y la Determinación de Pequeños Contenidos de Nitritos en los Alimentos y en los Tejidos, con ayuda de una reacción Mixta de Novocaína y Thymol del Dr. Heinz Lichtemburg, para buscar Nitratos y Nitritos en Embutidos.

2a) Esta aplicación se efectuó en embutidos de los que se elaboran en la Ciudad de México y sus cercanías, como son los de las marcas siguientes:

Jamón Endiablado Marca Zwan, S. A.  
Jamón de Espaldilla Marca Atemajac, S. A.  
Jamón de Pierna Marca La Luz, S. A.  
Queso de Puerco Marca FUD, S. A.  
Salchichón Estilo Viena Marca Herdez, S. A.  
Salchichón con Ajo Marca Delchef, S. A.  
Pastel de Pollo Marca KIR, S. A.  
Pate de Cerdo Marca Ibero-Mex, S. A.  
Pate de Cerdo Marca FUD, S. A.

3a) En virtud de que encontramos que los métodos utilizados podían modificarse según se indica anteriormente, los modificamos con lo que logramos mayor exactitud en los resultados.

4a) Se encontró que los embutidos analizados son de excelente calidad desde el punto de vista del presente trabajo.

5a) Los cálculos de la determinación de Nitritos por la reacción Mixta se hicieron con las mismas condiciones para Nitratos.

BIBLIOGRAFIA.

Garriga Bonjoch Mateo  
Elaboración de Embutidos, Salazones y toda clase de productos del Cerdo.  
Edit. Sintés. Barcelona. 3a. Edición.

Gunther O. Herbert  
Métodos Modernos de Análisis Químicos de Carne y Productos Carnicos.  
Edit. Acribia. Zaragoza. 1973

Norma Oficial de Método de Prueba para la Determinación de "Nitritos en Carnes Curadas".  
D. G. N. F-97-1965.  
Secretaria de Industria y Comercio.

Lichtemberg Heinz. Dr.  
La determinación de pequeños contenidos de Nitrito en alimentos y en los Tejidos, con ayuda de una reacción mixta de Novocaína y Thymol.  
Archiv Fur Kriminologie.  
Tomo 121. Cuadernos 3 y 4.  
Marzo y Abril de 1958, pp 63-65.

Follett & Ratcliff.  
Determination of Nitrite in Meat Products.  
J. Sci. Fd. Agric., 1963, Vol. 14, March.

Food & Drug Administration. Department of Health, Education & Welfare.  
Contract No. FDA 72-102.  
A Monograph on Nitrates and Nitrites ( Including Nitrosamines).

Mac Dougall D. & Roadhouse F. E.  
A Modified Brucine Method for the Determination of Nitrate. Application to Meat and Soil.  
Canadian Journal of Research, F, 28: 280-286. July, 1950.

Rogers N. R.  
A review of the Nitrosamine Problem in Cured Meats.  
Food Product Development.  
Diciembre 1974. Vol 8, No. 10, pag. 50.

Cassens, R. G., Sebranek G., Kubberod and Woolford G.  
Where does the Nitrite Goes?  
Food & Product Development.  
Diciembre 1974.

Kemp D. James.  
Nitrate and Nitrite Substitutes in Meat Curing.  
Food Product Development  
Octubre 1974. Vol. 8. No. 8. Pag. 64.

Cantoni, C., Benatti, C., & L'Acqua, V.  
Ricerche sul Comportamento di Nitratii, Nitritii, Ac. Ascórbico nei  
Prodotti Carnei Conservati.  
Istituto de Ispezione degli Alimenti di Origine Animale dell' Uni-  
versita de Milano.  
Istituto di Farmacologia e Tossicologia Veterinaria.  
Mikrochim. Acta Vol. 6, 1967. pp 1080- 1085.

National Academy of Science.  
Toxicants Occurring Naturally in Foods.  
2a. Ed. Washington, D.C. 1973. pp 525-526.

Boyd, Eldon. M.  
Predictive Toxicometrics, Basis Methods for Estimating Poisonous a-  
mounts of Foods, Drugs, and Other Agents.  
Bristol, Scientehnica Ltd, 1972.

Organización Mundial de la Salud.  
Normas de Identidad y Pureza para los Aditivos Alimentarios y E-  
valuación de su Toxicidad.  
Duodécimo Informe del Comité Mixto FAO/OMS de expertos en A-  
ditivos Alimentarios.  
Ginebra, 1-8 Julio, 1968.  
Ginebra, OMS/FAO, 1970.

Klubes, P. & Jondorf, W.R.  
Dimethylnitrosamine Formation from Sodium Nitrite and Dimethyla-  
mine by bacterial Flora of Rat Intestine.  
Res. Commun. Chem. Pathol. Pharmacol, 2: 24 (1971).

Lawrie, R. A.  
Meat Science. pp.260  
Pergamon Press. 1972.

Govindarajan, S.  
Nitrites and Nitrates In Food. Departamnt. of Food Science and -  
Technology. University of Massachusetts /Anherat. 1973.



Cruz Ramos Rosalba., Balboa Aguirre Luz Marta.  
Preparación y Aplicación de Material Audiovisual y Elaboración  
de Apuntes como Auxiliares en la Enseñanza Teórica del Curso -  
Desarrollo de Alimentos.  
UNAM 1977.