

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**  
**INGENIERIA EN ALIMENTOS**



**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Determinación cualitativa y cuantitativa de nitratos y nitritos en embutidos crudos artesanales e industriales, comercializados en el casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez.**

por:

**Alexandra Nicole Estrada Méndez**

Carné No. 201244207

Asesores:

MSc. Edgar Roberto Del Cid Chacón

Ing. En alim. Marvin Manolo Sánchez López

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, NOVIEMBRE DE 2020

## **Agradecimientos**

A Dios por el ser el proveedor supremo de sabiduría, perseverancia, fortaleza y fe.  
Por ser mi refugio y motivación en todo momento.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, especialmente al Centro Universitario de Suroccidente por brindarme la oportunidad de poder forjar mis conocimientos en sus aulas.

A la carrera de Ingeniería en Alimentos y catedráticos por el apoyo en la formación académica y consejos brindados a lo largo de estos años.

A mis asesores Ing. Marvin Manolo Sánchez López y Dr. Edgar del Cid Chacón por compartir su valioso tiempo, conocimiento y apoyo en la realización del presente trabajo de tesis, muchas gracias.

A todas las personas que fueron parte de este proyecto de investigación y me ofrecieron su ayuda en todo momento.

## **Dedicatoria**

A Dios por permitirme culminar esta meta, por acompañarme en cada momento y por ser mi fiel proveedor y sustentador.

A mi querida madre por ser un modelo de perseverancia, sacrificio y por ser mi más admirable ejemplo de profesional y ser humano. Gracias por todo el apoyo y amor incondicional brindado.

A mi padre y a mi hermano por sus consejos, apoyo y confianza, comparto con mucho cariño esta meta alcanzada con ustedes.

A mis amigas y amigos por haber sido parte importante de este proyecto, por compartir todos los momentos alegres, tristes y difíciles vividos.

A todos aquellos que he encontrado en este largo camino de aprendizaje, gracias por haber dejado su huella en mí, con sus ánimos y valiosos consejos.

## 1. Índice General

<b>Contenido</b>	<b>página</b>
2. Resumen .....	1
3. Abstract .....	3
4. Introducción .....	5
5. Planteamiento del problema .....	7
6. Justificación.....	8
7. Marco teórico .....	9
7.1. Embutidos .....	9
7.1.1. Clasificación de los embutidos según su proceso tecnológico.....	9
7.2. Generalidades de los aditivos alimentarios.....	10
7.3. Nitratos y nitritos .....	11
7.3.1. Funciones de los nitratos y nitritos .....	12
7.4. Efectos en la salud .....	15
7.4.1. Toxicidad del nitrito .....	15
7.4.2. Formación de metahemoglobina .....	16
7.4.3. Formación de nitrosaminas.....	16
7.5. Legislación sobre nitritos.....	18
7.6. Ingestión diaria admisible (IDA) de nitratos y nitritos .....	19
7.7. Métodos de análisis de nitratos y nitritos.....	20
7.7.1. Método químico-colorimétrico.....	20
7.7.2. Método espectrofotométrico.....	20
7.8. Diseño experimental .....	21

7.8.1. Muestreo probabilístico .....	21
8. Objetivos .....	25
8.1. Generales .....	25
8.2. Específicos .....	25
9. Hipótesis.....	26
10. Recursos y materiales .....	27
10.1. Recursos humanos.....	27
10.2. Recursos institucionales .....	27
10.3. Recursos materiales.....	27
11. Marco operativo.....	28
11.1. Muestreo de embutidos crudos tanto industriales como artesanales.....	28
11.1.1. Definición de los estratos.....	29
11.1.2. Definición del tamaño muestral.....	32
11.2. Recolección de las muestras.....	35
11.3. Preparación y conservación de las muestras .....	35
11.3.1. Identificación y codificación de las muestras .....	36
11.4. Método de análisis.....	37
11.4.1. Recopilación de datos .....	37
11.5. Análisis estadístico de datos obtenidos .....	38
12. Resultados.....	39
12.1. Descripción de las muestras analizadas .....	39
12.2.Resultados obtenidos de la cuantificación de nitratos y nitritos presentes en embutidos crudos artesanales e industriales .....	39
12.3.Resultados de la aplicación de la prueba estadística $X^2$ (corrección de Yates).....	44
12.4. Resultados de la aplicación de la prueba estadística t de Student .....	47

12.5.	Discusión de resultados.....	52
13.	Conclusiones.....	56
14.	Recomendaciones.....	58
15.	Referencias bibliográficas.....	60
16.	Anexos.....	64
16.1.	Tablas estadísticas de valores.....	64
17.	Apéndices.....	67
17.1.	Embutidos industriales comercializados en el área del casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez.....	67
17.2.	Expendios de embutidos artesanales en el casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez.....	68
17.2.1.	Puestos de venta de embutidos artesanales en mercado municipal No. 1.....	68
17.2.2.	Puestos de venta de embutidos artesanales en mercado municipal No. 4.....	69
17.3.	Resultados obtenidos del análisis de nitratos y nitritos en embutidos crudos mediante espectrofotometría.....	70
17.4.	Cálculos aplicados al desarrollo del análisis estadístico de los resultados obtenidos.....	74
17.4.1.	Desarrollo matemático de la aplicación de la prueba de $X^2$ (Yates) ...	74
17.4.2.	Desarrollo matemático de la aplicación de la prueba de t de Student .	77
18.	Glosario.....	80

## 1.1. Índice de tablas

Tabla No.1. Estratificación de embutidos crudos expendidos en el área del casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez. ....	31
Tabla No.2. Tamaño muestral y cantidad de muestras a analizadas por estrato establecido	34
Tabla No. 3. Identificación y codificación de las muestras analizadas .....	36
Tabla No.4. Fórmulas estadísticas a emplearse para el análisis de resultados obtenidos.....	38
Tabla No.5. Información técnica de las muestras.....	39
Tabla No.6. Resultados de determinación de nitratos y nitritos en muestras analizadas .....	40
Tabla No.7. Tabla de contingencia de nitratos .....	45
Tabla No.8. Resultados de nitratos de prueba de $X^2$ con corrección de Yates.....	45
Tabla No.9. Tabla de contingencia de nitritos.....	46
Tabla No. Tabla 10. Resultados de nitritos de prueba de $X^2$ con corrección de Yates .....	46
Tabla No. 11. Datos utilizados para la prueba t de Student en nitratos de embutidos artesanales.....	48
Tabla No.12. Datos utilizados para la prueba t de Student en nitratos de embutidos industriales.....	49
Tabla No.13. Datos utilizados para la prueba t de Student en nitritos de embutidos industriales .....	50
Tabla No.14. Valores para la curva normal.....	64
Tabla No.15. Valores críticos de la distribución $X^2$ .....	65
Tabla No.16. Valores críticos de la distribución t de Student .....	66
Tabla No.17. Marcas de embutidos industriales comercializados Mazatenango .....	67
Tabla No.18. Tabla de contingencia de nitratos en embutidos crudos .....	74
Tabla No.19. Tabla de frecuencias esperadas de nitratos en embutidos crudos.....	74
Tabla No.20. Tabla de contingencia de nitritos en embutidos crudos.....	76
Tabla No.21. Tabla de frecuencias esperadas de nitritos en embutidos crudos .....	76

## 1.2. Índice de figuras

Figura No.1. Formación del color en productos cárnicos mediante óxido nítrico .....	14
Figura No.2. Reacción de formación de una nitrosamina como consecuencia de la interacción entre el ácido nitroso y una amina secundaria.....	17
Figura No.3. Muestreo aleatorio simple .....	22
Figura No.4. Ilustración de muestreo sistemático .....	22
Figura No.5. Ilustración de muestreo por conglomerados.....	23
Figura No.6. Ilustración de muestreo estratificado.....	24
Figura No.7. Estratificación de embutidos artesanales.....	30
Figura No.8. Estratificación de embutidos industriales.....	30
Figura No.9. Concentración de nitratos en embutidos crudos artesanales y embutidos crudos industriales.....	42
Figura No. 10. Concentraciones de nitritos en embutidos crudos artesanales y embutidos crudos industriales .....	43

### 1.3. Índice de abreviaturas y simbología

<b>°C</b>	Grados centígrados o Celsius
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Kg</b>	Kilogramos
<b>G</b>	Gramos
<b>Mg</b>	Miligramos
<b>Cm</b>	Centímetro
<b>Mm</b>	Milímetro
<b>ml</b>	Mililitro
<b>Min</b>	Minutos
<b>A<sub>w</sub></b>	Actividad del agua
<b>COGUANOR</b>	Comisión Guatemalteca de Normas
<b>RTCA</b>	Reglamento Técnico Centroamericano
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación
<b>H<sub>0</sub></b>	Hipótesis nula
<b>H<sub>1</sub></b>	Hipótesis alternativa
<b>IDA</b>	Ingesta Admisible Diaria
<b>JECFA</b>	Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en aditivos alimentarios
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>pH</b>	Potencial de hidrógeno

## 2. Resumen

Los embutidos crudos son productos cárnicos perecederos y para la conservación de los mismos es necesario aplicar un tratamiento (como el curado) que permita garantizar la calidad del producto final. Las sales de curado utilizadas para este tratamiento son los nitratos y nitritos que contribuyen a mejorar características organolépticas y microbiológicas en los embutidos; estabilizando el color y aroma como también inhibiendo el crecimiento de *Clostridium botulinum* (microorganismo causante del botulismo). Estos aditivos deben ser agregados en cantidades adecuadas y seguras tanto para el consumo humano como también en cantidades que permitan la conservación y aseguramiento de calidad en los productos cárnicos; asegurando de esta manera que no se provoquen efectos tóxicos como lo es la metahemoglobinemia y la formación de nitrosaminas (compuestos mutagénicos y cancerígenos) pudiendo provocar consecuencias fatales a la salud de los consumidores. Atendiendo estas consideraciones el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA y la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR establecen que deben utilizarse concentraciones máximas de 500 mg/Kg y 200 mg/Kg, para nitratos y nitritos respectivamente.

La presente investigación se realizó con el objetivo de determinar cualitativamente y cuantitativamente la concentración de nitritos y nitratos en embutidos crudos específicamente en chorizos y longanizas elaborados tanto de manera artesanal como de manera industrial, ambos grupos de estudio comercializados en el área del casco urbano del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez. Para ello se realizó un muestreo estratificado mediante la implementación de un modelo estadístico, que indicó analizar 10 muestras de embutidos crudos artesanales y 8 muestras de embutidos crudos industriales. Las concentraciones de nitratos y nitritos se cuantificaron en las muestras de estudio mediante el método espectrofotométrico UV-vis y los resultados obtenidos se evaluaron comparando si las concentraciones estaban dentro del rango establecido por las normativas COGUANOR NGO 34 130 y RTCA NSO RT.67.04.54:10.

Los resultados indicaron que las concentraciones de nitratos en embutidos crudos artesanales presentaban valores comprendidos entre (8,6-28,4) mg  $\text{KNO}_3/\text{Kg}$ . En relación con los nitritos en embutidos crudos artesanales la concentración es de 3,5 mg  $\text{NaNO}_2/\text{Kg}$ . Por lo que cumplen con los parámetros establecidos como seguros para el consumo humano señalado por las normativas en relación al uso de aditivos alimentarios.

Asimismo, se estableció que las concentraciones de nitratos en embutidos crudos industriales tenían valores comprendidos entre (42,20-805,9) mg  $\text{KNO}_3/\text{Kg}$  y concentraciones de nitritos con valores de concentración comprendidos entre (2,22-33,6) mg  $\text{NaNO}_2/\text{Kg}$ .

De acuerdo a las evidencias anteriores los embutidos crudos industriales cumplen con el parámetro establecido por la legislación alimentaria, para el uso de nitritos. En cuanto a las concentraciones de nitratos observadas: el 88,89% de las muestras analizadas de embutidos crudos industriales cumple con el parámetro establecido para nitratos, mientras que el 11% excede el límite permitido por COGUANOR Y RTCA.

Finalmente, los embutidos crudos elaborados artesanalmente contienen menores cantidades de nitratos y nitritos que los embutidos crudos elaborados industrialmente, se evidenció estadísticamente que las concentraciones (nitratos y nitritos) presentes en los embutidos analizados, dependen del tipo de elaboración (artesanal o industrial) con el que el embutido haya sido producido o procesado.

### 3. Abstract

The raw sausages are meat perishable products, that mean they need a treatment (such as curing) that allow to guarantee the quality of the final product. Nitrates and nitrites are the additives added for curing these products. They improve organoleptic and microbiological characteristics in sausages; also contributes to improve meat color and aroma stability besides inhibiting *Clostridium botulinum* growth (bacteria that causes botulism). These additives must be added in suitable and safe quantities in the way that no toxic effects were produce in human health and these additives allow the preservation and quality assurance of meat products. Nitrates and nitrites added in high levels cause methemoglobinemia and nitrosamines formation (these are mutagenic and carcinogenic compounds) being able to cause harmful consequences to consumers' health. Attending these considerations, the Technical Regulation Centro American RTCA and the Guatemalan Commission of Norms COGUANOR establish to use maximum concentrations of 500 mg/Kg and 200 mg/Kg, for nitrates and nitrites respectively.

The present investigation was realized with the purpose to determining qualitatively and quantitatively the concentration level of nitrates and nitrites in raw sausages, specifically in chorizos and longanizas elaborated as in artisanal way as industrial way. Both study groups are sold in urban area from Mazatenango, Suchitepéquez. This investigation was made using a sampling stratified by means of the implementation of a statistical model, which indicated to analyzed 10 samples of artisan raw sausages and 8 samples of industrial raw sausages. Nitrate and nitrite concentrations were quantified in the samples using UV-vis spectrophotometric method and the results were evaluated comparing if the concentrations were inside the rank established by the rules COGUANOR NGO 34 130 and RTCA NSO RT.67.04.54:10.

The study results showed that the concentrations of nitrates in artisanal raw sausages has values in the range (8,6-28,4) mg  $\text{KNO}_3/\text{Kg}$ . The concentration of nitrites in artisanal raw sausages is 3,5 mg  $\text{NaNO}_2/\text{Kg}$ . Therefore, the results in both (nitrates and nitrites) in artisanal

raw sausages fulfil with parameters established as safe for human consumption indicated by the regulations in relation to use of food additives.

Likewise, it was determined the nitrates concentration in industrial raw sausages and the results has values in the range (42,20-805,9) mg  $\text{KNO}_3/\text{Kg}$  and nitrites concentrations with values of in the range (2,22-33,6) mg  $\text{NaNO}_2/\text{Kg}$ .

According to the previous evidence, industrial raw sausages fulfill with the parameter established by the alimentary legislation, for the use of nitrites. Regarding to nitrates concentrations, the results shown the following: 88,89% of the samples analyzed of industrial raw sausages fulfils with the parameter established for nitrates, whereas 11% exceeds the limit allowed by COGUANOR and RTCA.

Finally, artisanal raw sausages contain lower concentration level of nitrates and nitrites than industrial raw sausages, it was statistically proven. Therefore, concentration level of nitrates and nitrites of raw sausages depends of the type of elaboration (artisanal or industrial) that the raw sausage has been produce or processed.

#### 4. Introducción

Los productos cárnicos son aceptados por la población guatemalteca ya que son fuente de nutrientes como proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas, minerales y aminoácidos (Fundación española de Nutrición, 2001).

Los embutidos son aquellos productos y derivados cárnicos preparados a partir de una mezcla de carne picada, grasas, sal, condimentos, especias y aditivos. Es importante resaltar que el tipo de carne que se utiliza en la elaboración de los mismos, son fundamentalmente de cerdo o vacuno; y debe provenir de animales adultos, sanos y bien nutridos (Gómez Salazar, 2012).

Los aditivos son parte de la formulación de estos embutidos y dentro de éstos son fundamentales las sales para el curado como los nitratos y nitritos, cuya función es otorgar al producto final un mejoramiento en el color, textura, olor y sabor característico de productos cárnicos. Otra acción que se le atribuye a estas sales es la de proteger de la acción de microorganismos como *Salmonella sp*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *E. coli*, entre otras, que pudieran atacar al producto final.

El nitrato es un compuesto de toxicidad aguda que, al unirse a la hemoglobina de la sangre, forma metahemoglobina, compuesto que ya no es capaz de transportar oxígeno y puede ser mortal (Gómez Salazar, 2012).

Asimismo, los nitratos en los productos cárnicos pueden actuar como precursores para la formación de nitrosaminas carcinógenas, teratógenas y altamente peligrosos para la salud humana (Ventanas, Martín, Estévez, & Ruiz, 2004).

La ausencia de estos aditivos en los embutidos crudos como el chorizo criollo y la longaniza también producen ciertos defectos en el producto como tal, entre ellos un color poco atractivo y pálido, oxidación rápida de los lípidos provocando rancidez en el producto, una vida de anaquel de corta duración y el desarrollo de microorganismos que pueden causar daños a la salud de quienes los consumen, principalmente estos aditivos inhiben el desarrollo de *Clostridium botulinum*, patógeno causante del botulismo.

El botulismo es una intoxicación provocada por la ingesta de alimentos contaminados con la toxina producida por la bacteria *Clostridium botulinum*.

Por las razones antes expuestas en el presente proyecto de investigación se cuantificaron las concentraciones de nitratos y nitritos presentes en las muestras, correspondientes a 10 muestras de embutidos crudos artesanales (chorizos y longanizas) y 8 muestras de embutidos crudos industriales (chorizos y longanizas) que corresponden a la representatividad estadística del número de mercados municipales y supermercados del área del casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez.

La cuantificación de la concentración de nitratos y nitritos se realizó en Laboratorios INLASA S.A. en la ciudad de Guatemala, durante el mes de septiembre de 2019; mediante un método de espectrofotometría visible que permite determinar la presencia de compuestos coloreados.

En Guatemala la Comisión guatemalteca de Normas (COGUANOR) y el Reglamento técnico centroamericano (RTCA) regulan la cantidad de nitratos, expresados como nitratos de potasio en productos cárnicos estableciendo un rango no mayor de 500mg por Kg de peso, y nitritos, expresados como nitritos de sodio estableciendo un rango no mayor de 200 mg por Kg de peso para productos cárnicos. Para garantizar la calidad de estos productos y que al mismo tiempo no sean perjudiciales para la salud de los consumidores.

Los resultados de los análisis indican que la concentración de nitratos y nitritos contenida en embutidos crudos artesanales se encuentra por debajo de 500 mg/Kg y 200 mg/Kg respectivamente, cumpliendo así con las normativas de COGUANOR Y RTCA. Los embutidos crudos industriales cumplen con los límites establecidos por COGUANOR Y RTCA en relación con la concentración de nitritos presentes en los mismos pues están por debajo del límite (200 mg/Kg) mientras que el contenido de nitratos en los mismos es ligeramente mayor al establecido por las normativas (500 mg/Kg). Por lo que al comparar ambos grupos de estudio se determinó que los embutidos crudos industriales poseen mayores concentraciones de nitratos y nitritos que los embutidos crudos elaborados de manera artesanal.

## 5. Planteamiento del problema

La Ingesta Diaria Aceptable (IDA) de nitratos según el comité conjunto de la FAO/OMS es de 3,77 mg/kg de peso corporal, y nitritos 0,06 mg/kg de peso corporal, ya que se pueden formar nitrocompuestos como las nitrosaminas perjudiciales para la salud.

Según estudios de la Organización Mundial de la Salud -OMS- en 2012, la nitrosamina (nitrito + amina) es un iniciador de tumores más conocido proveniente de la dieta. Su origen proviene de los nitritos que se utilizan para la conservación de las carnes, en especial aquellas procesadas. Las nitrosaminas son uno de los agentes cancerígenos más potentes de la dieta ya que son solubles en agua y se asimilan y distribuyen en todos los tejidos corporales.

Investigaciones sistemáticas realizadas en ovejas revelan que las mismas tenían severas enfermedades después del consumo de pescado que contenía preservantes como nitritos y nitratos. El consumo continuo de este tipo de productos puede traer consigo consecuencias fatales (Ventanas, Martín, Estévez, & Ruiz, 2004).

En el área del casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez lamentablemente no se cuenta con un sistema de vigilancia y control de los productos cárnicos procesados que se expenden por las entidades gubernamentales como lo es el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. De manera que no se diagnostican y no se lleva un control de intoxicaciones producidas por la ingesta de altos niveles de nitratos y/o nitritos procedentes de los alimentos.

Los efectos perjudiciales de las nitrosaminas son claramente conocidos y es importante que se lleve a cabo un análisis de los aditivos que dan origen a las mismas, como son los nitratos y nitritos para poder conocer el estado de los productos en especial en los embutidos consumidos por la población, tal motivo hace que se plantee la siguiente interrogante: ¿Cuál será la cantidad de nitratos y nitritos presentes en embutidos crudos (chorizos y longanizas) tanto industriales como artesanales comercializados en el área del casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez?

## 6. Justificación

Los productos cárnicos embutidos son consumidos por la población mazateca debido a que son fáciles de preparar y de obtener, además de tener un precio que los hace accesibles a la mayoría de personas consumidoras.

Una de las principales preocupaciones de los expertos en salud es la del consumo frecuente de estos productos, pues por su composición y formulación tienen aditivos como lo son nitratos y nitritos que además de ayudar a la conservación de las características organolépticas y microbiológicas del producto, se convierten lentamente en compuestos tóxicos denominados nitrosaminas, y estas están relacionadas principalmente con el desarrollo de cáncer de colon, de estómago, hígado, entre otros, como también en la formación de metahemoglobina que reduce la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre principal causa de intoxicación por nitratos y nitritos.

Los nitritos en cantidades de 0,51 g producen en el hombre intoxicaciones ligeras, de 1-2 g intoxicación grave y 4 g intoxicación mortal. Por ello, la sal para salazones no debe nunca contener más de (0,5-0,6) % de nitrito sódico, y la cantidad de sal empleada no debe sobrepasar los 15 mg por cada 100 g de carne tratada (Wirth, 1984).

La importancia de realizar un análisis para detectar la presencia o ausencia de nitratos y nitritos en embutidos crudos tanto industriales como artesanales, comparando el contenido encontrado en los mismos radica en que se pueda evaluar si está cumpliendo con lo establecido en la normativa COGUANOR NGO 34 130 y RTCA NSO RT.67.04.54:10.

## **7. Marco teórico**

### **7.1. Embutidos**

Existen autores que resaltan que los embutidos son consumidos desde la antigüedad y forman parte de los productos cárnicos de importante consumo para el ser humano:

Los embutidos forman parte de las emulsiones cárnicas, se suelen comprender como embutidos a aquellos productos y derivados cárnicos preparados a partir de una mezcla de carne picada, grasas, sal, condimentos, especias y aditivos introducidos en tripas naturales o artificiales. Los mismos son de origen remoto, surgieron empíricamente como consecuencia de la necesidad del hombre de conservar sus alimentos. (Jiménez Colmenero & Carballo Santaolalla, 2017).

#### **7.1.1. Clasificación de los embutidos según su proceso tecnológico**

Los embutidos generalmente se clasifican dependiendo de la aplicación o no de un tratamiento térmico, las diferentes clases de embutidos se describen en los siguientes párrafos.

##### **7.1.1.1. Embutidos crudos**

Se conoce como embutido crudo a la mezcla de carne cruda, grasa de cerdo o tocino, sal, sustancias curantes y algunos aditivos para el curado, todo esto mezclado y homogenizado e introducido en una funda natural y/o artificial para proporcionar forma, aumentar la consistencia y para poder someter al embutido a posteriores tratamientos térmicos (Amerling, 2001).

Son embutidos crudos los siguientes:

- Chorizo
- Longaniza
- Salami tipo húngaro
- Salami tipo italiano
- Morcilla

### **7.1.1.2. Embutidos cocidos**

La diferencia principal entre los embutidos cocidos y los embutidos crudos consiste en que en el proceso de elaboración de embutidos cocidos existe una aplicación de un tratamiento térmico a las materias primas antes de realizar el proceso de molienda, homogenización y embutido en la elaboración de los mismos (Amerling, 2001).

Son embutidos cocidos los siguientes:

- Embutidos de hígado como el paté
- Embutidos de sangre como la morcilla

### **7.1.1.3. Embutidos escaldados**

Este tipo de producto se prepara a partir de carne fresca, y se someten a un tratamiento posterior térmico de 75°C aproximadamente. La calidad final de estos embutidos depende de la utilización de envolturas adecuadas (Amerling, 2001).

Son embutidos escaldados los siguientes:

- Salchichas
- Fiambres o embutidos de corte: mortadela, salchichón cervecero, entre otros.
- Paté, pastel de hígado, salami cocido, entre otros.

## **7.2. Generalidades de los aditivos alimentarios**

Un aditivo alimentario es cualquier sustancia que, normalmente no se consume como alimento, ni tampoco como ingrediente básico, tenga o no valor nutritivo y cuya adición intencionada al alimento con fines tecnológicos (incluidos los organolépticos) en sus fases de fabricación, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento. Dentro de la categoría de aditivos alimentarios no están incluidos los contaminantes o sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorar las cualidades nutricionales (RTCA 67.04.54:10).

Otra definición de aditivos alimentarios según la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- es que son considerados aditivos aquellos elementos que entran en la

formulación de un producto como sustancias correctivas o coadyuvantes, con el objetivo de preservarlo o estabilizarlo 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 (directa o indirectamente) en que éste o sus derivados pasen a ser un componente de tales alimentos o que afecten a las características de éstos (Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR).

Es justificable el uso de aditivos alimentarios únicamente si ello ofrece una ventaja, no presenta riesgos para la salud de los consumidores y no induce a error o engaño, es posible utilizarlos en caso de que los objetivos mencionados a continuación no puedan alcanzarse por otros medios que sean económica y tecnológicamente viables:

- Conservar la calidad nutricional del alimento
- Proporcionar ingredientes o constituyentes necesarios para los alimentos fabricados para grupos de consumidores que tienen necesidades dietéticas especiales.
- Aumentar la calidad de conservación o estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades sensoriales, a condición de que ello no altere la naturaleza, sustancia o calidad del alimento de forma que no induzca a engaño al consumidor.
- Proporcionar ayuda para la fabricación, preparación, tratamiento, envasado, transporte o almacenamiento del alimento, a condición de que el aditivo no se utilice para encubrir los efectos del empleo de materias primas defectuosos o prácticas (incluidas las no higiénicas) o técnicas indeseables durante el curso de cualquiera de estas operaciones.

(RTCA 67.04.54:10)

### **7.3. Nitratos y nitritos**

Los nitratos y nitritos son aditivos conservantes o preservantes que se utilizan en los productos cárnicos principalmente por tener en estos las siguientes funciones:

formación y estabilización del color rojo característico de la carne curada, inhibición del crecimiento de bacterias patógenas como *Clostridium botulinum*, contribución al desarrollo del aroma típico de la carne curada y posee un efecto antioxidante, retardando el desarrollo de la rancidez y evitando la aparición de alteraciones de las características sensoriales (Ventanas, Martín, Estévez, & Ruiz, 2004).

El nitrito es el componente más importante usado para el curado de carnes, siendo también un potente antioxidante. Sus propiedades bacteriostáticas son también importantes pues actúan como un ente protector contra la bacteria causante del botulismo.

El nitrato no es efectivo por sí mismo en la producción de reacción de curado hasta que se transforma en nitrito. Los nitritos proveen la fuente última de óxido nítrico que se combinan con el pigmento mioglobina.

Cuando el nitrito es adicionado a sistemas cárnicos complejos biológicamente, reacciona con o es ligado a varios componentes químicos presentes naturalmente como las proteínas (Universidad Nacional de Colombia, 2004).

Generalmente para productos cárnicos crudos se utiliza una combinación de nitratos y nitritos, lo que varía es la cantidad de cada uno de ellos. Si es un proceso de producción rápido, se utilizan cantidades mayores de nitrito; si el proceso es más lento y hay más tiempo para que el nitrato se reduzca a nitrito, es preferible utilizar mayor cantidad de nitratos (Universidad Popular del César, 2019).

La principal fuente dietética de nitritos son las carnes curadas donde representa hasta el 70% de la ingesta alimentaria total de esta sustancia, según el tipo y origen de carne curada (World Health Organization, 1995).

### **7.3.1. Funciones de los nitratos y nitritos**

La adición de nitratos o nitritos, sales y otros ingredientes incluyendo la sacarosa y especies a las carnes se le denomina con el término de curado. Entre las funciones que desempeñan los nitratos y nitritos en el curado de la carne son:

- Desarrollo de un color característico
- Sabor

- Desarrollo de textura
- Previene el crecimiento de microorganismos patógenos
- Acción antioxidante

(Huanca Sucasaire & Solís Medina, 2010)

#### **7.3.1.1. Influencia sobre el color**

Los nitratos y nitritos en los productos cárnicos curados contribuyen a la formación y estabilización del color rojo característico de los mismos. 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- (FAO/Codex Alimentarius, 1992).

El nitrato de potasio o de sodio se disocia en un medio rico en agua de constitución y el ion nitrato se reduce a ion nitrito bajo la influencia de nitrato-reductasas producidos por los microorganismos presentes de forma natural en la carne o añadidos en forma de cultivos iniciadores.

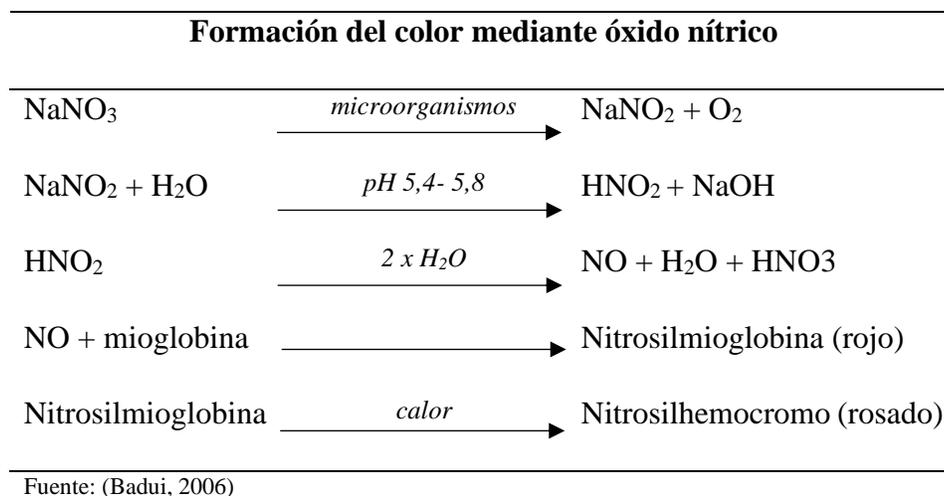
Los nitritos proveen la fuente última de óxido nítrico que se combina con el pigmento mioglobina. Los nitritos forman óxidos de nitrógeno que se combinan con la mioglobina resultando en nitrosomioglobina, en consecuencia, este compuesto se reduce de inmediato por la acción de los sistemas respiratorios del tejido muscular a nitrosomioglobina.

La nitrosomioglobina es un pigmento inestable y es responsable del color rojo brillante de los productos cárnicos curados antes de su calentamiento.

La formación de óxido nítrico a partir de nitrito y la reacción de aquel con el pigmento muscular o con el de la sangre se ven afectadas por factores como la temperatura, pH, oxígeno y sustancias reductoras (Huanca Sucasaire & Solís Medina, 2010).

Las reacciones por las que se da la formación del color se resumen de la siguiente manera:

**Figura No.1. Formación del color en productos cárnicos mediante óxido nítrico**



El óxido nítrico reacciona con la mioglobina (rojo púrpura) y produce la nitrosilmioglobina (rojo brillante e inestable). Cuando la carne se somete a un cocimiento a más de 60°C, este segundo (nitrosimioglobina) se desnaturaliza y se convierte en el pigmento nitrosilhemocromo más estable y responsable del color (Badui, 2006).

### 7.3.1.2. Influencia sobre el sabor

Los nitritos conservan el sabor de los productos cárnicos debido a que presentan una ligera actividad antioxidante, con lo que evitan el deterioro oxidativo de las grasas insaturadas catalizado por el hierro de la mioglobina (Badui, 2006).

Se ha demostrado que el nitrito tiene una acción específica sobre la formación del aroma característico de las salazones. Los nitratos se transforman en nitritos y esto condice a fenómenos enzimáticos de proteólisis y lipólisis que conducen a la formación de compuestos sápidos que no están en relación directa con la utilización del nitrato (Badui, 2006).

### **7.3.1.3. Influencia microbiológica**

El interés práctico de la conservación de alimentos con nitrito estriba en primer lugar en su acción contra los *Clostridium* y por lo tanto contra la formación de toxina botulínica, también afecta el crecimiento de *Clostridium perfringens* y del *Staphylococcus aureus* (Badui, 2006).

La acción antimicrobiana del nitrito depende de condiciones fisicoquímicas del medio, la combinación de estos con sal común, disminuye el valor de  $a_w$ , una disminución apropiada del pH, el potencial rédox, la temperatura y la pobreza en gérmenes del material conservado llevan consigo una actividad suficientemente práctica (Huanca Sucasaire & Solís Medina, 2010).

No se conocen con exactitud los mecanismos de inhibición de los nitritos, pero se cree que se debe a la formación intracelular de óxido nitroso, junto con el ácido nitroso que y a los óxidos que se forman a partir de él, lo cuales se unen a los grupos amino del sistema deshidrogenasa de la célula microbiana, alterando el metabolismo a nivel enzimático el crecimiento de la célula microbiana (Badui, 2006).

## **7.4. Efectos en la salud**

Los nitratos no son tóxicos a menos que se ingieran de manera masiva o se trasformen en nitritos. Por otra parte, los nitritos sí representan riesgos derivados de su ingesta ya que pueden dar lugar a problemas de tipo alérgico, actuar como agentes vasodilatadores e incluso provocar situaciones de metahemoglobinemia como consecuencia de la oxihemoglobina.

Los nitritos pueden contribuir a disminuir la eficiencia vitamínica de la ración alimentaria, especialmente interaccionando con la vitamina A y las del grupo B. Sin embargo, el riesgo más importante derivado del empleo de los nitratos y nitritos en productos cárnicos radica en la posibilidad de que éstos actúen como precursores en la formación de nitrosaminas carcinógenas (Ventanas, Martín, Estévez, & Ruiz, 2004).

### **7.4.1. Toxicidad del nitrito**

Se han producido repetidamente intoxicaciones debido a una cantidad excesiva de nitrito sódico en las carnes en conserva, principalmente debido a una mala homogeneización

de ingredientes y aditivos. Cantidades de (0,5-1,0) g de nitrito producen en el hombre intoxicaciones ligeras, de (1-2) g provocan intoxicación grave y 4g producen intoxicación mortal (Anton & Lizaso, s.f.).

#### **7.4.2. Formación de metahemoglobina**

Los estudios epidemiológicos y clínicos en el hombre han demostrado que la principal manifestación tóxica derivada de la ingestión de nitritos e indirectamente de nitratos, es la metahemoglobinemia.

La metahemoglobina es la hemoglobina cuyo átomo de hierro ha sido oxidado del estado ferroso al férrico, perdiendo la capacidad de fijar el oxígeno necesario para la respiración tisular (Huanca Sucasaire & Solís Medina, 2010).

La toxicidad del nitrato en humanos se debe principalmente a que una vez reabsorbido ejerce en el organismo la misma acción que sobre la carne conservada, es decir, transforma la hemoglobina en metahemoglobina, pudiendo producir cianosis.

Existe una especial susceptibilidad a los nitratos y nitritos en la población infantil debido a las siguientes razones:

- Acidez gástrica disminuida, lo que favorece la proliferación de microorganismos reductores de nitratos a nitritos antes de su absorción.
- Hemoglobina fetal (60-80) % en recién nacidos, que se oxida más fácilmente a metahemoglobina.

También existen grupos de la población en riesgo como embarazadas, ya que el nitrito atraviesa la placenta, causando metahemoglobinemia fetal o personas con acidez gástrica disminuida o con déficit de glucosa-6P-deshidrogenasa (Anton & Lizaso, s.f.).

#### **7.4.3. Formación de nitrosaminas**

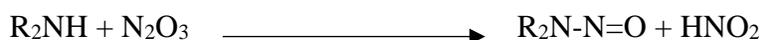
Los productos curados con nitritos están entre los más susceptibles a la formación de compuestos N-nitrosos, encontrándose las concentraciones mayores en las carnes curadas que se han sometido a calentamiento relativamente alto (Huanca Sucasaire & Solís Medina, 2010).

La formación de nitrosaminas es considerada un riesgo para la salud, ya que estas constituyen el grupo más relevante de los N-nitroso compuestos conocidos como sustancias carcinógenas (Ventanas, Martín, Estévez, & Ruiz, 2004).

Los N-nitroso o compuestos nitro derivados, son agentes teratógenos, mutágenos y carcinógenos altamente peligrosos para la salud humana, resultantes de la interacción de la interacción de un agente nitrosante con un compuesto susceptible de sufrir dicha nitrosación (Ventanas, Martín, Estévez, & Ruiz, 2004).

Químicamente los compuestos nitroderivados son aquellos que portan el grupo nitro ( $\text{NO}_2$ ) en su estructura, las nitrosaminas se forman por la reacción de compuestos derivados de los nitritos, como el ácido nitroso, con aminas secundarias mediante una reacción de nitrosación (Ventanas, Martín, Estévez, & Ruiz, 2004).

**Figura No.2. Reacción de formación de una nitrosamina como consecuencia de la interacción entre el ácido nitroso y una amina secundaria.**



Fuente: (Ventanas, Martín, Estévez, & Ruiz, 2004).

Los factores condicionantes que más influyen son la presencia y concentración de nitritos o nitratos y la participación de los óxidos de nitrógeno en procesos de elaboración y conservación (Huanca Sucasaire & Solís Medina, 2010).

La formación de nitrosaminas puede tener dos tipos de orígenes:

- Origen endógeno: formación de nitrosaminas en el estómago
- Origen exógeno: nitrosaminas formadas previamente, presentes en los alimentos y en fármacos, debido a las técnicas de fabricación o de tratamiento (Ventanas, Martín, Estévez, & Ruiz, 2004).
- La exposición a las nitrosaminas preformadas deriva de la ingestión de dichos compuestos con los alimentos. Los agentes nitrosantes, en concreto el óxido

nítrico, formados a partir de sales nitrificantes (nitritos) reaccionan con sustratos nitrosables (aminas) presentes en la carne (Ventanas, Martín, Estévez, & Ruiz, 2004).

Una de las características de las nitrosaminas es la del inducir la formación de tumores, aún en pequeñas concentraciones y algunos pueden cruzar la barrera placentaria produciendo tumores en la siguiente generación (Consejo de Europa, 1994).

Investigaciones sistemáticas realizadas en ovejas revelan que las mismas tenían severas enfermedades después del consumo de pescado que contenía preservantes como nitrito y nitratos. El consumo continuo de este tipo de productos puede traer consigo consecuencias fatales (Ventanas, Martín, Estévez, & Ruiz, 2004).

Es importante que en la fabricación de productos que contengan sales nitrificantes se coloque la fecha de preparación, la fecha de expiración y los posibles cambios que éstos puedan ocasionar a la salud (Consejo de Europa, 1994).

### **7.5. Legislación sobre nitritos**

En 1995 la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) y OMS (Organización Mundial de la Salud) convocaron la primera conferencia mixta FAO/OMS sobre aditivos alimentarios. De esa conferencia surgió el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JEFCA).

El JEFCA es independiente de la CAC (Comisión del Código Alimentarius), proporciona asesoramiento especializado a la comisión y a otros cuerpos del Codex en relación con aditivos alimentarios, contaminantes y residuos de medicamentos veterinarios, sus evaluaciones toxicológicas son objeto de publicación (Astiasarán, Laceras, & Ariño, 2003).

El Codex Alimentarius es en esencia, un instrumento que sirve de medio para lograr la armonización de estándares de exigencia sanitaria de los alimentos a nivel internacional. Las concentraciones permitidas de nitritos en alimentos varían de país a país y están comprendidas entre (10-200) ppm. En casi todos se admite el nitrito para las salazones y conservación de productos cárnicos, pero en algunos países se renuncia al empleo de nitratos

debido a su imperfecta e incontrolable conversión en nitritos (Huanca Sucasaire & Solís Medina, 2010).

En Guatemala la legislación en materia alimentaria está delegada por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) y la Comisión guatemalteca de Normas (COGUANOR). Estableciendo tanto en la norma COGUANOR NGO34 130 como en la norma RTCA NSO RT.67.04.54:10 que los límites aceptables en productos cárnicos crudos son: no mayor de 200 mg/Kg para nitritos, expresados como nitrito de sodio, y no mayor de 500 mg/Kg para nitratos, expresados como nitrato de sodio.

### **7.6. Ingestión diaria admisible (IDA) de nitratos y nitritos**

La ingesta Diaria Admisible es una estimación efectuada por el JEFCA (Comité de Expertos FAO/OMS en Aditivos Alimentarios y Contaminantes) por sus siglas en inglés, de la cantidad de aditivo alimentario, expresada en relación con el peso corporal, que una persona puede ingerir diariamente durante toda la vida sin riesgo apreciable para la salud, se expresa en mg por kg de peso corporal por día (RTCA 67.04.54:10).

El comité Conjunto de Expertos de FAO/OMS asignó en su 44ª reunión una IDA de (0-0,06) mg de nitrito por Kg de peso corporal, expresada como ion de nitrito.

Esta IDA se aplica a todas las fuentes de ingesta. El nitrito no debe emplearse como aditivo de los alimentos para lactantes menores de tres meses. La IDA de nitrato establecida es de (0-3,7) mg de nitrato por Kg de peso corporal, expresada como ion de nitrato (World Health Organization, 1995).

La toxicidad del nitrato se produce por su conversión en nitrito y la posible formación endógena de compuestos N-nitrosos, por lo que se han realizado estudios de toxicidad del nitrato en animales de laboratorio y los de nitrito junto con los datos de conversión de nitrato en nitrito para realizar el cálculo de la IDA de nitratos. Ésta se calcula a partir de la concentración sin efectos observados de 370 mg diarios de ion nitrato por kg de peso corporal en el estudio de toxicidad en ratas a largo plazo y un factor de inocuidad de 100. Sobre la base de la concentración sin efectos observados de 160 mg diarios por kg de peso corporal para las personas con una tasa de conversión de 5% (mol/mol) (World Health Organization, 1995).

El cálculo de la IDA de nitritos se basa en los estudios de la toxicidad del mismo con el fin de determinar la concentración sin efectos observados, ésta fue de 5,4 mg de ion nitrito por Kg de peso corporal al día, estudios de toxicidad de 90 días en ratas en las que se observó hipertrofia de la zona glomerular suprarrenal y de 6,7 mg de ion nitrito por Kg de peso corporal en un estudio de toxicidad de dos años en ratas, lo que se observaron fueron efectos tóxicos en el corazón, pulmones y un factor de inocuidad de 100 (World Health Organization, 1995).

## **7.7. Métodos de análisis de nitratos y nitritos**

### **7.7.1. Método químico-colorimétrico**

Los nitratos pueden identificarse en los productos químicos curados al agregar brucina-ácido sulfanílico y ácido sulfúrico a una alícuota del extracto global, al reaccionar producirá una coloración amarilla marrón, lo cual es positivo para nitratos.

De la misma manera se identificarán nitritos, al agregar sulfanilamida y diclorhidrato de N-1-naftiletilendiamina, pues al reaccionar desarrollará un color rojo o violeta en el filtrado, siendo éste positivo para nitritos.

La intensidad del color que es desarrollada es directamente proporcional al contenido de nitratos y nitritos presentes, lo que permitirá su posterior valoración espectrofotométrica (González Gómez, 2006).

### **7.7.2. Método espectrofotométrico**

La espectrofotometría es uno de los métodos más usados y se basa en la relación que existe entre la absorción de la luz por parte de un compuesto y su concentración. Cuando se hace incidir luz monocromática sobre un medio homogéneo, una parte de la luz incidente es absorbida por el medio y otra transmitida.

Para la determinación de nitratos y nitritos se utilizará el método espectrofotométrico UV- Vis, para que una sustancia sea activa debe ser colorida, debido a que se absorben ciertas frecuencias o longitudes de onda del espectro visible.

Este método mide la intensidad del color (o la radiación absorbida en UV) a una longitud de onda específica, comparándola con otras soluciones de concentración conocida (soluciones estándar) que contengan la misma especie absorbente (Skoog, Leary, & Holler F., 1998).

## **7.8. Diseño experimental**

### **7.8.1. Muestreo probabilístico**

Este tipo de muestreo es el más recomendado pues se caracteriza por que todas las unidades muestrales tienen la posibilidad de ser elegidas.

Este tipo de muestreo permite realizar generalizaciones sobre la población (origen) con una precisión y confianza medibles (Abramson, 1990).

Los cuatro tipos de muestreo probabilístico más importantes son los siguientes:

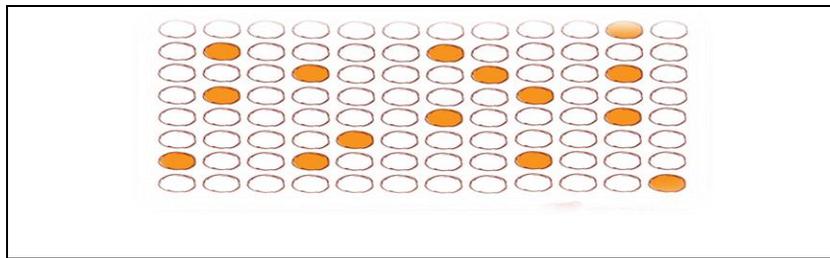
- Muestreo aleatorio simple
- Muestreo sistemático
- Muestreo estratificado
- Muestreo por conglomerados

### 7.8.1.1. Muestreo aleatorio o aleatorio simple

Es una técnica que concede a cada unidad muestral la misma probabilidad de resultar seleccionada, son únicamente las leyes al azar quienes deciden que unidades individuales del universo o población se elegirán.

En este tipo de muestreo se deben seleccionar al azar el número de unidades requeridas, extrayéndolas por lotes o usando una tabla de número aleatorios (Abramson, 1990).

**Figura No.3. Muestreo aleatorio simple**

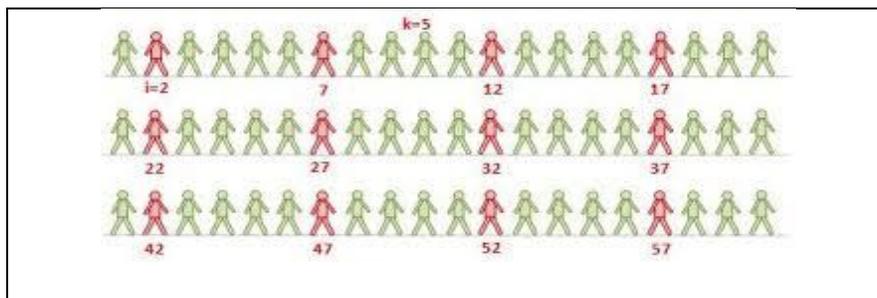


Fuente: (Explorable.com, 2009)

### 7.8.1.2. Muestreo sistemático

En este tipo de método se recurre a un sistema de selección predeterminado. La técnica consiste en decidir el tamaño de la muestra requerido, calcular la razón muestral, expresada como  $"K" = N/n$ . Siendo  $"K"$  el resultado de dividir el tamaño de la población, entre el tamaño de la muestra. Luego se selecciona cada ítem que hace cumplir con el orden  $"K"$  previamente calculado, empezando en un individuo elegido al azar (Abramson, 1990).

**Figura No.4. Ilustración de muestreo sistemático**



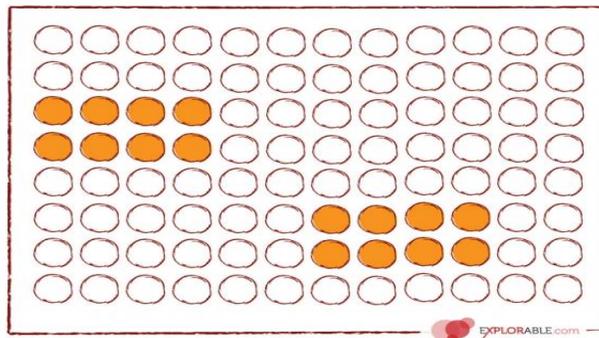
Fuente: (Requena Serra, 2014).

### 7.8.1.3. Muestreo por conglomerados

Este método consiste en seleccionar una muestra aleatoria simple de grupos o conglomerados de individuos, por tanto, las unidades muestrales son grupales y el marco muestral es una lista de dichos conglomerados.

El método es conveniente si al empezar no se dispone de un marco muestral con todos los sujetos individuales, pero posee el inconveniente de que, si los conglomerados contienen individuos similares, estimar la precisión del origen será difícil (Abramson, 1990).

**Figura No.5. Ilustración de muestreo por conglomerados**



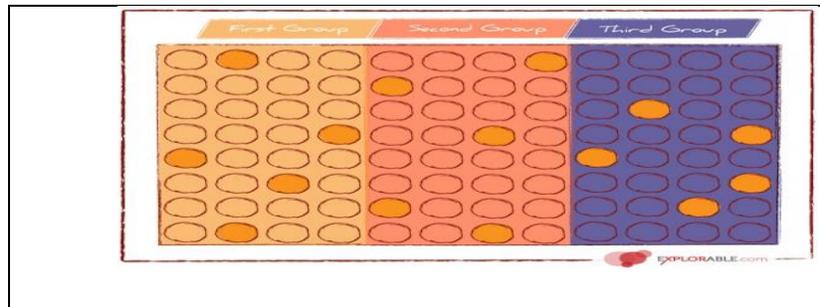
Fuente: (Explorable.com, 2009)

### 7.8.1.4. Muestreo estratificado

Para utilizar este método se debe dividir al universo o población en subgrupos o estratos, según una o más características, por ejemplo: grupos de edad y sexo, realizando luego en cada estrato, un muestreo aleatorio o sistemático.

Este muestreo tiene la ventaja de generar menos variación muestral que el muestro simple, tanto aleatorio como sistemático (Abramson, 1990).

**Figura No.6. Ilustración de muestreo estratificado**



Fuente: (Explorable.com, 2009)

La distribución de la muestra en función de los diferentes estratos se denomina afijación y puede ser de diferentes tipos:

- Afijación simple: a cada estrato le corresponde igual número de elementos muestrales.
- Afijación proporcional: la distribución se hace de acuerdo con el tamaño de la población en cada estrato.
- Afijación óptima: se tiene en cuenta la previsible dispersión de los resultados, de modo que se considera la proporción y desviación típica.

(Torres, s.f.).

## **8. Objetivos**

### **8.1. Generales**

8.1.1. Determinar cuantitativamente la concentración de nitritos y nitratos en embutidos crudos, específicamente en chorizos y longanizas, tanto industriales como artesanales comercializados en el área del casco urbano del municipio de Mazatenango, Suchitupéquez.

### **8.2. Específicos**

8.2.1. Establecer la concentración de nitritos y nitratos presentes en embutidos crudos (chorizos y longanizas) mediante espectrofotometría UV/VIS.

8.2.2. Comparar el contenido de nitratos y nitritos presentes de embutidos crudos (chorizos y longanizas) artesanales con el contenido de nitratos y nitritos presentes en embutidos crudos elaborados de manera industrial.

8.2.3. Verificar si el contenido de nitratos y nitritos presentes en embutidos crudos (chorizos y longanizas) industriales y artesanales cumple con el contenido máximo permisible de nitratos y nitritos establecidos por las normativas COGUANOR NGO 34 130 y RTCA NSO RT.67.04.54:10.

## **9. Hipótesis**

Los embutidos crudos (chorizos y longanizas) artesanales contienen mayores cantidades de nitratos y nitritos que los embutidos crudos (chorizos y longanizas) industriales, ambos grupos de estudio (embutidos crudos artesanales e industriales) cumplen con los parámetros establecidos por las normativas COGUANOR NGO 34 130 y RTCA NSO RT.67.04.54:10.

## **10. Recursos y materiales**

### **10.1. Recursos humanos**

- Ing. En alim. Marvin Sánchez
- MSc. Edgar Del Cid Chacón
- T.U. Alexandra Nicole Estrada Méndez

### **10.2. Recursos institucionales**

- Biblioteca del Centro Universitario de Sur Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala
- Biblioteca de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala
- Laboratorios de análisis e investigación INLASA S.A.

### **10.3. Recursos materiales**

- Embutidos crudos (chorizos y longanizas) artesanales e industriales
- Bolsas herméticas de polietileno de baja densidad (para almacenamiento y transporte de muestras)
- Hielera para recolección de muestras

## **11. Marco operativo**

La metodología general de esta investigación se fundamenta en un estudio bibliográfico y en un estudio transversal como experimental, ya que se cuantificó el contenido de nitratos y nitritos en muestras aleatorias de embutidos crudos, los cuales posteriormente se compararon con los parámetros relacionados a la legislación guatemalteca de aditivos (nitratos y nitritos) para productos cárnicos, siguiendo las etapas que se enumeran a continuación:

### **11.1. Muestreo de embutidos crudos tanto industriales como artesanales**

Con la finalidad de determinar qué embutidos crudos (chorizos y longanizas) industriales se comercializan en el casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez, se realizó un sondeo de las distintas marcas de dichos embutidos.

Cabe mencionar que en el casco urbano de Mazatenango los supermercados que expenden este tipo de producto cárnico son: Despensa Familiar, Maxi Despensa, Supermercados “Suma”, Supermercados M&M, Supermercado “La Barata”, Supermercados “La Torre” y Walmart.

En el sondeo que se realizó en los supermercados mencionados anteriormente se clasificaron tanto los chorizos y longanizas tanto por la marca como por la clase o tipo (tradicional, parrillero, entre otros). Se encontraron 10 marcas que ofrecen estos embutidos a la población mazateca; la información se encuentra recopilada en el inciso No.17 de apéndices, específicamente en el inciso No. 17.1. Embutidos industriales comercializados en el área del casco urbano de Mazatenango (*véase* página 67).

Asimismo, se efectuó un sondeo del número de puestos de ventas de chorizos crudos y longanizas crudas elaborados artesanalmente que se expenden en los distintos mercados municipales ubicados en el área del casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez.

Cabe destacar que en el área urbana de Mazatenango actualmente existen cinco mercados municipales, de éstos según la información manifestada por las personas que

administran dichos mercados, solamente dos mercados cuentan con ventas de chorizos y longanizas, siendo éstos los mercados No.1 y No.4.

Según las personas que tienen a su cargo la administración de los mercados municipales en los que se expenden chorizos y longanizas crudos, se determinó que en el mercado No.1 actualmente existen 22 puestos de venta y en el mercado No.4 los puestos de venta son 13. Datos que se detallan en el inciso No.17 de apéndices, 17.2. Expendios de embutidos artesanales en el casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez (véase páginas 68-69) del presente documento.

#### **11.1.1. Definición de los estratos**

A partir de la información obtenida con relación a los expendios de embutidos crudos se determinó implementar un muestreo estratificado, ya que este tipo de muestreo permite tener una mejor cobertura para elegir muestras representativas, evitando que las mismas estén repetidas en otras categorías o subgrupos.

Se estableció conformar dos subgrupos de estudio de los embutidos elaborados artesanalmente, conformados por los puestos de ventas del mercado No.1, donde se encuentra la mayor parte de oferta u ofrecimiento del producto y otro subgrupo conformado por los puestos de venta del mercado municipal No.4.

De la misma manera se conformaron dos subgrupos de estudio para los embutidos elaborados industrialmente, el primer estrato está conformado por las marcas comerciales que tienen una presencia en la mayoría de los supermercados y el segundo estrato está conformado por las marcas comerciales con menor presencia en los supermercados, dando una posibilidad de evaluar muestras con influencia significativa.

De acuerdo con la información detallada precedentemente los estratos quedan establecidos de la siguiente manera:

**Figura No.7. Estratificación de embutidos artesanales**

**Estratificación de embutidos artesanales**



Fuente: elaboración propia, 2019.

**Figura No.8. Estratificación de embutidos industriales**

**Estratificación de embutidos industriales**



Fuente: elaboración propia, 2019.

**Tabla No.1. Estratificación de embutidos crudos expendidos en el área del casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez.**

<b>Estratificación de embutidos crudos</b>	
<b>Embutidos artesanales</b>	
<b>No. de estrato</b>	<b>Población (no. de puestos de venta)</b>
1	22
2	13
Total	35
<b>Embutidos industriales</b>	
<b>No. de estrato</b>	<b>Población (no. marcas industriales que expenden embutidos crudos)</b>
1	3
2	7
Total	10

Fuente: elaboración propia, 2019.

### 11.1.2. Definición del tamaño muestral

Con la finalidad de encontrar el número de muestras a analizar tanto del grupo de estudio de embutidos artesanales como del grupo de estudio de embutidos industriales se utilizó la fórmula para encontrar el tamaño muestral de una población finita.

$$n = \frac{p*q*N*Z^2}{N*d^2 + p*q*Z^2}$$

Donde:

**N:** Universo o población de estudio

**p:** probabilidad de éxito (0,98)

**q:** probabilidad de fracaso (0,02) según tabla No.14. (véase página 64)

**Z:** nivel de confianza 90% (1,645) según tabla No.14. (véase página 64)

**d:** límite de error 10% (0,10)

Fuente: (Benassini, s.f.)

Desarrollo:

$$n \text{ (embutidos artesanales)} = \frac{(0,98) * (0,02) * (35) * (1,645)^2}{(35) * (0,10)^2 + (0,98) * (0,02) * (1,645)^2} = 4,605 \approx 5$$

$$n \text{ (embutidos industriales)} = \frac{(0,98) * (0,02) * (10) * (1,645)^2}{(10) * (0,10)^2 + (0,98) * (0,02) * (1,645)^2} = 3,4651 \approx 4$$

Cada grupo de estudio (embutidos crudos artesanales y embutidos crudos industriales) está dividido en dos subgrupos o estratos, por lo que se procedió a establecer el número de muestras que debían ser tomadas por estrato; para lo que se estableció una relación proporcional entre el tamaño del estrato y el número de elementos que debían ser proporcionados a la muestra. Para ello se repartió de manera proporcional el número de

muestras (encontrado con la fórmula para determinar el tamaño muestral para el grupo de estudio) entre los distintos estratos definidos, estableciendo una relación de proporcionalidad mediante una regla de tres. Por ejemplo: en el caso del grupo de estudio de embutidos crudos artesanales se cuenta con una totalidad de 35 puestos de venta de los mismos (lo que equivale al 100% de la población de estudio), dentro de este existen dos estratos: el estrato No.1. que cuenta con 22 puestos de venta y el estrato No.2. que cuenta con 13 puestos de venta. Al relacionarlos proporcionalmente con la totalidad del grupo de estudio (35 puestos), se encontró el tamaño proporcional de ambos estratos, correspondiendo al 63% y 37% para el estrato No.1 y No.2 respectivamente.

Luego se procedió a aplicar la fórmula para encontrar el tamaño muestral para una población finita para este grupo de estudio (inciso 11.1.2. Definición del tamaño muestral), lo que dio como resultado que se debían tomar 5 muestras , seguidamente se estableció una relación proporcional entre la totalidad de muestras a analizar ( 5 muestras) y el porcentaje que representaba cada estrato mediante regla de tres; de manera que se relacionó el 100% (5 muestras) con el estrato No.1 equivalente al 63%, indicando que este estrato debía aportar 3 muestras y el estrato No.2 equivalente al 37% aportaría 2 muestras, siendo un total de 5 muestras a analizar.

En la siguiente tabla se presentan los datos numéricos relacionados con cada grupo de estudio, cada uno de los estratos definidos en ellos, relacionando el tamaño porcentual de los estratos y el número de muestras analizadas que corresponden a dichos estratos:

**Tabla No.2. Tamaño muestral y cantidad de muestras a analizadas por estrato establecido**

<b>Estratificación de embutidos crudos</b>			
<b>Embutidos artesanales</b>			
<b>No. de estrato</b>	<b>Población (no. de puestos de venta)</b>	<b>Tamaño porcentual</b>	<b>No. de muestras a analizar</b>
1	22	63%	3
2	13	37%	2
Total	35	100%	5
<b>Embutidos industriales</b>			
<b>No. de estrato</b>	<b>Población (no. marcas industriales que expenden embutidos crudos)</b>	<b>Tamaño porcentual</b>	<b>No. de muestras a analizar</b>
1	3	30%	1
2	7	70%	3
Total	10	100%	4

Fuente: elaboración propia, 2019.

Por lo tanto, con un 90% de representatividad en la población y un 98% de confiabilidad se analizaron: cinco muestras de chorizos y cinco muestras de longanizas elaboradas artesanalmente, según los estratos establecidos se analizaron del estrato No.1 tres muestras de chorizos y tres muestras de longanizas; del estrato No.2 dos muestras de chorizos y dos muestras de longanizas. También de los embutidos crudos elaborados industrialmente se analizaron cuatro muestras de chorizos y cuatro muestras de longanizas. Según el tamaño porcentual de cada estrato establecido en esta categoría, se procedió a analizar: una muestra de chorizo y una muestra de longaniza correspondientes al estrato No.1 y del estrato No.2 de embutidos industriales se analizaron tres muestras de chorizos y tres muestras de longanizas.

A cada estrato se aplicó un muestreo aleatorio de acuerdo a la cantidad de muestras establecidas anteriormente, las muestras se seleccionaron de manera aleatoria para tener una representatividad aceptable.

### **11.2. Recolección de las muestras**

La cantidad de muestras previamente establecidas se recolectaron y se colocaron en el interior de una bolsa hermética de polietileno de baja densidad, se identificaron apropiadamente y se trasladaron en una hielera para que se conservasen en buen estado (4°C), dichas muestras se trasladaron el mismo día de su recolección a las instalaciones de laboratorios INLASA S.A. donde se realizaron los análisis correspondientes.

### **11.3. Preparación y conservación de las muestras**

La muestra tomada debía ser representativa y pesar al menos 200 g, por lo que se recolectaron 500 g de las mismas, éstas se almacenaron adecuadamente para evitar su deterioro o cambio de composición, según las normativas de análisis de este tipo de productos cárnicos COGUANOR 34 125 h14 recomienda que las muestras se almacenen a una temperatura de (0-5) °C durante un máximo de 4 días.

### 11.3.1. Identificación y codificación de las muestras

En la tabla que se presenta a continuación se describe la codificación que se utilizó para la identificación de las distintas muestras tomadas con base en los cálculos previamente establecidos, de cada uno de los estratos predeterminados, dichos cálculos se presentan de manera detallada en el inciso 11.1.2. Definición del tamaño muestral del presente documento (véase páginas 33).

**Tabla No. 3. Identificación y codificación de las muestras analizadas**

No. de muestra	Código	Marca comercial
<b>Embutidos artesanales</b>		
1	E1ACH01	
2	E1ACH02	
3	E1ACH03	
4	E2ACH01	
5	E2ACH02	
6	E1ALN01	
7	E1ALN02	
8	E1ALN03	
9	E2ALN01	
10	E2ALN02	
<b>Embutidos industriales</b>		
11	E1ICH01	Bremen chorizo colorado
12	E2ICH01	Sta. Lucía chorizo argentino
13	E2ICH02	Perry chorizo parrillero
14	E2ICH03	Don Cristóbal chorizo premium
15	E1ILN01	Bremen, longaniza especial
16	E2ILN01	Sta. Lucía longaniza especial
17	E2ILN02	Perry longaniza parrillera
18	E2ILN03	Don Cristóbal longaniza especial

**E1** Estrato No.1

**E2** Estrato No.2

**A** Artesanal

**I** Industrial

**CH** chorizo

**LN** Longaniza

**NÚMEROS (01-03)** Corresponden al número de muestra tomada en cada estrato

Fuente: elaboración propia, 2019.

#### **11.4. Método de análisis**

El principio del método de análisis consiste en la extracción de la muestra con agua caliente, precipitación de las proteínas, filtrado e identificación tanto de nitratos como de nitritos por medio del color (amarillo para nitratos y violeta para nitritos) que ambos adquieren al agregar soluciones específicas, y posteriormente se mide utilizando el método espectrofotométrico UV-vis la sustancia colorida debido a la absorción de frecuencias o longitudes de onda del espectro visible comparándolas con soluciones de concentración conocidas (soluciones estándar) que contengan la misma especie absorbente para determinar la concentración de nitratos o nitritos que tenga el producto cárnico que se está analizando. (Skoog, Leary, & Holler F., 1998).

Este método es ampliamente recomendado para el análisis de productos cárnicos por la Comisión Guatemalteca de Normas -COGUANOR- para la determinación de nitratos y nitritos en carne y productos cárnicos, contenido en las normas: COGUANOR 34 125 h9 y COGUANOR 34 125 h10.

##### **11.4.1. Recopilación de datos**

Con la finalidad de recopilar los datos obtenidos de la identificación y cuantificación de nitratos y nitritos de los embutidos crudos analizados, se utilizó un formato en el cual se identificó el tipo de embutido crudo, la presencia o ausencia de nitratos y nitritos como la concentración de estos compuestos presentes en las muestras analizadas.

### 11.5. Análisis estadístico de datos obtenidos

Debido a que el enfoque de la investigación es mixto, se realizó un análisis no paramétrico mediante la prueba de  $X^2$  (corrección de Yates); como también se realizó una prueba de t de Student para verificar si existe diferencia estadística entre los resultados obtenidos (concentraciones de nitratos como nitritos) y los parámetros establecidos para nitratos y nitritos en la Norma COGUANOR NGO 34 130 y RTCA NSO RT.67.04.54:10.

Para el análisis de los resultados obtenidos se utilizaron las fórmulas presentadas a continuación:

**Tabla No.4. Fórmulas estadísticas a emplearse para el análisis de resultados obtenidos**

Prueba de $X^2$ (corrección Yates)		Prueba de t de Student	
$X^2$	Grados de libertad	Distribución t de Student	Grados de libertad
$X^2 = \sum \frac{( f_e - f_o  - 0,5)^2}{f_e}$	$gl = (c - 1) * (f - 1)$	$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s_x}{\sqrt{n}}}$	$gl = n - 1$
Donde:	Donde:	Donde:	Donde:
$\Sigma$ : sumatoria de los cuadrados	<b>c</b> : número de columnas <b>f</b> : número de filas	$\bar{x}$ : media aritmética de los datos	<b>n</b> : tamaño de la muestra
<b>f<sub>e</sub></b> : frecuencias esperadas		$\mu$ : media poblacional de referencia	
<b>f<sub>o</sub></b> : frecuencias observadas		<b>s<sub>x</sub></b> : Desviación estándar	
		<b>n</b> : tamaño de la muestra	

Fuente: (Universidad Nacional Federico Villareal, 2013) & (Nievas, s.f.)

## 12. Resultados

### 12.1. Descripción de las muestras analizadas

La información técnica relevante de las muestras de estudio analizadas se describen en la siguiente tabla:

**Tabla No.5. Información técnica de las muestras**

<b>Tipo de muestra</b>	<b>Embutidos crudos (chorizos y longanizas)</b>
<b>Cantidad de muestras</b>	18 muestras (5 muestras de chorizos artesanales, 5 muestras de longanizas artesanales, 4 muestras de chorizos industriales y 4 muestras de chorizos industriales)
<b>Tipo de envase/embalaje utilizado para el transporte de muestras</b>	Bolsas de polietileno de baja densidad con cierre hermético
<b>Origen de las muestras</b>	Mercados municipales y supermercados del casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez
<b>Peso de cada muestra</b>	500 g
<b>Límite de detección</b>	0,03 mg/Kg

Fuente: elaboración propia,2019.

### 12.2. Resultados obtenidos de la cuantificación de nitratos y nitritos presentes en embutidos crudos artesanales e industriales

En el presente estudio se analizaron dieciocho muestras de embutidos crudos con la finalidad de determinar cuantitativamente los aditivos (nitratos y nitritos) presentes en cada una de las muestras y poder determinar si la concentración de cada una de ellas se encontraba dentro del límite permitido por la normativa RTCA y COGUANOR. Quienes recomiendan que la concentración de nitratos  $\text{KNO}_3$  no exceda a 500 mg/Kg y en el caso de nitritos  $\text{NaNO}_2$  no exceda a 200 mg/Kg. Para que el consumo de los mismos sea considerado seguro para la salud de las personas.

Los resultados se recopilaron en la tabla No.6 la cual se presenta en la siguiente página:

Tabla No.6. Resultados de determinación de nitratos y nitritos en muestras analizadas

No. De muestra	Tipo de embutido (chorizo o longaniza)	Tipo de proceso de elaboración de embutido (industrial o artesanal)	Código de identificación	Concentración de nitratos (mg KNO <sub>3</sub> / Kg)	Límite permitido por COGUANOR y RTCA (500 mg/Kg)		Concentración de nitritos (mg NaNO <sub>2</sub> / Kg)	Límite permitido por COGUANOR y RTCA (200 mg/Kg)	
					Cumple	No cumple		Cumple	No cumple
1	Chorizo	Artesanal	E1ACH01	ND	x		ND	x	
2	Chorizo	Artesanal	E1ACH02	ND	x		ND	x	
3	Chorizo	Artesanal	E1ACH03	8,6	x		ND	x	
4	Chorizo	Artesanal	E2ACH01	ND	x		3,5	x	
5	Chorizo	Artesanal	E2ACH02	ND	x		ND	x	
6	Longaniza	Artesanal	E1ALN01	ND	x		ND	x	
7	Longaniza	Artesanal	E1ALN02	72,9	x		ND	x	
8	Longaniza	Artesanal	E1ALN03	ND	x		ND	x	
9	Longaniza	Artesanal	E2ALN01	ND	x		ND	x	
10	Longaniza	Artesanal	E2ALN02	28,4	x		ND	x	
11	Chorizo	Industrial	E1ICH01	212,7	x		2,22	x	

\*ND No detectado

Fuente: transcripción de resultados emitidos por Laboratorios INLASA. S.A. 2019.

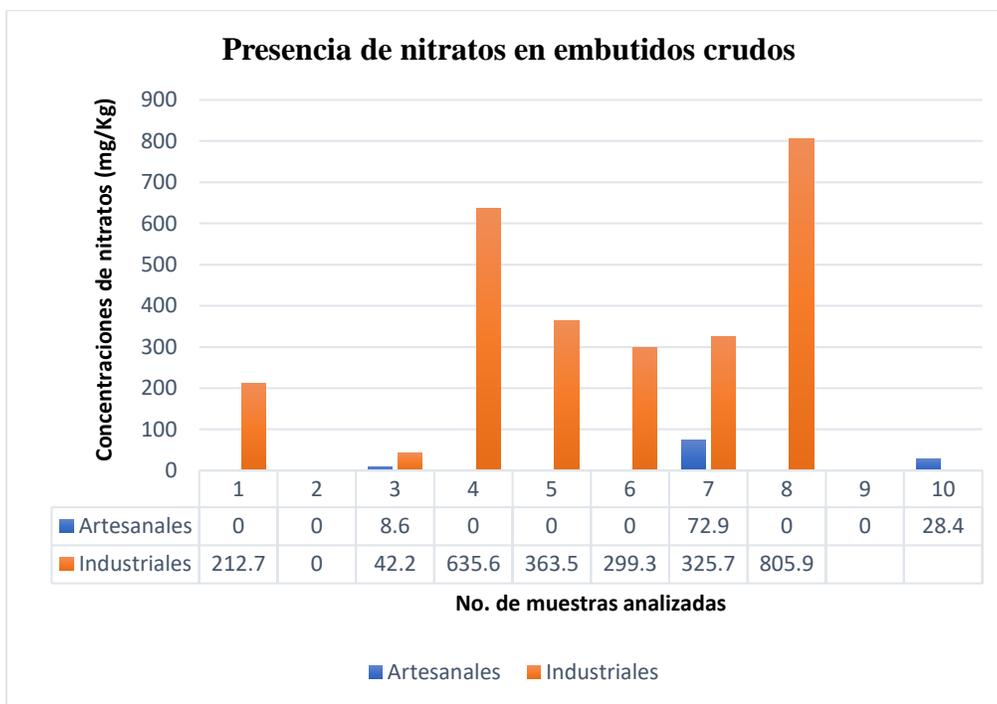
No. De muestra	Tipo de embutido (chorizo o longaniza)	Tipo de proceso de elaboración de embutido (industrial o artesanal)	Código de identificación	Concentración de nitratos (mg KNO <sub>3</sub> / Kg)	Límite permitido por COGUANOR y RTCA (500 mg/Kg)		Concentración de nitritos (mg NaNO <sub>3</sub> / Kg)	Límite permitido por COGUANOR y RTCA (200 mg/Kg)	
					Cumple	No cumple		Cumple	No cumple
12	Chorizo	Industrial	E2ICH01	ND	x		7,2	x	
13	Chorizo	Industrial	E2ICH02	42,20	x		ND	x	
14	Chorizo	Industrial	E2ICH03	635,6		x	1,86	x	
15	Longaniza	Industrial	E1ILN01	363,5	x		32,09	x	
16	Longaniza	Industrial	E2ILN01	299,3	x		1,5	x	
17	Longaniza	Industrial	E2ILN02	325,7	x		33,6	x	
18	Longaniza	Industrial	E2ILN03	805,9		x	ND	x	

\*ND No detectado

Fuente: transcripción de resultados emitidos por Laboratorios INLASA. S.A. 2019.

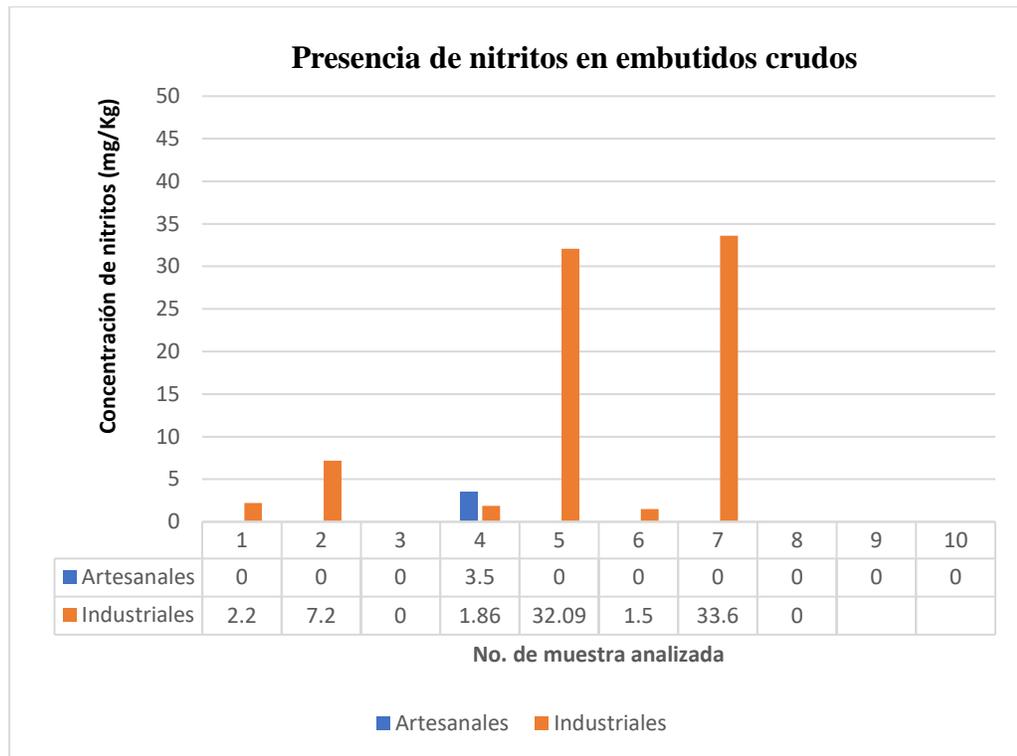
Gráficamente los resultados presentados en la tabla No.6. se representan visualmente mediante histogramas de Pearson con la finalidad de visualizar la ubicación y comparación de las concentraciones de nitratos y nitritos en cada grupo de estudio (embutidos crudos artesanales como industriales).

**Figura No.9. Concentración de nitratos en embutidos crudos artesanales y embutidos crudos industriales.**



Fuente: elaboración propia, 2019.

**Figura No. 1. Concentraciones de nitritos en embutidos crudos artesanales y embutidos crudos industriales**



Fuente: elaboración propia,2019.

### 12.3. Resultados de la aplicación de la prueba estadística $X^2$ (corrección de Yates)

Con la finalidad de conocer si existía asociación o dependencia estadística al respecto de la variable (presencia de nitratos y de nitritos), y la variable tipo de procesamiento del embutido (ya fuera este artesanal o industrial). Se procedió a plantear hipótesis para el estudio de los casos de nitratos y nitritos.

Para establecer la existencia de dependencia entre la presencia de nitratos y el tipo de procesamiento (artesanal e industrial) en embutidos crudos se plantearon las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** La presencia de nitratos o nitritos en embutidos crudos estudiados no es dependiente del tipo de procesamiento del embutido crudo (artesanal o industrial).

**H<sub>1</sub>:** La presencia de nitratos o nitritos en embutidos crudos estudiados depende del tipo de procesamiento del embutido crudo (artesanal o industrial)

Los cálculos matemáticos realizados para el desarrollo de las fórmulas y la obtención de los distintos resultados en esta sección presentados se encuentran en los apéndices, en el inciso 17.4.1. Aplicación de  $X^2$  con corrección de Yates (*véase* páginas 74-77) a datos obtenidos correspondientes a nitratos en embutidos crudos

Los valores que se utilizaron para obtener el valor de  $X^2$  crítico pertenecen a la tabla estadística de  $X^2$  que se utilizó para la toma de decisión, la misma se encuentra en la sección de anexos (16.1. Tablas estadísticas de valores), específicamente en la Tabla No.15. Valores críticos de la distribución  $X^2$  (*véase* página 65).

De los resultados obtenidos se procedió a organizar los datos de estudio en tablas de contingencia que se presentan a continuación:

**Tabla No.7. Tabla de contingencia de nitratos**

<b>Grupo</b>	<b>Presencia</b>	<b>Ausencia</b>	<b>Total</b>
	<b>de nitratos</b>	<b>de nitratos</b>	
Artesanal	3	7	10
Industrial	7	1	8
Total	10	8	18

Fuente: elaboración propia, 2019.

Con base en la tabla anterior (tabla No7.) se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla No.8. Resultados de nitratos de prueba de  $X^2$  con corrección de Yates**

<b><math>X^2</math> Calculada</b>	$X^2 = 3,86$
<b>Grados de libertad</b>	gl =1
<b>Nivel de significancia</b>	0,05
<b><math>X^2</math> crítico (tabla)</b>	$X^2 = 3,84$

Fuente: elaboración propia, 2019.

Al realizar la comparación entre los valores de  $X^2$  calculado y  $X^2$ crítico se concluye que siendo el valor de  $X^2$  calculado mayor que el valor de  $X^2$ crítico (según criterio estadístico, véase página 75), se acepta la hipótesis alternativa, puesto que sí existe dependencia estadística con respecto del tipo de embutido (artesanal o industrial) y la presencia de nitratos en estos.

De la misma manera se realizó el análisis estadístico aplicando la prueba  $X^2$  (corrección de Yates) para comprobar la existencia de asociación o dependencia entre la presencia o ausencia de nitritos con los grupos de estudio (embutidos elaborados de manera artesanal y de manera industrial) con los datos que se presentan a continuación:

**Tabla No.9. Tabla de contingencia de nitritos**

<b>Grupo</b>	<b>Presencia</b>	<b>Ausencia</b>	<b>Total</b>
	<b>de nitritos</b>	<b>de nitritos</b>	
Artesanal	1	9	10
Industrial	6	2	8
Total	7	11	18

Fuente: elaboración propia, 2019.

Con base en la tabla anterior (tabla No.9) se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla No. Tabla 10. Resultados de nitritos de prueba de  $X^2$  con corrección de yates**

<b><math>X^2</math> calculada</b>	$X^2 = 5,41$
<b>Grados de libertad</b>	gl = 1
<b>Nivel de significancia</b>	0,05
<b><math>X^2</math> crítico (tabla)</b>	$X^2 = 3,84$

Fuente: elaboración propia, 2019.

Al realizar la comparación entre los valores de  $X^2$  calculado y  $X^2$  crítico se concluye que siendo el valor de  $X^2$  calculado mayor que el valor de  $X^2$  crítico (según criterio estadístico, véase página 77), se acepta la hipótesis alternativa, puesto que sí existe dependencia estadística entre el tipo de embutido (artesanal o industrial) y la presencia de nitritos en los mismos.

#### 12.4. Resultados de la aplicación de la prueba estadística t de Student

Esta prueba paramétrica permitió comparar las concentración o cantidades presentes tanto de nitratos como de nitritos en los dos grupos de estudio (embutidos crudos artesanales y embutidos crudos industriales) con los parámetros de referencia que son los valores establecidos por el RTCA y COGUANOR como permitidos para este tipo de productos alimenticios.

El desarrollo matemático de las fórmulas utilizadas en este análisis estadístico se presenta en la sección de apéndices inciso 17.4.2. Desarrollo matemático de la aplicación de la prueba de t de Student (*véase* páginas 77-80).

Se efectuó la comparación de los resultados (concentraciones) de nitratos en embutidos crudos tanto artesanales como industriales con respecto al valor límite permitido (500 mg/kg), lo cual permite comprobar si cumplen con los parámetros establecidos, los resultados de dicha comparación se presentan a continuación:

Las hipótesis planteadas en el estudio del caso de nitratos y su respectivo parámetro de comparación en embutidos artesanales son:

**H<sub>0</sub>:** Las concentraciones de nitratos presentes en los embutidos artesanales son mayores o iguales al valor establecido por RTCA y COGUANOR (500 mg/kg).

**H<sub>1</sub>:** Las concentraciones de nitratos presentes en los embutidos artesanales son menores al valor establecido por RTCA y COGUANOR (500 mg/kg).

**Tabla No. 11. Datos utilizados para la prueba t de Student en nitratos de embutidos artesanales**

Nitratos en embutidos artesanales	
No. Muestra	Concentración (mg/Kg)
1	0
2	0
3	8,6
4	0
5	0
6	0
7	72,9
8	0
9	0
10	28,4
<b>Parámetro de referencia</b>	500
<b>Suma</b>	109,9
<b>Media aritmética</b>	10,99
<b>Desviación Estándar</b>	23,5398693
<b>Tamaño de muestra</b>	10
<b>Grados de libertad</b>	9
<b>valor t</b>	65,69
<b>valor p</b>	1,83

Fuente: elaboración propia, 2019.

Como en este caso la probabilidad de error (p) es igual a 1,83 y esta es menor que el valor crítico (t) que es 65,69 (véase páginas 77-78), se acepta la hipótesis alternativa, afirmando que las concentraciones de nitratos en los embutidos artesanales cumplen con el límite permitido.

De la misma manera se comparó la concentración de nitratos presentes en embutidos industriales, para el estudio de este caso se plantearon las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** Las concentraciones de nitratos presentes en los embutidos industriales son mayores o iguales al valor establecido por RTCA y COGUANOR (500 mg/kg).

**H<sub>1</sub>:** Las concentraciones de nitratos presentes en los embutidos industriales son menores al valor establecido por RTCA y COGUANOR (500 mg/kg).

**Tabla No.12. Datos utilizados para la prueba t de Student en nitratos de embutidos industriales**

<b>Nitratos en embutidos industriales</b>	
<b>No. Muestra</b>	<b>Concentración (mg/Kg)</b>
1	212,7
2	0
3	42,2
4	635,6
5	363,5
6	299,3
7	325,7
8	805,9
<b>Parámetro de referencia</b>	500
<b>Suma</b>	2684,9
<b>Media aritmética</b>	335,61
<b>Desviación Estándar</b>	27,432279
<b>Tamaño muestra</b>	8
<b>Grados de libertad</b>	7
<b>valor t</b>	1,69
<b>valor p</b>	1,89

Fuente: elaboración propia, 2019.

En este caso el valor de probabilidad (p) corresponde a 1,89 siendo mayor que el valor crítico (t) que corresponde a 1,69 (véanse páginas 93-94). Por lo que según el criterio estadístico se acepta la hipótesis nula y se afirma que las concentraciones de nitratos presentes en embutidos industriales son mayores o iguales al límite fijado por COGUANOR Y RTCA.

En el caso de comparación de concentraciones de nitritos encontradas en las muestras de estudio correspondientes a embutidos artesanales no fue posible aplicar la prueba de t de Student, debido a que solamente en una única muestra se detectó la presencia de dicho aditivo. Y la concentración de dicha muestra es de 3,5 mg/Kg siendo menor que el límite establecido, por lo que sí cumple con los parámetros especificados por la legislación guatemalteca y centroamericana.

Para realizar la prueba de t de Student a los resultados de las concentraciones de nitritos encontradas en muestras de estudio de embutidos industriales y relacionarlo con el parámetro establecido por RTCA y COGUANOR, se plantearon las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** Las concentraciones de nitritos presentes en embutidos industriales son mayores o iguales al valor establecido por RTCA y COGUANOR (200 mg/kg).

**H<sub>1</sub>:** Las concentraciones de nitritos presentes en los embutidos industriales son menores al valor establecido por RTCA y COGUANOR (200 mg/kg).

**Tabla No.13. Datos utilizados para la prueba t de Student en nitritos de embutidos industriales**

Nitritos en embutidos industriales	
No. Muestra	Concentración(mg/Kg)
1	2,22
2	7,2
3	0
4	1,86
5	32,09
6	1,50
7	33,60
8	0
<b>Parámetro de referencia</b>	200
<b>Suma</b>	78,47
<b>Media aritmética</b>	9,8087
<b>Desviación Estándar</b>	14,3999
<b>Tamaño muestra</b>	8
<b>G1</b>	7
<b>valor t</b>	37,37
<b>valor p</b>	1.89

Fuente: elaboración propia, 2019.

Al aplicar la prueba de t de Student, se pudo comprobar que la probabilidad de error (p) es igual a 1,89 y este valor es menor que el valor crítico (t) 37,37. (véase página 79-80). Por lo que se acepta la hipótesis alternativa, afirmando que las concentraciones de nitritos en los embutidos industriales cumplen con el límite permitido.

En la tabla No.6. Resultados de determinación de nitratos y nitritos en muestras analizadas (véase página 41-42) se puede observar que el contenido de nitratos para chorizos como longanizas elaborados artesanalmente no fue detectado en la mayoría de las muestras analizadas, mostrando que solamente se detectó en tres muestras (muestra No.3, muestra No. 7 y muestra No.10). La cuantificación de nitratos encontrada está comprendida entre (8,6-72,9) mg  $\text{KNO}_3$ / Kg, hallándose dentro del rango permitido por el RTCA y COGUANOR; cumpliendo de esta manera con el parámetro establecido como seguro para su consumo humano.

Los nitritos en las muestras de chorizos y longanizas elaborados artesanalmente, sólo fueron detectados en una muestra, siendo ésta la muestra No.4 con un contenido de nitritos muy bajo correspondiente a 3,5 mg  $\text{NaNO}_2$ / Kg. Por lo que estas muestras también cumplen con el parámetro establecido como permitido por RTCA y COGUANOR.

En el caso de los embutidos elaborados industrialmente tanto chorizos como longanizas, en la cuantificación de nitratos solamente en una de las muestras no fue detectado este aditivo, siendo esta la muestra No. 12. En las demás muestras analizadas se encontró una concentración de nitratos comprendida entre (42,20-805,9) mg  $\text{KNO}_3$ / Kg. De estas muestras la mayoría cumple con el parámetro establecido por RTCA y COGUANOR, que establece una concentración máxima de 500 mg  $\text{KNO}_3$ / Kg. Solamente en una de las muestras (muestra No. 18), esta concentración es de 805,9 mg  $\text{KNO}_3$ / Kg, quedando ligeramente fuera del rango establecido. Así mismo el contenido de nitritos no se detectó en dos muestras (muestra No.13 y muestra No. 18). En las seis muestras en las que se determinó la concentración de nitritos presentes muestran valores comprendidos entre (1,86-33,6) mg  $\text{NaNO}_2$ / Kg, por lo que la cuantificación de nitritos en embutidos crudos elaborados industrialmente está cumpliendo con el parámetro establecido como seguro por el RTCA y COGUANOR.

## 12.5. Discusión de resultados

En el presente estudio se determinó y cuantificó la concentración de sales de curado (nitratos y nitritos) que se añaden intencionalmente durante el proceso de elaboración de embutidos crudos curados como lo son los chorizos y longanizas, con la finalidad de mejorar sus características sensoriales y su vida de anaquel. El área de investigación del presente estudio fue el casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez, lugar del que se recolectaron muestras representativas de embutidos crudos elaborados artesanalmente, los cuales son expendidos en los distintos mercados municipales de la localidad como también muestras representativas de embutidos crudos elaborados industrialmente, los cuales son expendidos por los distintos supermercados a los que la población tiene acceso.

Cabe mencionar que debido a que son productos de fácil accesibilidad económica y al tratarse de un alimento empleado para la preparación de distintas comidas (tanto en la comida elaborada en casa como en la comida rápida o la comida de ventas ambulantes), suelen ser adquiridos y consumidos por la población mazateca.

Es importante mencionar que todo alimento curado que se somete a altas temperaturas (cocción o fritura) da lugar a la formación de nitrosaminas, sustancias altamente cancerígenas como también se puede correr el riesgo de que se convierta la hemoglobina en metahemoglobina principalmente en la población infantil (González Gómez, 2006).

Por lo que es de suma importancia conocer la concentración de dichas sales. Los análisis para la presente investigación se realizaron en cinco muestras de chorizos y cinco muestras de longanizas elaboradas artesanalmente, asimismo de los embutidos elaborados industrialmente se analizaron cuatro muestras de chorizos y cuatro muestras de longanizas, según los estratos establecidos previamente en el inciso 10.1.2. de determinación del tamaño muestral.

La cuantificación de nitratos y nitritos se puede observar en la tabla No.6. Resultados de determinación de nitratos y nitritos en muestras analizadas (véase páginas 41-42), en la que se muestra que en los embutidos crudos elaborados artesanalmente la concentración de nitratos se detectó en tres de las diez muestras analizadas, lo que equivale a un 30% de las muestras con presencia de nitratos, las concentraciones presentes tienen valores

comprendidos entre (8,6-28,4) mg  $\text{KNO}_3/\text{Kg}$  por lo que cumplen con el límite permitido por COGUANOR Y RTCA (500 mg  $\text{KNO}_3/\text{Kg}$ ) siendo estos valores menores al límite establecido.

En el caso de los nitritos de las diez muestras analizadas de embutidos crudos elaborados artesanalmente, solamente se detectaron nitritos en una de las muestras, lo que equivale a un 10% de las muestras analizadas con presencia de nitritos. La concentración de nitritos para esta muestra es de 3,5 mg  $\text{NaNO}_2/\text{Kg}$ . Siendo ésta una baja concentración también cumple con el parámetro establecido por COGUANOR Y RTCA que indica que la concentración de nitritos en productos cárnicos curados no debe ser mayor a 200 mg  $\text{NaNO}_2/\text{Kg}$ .

Cabe mencionar que la ausencia de nitratos y nitritos en la mayoría de las muestras de estudio de estos embutidos puede presentar un riesgo para la salud del consumidor viéndose afectada calidad del producto, ya que los mismos deberían ser utilizados o consumidos de manera rápida pues los expendios no cuentan con las condiciones ambientales mínimas para mantener la calidad de estos productos cárnicos debido a las siguientes razones: los embutidos no se encuentran a una temperatura de refrigeración adecuada pues los expendios carecen de cámaras de refrigeración, además de que carecen de un empaque al vacío, lo que conlleva a que los embutidos estén expuestos oxígeno contenido en el aire, es decir, que estén expuestos a un ambiente aeróbico que favorece a una rápida proliferación de microorganismos (principalmente del género *Clostridium*) y la oxidación química de las grasas que forman parte de este producto, siendo también alteradas las características organolépticas ya que los nitratos y nitritos tienen una influencia positiva que estabiliza y mejora aspectos como el color, el olor, el sabor y la textura de los productos cárnicos.

La detección de nitratos en embutidos crudos elaborados industrialmente muestra que siete de las ocho muestras analizadas son positivas, constituyendo un 87,5% de muestras que contienen nitratos. La concentración de estas muestras presenta valores comprendidos entre (42,20-805,9) mg  $\text{KNO}_3/\text{Kg}$ . Como se ha mencionado anteriormente el límite permitido por la legislación alimentaria es de 500 mg  $\text{KNO}_3/\text{Kg}$ . En este caso dos de las muestras analizadas sobrepasan este valor establecido, siendo estas: la muestra No.14 (E2ICHN03) con una concentración de 805,9 mg  $\text{KNO}_3/\text{Kg}$  y la muestra No.18 (E2ILN03) con una concentración

de 635,6 mg  $\text{KNO}_3/\text{Kg}$ . Estas concentraciones son ligeramente superiores al límite establecido como seguro para el consumo humano por las normativas que regulan la inocuidad alimentaria.

Los nitritos en las muestras de embutidos crudos elaborados industrialmente se detectaron en seis muestras de las ocho analizadas, es decir el 75% de muestras contiene nitritos, las concentraciones en estas muestras tienen valores entre (2,22-33,6) mg  $\text{NaNO}_2/\text{Kg}$ , siendo estos valores menores al límite establecido por la legislación alimentaria (200 mg  $\text{NaNO}_2/\text{Kg}$ ) cumplen con las normativas.

Con la finalidad de comprobar que los resultados obtenidos sean estadísticamente significativos o que no hayan sido producto del azar, se aplicaron la prueba de  $\chi^2$  con corrección de Yates y la prueba paramétrica de t de Student.

Al aplicar la prueba de  $\chi^2$  con corrección de Yates en la presente investigación, se comprobó la relación de dependencia entre el tipo de procesamiento del embutido (artesanal o industrial) y la concentración de nitratos y nitritos añadidos; es decir, la concentración o la cantidad de nitritos y nitratos está relacionada o depende del tipo de proceso del embutido crudo (artesanal o industrial). Siendo estadísticamente significativo que los embutidos crudos elaborados de manera industrial presentan concentraciones mayores de nitratos y nitritos que los embutidos elaborados artesanalmente.

En la aplicación de la prueba paramétrica de t de Student se comparó la concentración de las sales curantes con el parámetro fijado por RTCA y COGUANOR siendo estos parámetros 500 mg  $\text{KNO}_3/\text{Kg}$  y 200 mg  $\text{NaNO}_2/\text{Kg}$  para nitratos y nitritos respectivamente. Determinando que tanto la concentración de nitratos como nitritos de los embutidos crudos elaborados de manera artesanal cumplen con la normativa y son estadísticamente significativos.

Las concentraciones de nitratos en embutidos elaborados de manera industrial son mayores o iguales que el límite fijado según criterio estadístico, mientras que los nitritos en este tipo de embutidos sí cumplen con el parámetro establecido.

Respecto a la concentración de nitritos detectada en las muestras analizadas el 100% de las mismas está por debajo del límite establecido por las normativas para carnes

procesadas y productos cárnicos, por lo que se consideran productos seguros para el consumo humano. En el caso de los nitratos el 88,89% cumple con el parámetro establecido por la normativa para carnes procesadas y productos cárnicos, por lo que solamente el 11% de las muestras contiene un valor ligeramente superior al que se establece como parámetro de comparación. Esto puede ocurrir debido a que no se tenga un parámetro estricto establecido de control de calidad para monitorear la concentración final de nitratos en productos finales en algunas de las industrias cárnicas del país.

La hipótesis planteada al inicio de la investigación no es válida debido a que la concentración de nitratos y nitritos contenida en los embutidos crudos (chorizos y longanizas) elaborados de manera artesanal no es mayor a la concentración de nitratos y nitritos contenida en los embutidos crudos (chorizos y longanizas) elaborados de manera industrial, siendo éstos últimos embutidos (industriales) los que contienen mayores concentraciones de dichos aditivos, asimismo los embutidos crudos artesanales cumplen con los estándares o parámetros establecidos por COGUANOR Y RTCA, mientras que en el caso de los embutidos crudos industriales el 88,89% del total de muestras analizadas cumple con los parámetros recomendados por las normativas, siendo un 11% del total de muestras las que no cumplen con los parámetros establecidos por las normativas COGUANOR Y RTCA.

### 13. Conclusiones

- 13.1. Se determinó mediante la aplicación de la prueba estadística de  $X^2$  (con corrección de Yates) que las concentraciones presentes tanto de nitratos y nitritos en los embutidos crudos dependen o están asociadas al tipo de procesamiento de estos (industrial o artesanal), presentando un mayor contenido de nitratos y nitritos los embutidos crudos elaborados industrialmente, por lo que se rechaza la hipótesis planteada al inicio de la investigación.
- 13.2. La cantidad de nitratos cuantificada en embutidos crudos artesanales presenta valores de concentración comprendidos entre (8,6-28,4) mg  $KNO_3$ /Kg. La cantidad de nitritos cuantificada en embutidos crudos artesanales es de 3,5 mg  $NaNO_2$ / Kg.
- 13.3. Las concentraciones determinadas de nitratos en embutidos crudos industriales presentan valores comprendidos entre (42,20-805,9) mg  $KNO_3$ /Kg. La cantidad de nitritos cuantificada en embutidos crudos industriales presenta valores de concentración comprendidos entre (2,22-33,6) mg  $NaNO_2$ /Kg.
- 13.4. En embutidos crudos artesanales se detectó en 30% de las muestras analizadas presencia de nitratos, mientras que en los embutidos crudos industriales se detectó en 87,5% de las muestras analizadas presencia de nitratos. En el caso de nitritos en embutidos crudos artesanales se detectaron en 10% de las muestras analizadas, mientras que en los embutidos crudos industriales se detectaron en 75% del total de muestras analizadas.
- 13.5. Mediante la aplicación de la prueba paramétrica t de Student se concluye que el 100% de las muestras analizadas de embutidos crudos artesanales cumple con los parámetros establecidos por COGUANOR y RTCA para productos cárnicos curados, ya que las concentraciones tanto de nitratos como de nitritos que contienen son menores al límite fijado como seguro para el consumo humano.

13.6. Asimismo, mediante la aplicación de la prueba paramétrica de t de Student para embutidos industriales, se concluye que el 88,89% de las muestras analizadas de embutidos crudos industriales cumplen con el parámetro establecido para nitratos por COGUANOR Y RTCA. Mientras que el 11% de las muestras contiene un valor ligeramente superior al que se establece como parámetro de comparación, excediendo el límite permitido para su uso. Con respecto a las concentraciones de nitritos cuantificados en las muestras analizadas en embutidos crudos industriales el 100% de las mismas cumple con el parámetro establecido por COGUANOR Y RTCA.

## 14. Recomendaciones

- 14.1. Es de vital importancia que en los mercados municipales se implementen tecnologías de conservación como cámaras frigoríficas para el almacenamiento de embutidos crudos, ya que los embutidos crudos elaborados de manera artesanal, en la mayoría de muestras analizadas carecen o presentan bajas concentraciones de nitratos y nitritos, y debido a las condiciones (expuestos al ambiente), en las que se suelen encontrar en dichos centros de expendio, estos productos son propensos a contaminación exógena que puede alterar las características organolépticas y microbiológicas por la proliferación de microorganismos patógenos.
- 14.2. Solicitar al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social que realice controles o monitoreos frecuentes relacionados a la evaluación de concentraciones de nitratos y nitritos en productos expendidos por mercados municipales, ventas ambulantes y supermercados de productos embutidos crudos curados, con la finalidad de garantizar que los aditivos (nitratos y nitritos) permitan la conservación de los productos en cuestión sin que las concentraciones de los mismos sean nocivas para la salud de los consumidores.
- 14.3. Evaluar la posibilidad de ampliar la investigación presente con la finalidad de obtener datos (concentraciones, fechas, localidades, entre otros) con los que se pueda llevar un control de las concentraciones de aditivos (nitratos y nitritos) presentes en embutidos crudos, que permitan conocer las concentraciones presentes de los mismos y dichos datos sean publicados para informar a la población consumidora.
- 14.4. Efectuar investigaciones de este tipo aplicándose a otra variedad de embutidos a nivel nacional para obtener un panorama completo de calidad e inocuidad actual en productos cárnicos que permita conocer los niveles de concentración de aditivos (nitratos y nitritos).
- 14.5. Ejecutar estudios futuros relacionados con la calidad y vida de anaquel de los embutidos cárnicos crudos curados en los cuales se empleen mezclas de nitratos y nitritos en menor cantidad (o concentraciones), o puedan utilizarse sustancias que puedan reemplazar a los nitritos y nitratos, para que estos productos puedan no

solamente cumplir con los parámetros establecidos por las normativas en cuestión de aditivos alimentarios, sino que causen un impacto benéfico para la salud del consumidor sin repercutir en la calidad y vida de anaquel del producto cárnico elaborado.

## 15. Referencias bibliográficas

- 15.1. Abramson, J. (1990). *Métodos de estudio de medicina comunitaria*. Trad. Antonio Duran. España: Díaz de Santos S.A.
- 15.2. Amerling, C. (2001). *Tecnología de la carne*. San José, Costa Rica: UNED.
- 15.3. Anton, A., & Lizaso, J. (s.f.). *Nitritos, nitratos y nitrosaminas*. España: Fundación Ibérica para la Seguridad Alimentaria.
- 15.4. Astiasarán, I., Laceras, B., & Ariño, A. (2003). *Aditivos alimentarios: aspectos legislativos*. España: Díaz de Santos.
- 15.5. Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. (4ª Ed). México: Pearson Education.
- 15.6. Benassini, M. (s.f.). *Introducción a la investigación de mercados: un enfoque para América Latina*. México: Prentice Hall.
- 15.7. Berenson, M. L., Levine, D., & Timothy, K. (2006). *Estadística para administración*. México: Pearson Education.
- 15.8. Comisión Guatemalteca de Normas. COGUANOR. (1998). *Norma de aditivos alimenticios 34 192*. Guatemala: MINECO.
- 15.9. Comisión Guatemalteca de Normas. COGUANOR. (1998). *Carne y productos cárnicos. Toma de muestras 34 125 h14*. Guatemala: MINECO.
- 15.10. Consejo de Europa, B. (1994). *Health aspects of nitrates and its metabolites*. Holanda: International workshop.
- 15.11. Egana, C. S. (1996). *La matanza familiar*. España: Ministerio de Agricultura de España.
- 15.12. FAO, Codex Alimentarius, F. (1992). *División Alimentarius*. Italia.

- 15.13. Fundación Española de la Nutrición, FEN. (2001). *La carne en la alimentación humana*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- 15.14. Fuentelsaz Gallego, C., Icart Isern, M. T., & Pulpón Segura, A. (2006). *Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina*. Barcelona, España: Publicación Ediciones de la Universidad de Barcelona.
- 15.15. Geocities (s.f.). *Prueba de Chi cuadrado*. Recuperado en abril de 2019 de: [http://www.geocities.ws/nievas\\_ies/psicoestadistica2/chi\\_cuadrado.pdf](http://www.geocities.ws/nievas_ies/psicoestadistica2/chi_cuadrado.pdf).  
Psicoestadística.
- 15.16. Gómez Salazar, J. A., (2013). *Modelización de las cinéticas de difusión de nitrato de sodio y nitrito de sodio durante el salado de carne*. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Valencia. España.
- 15.17. González Gómez, M. (2006). *Identificación y cuantificación de nitratos y nitritos utilizados como aditivos en una marca de jamón tipo popular de alto consumo que se expende en supermercados de la ciudad capital*. (Informe de Tesis). USAC. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala.
- 15.18. Huanca Sucasaire, D. Á., & Solís Medina, R. (2010). *Determinación de nitritos y nitratos en hotdogs de consumo directo por estudiantes del 5º y 6º grado de educación primaria del distrito de Villa el Salvador*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- 15.19. Jiménez Colmenero, F. & Carballo Santaolalla, J. (2017). *Principios básicos de la elaboración de embutidos*. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- 15.20. Labandeira Pazos, J. M. (s.f.). *Metahemoglobinemia*. Recuperado en 2019 de:  
<http://www.navarra.es/appsext/DescargarFichero/default.aspx?codigoAcceso=PortalDeSalud&fichero=Toxicologia\Metahemoglobinemia.pdf>.
- 15.21. López, D. (2016). Los embutidos. España: *CHORIZO & CIA*.
- 15.22. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (s.f.). *Fichas técnicas: procesados de carne*. Recuperado en abril de 2019 de:  
[www.fao.org/3/a-au165s.pdf](http://www.fao.org/3/a-au165s.pdf).
- 15.23. Potter, N. N. (1978). *La ciencia de los alimentos*. México: Edutex S.A.
- 15.24. Rojas, A. T. (2003). *Guía de procesos para la elaboración de productos cárnicos*. Bogotá, Colombia: Editorial CAB.
- 15.25. RTCA 67.04.54:10, N. G. (s.f.). *Alimentos y bebidas procesadas. Aditivos Alimentarios*. Reglamento Técnico centroamericano. Guatemala.
- 15.26. Schoensted, L. (1999). *Propuesta de la norma higiénica en la elaboración de embutidos crudos*. (Informe de Tesis). USAC. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala.
- 12.27. Skoog, D. A., Leary, J., & Holler F., J. (1998). *Principios de Análisis Instrumentales*. (5ª Ed). Madrid, España: McGraw-Hill.
- 12.28. Torres, I. (s.f.). *Matemáticas: muestreo*. España: UNEX.
- 12.29. Unidad de Asistencia Técnica Ambiental para la pequeña y mediana empresa ACERCAR. (1992). *Oportunidades de producción más limpia en el sector de cárnicos*. México: Trillas.

- 12.30. Universidad Nacional de Colombia (2004). *Formulación de productos cárnicos*. Recuperado en marzo de 2019 de: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/20018819/lecciones/cap06-23.html>.
- 12.31. Universidad Nacional. Facultad de Educación. (2013). *Distribución de t de student*. Recuperado en mayo de 2019 de: <https://es.slideshare.net/torimatcordova/distribucion-t-de-student-28545004>.
- 12.32. Universidad Popular del César. Programa de Ingeniería Agroindustrial. (2019). *Elaboración de productos cárnicos*. Recuperado en marzo de 2019 de: <http://es.scrib.com/doc/31697216/guía-laboratorioa-productos-carnicos-crudos>.
- 12.33. Ventanas, S., Martín, D., Estévez, M., & Ruiz, J. (2004). *Nitratos, nitritos y nitrosaminas en productos cárnicos*. Universidad de Extremadura. Facultad de Veterinaria. España.
- 12.34. Wirth, F., (1984). *Curado, coloración, retención del color: Tecnología de la salchicha elaborada*. Instituto de Tecnología del Instituto Federal de Investigación de la Carne. España.
- 12.35. World Health Organization, I. (1995). *Evaluación de ciertos aditivos alimentarios y contaminantes*. Ginebra, CH: Comité de Expertos FAO/OMS en aditivos alimentarios.

  
Vo.Bo. Licda. Ana Teresa Cap de González  
Bibliotecaria CUNSUROC



## 16. Anexos

### 16.1. Tablas estadísticas de valores

Los valores de referencia utilizados para el análisis estadístico aplicado a los resultados obtenidos se tomaron de las tablas presentadas a continuación:

**Tabla No.14. Valores para la curva normal**

%	Valor de la curva normal			
	Z	Z <sup>2</sup>	D	d <sup>2</sup>
99	2.58	6.656	0.01	0.000100
97.5	2.24	5.018	0.025	0.000625
95	1.96	3.842	0.05	0.002500
94	1.88	3.534	0.06	0.003600
90	1.645	2.706	0.1	0.010000
85	1.44	2.074	0.15	0.022500
80	1.28	1.638	0.2	0.040000
75	1.15	1.323	0.25	0.062500
50	0.6745	0.455	0.5	0.250000

Fuente: (INTECAP, 2015)

Tabla No.15. Valores críticos de la distribución  $X^2$ 

$\nu$	$\alpha$									
	0.30	0.25	0.20	0.10	0.05	0.025	0.02	0.01	0.005	0.001
1	1.074	1.323	1.642	2.706	3.841	5.024	5.412	6.635	7.879	10.827
2	2.408	2.773	3.219	4.605	5.991	7.378	7.824	9.210	10.597	13.815
3	3.665	4.108	4.642	6.251	7.815	9.348	9.837	11.345	12.838	16.266
4	4.878	5.385	5.989	7.779	9.488	11.143	11.668	13.277	14.860	18.466
5	6.064	6.626	7.289	9.236	11.070	12.832	13.388	15.086	16.750	20.515
6	7.231	7.841	8.558	10.645	12.592	14.449	15.033	16.812	18.548	22.457
7	8.383	9.037	9.803	12.017	14.067	16.013	16.622	18.475	20.278	24.321
8	9.524	10.219	11.030	13.362	15.507	17.535	18.168	20.090	21.955	26.124
9	10.656	11.389	12.242	14.684	16.919	19.023	19.679	21.666	23.589	27.877
10	11.781	12.549	13.442	15.987	18.307	20.483	21.161	23.209	25.188	29.588
11	12.899	13.701	14.631	17.275	19.675	21.920	22.618	24.725	26.757	31.264
12	14.011	14.845	15.812	18.549	21.026	23.337	24.054	26.217	28.300	32.909
13	15.119	15.984	16.985	19.812	22.362	24.736	25.471	27.688	29.819	34.527
14	16.222	17.117	18.151	21.064	23.685	26.119	26.873	29.141	31.319	36.124
15	17.322	18.245	19.311	22.307	24.996	27.488	28.259	30.578	32.801	37.698
16	18.418	19.369	20.465	23.542	26.296	28.845	29.633	32.000	34.267	39.252
17	19.511	20.489	21.615	24.769	27.587	30.191	30.995	33.409	35.718	40.791
18	20.601	21.605	22.760	25.989	28.869	31.526	32.346	34.805	37.156	42.312
19	21.689	22.718	23.900	27.204	30.144	32.852	33.687	36.191	38.582	43.819
20	22.775	23.828	25.038	28.412	31.410	34.170	35.020	37.566	39.997	45.314
21	23.858	24.935	26.171	29.615	32.671	35.479	36.343	38.932	41.401	46.796
22	24.939	26.039	27.301	30.813	33.924	36.781	37.659	40.289	42.796	48.268
23	26.018	27.141	28.429	32.007	35.172	38.076	38.968	41.638	44.181	49.728
24	27.096	28.241	29.553	33.196	36.415	39.364	40.270	42.980	45.558	51.179
25	28.172	29.339	30.675	34.382	37.652	40.646	41.566	44.314	46.928	52.619
26	29.246	30.435	31.795	35.563	38.885	41.923	42.856	45.642	48.290	54.051
27	30.319	31.528	32.912	36.741	40.113	43.195	44.140	46.963	49.645	55.475
28	31.391	32.620	34.027	37.916	41.337	44.461	45.419	48.278	50.994	56.892
29	32.461	33.711	35.139	39.087	42.557	45.722	46.693	49.588	52.335	58.301
30	33.530	34.800	36.250	40.256	43.773	46.979	47.962	50.892	53.672	59.702
40	44.165	45.616	47.269	51.805	55.758	59.342	60.436	63.691	66.766	73.403
50	54.723	56.334	58.164	63.167	67.505	71.420	72.613	76.154	79.490	86.660
60	65.226	66.981	68.972	74.397	79.082	83.298	84.58	88.379	91.952	99.608

Fuente: (Walpole, Myers, Myers, &amp; Ye, 2012)

Tabla No.16. Valores críticos de la distribución t de Student

v	$\alpha$						
	0.40	0.30	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025
1	0.325	0.727	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706
2	0.289	0.617	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303
3	0.277	0.584	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182
4	0.271	0.569	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776
5	0.267	0.559	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571
6	0.265	0.553	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447
7	0.263	0.549	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365
8	0.262	0.546	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306
9	0.261	0.543	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262
10	0.260	0.542	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228
11	0.260	0.540	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201
12	0.259	0.539	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179
13	0.259	0.538	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160
14	0.258	0.537	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145
15	0.258	0.536	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131
16	0.258	0.535	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120
17	0.257	0.534	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110
18	0.257	0.534	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101
19	0.257	0.533	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093
20	0.257	0.533	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086
21	0.257	0.532	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080
22	0.256	0.532	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074
23	0.256	0.532	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069
24	0.256	0.531	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064
25	0.256	0.531	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060
26	0.256	0.531	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056
27	0.256	0.531	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052
28	0.256	0.530	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048
29	0.256	0.530	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045
30	0.256	0.530	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042
40	0.255	0.529	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021
60	0.254	0.527	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000
120	0.254	0.526	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980
$\infty$	0.253	0.524	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960

Fuente: Walpole, Myers & Ye. 2012. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias.

## 17. Apéndices

### 17.1. Embutidos industriales comercializados en el área del casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez

Tabla No.17. Marcas de embutidos industriales comercializados Mazatenango

Supermercado: Suma				Supermercado: Walmart				
Marca	Tipo	chorizos	Longanizas	Marca	Tipo	chorizos	Longanizas	
La Blanca	Tradicional	x	x	Bremen	Tradicional	x	x	
	Argentino	x				Cervecero	x	
Capistrano	Español	x			Colorado	x		
	Clásico	x			Especial		x	
Bremen	Tradicional	x	x	Santa Lucía	Colorado	x		
Santa Lucía	Argentino	x				Argentino	x	
	Especial		x			Copetín	x	x
	Uruguayo	x				Argentino	x	
Señor de Montaña	Colorado	x			Especial		x	
					Picante		x	
Fray	Tradicional	x	x	San Rafael	Queso Chédar	x		
	Alemán	x				Hierbas	x	
	Cervecero	x				Picante	x	
Feso	Tradicional	x	x					
	Argentino	x		Perry	Parrillero	x	x	
<b>Supermercado: Despensa Familiar</b>				<b>Supermercado: Maxi Despensa</b>				
Bremen	Tradicional	x	x	Bremen	Colorado	x		
Santa Lucía	Colorado	x				Especial		x
	Argentino	x		Santa Lucía	Argentino	x		
	Especial		x	Perry	Parrillero	x	x	
	Picante		x	<b>Supermercado: La Torre</b>				
Don Cristóbal	Tradicional	x	x	Bremen	Cervecero	x		
	Premium		x	Santa Lucía	x			
<b>Supermercado: La Barata</b>				Feso	Parrillero	x		
Feso	Tradicional	x	x			Argentino	x	
<b>Supermercados: M&amp;M</b>								
Bremen	Tradicional	x	x					

Fuente: elaboración propia, 2019.

## 17.2. Expendios de embutidos artesanales en el casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez

### 17.2.1. Puestos de venta de embutidos artesanales en mercado municipal

#### No. 1

#### MERCADOS CENTRALES NO. 1, 2 Y 3 DE MAZATENANGO

#### VENTAS DE MARRANERIAS DENTRO DEL MERCADO NO. 1

No.	NOMBRE DE ARRENDATARIO	TRAMO #	SITUACION	OBS.	TIPO DE NEGOCIO
1	Damiana Montes	1	ocupado	tramo	marranería
2	Gaudy Xiomara Rivera	2	ocupado	tramo	marranería
3	Luisa Vicenta Rivera	3	ocupado	tramo	marranería
4	Maria Concepcion Rivera	4	ocupado	tramo	marranería
5	Elvia Victoria Lopez	5	ocupado	tramo	marranería
6	Martha Elizabeth Vicente	6	ocupado	tramo	marranería
7	Maria Filemona Mazariegos de Leon	7	ocupado	tramo	marranería
8	Rosalina Izabel Hernandez Perez	8	ocupado	tramo	marranería
9	Jesus Juarez de Leon	9	ocupado	tramo	marranería
10	Edgar Adolfo Davila	10	ocupado	tramo	marranería
11	Esteban Culan	11	ocupado	tramo	marranería
12	Antonia Matias Ajeatas	12	ocupado	Piso plaza	marranería
13	Etelvina Maldonado de Gomez	13	cerrado	tramo	marranería
14	Floralma esperanza Fernandez	14	ocupado	tramo	marranería
15	Rita Carolina Mancio	15	ocupado	tramo	marranería
16	Luis Gilberto Tomas Gonzales	16	ocupado	tramo	marranería
17	Reyna del Aguila Galicia Orozco	17	ocupado	tramo	marranería
18	Reyna del Aguila Galicia Orozco	18	ocupado	tramo	marranería
19	Anita Lopez Martinez	19	ocupado	tramo	marranería
20	Wendy Carina Rivera Ceballos	20	ocupado	tramo	marranería
21	Silvia Enriquez de Rivera	21	ocupado	tramo	marranería
22	Matilde Tigulla	22	ocupado	tramo	marranería
23	Carlos Noe Alvarez Alvarado	23	ocupado	tramo	marranería


  
 PEM. Nimsi Eliana Coc Morales  
 Administradora

## 17.2.2. Puestos de venta de embutidos artesanales en mercado municipal

No. 4



MUNICIPALIDAD DE  
**MAZATENANGO**  
Servicio, Compromiso y Desarrollo

Tels. 7872 - 0465 7872 - 1490 Administración 2016-2020

No. Of.	_____
Ref.	_____

MAZATENANGO, 04 DE ABRIL DEL AÑO 2,019

Señora:  
Alexandra Estrada.  
Estudiante de Ingeniería De Alimentos.  
Presente.

De la manera más atenta y respetuosa por este medio me permito saludarlo y desearle éxitos en las actividades que a diario realiza.

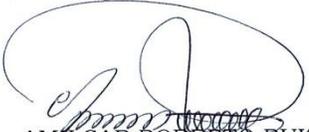
El motivo de la presente es para informarle que a solicitud de unos jóvenes estudiantes, se me solicito un informe de cuantos negocios de venta de carne de cerdo habían en el **Mercado No. 4 Antigua Terminal**, me permito informarle que en el interior de este mercado se encuentran ubicados siete locales los cuales comercializan venta de carne de cerdo chorizos y longanizas las cuales se detallan de la siguiente manera:

MARRANERIA JIREH  
MARRANERIA GRISSEL  
MARRANERIA LA PERLA  
MARRANERIA EL COCHINITO  
MARRANERIA LA ESMERALDA  
MARRANERIA VIVIAN  
MARRANERIA LAS ROSAS.

En la avenida Lincoln exterior del Mercado La Antigua Terminal se encuentran 6 puestos de venta de carne de cerdo.

No teniendo más que informar sobre el particular de usted quedo Atentamente:



  
AMILCÁR ROBERTO RUIZ.  
ADMOR. MERCADO LA TERMINAL.

Por el progreso de Mazatenango, pague sus arbitrios municipales.

### 17.3. Resultados obtenidos del análisis de nitratos y nitritos en embutidos crudos mediante espectrofotometría



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: serviciocliente@inlasa  
www.inlasa.com

Página 1 de 4

#### INFORME DE RESULTADOS

Cliente **NICOLE ESTRADA.**  
Dirección **Ciudad.**  
Fecha Ingreso **26/07/2019**  
Hora Ingreso **10:00:00**

Numero Informe **1**

Fecha Emisión **7/08/2019**  
Hora Emisión **12:29:00**  
Res. Muestreo **Cliente**  
Numero Orden **2019002842**

Muestra **(163771) E1ILN01.**

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	363.50	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	32.09	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Muestra **(163772) E2ICH01.**

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	ND	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	7.22	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Muestra **(163773) E2ICH02.**

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	42.20	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	ND	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Muestra **(163774) E2ILN01.**

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	299.3	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	1.5	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Muestra **(163775) E1ALN03.**

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	ND	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	ND	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Muestra **(163776) E1ACH01.**

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	ND	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	ND	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Estos resultados corresponden únicamente a las muestras recibidas por el personal del Laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción total o parcial de éste informe sin la autorización del Director Técnico

Lic. Raúl Panjigua Piloña  
Químico Biólogo, Colegiado 1347  
Director Técnico INLASA, S.A.

Supervisado por:



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-1 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: serviciocliente@inlasa  
www.inlasa.com

Página 2 de 4

### INFORME DE RESULTADOS

Cliente **NICOLE ESTRADA.**  
Dirección **Ciudad.**  
Fecha Ingreso **26/07/2019**  
Hora Ingreso **10:00:00**

Numero Informe **1**

Fecha Emisión **7/08/2019**  
Hora Emisión **12:29:00**  
Res. Muestreo **Cliente**  
Numero Orden **2019002842**

Nitratos	ND	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	ND	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Muestra **(163777) E2ILN03.**

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	805.9	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	ND	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Muestra **(163778) E2ALN01.**

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	ND	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	ND	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Muestra **(163779) E1ACH03.**

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	8.6	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	ND	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Muestra **(163780) E1ALN01.**

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	ND	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	ND	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Muestra **(163781) E2ILN02.**

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	325.7	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	33.6	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Estos resultados corresponden únicamente a las muestras recibidas por el personal del Laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción total o parcial de éste informe sin la autorización del Director Técnico

Lic. Raúl Paniagua Piloña  
Químico Biólogo, Colegiado 1347  
Director Técnico INLASA, S.A.

Supervisado por:



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: serviciocliente@inlasa  
www.inlasa.com

Página 3 de 4

**INFORME DE RESULTADOS**

Cliente **NICOLE ESTRADA.**  
Dirección **Ciudad.**  
Fecha Ingreso **26/07/2019**  
Hora Ingreso **10:00:00**

Numero Informe 1

Fecha Emisión **7/08/2019**  
Hora Emisión **12:29:00**  
Res. Muestreo **Cliente**  
Numero Orden **2019002842**

Muestra (163782) E2ICH03.

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	635.6	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	1.86	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Muestra (163783) E1ALN02.

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	72.9	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	ND	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Muestra (163784) E2ACH01.

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	ND	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	3.5	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Muestra (163785) E2ALN02.

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	28.4	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	ND	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Muestra (163786) E1ICH01.

Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	212.7	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	2.22	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Estos resultados corresponden únicamente a las muestras recibidas por el personal del Laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción total o parcial de éste informe sin la autorización del Director Técnico

Lic. Raúl Paniagua Piloña  
Químico Biólogo, Colegiado 1347  
Director Técnico INLASA, S.A.

Supervisado por:



INLASA, S.A.  
29 Calle 19-11 Zona 12  
Teléfonos: 24761795, 24760337  
Fax: 24769349  
E-mail: serviciocliente@inlasa  
www.inlasa.com

Página 4 de 4

**INFORME DE RESULTADOS**

Cliente **NICOLE ESTRADA.**  
Dirección **Ciudad.**  
Fecha Ingreso **26/07/2019**  
Hora Ingreso **10:00:00**

Numero Informe **1**

Fecha Emisión **7/08/2019**  
Hora Emisión **12:29:00**  
Res. Muestreo **Cliente**  
Numero Orden **2019002842**

Muestra **(163787) E1ACH02.**  
Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	ND	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	ND	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Muestra **(163788) E2ACH02.**  
Observaciones

ANÁLISIS	RESULTADO	U/MEDIDA	LD	METODOLOGIA	FECHA ANALISIS
Nitratos	ND	mg/Kg (ppm)	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019
Nitritos	ND	mg/Kg	0.03	Espectrofotométrico	26/07/2019

Ultima Línea \*\*

LD: Limite Detección      LMP: Limite Máximo Permitido      LMA: Limite Máximo Aceptable

Estos resultados corresponden únicamente a las muestras recibidas por el personal del Laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción total o parcial de éste informe sin la autorización del Director Técnico

Lic. Raúl Paniagua Piloña  
Químico Biólogo Colegiado 1347  
Director Técnico INLASA, S.A.

Supervisado por:

## 17.4. Cálculos aplicados al desarrollo del análisis estadístico de los resultados obtenidos

### 17.4.1. Desarrollo matemático de la aplicación de la prueba de $X^2$ (Yates)

Se aplicó la prueba estadística de  $X^2$  con corrección de Yates utilizando los datos y fórmulas previamente establecidas, a continuación, se demuestra su desarrollo:

#### 17.4.1.1. Aplicación de $X^2$ (Yates) a datos obtenidos correspondientes a nitratos en embutidos crudos

Los datos presentados con base en los resultados obtenidos de la cuantificación de nitratos en embutidos crudos fueron analizados aplicándose a los mismos la prueba de  $X^2$  con corrección de Yates para determinar si la presencia de nitratos estaba relacionada con el grupo (embutidos crudos artesanales y embutidos crudos industriales).

**Tabla No.18. Tabla de contingencia de nitratos en embutidos crudos**

<b>Grupo</b>	<b>Presencia de nitratos</b>	<b>Ausencia de nitratos</b>	<b>Total</b>
Artesanal	3	7	10
Industrial	7	1	8
<b>Total</b>	10	8	18

Fuente: elaboración propia, 2019.

**Tabla No.19. Tabla de frecuencias esperadas de nitratos en embutidos crudos**

<b>Grupo</b>	<b>Presencia de nitratos</b>	<b>Ausencia de nitratos</b>	<b>Total</b>
Artesanal	5,5556	4,4444	10
Industrial	4,4444	3,5556	8
<b>Total</b>	10	8	18

Fuente: elaboración propia, 2019.

**Fórmula utilizada para encontrar  $X^2$  calculada:**

$$X^2 = \sum \frac{(|fe - fo| - 0,5)^2}{fe}$$

$$X^2 = \frac{(|3 - 5,56| - 0,5)^2}{5,56} = 0,7631$$

$$X^2 = \frac{(|7 - 4,44| - 0,5)^2}{4,44} = 0,9558$$

$$X^2 = \frac{(|7 - 4,44| - 0,5)^2}{4,44} = 0,9558$$

$$X^2 = \frac{(|1 - 3,56| - 0,5)^2}{3,56} = 1,1920$$

$$X^2 = \sum (0,7631 + 0,9558 + 0,9558 + 1,1920)$$

$$X^2 \text{ calculada} = 3,86$$

**Para calcular los grados de libertad:**

$$gl = (c - 1) * (f - 1)$$

$$gl = (2 - 1) * (2 - 1)$$

$$gl = 1$$

$$X^2 \text{ crítica} = 3,841$$

**Criterio estadístico para rechazar hipótesis:**

- Si  $X^2$  calculada <  $X^2$  crítica = rechaza la hipótesis alternativa
- Si  $X^2$  calculada >  $X^2$  crítica = rechaza la hipótesis nula

### 17.4.1.2. Aplicación de $X^2$ (yates) a datos obtenidos correspondientes a nitritos en embutidos crudos

Los datos presentados con base en los resultados obtenidos de la cuantificación de nitritos en embutidos crudos fueron analizados aplicándose a los mismos la prueba de  $X^2$  con corrección de Yates para determinar si la presencia de nitritos estaba relacionada con el grupo (embutidos crudos artesanales y embutidos crudos industriales).

**Tabla No.20. Tabla de contingencia de nitritos en embutidos crudos**

Grupo	Presencia de nitritos	Ausencia de nitritos	Total
Artesanal	1	9	10
Industrial	6	2	8
<b>Total</b>	7	11	18

Fuente: elaboración propia, 2019.

**Tabla No.21. Tabla de frecuencias esperadas de nitritos en embutidos crudos**

Grupo	Presencia de nitritos	Ausencia de nitritos	Total
Artesanal	3.88888889	6.11111111	10
Industrial	3.11111111	4.88888889	8
<b>Total</b>	7	11	18

Fuente: elaboración propia, 2019.

#### Fórmula para encontrar $X^2$ calculada:

$$X^2 = \sum \frac{(|fe - fo| - 0,5)^2}{fe}$$

$$X^2 = \frac{(|1 - 3,89| - 0,5)^2}{3,89} = 1,4684$$

$$X^2 = \frac{(|6 - 3,11| - 0,5)^2}{3,11} = 1,8369$$

$$X^2 = \frac{(|9 - 6,11| - 0,5)^2}{6,11} = 0,9344$$

$$X^2 = \frac{(|2 - 4,89| - 0,5)^2}{4,89} = 1,1681$$

$$X^2 = \sum (1,4684 + 1,8369 + 0,9344 + 1,1681)$$

$$X^2 \text{ calculada} = 5.4083$$

**Para calcular los grados de libertad:**

$$gl = (c - 1) * (f - 1)$$

$$gl = (2 - 1) * (2 - 1)$$

$$gl = 1$$

$$X^2 \text{ crítica} = 3,841$$

**Criterio estadístico para probar hipótesis:**

- Si  $X^2$  calculada  $< X^2$  crítica = rechaza la hipótesis alternativa
- Si  $X^2$  calculada  $> X^2$  crítica = rechaza la hipótesis nula

### **17.4.2. Desarrollo matemático de la aplicación de la prueba de t de Student**

La prueba de t de Student permitió comparar si la concentración de los aditivos estudiados (nitratos y nitritos) cumplían con lo establecido como límite máximo por COGUANOR y RTCA. La prueba de t de Student se aplicó a cada uno de los grupos de estudio de embutidos crudos (artesanales e industriales), el desarrollo de la fórmula estadística para esta prueba es el siguiente:

#### **17.4.2.1. Aplicación de la prueba de t de Student a nitratos encontrados en embutidos crudos artesanales**

**Datos utilizados:**

Media aritmética  $\bar{x} = 10,99$

Parámetro de referencia (COGUANOR Y RTCA para nitratos)  $\mu = 500$

Desviación estándar  $s_x = 23,5398$

Tamaño de la población  $n = 10$

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s_x}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(10,99 - 500)}{\left(\frac{23,5398}{\sqrt{10}}\right)} = -65,69$$

$$t = 65,69$$

**Para calcular los grados de libertad:**

$$gl = (n - 1)$$

$$gl = (10 - 1)$$

$$gl = 9$$

El valor de probabilidad (p) encontrado en la tabla de t de Student es 1,83

Por lo tanto,  $p = 1,83$

**Criterio estadístico para probar hipótesis:**

- Si  $p < t$  rechaza la hipótesis nula
- Si  $p > t$  rechaza la hipótesis alternativa

#### **17.4.2.2. Aplicación de la prueba de t de Student a nitratos encontrados en embutidos crudos industriales**

**Datos utilizados:**

Media aritmética  $\bar{x} = 335,61$

Parámetro de referencia (COGUANOR Y RTCA para nitratos)  $\mu = 500$

Desviación estándar  $s_x = 274,48$

Tamaño de la población  $n = 8$

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s_x}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(335,61 - 500)}{\left(\frac{274,43}{\sqrt{8}}\right)} = -1,69$$

$$t = 1,69$$

**Para calcular los grados de libertad:**

$$gl = (n - 1)$$

$$gl = (8 - 1)$$

$$gl= 7$$

El valor de probabilidad (p) encontrado en la tabla de t de Student es 1,89

Por lo tanto, p= 1,89

**Criterio estadístico para probar hipótesis:**

- Si  $p < t$  rechaza la hipótesis nula
- Si  $p > t$  rechaza la hipótesis alternativa

**17.4.2.3. Aplicación de la prueba de t de Student a nitritos encontrados en embutidos crudos industriales**

**Datos utilizados:**

Media aritmética  $\bar{x}= 9,808$

Parámetro de referencia (COGUANOR Y RTCA para nitratos)  $\mu= 200$

Desviación estándar  $s_x = 14,3999$

Tamaño de la población  $n= 8$

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s_x}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{(9.808 - 200)}{\left(\frac{14,3999}{\sqrt{8}}\right)} = - 37,37$$

$$t = 37,37$$

Para calcular los grados de libertad:

$$gl = (n - 1)$$

$$gl = (8 - 1)$$

$$gl = 7$$

El valor de probabilidad (p) encontrado en la tabla de t de Student es 1,89

Por lo tanto, p= 1,89

**Criterio estadístico para probar hipótesis:**

- Si  $p < t$  rechaza la hipótesis nula
- Si  $p > t$  rechaza la hipótesis alternativa

## 18. Glosario

- **Aditivo alimentario:** sustancia que no aporta ningún valor nutritivo al alimento, pero se añade intencionalmente a los alimentos en cantidades mínimas con el fin de modificar sus características organolépticas o mejorar su conservación.
- **Bacterias patógenas:** microorganismos que producen enfermedades infecciosas.
- **Botulismo:** intoxicación provocada por la toxina botulínica (*Clostridium botulinum*), generalmente es causada por la ingesta de alimentos mal conservados y contaminados con esta toxina.
- **Carcinógeno:** agente físico, químico o biológico capaz de producir cáncer al exponerse a tejidos vivos.
- **Carne curada:** proceso de conservación al que se someten algunos productos cárnicos, el curado se realiza mediante la adición de sales (sal, azúcar, nitratos y/o nitritos), algunos procesos de curado también incluyen el ahumado del producto cárnico.
- **Disociar:** proceso mediante el cual se separan compuestos complejos en moléculas más pequeñas, iones o radicalmente, generalmente de manera reversible.
- **Embutido:** producto cárnico condimentado con hierbas aromáticas y especias que es introducido (embutido) en tripas naturales o artificiales, generalmente su forma de conservación es el curado.
- **Intoxicación:** reacción fisiológica causada por exposición, ingestión o inhalación de una sustancia tóxica, puede producir enfermedades, lesiones o hasta la muerte.
- **Lipólisis:** proceso metabólico mediante el cual los lípidos del organismo se transforman para producir ácidos grasos y glicerol, para cubrir las necesidades energéticas.
- **Metahemoglobina:** compuesto que se produce a partir de la hemoglobina por la oxidación del átomo de hierro, del estado ferroso al estado férrico.
- **Mioglobina:** proteína sarcoplásmica, responsable del transporte y almacenamiento del oxígeno dentro del tejido muscular.

- **Nitrosilmioglobina:** compuesto generado por la reacción del óxido nitroso con la mioglobina del tejido muscular y hemoglobina de la sangre, es un pigmento de color rojo, color característico de la carne curada.
- **Nitrosamina:** compuestos que se originan por la reacción de una amina secundaria con nitritos en un medio ácido.
- **Nitrato de potasio:** componente del salitre o nitrato potásico, es un nitrato que se utiliza como conservante en alimentos como carne curada, quesos madurados, también es utilizado en la industria química y agroquímica.
- **Nitrito de sodio:** sal sódica de uso en la industria alimentaria, se emplea en la industria cárnica como conservante y fijador de carnes, posee capacidad de generar nitrosaminas en los alimentos, un agente cancerígeno.
- **Organoléptico:** hace referencia a las propiedades de un alimento u producto que pueden percibirse mediante los sentidos.
- **Proteólisis:** degradación de proteínas mediante enzimas específicas o mediante degradación intracelular.
- **Reacción química:** proceso químico en el que sustancias denominadas reactivos, por la acción de un factor energético se convierten en otras sustancias llamadas productos.
- **Vasodilatador:** sustancias que controlan el tono muscular aumentando el diámetro de los vasos sanguíneos con la finalidad de incrementar el flujo sanguíneo en su interior.
- **Sápido:** adjetivo utilizado para calificar a las sustancias que presentan algún sabor.
- **Solución:** mezcla homogénea a nivel molecular o iónico de sustancias que no reaccionan entre sí, sus componentes pueden encontrarse en proporciones variables.

Mazatenango, Suchitepéquez 20 de febrero de 2020

A:  
Comité de Trabajo de Graduación  
Ingeniería en alimentos  
CUNSUROC, USAC  
Presente

Respetables miembros del Comité de Trabajo de Graduación:

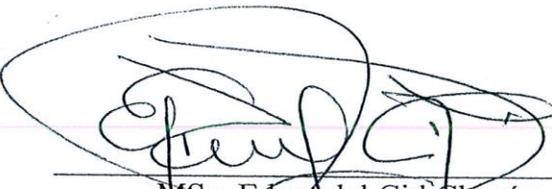
Por este medio nos dirigimos a ustedes deseándoles bendiciones de Dios el creador en sus labores cotidianas.

El motivo de la presente es hacer de su conocimiento que hemos revisado el documento correspondiente al informe final del trabajo de graduación de grado: Determinación cualitativa y cuantitativa de nitratos y nitritos en embutidos crudos artesanales e industriales, comercializados en el casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez.

Presentado por la estudiante de la carrera de Ingeniería en Alimentos: ALEXANDRA NICOLE ESTRADA MÉNDEZ, quien se identifica con carné de estudiante No. 201244207 y CUI 2314 15141 1401, la suscrita ha realizado las correcciones indicadas y a nuestro criterio el documento cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo.

Sin otro particular muy atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



MSc. Edgar del Cid Chacón  
Asesor principal  
Trabajo de graduación de grado



Ing. en Alim. Marvin Sánchez López  
Asesor adjunto  
Trabajo de graduación de grado

Mazatenango, Suchitepéquez octubre de 2020

A:  
Comité de Trabajo de Graduación  
Ingeniería en alimentos  
CUNSUROC, USAC  
Presente

Respetables miembros del Comité de Trabajo de Graduación:

Nos dirigimos a ustedes para informarles que, como evaluadores del anteproyecto de trabajo de graduación de grado, de la estudiante de la carrera de Ingeniería en Alimentos: ALEXANDRA NICOLE ESTRADA MÉNDEZ, quien se identifica con carné de estudiante No. 201244207 y CUI 2314 151414 1401, ha finalizado la revisión del documento correspondiente a Seminario II, el cual se titula: "Determinación cualitativa y cuantitativa de nitratos y nitritos en embutidos crudos, específicamente en chorizos y longanizas, elaborados de manera artesanal e industrial y comercializados en el área del casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez". Dicho documento ha sido corregido y reúne los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular muy atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Dr. Mynor Enrique Cárcamo González  
Coordinador

Evaluador de trabajo de graduación de grado

**Mynor Enrique Cárcamo González**  
INGENIERO CIVIL  
Colegiado No. 2859  
Maestro en Formulación y Evaluación de Proyectos



Q.B. Gladys Calderón Castilla  
Secretaria

Evaluador de trabajo de graduación de grado




MSc. Sammy Ramírez Juárez

Vocal I

Evaluador de trabajo de graduación de grado



Mazatenango, febrero de 2021.

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales  
Coordinador Centro Universitario de Sur Occidente.  
CUNSUROC –USAC–,  
Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente – CUNSUROC–, de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC–, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de gradación titulado: **“Determinación cualitativa y cuantitativa de nitratos y nitritos en embutidos crudos artesanales e industriales, comercializados en el casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez”**, el cual ha sido presentado por el (la) estudiante: **Alexandra Nicole Estrada Méndez**, quien se identifica con número de carné: **201244207**.

El documento antes mencionado llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniero en Alimentos. En el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del **imprimase**.

Deferentemente.

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Victor Manuel Nájera Toledo".



M.Sc. Ing. Victor Manuel Nájera Toledo  
Coordinador  
Carrera de Ingeniería en Alimentos.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE  
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ  
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

### CUNSUROC/USAC-I-01-2021

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,  
Mazatenango, Suchitepéquez, once de febrero de dos mil veintiuno-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: “DETERMINACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE NITRATOS Y NITRITOS EN EMBUTIDOS CRUDOS ARTESANALES E INDUSTRIALES, COMERCIALIZADOS EN EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ”, de la estudiante: TPA. Alexandra Nicole Estrada Méndez, carné 201244207. CUI: 2314 15141 1401 de la carrera Ingeniería en Alimentos.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Lic. Luis Carlos Muñoz López  
Director



/gris