



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ

MANUEL FÉLIX LÓPEZ

CARRERA AGROINDUSTRIAS

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA
AGROINDUSTRIAL**

TEMA:

**SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL NITRITO DE SODIO POR
EXTRACTO DE APIO Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE
UNA SALCHICHA DE CERDO**

AUTORA:

GLORIA MARIELA VERA ZAMBRANO

TUTOR:

ING. PABLO GAVILANES LÓPEZ, MG.

CALCETA, DICIEMBRE 2019

DERECHOS DE AUTORÍA

Gloria Mariela Vera Zambrano, declara bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentando para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

.....

GLORIA MARIELA VERA ZAMBRANO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Pablo Gavilanes López certifica haber tutelado la tesis **SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL NITRITO DE SODIO POR EXTRACTO DE APIO Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE UNA SALCHICHA CERDO**, que ha sido desarrollada por Gloria Mariela Vera Zambrano, previa la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. PABLO GAVILANES LÓPEZ MG.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis **SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL NITRITO DE SODIO POR EXTRACTO DE APIO Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE UNA SALCHICHA DE CERDO**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Gloria Mariela Vera Zambrano, previa la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....
ING. NELSON MENDOZA GANCHOZO, Mg.

MIEMBRO

.....
ING. LUISA ZAMBRANO MENDOZA, Mg.

MIEMBRO

.....
ING. IRINA GARCIA PAREDES, Mg.

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar,

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de formarme con un régimen académico de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mí apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad, y

A nuestros profesores de aula, quienes durante los años de estudio ofrecieron sus ilustradas enseñanzas. En especial a los Ing. Pablo Gavilanes y Katherine Loor quienes nos brindaron su apoyo en las inquietudes presentadas en el trascurso de la investigación.

GLORIA MARIELA VERA ZAMBRANO

DEDICATORIA

A Dios por haberme concedido el don de la vida y salud para lograr esta meta tan anhelada. A el que conoce mis alegrías y tristezas, gracias por siempre darme la fuerza y la perseverancia para no rendirme y continuar día a día para alcanzar mis objetivos propuestos.

A mi madre por su apoyo incondicional en mi vida, por ser tan buena y preocupada, a su esfuerzo de cada día, sus consejos y valores hacen de mí una mejor persona, que busca alcanzar sus metan propuestas.

A mi padre mi pilar fundamental, por su dedicación y esmero al trabajo, han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general.

Y a mis hermanos y tías que brindaron su apoyo moral y material, durante esta etapa estudiantil universitaria.

A mis amigos que fueron parte sustancial en mi vida académica, siendo un apoyo y logrando en mí una sonrisa siempre cuando las cosas no iban del todo bien, gracias por sacar de mi lo mejor.

Muchas gracias a todos.

GLORIA MARIELA VERA ZAMBRANO

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	II
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
CONTENIDO GENERAL.....	VII
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1. CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.1.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.4 HIPÓTESIS.....	4
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1 SALCHICHA	6
2.2 CURADO DE LA CARNE.....	7
2.3 PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS.....	7
2.4 MÉTODOS DE CURADO.....	7
2.4.1 CURADO SECO.....	7
2.4.2 CURADO HÚMEDO	8
2.5 TRANSFORMACIÓN DEL NITRATO A NITRITO	8
2.6 ADITIVOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE SALCHICHA ..	8
2.6.1 APIO (<i>APIUM GRAVEOLEN</i>)	8
2.6.2 TAXONOMÍA.....	9
2.6.3 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DEL APIO	9
2.6.4 COMPONENTES DEL APIO (<i>APIUM GRAVEOLENS</i>)	10
2.6.5 USOS DE APIO.....	10
2.7 NITRATOS Y NITRITOS.....	12
2.8 FUNCIONES DE NITRATO Y NITRITOS.....	13
2.9 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS.....	14
2.9.1 PH	14

2.9.2	ACIDEZ	15
2.9.3	NITRITO RESIDUAL	15
2.10	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	16
2.10.1	<i>ESCHERICHIA COLI</i>	16
2.10.2	<i>AEROBIOS MESÓFILOS</i>	16
2.10.3	<i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i>	17
2.10.4	<i>SALMONELLA SPP</i>	17
2.11	ANÁLISIS SENSORIAL	18
2.11.1	COLOR.....	18
2.11.2	OLOR	19
2.11.3	SABOR.....	19
2.11.4	TEXTURA.....	19
2.12	PRUEBA DE FRIEDMAN.....	20
3.	CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	21
3.1	UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	21
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	21
3.3	FACTORES Y NIVELES EN ESTUDIO.....	21
3.4	TRATAMIENTOS	22
3.5	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22
3.6	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	23
3.6.1	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SALCHICHA DE CERDO	25
3.6.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	26
3.7	VARIABLES A MEDIR	27
3.7.1	TÉCNICAS APLICADAS	27
3.8	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	28
4.	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1	PARÁMETROS FÍSICO -QUÍMICOS DE LA SALCHICHA DE CERDO	29
4.2	EVALUACIÓN DE PH, ACIDEZ Y NITRITO RESIDUAL	29
4.2.1	PH	29
4.2.2	ACIDEZ	31
4.2.3	ANÁLISIS DE NITRITO RESIDUAL.....	32
4.3	PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LA SALCHICHA DE CERDO	34
4.3.1	<i>AEROBIOS MESÓFILOS</i>	34
4.3.2	<i>ESCHERICHIA COLI</i>	34

4.3.3	<i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i>	35
4.3.4	<i>SALMONELLA SPP</i>	36
4.4	PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO.....	37
4.4.1	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS....	37
4.4.2	OLOR.....	37
4.4.3	COLOR.....	37
4.4.4	SABOR.....	38
4.4.5	TEXTURA.....	38
5.	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
5.1	CONCLUSIONES.....	36
5.2	RECOMENDACIONES.....	37
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	38
7.	ANEXOS.....	43

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 2-1 Requisitos bromatológicos para salchichas	6
Cuadro 2-2 Requisitos microbiológicos para salchichas	6
Cuadro 2-3 Categorización taxonómica del apio	9
Cuadro 2-4 Componentes del <i>Apium graveolens</i>	10
Cuadro 3-1 Tratamientos	22
Cuadro 3-2 ANOVA.....	22
Cuadro 3-3 Formulación detallada de cada tratamiento.....	1
Cuadro 4-1 ANOVA para los factores nitrito de sodio y extracto de apio sobre la variable pH ..	30
Cuadro 4-2 Tukey para el factor extracto de apio de la variable pH.	30
Cuadro 4-3. Cuadro de medias para el factor nitrito sobre la variable pH.	30
Cuadro 4-4 Tukey para el apio y el nitrito del variable pH.	31
Cuadro 4-5 Análisis de la varianza ANOVA para la variable nitrito residual.	32
Cuadro 4-6 Tukey para el porcentaje de sustitución de nitrito sobre la variable nitrito residual.	33
Cuadro 4-7. Cuadro de medias para el factor sustitución de nitrito sobre la variable nitrito residual.....	33
Cuadro 4-8. Tukey para el extracto de apio sobre la variable nitrito residual	33
Cuadro 4-9 Análisis de <i>Aerobios Mesófilos</i>	34
Cuadro 4-10 Análisis de <i>Escherichia Coli</i>	35
Cuadro 4-11. Análisis de <i>Staphylococcus Aureus</i>	36
Cuadro 4-12 Análisis de <i>Salmonella Spp</i>	36
Cuadro 4-13 Tukey para la propiedad organoléptica (olor) de una salchicha de cerdo	37
Cuadro 4-14 Tukey para la propiedad organoléptica color de una salchicha de cerdo	38
Cuadro 4-15 Tukey para la propiedad organoléptica sabor de una salchicha de cerdo	38
Cuadro 4-16. Prueba de Tukey para la propiedad organoléptica textura de una salchicha de cerdo	39

RESUMEN

El trabajo se desarrolló con el fin de evaluar el efecto del extracto de apio en polvo, sobre las propiedades organolépticas, físico-químicas y microbiológicas de la salchicha de cerdo. Es necesario indicar que se mantuvo un lapso de 24 horas curando la carne para la conversión del nitrato presente en el vegetal a nitrito, previo a la elaboración del producto. El extracto de apio fue incorporado como polvo, en concentraciones de 0,2%, 0,4% y 0,6% en los diferentes tratamientos. Se aplicó un DCA (Diseño Completamente al Azar) en arreglo bifactorial 3*2 con 3 repeticiones por cada tratamiento. Se determinó a las 48 horas de elaboradas las salchichas: pH, acidez y nitrito residual como parámetros físico-químicos. Los microorganismos evaluados, se logró evidenciar que en todos los tratamientos (T1, T2, T3,T4,T5,T6), dentro del rango establecido según las norma INEN NTE 1338 permitidas para cada uno de los microorganismos estudiados. Se determinó la calidad microbiológica de la salchicha de cerdo mediante análisis de Aerobios Mesófilos, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella*.

El tratamiento que presentó las mejores condiciones en todas las variables evaluadas fue el tratamiento T6 (0,6% extracto de apio + 70% de sustitución de nitrito de sodio).

PALABRAS CLAVES

Nitrito residual, Curado, Conservante vegetal, *Clostridium Botulinum*.

ABSTRACT

The work was carried out in order to evaluate the effect of celery powder extract on the organoleptic, physicochemical and microbiological properties of pork sausage. It is necessary to indicate that a period of 24 hours was kept curing the meat for the conversion of the nitrate present in the vegetable to nitrite, prior to the elaboration of the product. Celery extract was incorporated as a powder, in concentrations of 0.2%, 0.4% and 0.6% in the different treatments. A DCA (completely random design) was applied in a 3 * 2 bifactorial arrangement with 3 repetitions for each treatment. Sausages were determined 48 hours after elaboration: pH, acidity and residual nitrite as physical-chemical parameters. The microorganisms evaluated showed that in all treatments (T1, T2, T3, T4, T5, T6), within the range established according to the INEN NTE 1338 standard allowed for each of the microorganisms studied. The microbiological quality of the pork sausage was determined by analysis of *aerobic mesophiles*, *escherichia coli*, *staphylococcus aureus* and *salmonella*. The treatment that presented the best conditions in all the variables evaluated was the T6 treatment (0.6% celery extract + 70% sodium nitrite substitution).

KEY WORDS

Residual nitrite, curing, vegetable preservative, *clostridium botulinum*.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según Montiel *et al* (2013), el diseño y desarrollo de nuevos productos alimenticios de hoy en día toma en cuenta las consideraciones de los consumidores. BTA (2015) indica que en los últimos años, la demanda de alimentos que contribuyen a prevenir o controlar enfermedades ha supuesto una oportunidad para la industria alimentaria con el desarrollo de los productos funcionales. Sin embargo, ahora los consumidores, cada día más concienciados por la relación entre dieta y salud, piden a la industria alimentaria productos que además de aportar beneficios para la salud tengan una composición lo más natural posible. "La salud hace unos años era entendida como la incorporación de alimentos funcionales en la dieta y, en cambio, ahora se busca que los ingredientes que los componen tengan una base natural".

La industria cárnica, en especial aquella que elabora embutidos, tiene que adaptarse a esta nueva corriente, ya que en las etiquetas se mencionan gran cantidad de ingredientes, muchos de los cuales son de origen sintético.

Los actuales estudios revelan los problemas de salud asociados a los nitritos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), consumir carnes procesadas como las salchichas, tocino y jamón, puede provocar cáncer intestinal, expertos de dicha organización ya lo han alertado después de evaluar más de 800 estudios que fueron realizados en el mundo, en base a la relación de las carnes procesadas con el cáncer.

Pérez *et al* (2015) mencionan que los nitritos empleados hoy en día en la elaboración de productos cárnicos embutidos producen nitrosaminas características de toxicidad alimentaria, se emplean como aditivos debido a que disminuye el proceso de oxidación de lípidos y provee en los alimentos un importante efecto antimicrobiano especialmente frente al *Clostridium Botulinum*.

Sin embargo Soliman y Badeea, (2002); Tepe, *et. al.*, (2005); Viuda, (2007) citado por Rodríguez, E (2011) menciona, que en la industria alimentaria existe

un considerable interés en los extractos y aceites esenciales derivados de las plantas debido a su propiedad de controlar el crecimiento de microorganismos patógenos tales como *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp* y *Rhizopus spp*, que han sido reportados como agentes causantes de enfermedades producidas por los alimentos y/o descomposición de los mismos.

En un número importante de investigaciones se vienen llevando a cabo para eliminar o minimizar los impactos negativos atribuidos a la utilización de nitritos en los productos cárnicos, sin alterar las propiedades sensoriales que los consumidores desean. Se ha realizado muchos intentos para reemplazar el nitrito o para reducirlo. Se ha encontrado que las plantas y sus extractos pueden ser usados como fuentes indirectas de nitrito (Gallego, 2014).

Según Montiel *et al.*, (2013) actualmente ha tomado fuerza la utilización de fuentes naturales que poseen nitrato en su composición para sustituir los nitritos adicionados directamente en las formulaciones y lograr los efectos deseados en los productos cárnicos. Como lo es el jugo de apio, líquido o en polvo, es altamente compatible con las carnes curadas, ya que aporta muy pocos pigmentos y tienen un perfil de sabor suave, similar al del apio crudo, por lo que no compite con el sabor del producto terminado. Al respecto Gallego, (2014) menciona el uso de apio en productos cárnicos.

El extracto vegetal más utilizado en la elaboración de los productos cárnicos es el apio (*Apium graveolens*), especialmente en productos tratados térmicamente ya que su sabor es compatible con este tipo de productos. Además el polvo de apio contiene una alta concentración de nitrato. Autores concluyen que al emplear apio en polvo en una concentración de 0,2% en jamón, se obtienen características similares a las que presentan los productos cárnicos curados convencionalmente (Shenker, 2015).

Por lo tanto, es necesario investigar cómo mejorar la calidad de la salchicha, evitando el uso de aditivos químicos y considerar la utilización de extractos de plantas en formulaciones de salchichas.

De acuerdo a lo señalado anteriormente se plantea la siguiente interrogante científica.

¿Cómo alcanzar la misma calidad de la salchicha de cerdo mediante la sustitución parcial de extracto de apio?

1.2 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo investigativo beneficiará de manera directa a los consumidores ya que se disminuirá la cantidad de nitritos presentes en las salchichas el cual consiste en la elaboración de una salchicha de cerdo añadiendo extracto de apio, determinando su influencia en las propiedades físico-químicas, sensoriales y microbiológicas, sintetizando los aspectos más relevantes en la revisión bibliográfica y se establecieron las evidencias científicas que abordaban las posibilidades de sustitución o reducción de nitrito en productos cárnicos procesados.

La investigación cooperará con información característica para el desarrollo de nuevos productos, buscando mantener y mejorar las cualidades del producto, mediante la reducción de los niveles de nitrito de sodio en la formulación y sustituyendo por extracto de apio evitando así, el uso de aditivos sintéticos que en algunos casos son perjudiciales para la salud del consumidor.

Se procura dar a conocer los beneficios de extractos naturales que podrían participar en ciertos aspectos para mejorar la calidad de productos cárnicos.

Este trabajo estará regido por normas de calidad, como la NTE INEN 1338 para la elaboración de salchichas, que garantizará el correcto procesamiento y para proteger la integridad y seguridad tanto del producto como del consumidor.

1.3 OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del extracto de apio en polvo, sobre las propiedades organolépticas, físico-químicas y microbiológicas de la salchicha de cerdo.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la incidencia del extracto de apio sobre el pH, acidez y nitrito residual en la salchicha de cerdo.
- Evaluar la calidad microbiológica de la salchicha de cerdo mediante análisis de Aerobios Mesófilos, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella*.
- Evaluar sensorialmente mediante la prueba afectiva de grado de satisfacción (escala hedónica) los atributos de color, olor, sabor, y textura a los tratamientos en estudio.

1.4 HIPÓTESIS

La sustitución parcial de nitrito de sodio por extracto de apio influirá positivamente en la calidad de la salchicha de cerdo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 SALCHICHA

Se considera un producto elaborado a base de una masa emulsificada, preparada con carne seleccionada y grasa de animales de abasto, ingredientes y aditivos alimentarios permitidos; embutido en tripas naturales o artificiales de uso permitido, crudas, cocidas, maduradas, ahumadas o no (NTE INEN 1338, 2010).

Según NTE INEN 1338 (1996) los requisitos bromatológicos para salchichas escaldadas según los parámetros a considerar en la actual investigación, el pH máx es de 6,2% y en los requisitos microbiológicos *Salmonella* debe presentar aus/25g, *Escherichia Coli* el máximo que debe hallarse es $1,0 \times 10^1$ UFC/g, *Staphylococcus Aureus* máx $1,0 \times 10^2$ UFC/g.

Cuadro 2-1 Requisitos bromatológicos para salchichas

Requisitos	Unidad	Maduradas		Crudas		Escaldadas		Cocidas		Método de ensayo
	%	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	NTE INEN 777
Perdida por calentamiento	%	-	35	-	60	-	65	-	65	NTE INEN 778
Grasa total	%	-	45	-	20	-	25	-	30	NTE INEN 779
Proteína	%	14	-	12	-	1	-	12	-	NTE INEN 781
Cenizas	%	-	5	-	5	2	5	-	5	NTE INEN 786
pH	%	-	5,6	-	6,2	-	6,2	-	6,2	NTE INEN 783

Cuadro 2-2 Requisitos microbiológicos para productos cárnicos cocidos

REQUISITOS	n	c	m	M	Método de ensayo
Aerobios Mesófilos,*ufc/g	5	1	$5,0 \times 10^5$	$1,0 \times 10^7$	NTE INEN 1529-5
Escherichia coli ufc/ g*	5	0	< 3	-	NTE INEN 1529-8
Staphylococcus* aureus, ufc/ g	5	1	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	NTE INEN 1529-14
Salmonella/ 25 g**	10	0	ausencia		NTE INEN 1529-15

*Indica que el, método del número más probable nmp (con tres tubos por dilución), no debe dar ningún positivo. ** Coliformes fecales.

2.2 CURADO DE LA CARNE

El curado es en esencia un proceso químico-físico, con significativas consecuencias, no sólo químicas y físicas, sino también microbiológicas y bioquímicas. El proceso reside, básicamente, en la conservación de la carne mediante la adición a la misma de sal común, nitrato y/o nitritosódico y otras sustancias, como, por ejemplo, azúcares, fosfatos, ascorbatos y otras, que contribuyen conjuntamente a la inhibición del desarrollo bacteriano, el mejoramiento de su color, olor y sabor, y la modificación de su estructura, Andújar G. (1998).

Según Honikel (2008) en la actualidad, el uso directo de sales de nitrato es permitido sólo en algunos productos cárnicos, como los jamones secos curados, en los cuales largos y lentos períodos de curación requieren de reservorios de nitrito a través de nitratos. Lo anterior está fundamentado en el hecho de que reducir los contenidos finales de nitrito en los productos cocidos, ha sido uno de los principales esfuerzos de la industria cárnica en los últimos años y junto con una estricta reglamentación han logrado reducir el riesgo asociado a su consumo.

2.3 PRODUCTOS CÁRNICOS CURADOS

Según Montiel, *et al.*, (2013), refiere que los productos cárnicos son ampliamente consumidos en el mundo. Existe una gran variedad de productos cárnicos, los cuales pueden ser crudos o cocidos y estos a su vez pueden ser curados o no. El término curado, que es ampliamente usado, está relacionado con la adición de sales de nitrito o nitrato, cloruro de sodio y otros ingredientes a la carne procesada que se utilizan para transformar químicamente las propiedades físicas y químicas y a veces microbiológicas de la carne.

2.4 MÉTODOS DE CURADO

2.4.1 CURADO SECO

Es aquel en el cual la sal curante se adiciona al estado sólido y se apilan las piezas separadas por la sal curante. (Schmidt et al., 1984)

2.4.2 CURADO HÚMEDO

Se utilizan soluciones o salmueras de sal curante, que se inyectan al producto chico o bien se le sumerge en la solución curante (Schmidt et al., 1984)

2.5 TRANSFORMACIÓN DEL NITRATO A NITRITO

El nitrato es reducido a nitrito por la enzima nitrato reductasa, la cual es sintetizada por bacterias del género *Micrococcus* y *Staphylococcus* (*S. carnosus*, *S. xylosus*). Parámetros tales como la temperatura y el pH juegan un rol vital dentro de dichos procesos. La nitrato reductasa sólo presenta actividad en un valor de pH por encima de 5,5 y temperatura superior a 8°C (Feiner, 2006).

2.6 ADITIVOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE SALCHICHA

2.6.1 APIO (*APIUM GRAVEOLEN*)

Según Vites, M (2018) ostenta que el apio pertenece a la familia de las umbelíferas, también denominada Apiaceas, que abarca alrededor de 250 géneros y más de 2500 especies. La mayoría son plantas propias de las estaciones frías y se reconocen por su abundante contenido en sustancias aromáticas.

Características botánicas:

Raíz pivotante, potente y profunda, con raíces secundarias superficiales. Del cuello de la raíz brotan tallos herbáceos que alcanzan de 30 a 80 cm de altura. Las hojas son grandes que brotan en forma de corona; el pecíolo es una penca muy gruesa y carnosa que se prolonga en gran parte del limbo. En el segundo año emite el tallo floral, con flores blancas o moradas; el fruto es un aquenio (Paucar, L 2014).

2.6.2 TAXONOMÍA

Clasificación taxonómica del apio:

Cuadro 2-3 Categorización taxonómica del apio

Reino:	Vegetal
Sub- reino:	<i>Embryobionta</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnolipsida</i>
Sub- clase:	<i>Rosidae</i>
Orden:	<i>Apiales</i>
Familia:	<i>Apiaceae (umbellife)</i>
Género:	<i>Apium</i>
Especie:	<i>Apium graveolens l.</i>

Fuente: Samayoa, M (1991)

2.6.3 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DEL APIO

Apio (*Graveola Apium*) es una planta de hojas con importantes niveles de nitritos y nitratos (Prieto, S. 2006); es una posible fuente natural de estos compuestos para uso en productos curados / fermentados. Sus efectos en los productos cocidos y curados fueron estudiados por Sindelar *et al.* (2007) que demostró el potencial para tal uso, aunque se necesitan estudios adicionales.

Según indica EFSA (2010), señala que el apio contiene flavonoides, compuestos con actividad antioxidante y funciones biológicas diversas (vasodilatadores, anti carcinogénicos, antiinflamatorios, antibacterianos, inmuno-estimulantes, antivirales, etc.), entre los que cabe citar la miricetina, quercetina y kaempferol (flavonoles), y la luteolina y apigenina (flavonas). Además, contiene pequeñas cantidades de furanocumarinas biológicamente activas, fundamentalmente la xantotoxina y el bergapteno, que pueden actuar, en la prevención del cáncer, y

que también se han utilizado en el tratamiento de algunas enfermedades de la piel como el vitíligo y la psoriasis.

2.6.4 COMPONENTES DEL APIO (*APIUM GRAVEOLENS*)

Cuadro 2-4 Componentes del *Apium graveolens*

Componentes	Porcentaje (%)
D-limoneno	57.7
Myrcene	18.7
4-terpineol	8.6
B –selineno	8.1
B-pinen	2.4
B – cariofileno	0.5
Carnone	0.3
Óxido de trans-limoneno	0.3
A – terpinolene	0.3
A-selinen	0.2
Trans-3	0.2
Butilidentfalida	0.1
A – muuroloene	0.1
Óxido de cis-limoneno	0.1
Linalool	0.1
A- pinen	0.1
Trans-ocimeno	0.1

Fuente: Samayoa, M (1991)

2.6.5 USOS DE APIO

Apio (*Graveola Apium*) es una planta de hojas con importantes niveles de nitritos y nitratos (Prieto, S. 2006); es una posible fuente natural de estos compuestos para uso en productos curados / fermentados. Sus efectos en los productos cocidos y curados fueron estudiados por Sindelar et al. (2007) que demostró el potencial para tal uso, aunque se necesitan estudios adicionales.

Según Sindelar et al. (2007) señala que actualmente, el extracto de aceite de romero y productos a base de apio están disponibles comercialmente para su uso como aditivos alimentarios, permitiendo así que su uso regular en la fabricación de productos elaborados. Teniendo en cuenta que estos aditivos son extractos naturales, este estudio evaluó el efecto de extracto de romero aceite, productos a base de apio, y bajos niveles de nitrato de sodio añadido y nitrito en las características microbiológicas y fisicoquímicas y en la oxidación de salami, caracterizado como salami tipo colonial.

El extracto vegetal más utilizado en la elaboración de los productos cárnicos es el apio (*Apium graveolens*), especialmente en productos tratados térmicamente (jamón cocido) ya que su sabor es compatible con este tipo de productos. Su aplicación en productos crudo curados todavía no se ha estudiado con detenimiento ya que el apio no es una especia o ingrediente habitual en este tipo de productos. No obstante, en algunas especialidades cárnicas, si se incorpora su semilla (Gallego, 2013).

Herrera, 2014 argumenta que se describen la concentración de nitratos para algunos vegetales incluido el apio en dos presentaciones como son el extracto de apio, el jugo comercial de apio y el jugo en polvo de apio con una concentración de 27 169.00 mg/Kg, 2 114 mg/Kg y 27 462 mg/Kg respectivamente; siendo el de mayor concentración el extracto de apio según estudios anteriormente realizados.

Según un estudio realizado por Zhang et al., (2014), los resultados de los tratamientos con polvo de apio fermentado pueden sustituir el nitrito de sodio convencional para el crecimiento de *Listeria monocytogenes* en la salchicha sin afectar negativamente a la calidad y sensoriales atributos de los productos. Por otro lado, Gallego (2013) incorporó apio en polvo en concentraciones de 0.2, 0.3 y 0.4 %. Los tiempos de retención fueron en 12, 18 y 24 horas. El tratamiento control, que sólo se añadió nitrito, mostró un contenido de nitrito residual significativamente mayor que los otros tratamientos utilizados.

En un estudio realizado por Djeri y Williams (2014), las propiedades antimicrobianas y fisicoquímicas del polvo de cereza (PC) y polvo de apio

contienen nitrito, los pre-generados (jugo de apio en polvo, JAP) fueron evaluados en la mortadela de pavo con las combinaciones de PC y JAP 550 ppm / 156 ppm de eritorbato de sodio (control-T1), 0.20 % JAP (T2), 0.20 % JAP / 0.20 % PC (T3), o 156 ppm JAP / 469 ppm PC (T4). El tratamiento T4 tenía un mal gusto con ($P < 0.05$), la apariencia menor, el aroma y la aceptabilidad general que todos los otros tratamientos. Las bacterias lácticas fueron similares para T1 y T4 durante 4-10 semanas. Además, Bertol et al., (2012) menciona que los productos a base de apio demuestran ser una fuente eficaz de NO_2 y NO_3 para el desarrollo del color, pero el bajo pH del producto indica la necesidad de una mejor evaluación de su uso en el salami fermentado.

2.7 NITRATOS Y NITRITOS

Según Elika (2016) los nitratos y nitritos son compuestos iónicos que se encuentran en la naturaleza, formando parte del ciclo del nitrógeno. El nitrato (NO_3) es la forma estable de las estructuras oxidadas del nitrógeno, y a pesar de su baja reactividad química puede ser reducido por acción microbológica. El nitrito (NO_2), es oxidado con facilidad por procesos químicos o biológicos a nitrato, o bien reducido originando diversos compuestos.

Los nitratos se emplean como aditivos en la fabricación de productos cárnicos curados y, en menor medida, en la conservación del pescado y en la producción de queso. Además de proporcionar color adecuado a la carne, los nitritos tienen otros efectos sobre los alimentos: retrasa el proceso de oxidación de los lípidos, con la consecuente disminución del característico olor de enranciamiento, produce una mayor firmeza en la textura, y provee a los alimentos de un importante efecto antimicrobiano (especialmente frente a *Clostridium botulinum* y sus toxinas).

Además de como aditivos, los nitratos como sustancias de origen natural pueden encontrarse en productos cárnicos frescos, leche y productos lácteos, cereales, frutas, bebidas alcohólicas y verduras. En la mayoría de estos alimentos se encuentran en bajas concentraciones, generalmente inferiores a 10 mg/kg y rara vez exceden los 100 mg/kg. Sin embargo, las verduras, principal aporte de estos compuestos en la dieta junto con los embutidos, presentan unos contenidos que

oscilan entre 200 y 2.500 mg/kg, variando en función del procesado del alimento, uso de fertilizantes y condiciones de crecimiento (Almudena, *et al.*, 2001)

Apango (s.f), menciona que ayudan al proceso de curado de las carnes, mejoran el poder de conservación, el aroma, el color, el sabor y la consistencia. Además sirven para obtener un mayor rendimiento en peso, porque tienen una capacidad fijadora de agua. Pero lo más importante, es que el nitrato protege a las carnes del “Botulismo”, una de las peores formas de envenenamiento que conoce el hombre. Los nitratos y nitritos se usan en cantidades muy pequeñas y debe tenerse cuidado de no exceder la cantidad recomendada porque puede echar a perder sus productos.

El mecanismo inhibitorio del nitrito para *C. Botulinum* depende del pH, la concentración de NaCl, el contenido de hierro, entre otros. Probablemente el óxido nítrico es el compuesto que tiene la función antimicrobiana. En jamones y salchichas almacenados a 10 °C no se presentan toxinas de *C. Botulinum*, durante un periodo de 10 semanas. Tompkin (2005); Wanless (2010) citado por Montiel *et al.*, 2013.

2.8 FUNCIONES DE NITRATO Y NITRITOS

Según Ruiz (2014), las funciones de los nitratos y nitritos en los productos cárnicos curados pueden resumirse en las siguientes:

- 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 por ultimo
- Posee un efecto antioxidante, retardando el desarrollo de la rancidez y evitando la aparición de alteraciones de las características sensoriales.

Figura 2-1 Límites de concentración para los nitritos establecidos en la legislación europea

E N°	Denominación	Tipo de producto	Cantidad añadida indicativa (mg/kg)	Cantidad residual (mg/kg)
E249	Nitrito potásico ¹	Productos cárnicos no tratados por el calor, curados o desecados	150 ²	50 ²
E250	Nitrito sódico ¹	Otros productos cárnicos curados Productos cárnicos enlatados <i>Foie gras, foie gras entier,</i> <i>blocs de foie gras</i>	150	100 ²
		Beicon curado		175 ³
E251	Nitrato sódico	Productos cárnicos curados Productos cárnicos enlatados	300	250 ⁴
E252	Nitrato potásico ⁵	<i>Foie gras, foie gras entier</i> <i>blocs de foie gras</i>		50 ⁴
		Queso y sucedáneos de queso a base de leche		200 ⁵
		Pescados escabechados		50 ⁴
				200 ⁵

Fuente: EFSA, Journal, 2003

2.9 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

2.9.1 pH

El pH es una medida de la concentración de protones o iones hidrógeno, es decir, de la acidez del medio. En numerosos alimentos el pH constituye un factor importante para su estabilidad ya que determina el crecimiento de grupos de microorganismos específicos (González, 2013).

Según Sebranek y Bacus, (2007a) citado por Montiel *et al.*, (2013), en los productos elaborados con carne picada, el efecto de la adición de ingredientes que afecten el pH es insignificante, debido a la capacidad de la carne para amortiguar los cambios de pH. Por otro lado, la adición de agentes acidulantes y reductores da lugar a una menor concentración de nitrito residual en la carne curada. Así mismo, el pH de las salmueras es crítico para alcanzar un curado natural óptimo y una textura adecuada en el producto, debido a que los fosfatos y otros amortiguadores usados en el curado convencional, no pueden ser incluidos en productos etiquetados como orgánicos o naturales.

Las propiedades antimicrobianas de los nitritos dependen principalmente del pH; se ha reportado que el efecto bacteriostático (pH 5-6) del nitrito se incrementa diez veces cuando el pH decrece en una unidad (Paelinck y Szczepaniak, 2005).

2.9.2 ACIDEZ

Según Arreola (2012), la acidez de una sustancia se puede determinar por métodos volumétricos. Ésta medición se realiza mediante una titulación, la cual implica siempre tres agentes o medios: el titulante, el titulado (o analito) y el indicador.

Cuando un ácido y una base reaccionan, se produce una reacción que se puede observar con un indicador. Un ejemplo de indicador, y el más común, es la fenolftaleína (C₂₀ H₁₄ O₄), que cambia de color a rosa cuando se encuentra presente una reacción ácido-base. El agente titulante es una base, y el agente titulado es la sustancia que contiene el ácido (Cruz, 2018)

A nivel industrial, se consideran dos tipos de acidez:

1. Acidez natural
2. Acidez desarrollada

La acidez natural se debe a la composición natural del alimento o sustancia. La acidez desarrollada se debe a la acidificación de la sustancia ya sea por procesos térmicos, enzimáticos o microbiológicos (Arreola, 2012).

2.9.3 NITRITO RESIDUAL

Según Azanza y Rustia (2003) citado por Hernández (2009), el porcentaje residual de nitrito debe estar cerca de 125 mg/kg de carne curada, para que en realidad el nitrito logre desarrollar sus funcionalidades como agente antimicrobial. Sin embargo la mayoría de productores están más enfocados en la parte de color que en la parte de seguridad alimentaria. Es por eso que es posible encontrar tocinos con niveles de nitrito residual de 0.9 mg/kg, el cual únicamente está brindando color deseable, sin embargo, la función antimicrobial no se estaría cumpliendo.

2.10 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

2.10.1 *ESCHERICHIA COLI*

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) es un habitante normal del intestino de todos los animales. La *E. coli* ejerce una función útil al organismo cuando suprime la fijación y desarrollo de especies bacterianas perjudiciales en el tracto intestinal, y sintetiza importantes cantidades de vitaminas. Una minoría de cepas de *E. coli* es capaz de causar enfermedades en el hombre por diferentes mecanismos.

Los microorganismos patógenos que históricamente se han asociado a brotes por el consumo de carne, incluyen *Salmonella*, *E. coli* O157:H7 y no-O157 productoras de toxina Shiga (STEC), *Listeria*, *Campylobacter*, *Clostridium perfringens* y *Yersinia*, aunque los primeros tres se ha reportado que actualmente son los más importantes como patógenos en carne de res, Koohmaraie y *et al.*, (2005) citado por Heredia, N (2014). Se ha establecido que para algunos microorganismos tales como *L. monocytogenes*, *S. aureus* y *Clostridium spp*, las principales medidas para lograr su control se enfocan en intervenciones durante las últimas etapas de la producción de la carne (Norrung *et al.*, 2009).

Según la NTE INEN 1338:1996 Requisitos microbiológicos para productos cárnicos crudos el nivel de aceptación que debe contener un producto crudo es de $1,0 \times 10^2$.

2.10.2 *AEROBIOS MESÓFILOS*

Los niveles de contaminación por organismos coliformes, mesófilos los y *Staphylococcus aureus* en los alimentos preparados observados en nuestro estudio con un 50 % de afectación indican el alto riesgo epidemiológico que representa su consumo cuando son preparados en deficientes condiciones higiénicas, manipulaciones incorrectas y mantenimiento de estos productos a temperatura ambiente durante un tiempo prolongado (Blanco, et al. 2011).

2.10.3 STAPHYLOCOCCUS AUREUS

Staphylococcus aureus es una bacteria esférica (coco) que, para la microscopía óptica, aparece en pares, cadenas pequeñas o racimos. Esos organismos son Gram positivos y algunas cepas producen una toxina proteínica altamente termoestable que ocasiona la enfermedad en el hombre. Otro aspecto importante para la salud pública es la termorresistencia de la toxina estafilocócica, aun a 100°C (212°F), por 30 minutos. Los alimentos frecuentemente asociados a la intoxicación estafilocócica son carnes y derivados (OMS, 2016).

Según indica que el *Staphylococcus aureus* es un coco Gram- positivo catalasa positiva, oxidasa negativa anaerobio facultativo, es un mesófilo típico con un intervalo de temperatura de crecimiento entre 7 y 48°C y una temperatura óptima de 35-40°C con un pH de crecimiento de 6-7 (Becerra, 2014)

2.10.4 SALMONELLA SPP.

Son bacilos Gram- negativos, catalasa positiva, oxidasa negativa su temperatura de crecimiento oscila entre 5° a 47° C siendo su temperatura óptima a 37 °C, su pH va en torno a 7 (Becerra, 2014).

Según la NTE INEN 1338:2012 Requisitos microbiológicos para productos cárnicos crudos indica que no debe haber presencia de *Salmonella* spp, caso contrario el producto será no apto para el consumo humano.

Reportes epidemiológicos ubican los productos cárnicos como una causa importante de enfermedades transmitidas por alimentos. *Salmonella* y *Staphylococcus aureus* son patógenos identificados como los principales microorganismos de impacto para la salud pública. En este trabajo se determinó la prevalencia de *Salmonella* spp y *S. aureus* en chorizo y longaniza de carnicerías de la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México. Se obtuvieron 50 muestras de chorizo y 50 de longaniza a partir de carnicerías ubicadas en diferentes puntos de la zona metropolitana de Guadalajara. Se investigó la presencia de *Salmonella* spp., y se cuantificó *S. aureus* en 25 g de muestra. El análisis se hizo como lo indica la metodología descrita en la NOM 145- SSA1-1995. De las 50 muestras de chorizo 18 resultaron positivas a *Salmonella*,

mientras que el recuento de *S. aureus* presento una media de 24,600 UFC/g. En relación a las muestras de longaniza, 24 fueron positivas a *Salmonella spp* y *S. aureus* mostró una media de 7,800 UFC/g (Torres *et al.*, 2011).

2.11 ANÁLISIS SENSORIAL

La selección de un método de análisis sensorial es una función de las características del producto, siendo los propósitos establecer un criterio objetivo en atributos de color, olor, sabor y palatabilidad y diferenciar con parámetros normalizados. Una selección rigurosa de los evaluadores está sujeta a pruebas específicas y diseño experimental, siendo los panelistas, sujetos objetivos y argumentativos capaces de interpretar y discriminar una sensación en un lenguaje coherente. Estas interpretaciones pueden marcar una nueva normalización que permita, por medio de medidas instrumentales, obtener una valoración más inmediata y con menor porcentaje de error, soportado por métodos estadísticos secuenciales de fácil entendimiento y manejo (Sánchez *et al.*, 2010).

Dentro de las características instantáneas que el consumidor busca en los productos cárnicos al momento de comprar están el color, la textura o apariencia del producto y cuando el consumidor está en casa y prueba el producto, el aroma y sabor son importantes. Indudablemente son las propiedades sensoriales determinantes para el consumo de cualquier tipo de producto sea este natural, semi-elaborado o elaborado (Guerra 2007).

2.11.1 COLOR

El color de la carne o de los productos cárnicos es un importante atributo de la calidad, el cual influye en la aceptación de los mismos por parte de los consumidores (Pinzón, L 2015).

Según Pérez, D y Andújar, R (2000) indican que el color es el factor que más influye sobre la apariencia de un producto y actúa como un factor de selección por parte del consumidor.

Sin embargo, Quintero *et al.* 2011 declara que la valoración del color en los embutidos, se realiza mayormente de manera subjetiva.

Adicionalmente Pérez y Andujar 2000 señalan que la adición de nitratos y nitritos, es un factor que puede ejercer efecto sobre el color del embutido, ya que su adición favorece la formación de nitrosomioglobina, la cual de acuerdo con (Montes et al. 2013) constituye un pigmento característico del curado. (González, et al. 2013) reporta que, la aparición de colores extraños no asociados a las características del producto resultaría en su rechazo; lo cual coincide con la baja calificación otorgada al “color” del chorizo en el experimento 1. Debido a lo anterior, en el presente estudio, se modificó la proporción de pimentón y chile guajillo utilizada en el segundo experimento, para mejorar el aspecto “Color”.

2.11.2 OLOR

Lenntech, 2019. Indica que el olor forma una parte importante en nuestra capacidad de percepción.

2.11.3 SABOR

El gusto, que se localiza sobre todo en las papilas gustativas de la lengua, puede ser amargo, ácido, salado o dulce, en función del punto en el que se reconoce (amargo en la parte posterior de la lengua; ácido en los lados; salado en los laterales cerca de la punta; dulce, en la punta). El sabor permite percibir distintas sensaciones, entre las que se incluyen las olfativas, gustativas y táctiles (Chavarría, M. 2009).

2.11.4 TEXTURA

Acevedo et al. 2014 establece que el aspecto “textura” es directamente influenciado por la materia prima; así como las proporciones carne, grasa, tejido conjuntivo en el producto, la presencia de almidones o proteínas no cárnicas en butifarra, que es un embutido de elaboración y formulación similar al chorizo.

Costell, E. 2002. Generaliza que la textura es uno de los atributos primarios que, junto con el aspecto, sabor y olor, conforman la calidad sensorial de los alimentos. Cuando se quiere evaluar este aspecto de la calidad, o de alguno de los atributos que la integran, es decir, el resultado de las sensaciones que los humanos experimentamos al ingerir el alimento, el único camino de que en

principio dispone es preguntárselo a si mismo, ya que la calidad sensorial no es una propiedad intrínseca del alimento, sino el resultado de la interacción entre éste y nuestros sentidos. El análisis de la composición química y de las propiedades físicas de un producto aporta información sobre la naturaleza del estímulo que percibe el consumidor, pero no sobre la sensación que éste experimenta al ingerirlo.

(Acevedo et al. 2014) establece que el aspecto “textura” es directamente influenciado por la materia prima; así como las proporciones carne, grasa, tejido conjuntivo en el producto, la presencia de almidones o proteínas no cárnicas en butifarra, que es un embutido de elaboración y formulación similar al chorizo.

2.12 PRUEBA DE FRIEDMAN

Según Amat (2016), menciona que el test de Friedman es la alternativa no paramétrica a la prueba ANOVA de una vía cuando los datos son dependientes/pareados.

Molina y Rodrigo (2014) indican que el test de Friedman es adecuado cuando los datos tienen un orden natural (cuando para darles sentido tienen que estar ordenados) y además son pareados.

La prueba de Friedman puede considerarse una generalización de la prueba de los signos para dos muestras en cuanto que permite el contraste de hipótesis acerca de la relación entre una variable categórica y una variable cuantitativa/ordinal sin la restricción de que la variable categórica sea dicotómica. De modo análogo al ANOVA de un factor intra-sujetos, la prueba de Friedman se ajusta a diseños de recogida de datos en que la variable cuantitativa/ordinal es medida en una de las dos siguientes circunstancias: (1) en un mismo grupo de sujetos en diferentes momentos temporales (por ejemplo, antes de una intervención, un mes después de la intervención y 6 meses después de la intervención); (2) en dos o más grupos de sujetos relacionados entre sí, esto es, cada sujeto en uno de los grupos tiene sujetos parejos en los otros grupos respecto a terceras variables.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1 UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación se efectuó en los talleres de procesos cárnicos, ubicado en el Campus Politécnico, sitio El Limón, cantón Bolívar, provincia de Manabí en las coordenadas 0°49'37.96" latitud sur, 80°11'14.24" longitud oeste y una altitud de 19 msnm¹.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se empleó una investigación experimental porque se trabajó con variables no comprobadas en condiciones rigurosamente controladas, se utilizó extracto de apio con diferentes dosis que se aplicaron a la salchicha de cerdo.

3.3 FACTORES Y NIVELES EN ESTUDIO

Factor A: Extracto de apio en polvo, en relación a la pasta base.

Niveles

a₁: 0.2%

a₂: 0.4%

a₃: 0.6%

Factor B: Sustitución de Nitrito

Niveles

b₁: 50 % del máximo permitido según EFSA (2010)

b₂: 70% del máximo permitido según EFSA (2010)

Considerando que permite agregar máximo 150 ppm de nitrito de sodio, de acuerdo a los niveles de sustitución propuestos se utilizaron 75 ppm y 45 ppm

¹Departamento Meteorológico de la Politécnica de Manabí 2014

de nitrito para b1 y b2 respectivamente, el restante es reemplazado por el extracto de apio.

3.4 TRATAMIENTOS

De la interacción de los diferentes niveles de cada factor se manejaron los siguientes tratamientos:

Cuadro 3-1 Tratamientos

Tratamiento	Código	Porcentaje De Extracto De Apio	Porcentaje De Sustitución De Nitrito	PPM
T1	A ₁ B ₁	0.2	50	75
T2	A ₁ B ₂	0.4	70	45
T3	A ₂ B ₁	0.6	50	75
T4	A ₂ B ₂	0.2	70	45
T5	A ₃ B ₁	0.4	50	75
T6	A ₃ B ₂	0.6	70	45

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se empleó en la investigación es un DCA (Diseño Completamente al Azar) en arreglo bifactorial 3*2 con 3 repeticiones por cada tratamiento (Ver cuadro 3.2)

Cuadro 3-2 ANOVA

Fuente De Variación	Grados De Libertad
Total	17
Tratamientos	5
Factor A	2
Factor B	1
A X B	2
Error	12

3.6 UNIDAD EXPERIMENTAL

Se manejó como unidad experimental 4 kg de pasta base por cada tratamiento, ejecutando 3 repeticiones dando un total de 18 unidades experimentales que contuvo la respectiva formulación. Los límites de concentración para los nitritos establecidos en la legislación europea (EFSA, 2003) 150 ppm como máximo, y los niveles de sustitución que se utilizaron fueron 70% y 50%, significa que se utilizaron 45 ppm al sustituir el 70% y 75 ppm al sustituir el 50% de lo establecido en la norma, como se observa en el cuadro 3.3.

3.6.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SALCHICHA DE CERDO

Para la elaboración de la salchicha se tomó de base el proceso propuesto por Marroquín (2011), con adaptación del autor de la investigación (Figura 3.1).

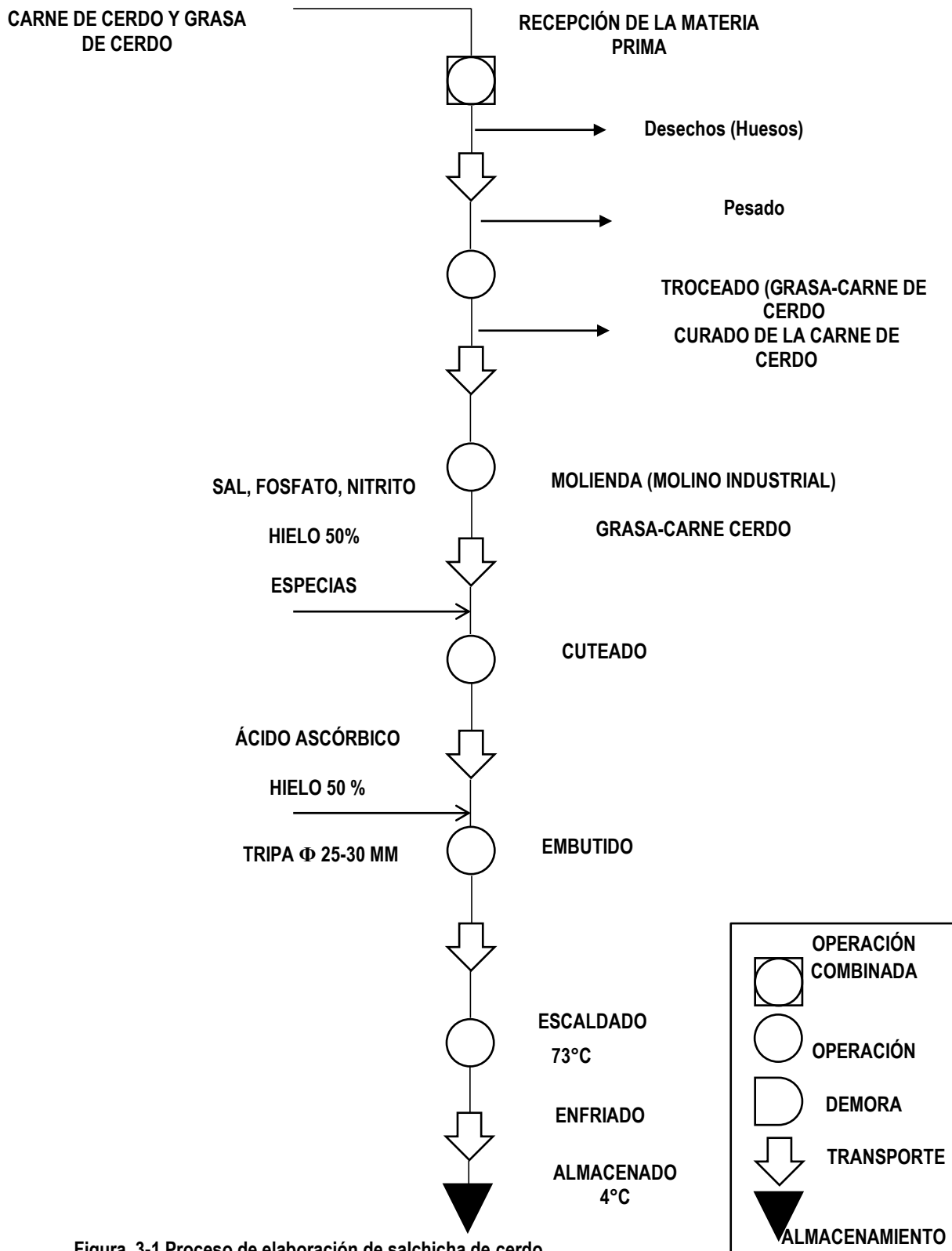


Figura 3-1 Proceso de elaboración de salchicha de cerdo

3.6.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Recepción: En esta operación se examinó la carne que esté libre de tejido graso, sin color verdoso, ni violeta y con un olor característico al de la carne fresca de cerdo apta para el correspondiente procesamiento. Luego se llevó a congelar a -18°C para el siguiente paso.

Pesado: Se pesó la cantidad de carnes, ingredientes y aditivos que se añadieron de acuerdo a la formulación que se utilizó. (VER ANEXO 2)

Troceado y curado preliminar: La carne se cortó en fragmentos de 10 cm, se realizó el curado (añadió, los porcentajes de extracto de apio en polvo, según cada tratamiento) y se mezcló. Luego se dejó en refrigeración a 4°C por 24 horas para que se desarrolle una maduración inicial.

Molido y picado: Los trozos de carne precurados se molieron en discos con agujeros de 3 mm de diámetro. Luego, se colocó la carne en la cortadora o molino industrial modelo M-32-3HP con 220 volts.

Cuteado y Emulsificación: Se realizó en el cutter marca MAINCA CM-21 – 12701006, provista de 2 cuchillas combinables con dos velocidades de la artesa y tiene por finalidad lograr la emulsión de los componentes: carne grasa y agua; en esta etapa se agregaron todos los ingredientes de acuerdo al tipo II de embutido y luego se colocó la carne previamente curada en el cutter, dando algunas vueltas para el picado (5 min). De inmediato se adicionó la sal, nitrito, fosfato, continuando el picado a mayor velocidad, se agregó 50% de hielo; continuó el cutterizado hasta que se obtuvo una buena emulsión y se alcanzó una temperatura de 12 °C.

Se Adicionó el resto de hielo, especias y coadyuvantes, el ácido ascórbico y continuó (1 min) el picado a mayor velocidad hasta obtener una pasta fina, que alcanzó una temperatura de 10 °C.

Embutido: Luego se introdujo la pasta mezclada y amasada en el cilindro de la embutidora. La tripa que utilizamos para este embutido fue la celulósica transparente de calibre 22x82. El relleno de las salchichas se efectuó bastante

suelto, para que la masa tenga espacio suficiente y no se derrame de la tripa. Después del atado los embutidos fueron amarados en cadena, a una dimensión de 10 cm de cada salchicha, para ser transportados a la tina del escaldado.

Escaldado: En esta operación, la temperatura interna de la salchicha fue de 73 °C. Las salchichas se sumergieron en una tina con agua de 80°C, sumergiendo las piezas para un escaldado uniforme por un tiempo de 25 minutos. (VER ANEXO 5)

Enfriado: Se colocó a enfriar por inmersión en agua fría a la salchicha esto favoreció a evitar la cocción de la misma.

Almacenado: Se ubicó las salchichas de cerdo en cámaras frigoríficas a temperaturas de -1 a +5 °C, humedad relativa aproximada de 90%, actividad de agua de 0,98 e intensidad de luz de oscuro a 60 lix.

3.7 VARIABLES A MEDIR

Parámetros físicos químicos: pH, acidez titulable y nitrito residual.

Parámetros microbiológicos: Aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*.

Parámetros organolépticos (Color, olor, sabor, textura), se realizará análisis sensorial, a todos los tratamientos.

3.7.1 TÉCNICAS APLICADAS

Parámetros físicos químicos	
Prueba estudiada	Método de ensayo
pH	Potenciómetro
Acidez titulable	Método volumétrico
Nitrito residual	Cuantificación espectrofotométrica
Parámetros microbiológicos	
Prueba estudiada	Método de ensayo
Aerobios Mesófilos	NTE INEN 1529-5

Escherichia coli	AOAC 911.14
Staphilococcus aureus	NTE INEN 1529-14
Salmonella spp	NTE INEN 1529-15
Parámetros organolépticos	
Prueba estudiada	Método de ensayo
Color, olor, sabor, textura	Prueba afectiva de aceptación con una escala hedónica del 1-5

3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos de los análisis físicos- químicos y microbiológicos se sometieron a prueba de normalidad (Test Shapiro Wilk), y pruebas de homogeneidad de varianzas y homocedasticidad (Test Levene). Si los resultados cumplieron con los supuestos se procedió con los siguientes estadísticos:

Para el análisis estadístico de las variables físico-químico y microbiológico se utilizaron las siguientes pruebas:

- a) Análisis de Varianza (ANOVA): Permite determinar la homogeneidad de las varianzas
- b) Coeficiente de Variación (CV): Permite analizar la variabilidad de los datos derivados con respecto de las variables
- c) Prueba TUKEY: Permite determinar la magnitud de las diferencias entre los tratamientos. Con una probabilidad del 5%

Para los parámetros sensoriales, se utilizará la prueba de Friedman.

El grado de aceptación de los 6 tratamientos evaluados sensorialmente en cuanto a olor, color, sabor y textura por 60 consumidores, en la población diurna de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, en el séptimo, octavo y noveno semestres de la carrera de Agroindustrias

utilizando una prueba afectiva de aceptabilidad con escala hedónicas de cinco puntos (1;No me gusta, 2;Me gusta poco ,3; No me gusta ni me disgusta, 4; Me gusta 5; Me gusta mucho), se sintetizan en los rangos promedios determinados a través de una prueba estadística de Friedman. Asimismo, se presentan los valores de la media y desviación estándar de las calificaciones asignadas por los consumidores.

Los resultados evaluados físico-químicos y microbiológicos y sensoriales, se sometieron análisis de datos, para lo cual se utilizó el programa Infostat Versión gratuita 2018.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PARÁMETROS FÍSICO -QUÍMICOS DE LA SALCHICHA DE CERDO

Para evidenciar la correcta distribución de los datos obtenidos se provino a cumplir los supuestos del ANOVA (Normalidad y Homogeneidad), en donde las variables en manifiesto, pH, acidez, nitrito residual cumplen los supuestos convenientes a normalidad (ver anexo 19). los resultados fueron analizados mediante el test de shapiro wilk debido a que los datos examinados fueron menores a 50, Cumpliéndose la prueba de normalidad, se procedió a efectuar la prueba de homogeneidad de varianza, en donde la variable correspondiente a acidez titulable y nitrito residual no supera la restricción correspondiente a significancia, debido a que el valor que presenta es menor a 0,05 (Ver anexo), para lo cual se realizó las pruebas no paramétricas, cabe recalcar que la variables que cumplió la restricción es decir su significancia fue mayor a 0,05 se procedió a realizar ANOVA.

4.2 EVALUACIÓN DE PH, ACIDEZ Y NITRITO RESIDUAL

4.2.1 pH

Según los datos reflejados en el ANOVA presentes en el cuadro 4.1 se puede apreciar que existen diferencias altamente significativas para las 3 fuentes de variación sobre la variable pH. Sin embargo Reuter (1881) menciona que el pH en los embutidos es importante debido a que valores superiores a 6.0 pueden ocasionar el desarrollo de bacterias alterantes del producto durante su secado o conservación y pH bajos (< a 4.5) pueden ser responsables de sabores ácidos y desagradables al consumidor.

Y según la NTE INEN 1338 (2012), que permite un valor máximo de 6.2.

Cuadro 4-1 ANOVA para los factores nitrito de sodio y extracto de apio sobre la variable pH

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,83	5	0,17	30,10	<0,0001
Apio (%)	0,07	1	0,07	13,04	0,0036
Nitrito (%)	0,43	2	0,21	38,67	<0,0001**
Apio (%)*nitrito (%)	0,33	2	0,17	30,06	<0,0001**
Error	0,07	12	0,01		
Total	0,90	17			

NS: no significativo

* Significativo al 5%

** Altamente significativo al 1%

El cuadro 4.2 refleja las medias encontradas a los niveles de porcentaje de apio aplicados indicando que los porcentajes de 0,6% y 0,4% son estadísticamente similares, mientras que en la dosis del 0,2 % es diferente que los anteriores.

Cuadro 4-2 Tukey para el factor extracto de apio de la variable pH.

Apio (%)	Medias	N	E.E.	
0,20	6,49	6	0,03	A
0,40	6,25	6	0,03	B
0,60	6,14	6	0,03	B

a,b letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente según Tukey al 5% de probabilidad

El cuadro 4.3. manifiesta que el nitrito es estadísticamente diferente en sus dos porcentajes de sustitución evaluados 50% y 70%.

La dosis al 70% de sustitución de nitrito se considera la mejor por presentar un valor más bajo el cual se acerca a los establecido por la NTE INEN 1338 que establece que es de máx 6.2.

Cuadro 4-3. Cuadro de medias para el factor nitrito sobre la variable pH.

Nitrito (%)	Medias	E.E.
50	6,34	0,02
70	6,21	0,02

El cuadro 4.4 la prueba de tukey arrojó que el tratamiento T1 (0,2% extracto de apio y 50% de sustitución de nitrito de sodio) es estadísticamente diferente de los demás tratamientos. Sin embargo la NTE INEN 1338 (2012) contempla que el valor máximo de pH para salchichas cocidas es de 6,2 considerando los mejores tratamientos (T3, T5, T6). Sin embargo Reuter, H. (1981) citador por

Gonzales, et al., (2013), menciona que el pH en los embutidos es importante debido a que valores superiores a 6.0 pueden ocasionar el desarrollo de bacterias alterantes del producto durante su secado o conservación y pH bajos (< a 4.5) pueden ser responsables de sabores ácidos y desagradables al consumidor.

Cuadro 4-4 Tukey para el apio y el nitrito del variable pH.

Tratamientos	Apio (%)	Nitrito (%)	Medias	N	E. E.	
T1	0,20	50	6,75	3	0,04	A
T2	0,40	70	6,24	3	0,04	B
T3	0,60	50	6,12	3	0,04	B
T4	0,20	70	6,24	3	0,04	B
T6	0,60	70	6,16	3	0,04	B
T5	0,40	50	6,15	3	0,04	B

a , b, letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente según Tukey al 5% de probabilidad

4.2.2 ACIDEZ

Como se indicó anteriormente, la variable acidez titulable no superó la significancia de 0,05 para todos los tratamientos estudiados, se procedió a examinar los datos obtenidos mediante una prueba no paramétrica utilizando un test estadístico de Kruskal – Wallis aplicable para más de dos grupos independientes, que tiende a determinar si existen diferencias entre los mismos. Por lo ya conocido, los resultados conseguidos fueron evaluados por el test estadístico, indicó que la acidez es diferente entre las categorías de tratamientos, en vista de que se rechaza la hipótesis nula (Ver anexo 20) y se acepta la hipótesis alternativa la cual demanda que al menos uno de los tratamientos respecto a esta variable (acidez) es diferente. Indicando que, el T5, obtuvo un valor final de 0,14%, se considera al 0,4% de extracto de apio y 70% de sustitución de nitrito.

Es importante recalcar que la acidez titulable del T2 fue más alta que la del T5 debido a que esta, fue otorgada mayoritariamente por el 70 ppm de sustitución de nitrito.

4.2.3 ANÁLISIS DE NITRITO RESIDUAL

Según las variaciones que se presentan en cada uno de los tratamientos, presentándose gran diferencia en el tratamiento T1 (50 ppm) y el tratamiento T3 (35 ppm) con niveles bajos de nitrito residual.

Según los datos mostrados en el ANOVA presentes en el cuadro 4.5 se observa que existe diferencia altamente significativa para el porcentaje de extracto de apio y una diferencia altamente significativa para el porcentaje de nitrito de sodio y una diferencia significativa en la interacción de los tratamientos porcentaje de extracto de apio y el porcentaje de sustitución de nitrito de sodio sobre la variable nitrito residual.

Cuadro 4-5 Análisis de la varianza ANOVA para la variable nitrito residual.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	2625,11	5	525,02	35,53	<0,0001
Nitrito (%)	1352,00	1	1352,00	91,49	<0,0001**
Apio (%)	606,78	2	303,39	20,53	0,0001**
Nitrito (%)*apio (%)	666,33	2	333,17	22,55	0,0001**
Error	177,33	12	14,78		
Total	2802,44	17			

NS: no significativo

* Significativo al 5%

** Altamente significativo al 1%

Mediante la prueba de tukey (cuadro 4.6) indica que el T1 (50ppm) y el T3 (35ppm) que poseen los niveles más bajos de nitrito residual, es decir los demás tratamientos se consideran los sobresalientes ya que poseen un nivel de nitrito residual más aproximado al óptimo que es 100 mg/kg, siendo más seguros microbiológicamente.

Que estadísticamente son mejores, en este caso son los tratamientos: 2, 4, 5 y 6 que comparten primera categoría.

Como lo mencionan Azanza y Rustia (2003) citado por Hernández, K (2009), el porcentaje residual de nitrito debe estar cerca de 125 mg/kg de carne curada, para que en realidad el nitrito logre desarrollar sus funcionalidades como agente antimicrobiano. Sin embargo la mayoría de productores están más enfocados en la parte de color que en la parte de seguridad alimentaria. Mientras que Sendra

(2011) citado por Herrera, A (2016) cataloga el nitrito residual óptimo es de 100 mg/kg siendo esto 100ppm.

Cuadro 4-6 Tukey para el porcentaje de sustitución de nitrito sobre la variable nitrito residual.

Tratamientos	Nitrito (%)	Apio (%)	Medias	N	E. E.	
T3	50	0,60	35,33	3	2,22	C
T1	50	0,20	50,00	3	2,22	B
T5	50	0,40	64,33	3	2,22	A
T4	70	0,20	65,67	3	2,22	A
T2	70	0,40	67,67	3	2,22	A
T6	70	0,60	68,33	3	2,22	A

El cuadro 4.7 muestra la diferencia entre el 50% y 70% sustitución de nitrito, y la influencia en el producto final.

Se considera el 50% de sustitución de nitrito el mejor nivel por presentar el contenido de nitrito residual más bajo, siendo un aspecto positivo en la salud para los posibles consumidores.

Cuadro 4-7. Cuadro de medias para el factor sustitución de nitrito sobre la variable nitrito residual.

Nitrito(%)	Medias	E.E.
50	49,89	1,28
70	67,22	1,28

En el cuadro 4.8. nos manifiesta que existe una diferencia estadística entre los tres niveles de sustitución de apio sobre el nitrito residual en una salchicha de cerdo.

Cuadro 4-8. Tukey para el extracto de apio sobre la variable nitrito residual

Apio(%)	Medias	N	E.E.	
0,40	66,00	9	1,57	A
0,20	57,83	9	1,57	B
0,60	51,83	9	1,57	C

a ,b, c letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente según Tukey ($p > 0,05$)

4.3 PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DE LA SALCHICHA DE CERDO

4.3.1 AEROBIOS MESÓFILOS

Cuadro 4-9 Análisis de Aerobios Mesófilos

Tratamientos	Aerobios Mesófilos
T1 (apio 0.2% +sustitución nitrito de sodio 50)	0
T2(apio 0.4 % +sustitución nitrito de sodio 70))	3,0*10 ⁵ UFC
T3(apio 0.6% +sustitución nitrito de sodio 50)	3,8*10 ⁵ UFC
T4(apio 0.2% +sustitución nitrito de sodio 70)	0
T5(apio 0.4 % +sustitución nitrito de sodio 50)	0
T6 (apio 0.6% +sustitución nitrito de sodio 70)	0

Según el cuadro 4.9. se puede apreciar que los tratamientos T2, T3 se ve contaminado con *Aerobios Mesófilos*, se puede inferir que la presencia de estos se debió muy probablemente a factores externos al experimento, como el agua utilizada en la limpieza de equipos previo a la elaboración de los diferentes tratamientos, que a pesar de ser potable se desconoce su calidad microbiológica, pudiendo provocar una contaminación cruzada. Sin embargo, el tratamiento T2 (apio 0.4 % +sustitución nitrito de sodio 70 %) y el T3 (apio 0.6% +sustitución nitrito de sodio 50%) no excede el límite máximo permitido, siendo apto según lo establecido por la norma NTE INEN 1338 (2012).

4.3.2 *ESCHERICHIA COLI*

Como se muestra en el cuadro 4.10 todos los tratamientos fueron negativos, indicando la ausencia de este microorganismo lo que se puede inferir la acción positiva del extracto de apio conjuntamente con el nitrito de sodio reducido en dosis.

Cuadro 4-10 Análisis de *Escherichia Coli*

Tratamientos	<i>Escherichia Coli</i>
T1 (apio 0.2% +sustitución nitrito de sodio 50)	Negativo
T2(apio 0.4 % +sustitución nitrito de sodio 70)	Negativo
T3(apio 0.6% +sustitución nitrito de sodio 50)	Negativo
T4(apio 0.2% +sustitución nitrito de sodio 70)	Negativo
T5(apio 0.4 % +sustitución nitrito de sodio 50))	Negativo
T6 (apio 0.6% +sustitución nitrito de sodio 70)	Negativo

4.3.3 STAPHYLOCOCCUS AUREUS

En el cuadro 4.11 se muestran los análisis microbiológicos respecto a la incidencia del *Staphylococcus Aureus* y su proliferación en la salchicha de cerdo en la cual se sustituyó el nitrito.

Como se puede apreciar, en el cuadro ya antes mencionado, en todos los tratamientos hubo ausencia excepto en el tratamiento 5 (0,4% de extracto de apio y una sustitución de 50 ppm sustitución de nitrito) resultó tener presencia de este microorganismo en $1,2 \times 10^5$ UFC siendo no apto, ya que supera el máximo $1,0 \times 10^4$ según lo establece la NTE INEN 1338 (2010).

Se considera que la presencia de *Staphylococcus aureus* puede deberse al contenido el contenido de sal (nitrito presente en el apio) en el tratamiento 5 (0,4% y una sustitución de 50 ppm de nitrito) coexistió este microorganismo y que pudo resistir al escaldado ya que según Elike (2013), es una de las bacterias patógenas humanas formadoras de toxinas más resistente y puede sobrevivir durante largos periodos de tiempo en un ambiente seco, y son muy persistentes en alimentos con contenido alto en sales y azúcares. Asimismo, sus toxinas son altamente estables, y resistentes al calor, congelación e irradiación, por lo que una vez formadas en el alimento, es extremadamente difícil eliminarlas.

Cuadro 4-11. Análisis de *Staphylococcus Aureus*

Tratamientos	<i>Staphylococcus Aureus</i>
T1 (apio 0.2% +sustitución nitrito de sodio 50)	0
T2(apio 0.4 % +sustitución nitrito de sodio 70))	0
T3(apio 0.6% +sustitución nitrito de sodio 50)	0
T4(apio 0.2% +sustitución nitrito de sodio 70)	0
T5(apio 0.4 % +sustitución nitrito de sodio 50)	1.2 *10 ⁵ UFC
T6 (apio 0.6% +sustitución nitrito de sodio 70)	0

4.3.4 *SALMONELLA SPP*

Según la NTE INEN 1338:2010, requisitos microbiológicos para productos cárnicos cocidos indica que debe estar **ausente** de *Salmonella spp*, caso contrario el producto será no apto para el consumo humano. Es decir que básicamente se cumple este parámetro ya que los resultados obtenidos fueron ausencia. (Ver cuadro 4.12).

Cuadro 4-12 Análisis de *Salmonella Spp*

Tratamientos	<i>Salmonella Spp</i>
T1 (apio 0.2% +sustitución nitrito de sodio 50)	AUSENCIA
T2(apio 0.4 % +sustitución nitrito de sodio 70))	AUSENCIA
T3(apio 0.6% +sustitución nitrito de sodio 50)	AUSENCIA
T4(apio 0.2% +sustitución nitrito de sodio 70)	AUSENCIA
T5(apio 0.4 % +sustitución nitrito de sodio 50))	AUSENCIA
T6 (apio 0.6% +sustitución nitrito de sodio 70)	AUSENCIA

4.4 PRUEBA DE NIVEL DE AGRADO

4.4.1 EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS

Se aplicó la prueba no paramétrica de Friedman, a las variables organolépticas evaluadas, las que fueron analizadas por catadores no entrenados.

4.4.2 OLOR

Los resultados obtenidos mediante el programa estadístico InfoStat para el análisis de olor (Ver cuadro 4.13) los catadores no entrenados no encontraron diferencia significativa al 5% de probabilidad para la variable olor.

Cuadro 4-13 Tukey para la propiedad organoléptica (olor) de una salchicha de cerdo

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	N	
T4	183,00	3,66	50	A
T6	181,50	3,63	50	A
T2	179,50	3,59	50	A
T1	171,50	3,43	50	A
T3	153,50	3,07	50	A

4.4.3 COLOR

Según el cuadro 4.14, muestra como resultado que el T1 el T2, no tienen diferencia significativa entre sus medias como se puede apreciar en el cuadro ya antes mencionados, mientras que el T4 y el T6 presentan diferencia significativa entre sus medias considerando que el tratamiento más agradable en el color fue el tratamiento T4 y el tratamiento T6 indicando les gusta, como menciona, Pérez, D y Andújar, R (2000) indica que el color es el factor que más influye sobre la apariencia de un producto y actúa como un factor de selección por parte del consumidor.

Cuadro 4-14 Tukey para la propiedad organoléptica color de una salchicha de cerdo

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n			
T1	148,50	2,97	50	A	B	
T2	169,50	3,39	50	A	B	C
T3	138,00	2,76	50	A		
T4	213,00	4,26	50			E
T6	211,00	4,22	50			E

a,b,c,d,e, letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente según Tukey al 5% de probabilidad

NS No significativo

**Altamente significativo al 1%

4.4.4 SABOR

Los resultados para el análisis de sabor (Ver cuadro 4.15) aportaron como resultado que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales según los catadores no entrenados.

Cuadro 4-15 Tukey para la propiedad organoléptica sabor de una salchicha de cerdo

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	N	
T3	167,00	3,34	50	A
T1	173,50	3,47	50	A
T2	175,00	3,50	50	A
T6	177,50	3,55	50	A
T4	179,50	3,59	50	A

a,b,c,d,e, letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente según Tukey al 5% de probabilidad

4.4.5 TEXTURA

Según el cuadro 4.16 nos muestra que el T1 (apio 0.2% +sustitución nitrito de sodio 50), T2 (apio 0.4 % +sustitución nitrito de sodio 70), T6 (apio 0.6% +sustitución nitrito de sodio 70) no difieren estadísticamente como lo indican las medias del cuadro antes mencionado, los resultados para análisis de textura aportaron como el mejor resultado es el T4 (apio 0.2% +sustitución nitrito de sodio 70), ya que tuvo mayor aprobación (me gusta) por los catadores no

entrenados y el T3 (apio 0.6% +sustitución nitrito de sodio 50) como el tratamiento menos agradable (no me gusta) en cuanto a la textura. La textura es el conjunto de propiedades físicas que dependen de la estructura tanto microscópica como macroscópica del alimento, es apreciada por los sentidos de la vista, tacto y el oído, se percibe cuando el alimento sufre una deformación Citado por León, L y Molina, J (2016) (Aguiar 2009).

Cuadro 4-16. Prueba de Tukey para la propiedad organoléptica textura de una salchicha de cerdo

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n			
T3	138,00	2,76	50	A		
T1	148,50	2,97	50	A	B	
T2	169,50	3,39	50		B	C
T6	211,00	4,22	50			C
T4	213,00	4,26	50			D
						D

a,b,c,d,e, letras iguales en la misma columna no difieren estadísticamente según Tukey al 5% de probabilidad

Según Costell, 2002 publica que la textura es uno de los atributos primarios que, junto con el aspecto, sabor y olor, conforman la calidad sensorial de los alimentos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se logró determinar al tratamiento T6 (0,6% de extracto de apio en polvo + 70% de sustitución de nitrito de sodio) como el mejor, ya que arrojó los mejores promedios garantizando la calidad de la salchicha de cerdo como lo indica la NTE INEN 1338 (2012), para los requisitos físico-químicos.
- La aplicación de fuentes naturales para eliminar el uso de nitrito adicionado a productos cárnicos se ha convertido en una iniciativa industrial con buenos resultados para mejorar las características de los productos. En la presente investigación se identificó el efecto conservante del extracto de apio nitrito de sodio en las dosis, T1 (apio 0.2% +sustitución nitrito de sodio 50), T4 (apio 0.2% +sustitución nitrito de sodio 70), T6 (apio 0.6% +sustitución nitrito de sodio 70) debido a que no hubo presencia de los microorganismos (Aerobios Mesófilos, Escherichia Coli, Staphylococcus aureus, Salmonella spp).
- Según los estudios realizados se considera que al aplicar la dosis más alta (0,6% de extracto de apio en polvo + 70% de sustitución de nitrito de sodio) las propiedades sensoriales mejoran de forma satisfactoria a la calidad final de la salchicha de cerdo.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar el estudio de otras dosis de extracto de apio a las investigadas para ser utilizadas como conservante natural en reemplazo de nitrito de sodio y favorecer al bienestar del consumidor.
- El tratamiento adecuado para mejorar las propiedades sensoriales y microbiológica de una salchicha de cerdo es la combinación de 0,6% extracto de apio en polvo + 70% sustitución de nitrito.
- Se propone realizar un estudio que incluya el tiempo de vida útil de la salchicha de cerdo en las dosis estudiadas para corroborar la información obtenida.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Diofanor, Granados Clemente, Montero Piedad M, 2014. Universidad de Cartagena. Departamento de Ingeniería de Alimentos, Caracterización de Propiedades Físicoquímicas, Textura y Calidad Microbiológica de Butifarra Comercializada en Cartagena (Colombia) Inf. tecnol. vol.25 no.6 La Serena. Cartagena, Bolívar-Colombia
- Almudena, A; Lizaso, J. 2001 Nitritos, Nitratos Y Nitrosaminas. Ronda De Poniente, 9 Madrid, Inscripción 1ª, Tomo Xxx, Folio 1-25. N.I.F. G82812108
- Amat, J. (2016), test de Friedman. Alternativa no paramétrica al anova de datos dependientes. Statistics - machine Learning & data Science | j.amatrodrigo@gmail.com (En Línea) Consultado el 17 de agosto de 2018. https://rpubs.com/Joaquin_AR/219732
- Andujar, G. 1998.El curado de la carne y la elaboracion tradicional de piezas curadas ahumadas. ISBN: 978-959-16-1060-7. Ciudad de la habana : Editorial Universitaria, 2009.
- Apango, A. S.F. Saparga (Secretaria De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca Y Alimentación) Elaboración De Productos Cárnicos. (En Línea) Consultado El 20 de Octubre del 2016
- Arreola, J. 2012. Determinación de pH y Acidez. Investigación análisis a cárnicos Consultado 10 de Agosto 2019 (En Línea) <http://carnestercerparcial.blogspot.com/2012/06/determinacion-de-ph-y-acidez.html>
- Bertol, T. M., Fiorentini, A. M., Honorato Dos Santos, M. J., Cortez Sawitzki, M., Kawski, V. L., Lermen Agnes, I. B., López, L. D. 2012. El Extracto De Romero Y Productos A Base De Apio Se Utiliza Como Potenciadores Naturales De Calidad Para Los Embutidos De Tipo Colonial, Con Diferentes Tiempos De Maduración. Universidad Del Contestado - Unc, Concordia, Carolina Del Sur, Brasil.
- Blanco, F; Casadiego, G; Pacheco, P (2011). Calidad microbiológica de alimentos remitidos a un laboratorio de salud pública en el año 2009. Universidad de Santander. Bucaramanga, Colombia
- BTA (Barcelona Tecnologías De La Alimentacion) 2015. Recinto Gran Vía, Fira De Barcelona
- Costell, E 2002. Evaluación sensorial de la textura de los alimentos. Laboratorio de Propiedades Físicas y Sensoriales. Departamento de Conservación y Calidad de Alimentos. IATA. CSIC. Valencia
- Chavarria, M. 2009. Estudio sensorial para evaluar la calidad alimentaria.

- Cruz, L; Baeza, L; Pérez, L; Martínez, I. 2018. Evaluación sensorial de embutido tipo chorizo a base de carne de conejo. División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.
- Djeri, D; Williams, S. 2014. Department Of Animal Sciences, University Of Florida, Gainesville, Fl 32611-0910 Journal Of Food Quality Issn 1745-4557 Polvo De Jugo De Apio Se Utiliza Como Sustituto De Nitrito En Lonchas Al Vacío Envasado Turquía Bolonia Almacenado A 4°C Durante 10 Semanas Bajo La Luz De Venta Al Consumidor
- EFSA (Consenso De La Sociedad Española De Nutrición Comunitaria). 2010. Tablas De Composición De Alimentos. Moreiras Y Col., 2013 (En Línea) Consultado El 20 De Octubre. Formato Pdf
- EFSA (Consenso De La Sociedad Española De Nutrición Comunitaria). 2010. Tablas De Composición De Alimentos. Moreiras Y Col., 2003 (En Línea) Consultado El 21 De Octubre. Formato Pdf
- ELIKA (Fundación Vasca para la seguridad Agroalimentaria). (2006) Nitratos y nitritos en hortalizas de hoja verde. (En línea). Disponible en: <http://www.elika.net/datos/riesgos/Archivo15/nitratos%20y%20nitritos%20en%20hortalizas%20hoja%20verde%202006.pdf>
- FAO (Food And Agriculture Organization).2010. (Ficha Técnica) (En Línea).Ec. Consultado El 18 De Octubre 2016 Formato Pdf. Disponible en: <Http://Www.Fao.Org/3/A-Au165s.Pdf>
- FAO (Food And Agriculture Organization). 2016. Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación Consultado El 20 De Octubre Del 2016
- Feiner, G. (2006). Meat products handbook, Practical science and technology. Boca Raton: CRC Press. (pp. 142 – 156).
- Gallego, J. 2013. “Fuente Alternativa De Nitratos Para La Industria Cárnica: Influencia Del Extracto De Apio Y Cultivos Inicidores Sobre El Color Del Jamón Cocido Tipo Medellín” Tesis. Doctoral Universidad Miguel Hernández Escuela Politécnica Superior De Orihuela
- Guerra, G. 2007. Elaboracion De Salchichas De Pescado. Cumbaya-Quito, Ec. Art. Científico, Usfq. Vol. Ix Pp 32.
- González, R; Totosaus, A; Caro, I; y Mateo, J. 2013. Caracterización de propiedades químicas y fisicoquímicas de chorizos comercializados en la zona centro de México vol. 24 (2), 3-14

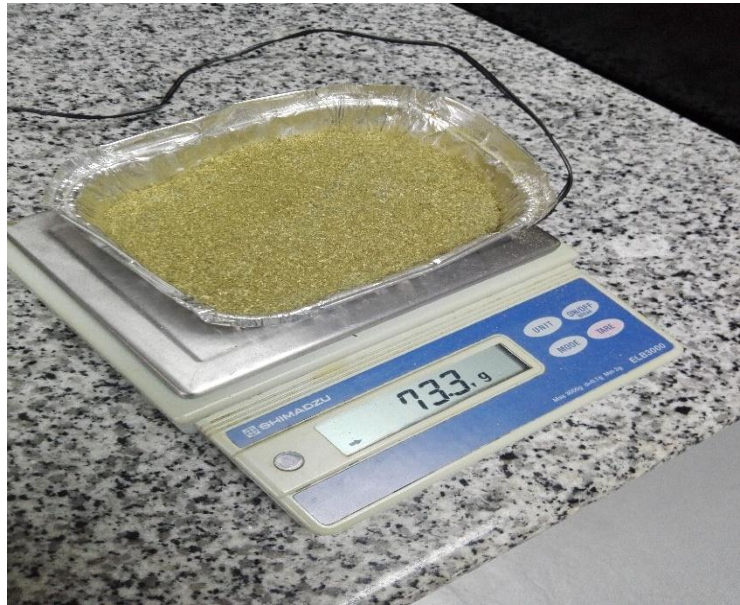
- Heredia, N; DAVILA, J; Solís, L; García, S (2014). Productos cárnicos: principales patógenos y estrategias no térmicas de control. Departamento de Microbiología e Inmunología, Facultad de Ciencias Biológicas. NACAMEH Vol. 8, Sup. 1, pp. S20-S42, 2014
- Herrera, A. 2016. Influencia del uso de apio (*Apium Graveolens*) en la calidad de los Chorizos frescos tipo cuencano y parrillero. Tesis Ingeniero Agroindustrial. Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Hernández, K 2009. Efecto del procesamiento y aplicación de cura en la estabilidad del nitrito y color de un tocino curado. Honduras. (En Línea) Consultado 20 De Agosto Del 2016 Formato Pdf
- Honikel, K. (2008). The Use And Control Of Nitrate And Nitrite For The Processing Of Meat Products. *Meat Science*, 78, 68 -76.
- Lenntech, 2019. Información sobre el olor. (En Línea) Consultado El 22 De Octubre. [Https://www.lenntech.es/olor.htm](https://www.lenntech.es/olor.htm)
- León, S y Molina, J (2016) Desarrollo y evaluación de una salchicha emulsificada tipo Frankfurter alta en hierro,utilizando coproductos de las plantas agroindustriales de Zamorano. (En Línea) Consultado 20 de Agosto del 2016. Formato Pdf.
- NTE INEM 1338 (1996). Carne Y Productos Cárnicos. Productos Cárnicos Crudos, Productos Cárnicos Curados-Madurados Y Productos Cárnicos Precocidos-Cocidos. Primera edición (En Línea) Consultado 20 De Agosto Del 2016. Formato Pdf.
- NTE INEM 1338 (2010). Carne Y Productos Cárnicos. Productos Cárnicos Crudos, Productos Cárnicos Curados-Madurados Y Productos Cárnicos Precocidos-Cocidos. (En Línea) Consultado 20 De Agosto Del 2016. Formato Pdf.
- NTE INEM 1529 (1998). Control microbiológico de los alimentos. Enterobacteriaceae. Recuento en placa por siembra en profundidad. (En Línea) Consultado 20 De Agosto Del 2016. Formato Pdf.
- Marroquín, T. 2011. Elaboración De Salchicha Tipo Frankfurt Utilizando Carne De Pato (Pekín) Y Pollo (Broiler) Con Almidón De Papa. Universidad Técnica Del Norte. Ibarra-Ecuador.
- Molina, J; Rodrigo, M. 2014. Pruebas no paramétricas. Universidad de Valencia. Open Course Ware. (En Línea) Consultado el 6 de Octubre de 2018.
- Montiel, E; López, A; Bárcenas, M. (2013) Vegetales como fuentes de nitritos: una alternativa para el curado de carnes. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de las Américas Puebla. México.

- Montes, J; Restrepo, C; Patiño, J; Cano, J. 2013. Efecto de la concentración de cultivos iniciadores y dextrosa sobre la calidad de la maduración y vida útil sensorial del peperoni. *Revista Lasallista de Investigación*. Vol. 10 n°1. ISSN 1794-4449. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1794-44492013000100010
- Norrung B. Y. Andersen, S. (2009). Principales Preocupaciones De Microorganismos En La Carne. Es: Seguridad De La Carne Y La Carne Procesada, Pp. 3-29: Springer.
- OMS (Organización mundial de la salud) (2015) <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPI DISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=82128&indexSearch=ID>
- Paucar, L. 2014. Materia prima agroindustrial. Universidad Nacional del Santa. Consultado 12 de agosto 2019 Archivo ppt (en línea) http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/001_semana_4.pdf
- Pérez, W; cantillo1, Acevedo, D; Tirado, D; Gallo, L; Montero, P. 2015. Evaluación del lactato de sodio como sustituto de los nitritos convencionales en las salchichas del pez sable. *Tecno Lógicas*, vol. 18, no. 35, pp. 117-124, 2015.
- Pérez, D; Andújar, R. 2000. Cambios de coloración de los productos cárnicos. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*. 14 (2):114 - 123. ISSN: 0864-2133. http://www.bvs.sld.cu/revistas/ali/vol14_2_00/ali07200.htm?iframe=true&width=90%&height=90%
- Pinzon, L; Hleap, J; Ordoñez, L. 2015. Análisis de los Parámetros de Color en Salchichas Frankfurt Adicionadas con Extracto Oleoso de Residuos de Chontaduro (*Bactris Gasipaes*). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Administración, Departamento de Ingeniería, Sede Palmira. A.A. 237. Carrera 32 No. 12-00. Palmira. Valle del Cauca-Colombia Vol. 26(5), 45-54 (2015)
- Prieto, S. 2006. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*. Nitrato En Los Vegetales: La Toxicidad, El Contenido, La Ingesta Y El Reglamento Ce. *Revista De La Ciencia De La Alimentación Y La Agricultura*. Volumen 86, Issue 1. Pages 10–17
- Quintero, B; Santillan, A; Dublán, O, Viesca, F; Castellón, J. 2011. Tipificación parcial de embutidos artesanales de la Ciudad de Toluca: Chorizo verde. *Nacameh*. 5 (1): 10-26. ISSN: 2007-0373. http://www.academia.edu/download/41352121/Nacameh_v5n1_010QuinteroSalazar-et al.pdf

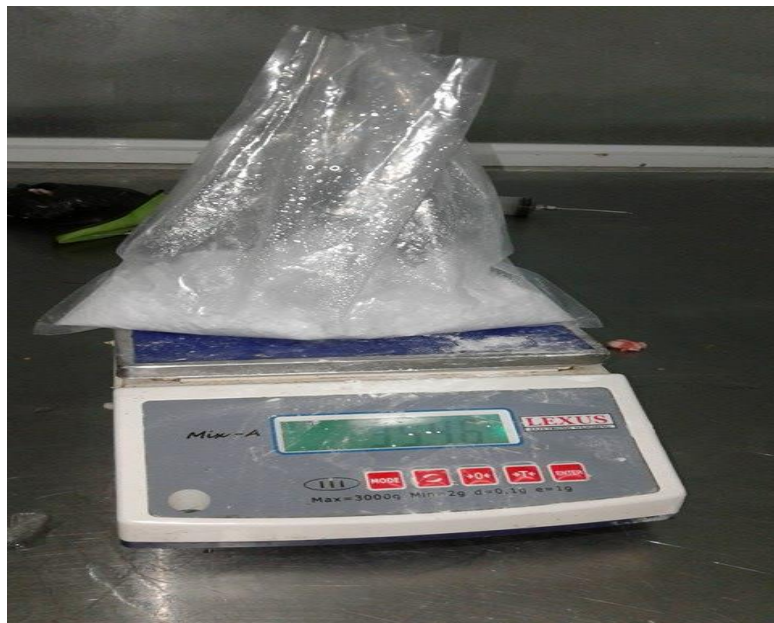
- Reuter, H. (1981) La tecnología de embutidos en Alemania. *Fleishwirtschaft Español*, 2, 46-49.
- Ruiz, A. 2014. Web De Consultas-Embutidos (En Línea) Consultado El 20 De Octubre. Disponible En <Http://Www.Webconsultas.Com/Dieta-Y-Nutricion/Dieta-Equilibrada/Embutidos-14468>
- Rodríguez, E (2011) Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. Vol. 7, Número 1. Universidad Autónoma Indígena de México Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 153-170
- Sánchez, I; Albarracín, W. 2010. Análisis sensorial en carne. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Grupo de investigación Aseguramiento de la calidad de Alimentos y desarrollo de nuevos productos, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. *Rev Colomb Cienc Pecu* 2010; 23:227-239
- Schmidt, H; Bittner, S; Vinagre, J; Wittig, E; Avendaño, S; Lopez, L; Méndez, M; Alcaíno, H; Castro, E (1984) Carne y productos cárnicos su tecnología y análisis. Fundación Chile.
- Shenker, M. 2015. Los Sustitutos De Nitrito De Sodio En Los Alimentos.
- Samayoa, M. 1991. Determinación del periodo crítico de interferencia de las malezas en el cultivo de apio (*Apium Graveolens* L.) En el municipio de san juan Sacatepéquez. Tesis ing. Agrónomo. Universidad de san Carlos de Guatemala.
- Sindelar, J., Cordary, J., Sebranek, J., Love, J. y Ahn, D. (2007). Effects of vegetable juice powder concentration and storage time on some chemical and sensory quality attributes of uncured, emulsified cooked sausages. *Journal of Food Science*, 72(5), 323 -332.
- Torres, M; Navarro, V; Villarruel, A; Olea, M. 2011. Prevalencia De Salmonella Y Staphylococcus Aureus En Chorizo Y Longaniza Nacameh, *Issn-E 2007-0373*, Vol. 5, Nº. Extra 1, 2011, Págs. 96-107.
- Vites, M 2018. Efecto de aplicación del biofertilizante AVIBIOL en tres diferentes dosis en la producción del apio "*Apium graveolens* L." (Umbeliferae), en condiciones del valle de Santa Catalina. Universidad privada Antenor Orrego facultad de ciencias agrarias.
- Zhang, Z. Zhu, P. Li, Li Pr, Lx Yue, Y. Xiao, Lz Ma, 2014 "La Influencia De Apio Fermentada Potencia Sustituida Convencional Nitrito De Sodio Al Crecimiento De Listeria Monocytogenes En La Salchicha", *Advanced Materials Research*, Vols. 1033-1034, Pp. 786-791

ANEXOS

ADITIVOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE SALCHICHA DE CERDO (PESADO)



ANEXO 1. Pesaje del apio en polvo



ANEXO 2. Pesado las sales nitrificantes



ANEXO 3. Aditivos establecidos para cada tratamiento

PROCESAMIENTO DE LA SALCHICHA



ANEXO 4. .Cuateado y mezcla de ingredientes



ANEXO 5. Escaldado de la salchicha de cerdo



ANEXO 6. Producto terminado

PRUEBA DE AGRADO



ANEXO 7. Encuestas realizadas a catadores no entrenados



ANEXO 8. Encuesta a catadores no entrenados



ANEXO 9. Análisis sensorial de la salchicha de cerdo con diferentes concentraciones de apio y nitrito residual



ANEXO 10. Análisis sensorial

ANÁLISIS REALIZADOS (FISICO- QUIMICO, MICROBIOLÓGICO)



ANEXO 11. Análisis acidez titulable



ANEXO 12. Análisis acidez titulable




ANEXO 13. Análisis acidez titulable



ANEXO 14. Muestras de los tratamientos (microorganismos)

RESULTADO DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS A LA SALCHICHA DE CERDO



ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MARUCEL FÉLIX LÓPEZ

REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS			
CLIENTE:	Gloria Mariela Vera Zambrano	C.I:	1315813327
DIRECCIÓN:	Calceta	Nº DE ANÁLISIS	000
TELÉFONO:	0968557865	FECHA DE RECIBIDO	19/06/2017
NOMBRE DE LA MUESTRA:	6 muestras de Salchicha de Cerdo <ul style="list-style-type: none"> • T1R2 • T2R2 • T3R2 • T4R2 • T5R2 • T6R2 	FECHA DE ANÁLISIS	21/07/2017
		FECHA DE MUESTREO	21/07/2017
CANTIDAD RECIBIDA:	1000 gr	FECHA DE REPORTE	31/07/2017
OBJETIVO DEL MUESTREO:	Control de calidad		

RESULTADOS

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	RESULTADOS		UNIDAD	MÉTODOS DE ENSAYO
Salchicha de Cerdo T ₁ R ₂	Aerobios mesófilos	Negativo	-----	UFC/gr	NTE INEN 1529-5
Salchicha de Cerdo T ₁ R ₂	Escherichia coli	Negativo	-----	UFC/gr	AOAC 911.14
Salchicha de Cerdo T ₁ R ₂	Staphilococcus aureus	Negativo	-----	UFC/gr	NTE INEN 1529-14
Salchicha de Cerdo T ₁ R ₂	Salmonella sp	Negativo	AUSENCIA	UFC/25gr	NTE INEN 1529-15

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	RESULTADOS		UNIDAD	MÉTODOS DE ENSAYO
Salchicha de Cerdo T ₂ R ₂	Aerobios mesófilos	Positivo	3,0 X 10 ⁵	UFC/gr	NTE INEN 1529-5
Salchicha de Cerdo T ₂ R ₂	Escherichia coli	Negativo	-----	UFC/gr	AOAC 911.14
Salchicha de Cerdo T ₂ R ₂	Staphilococcus aureus	Negativo	-----	UFC/gr	NTE INEN 1529-14
Salchicha de Cerdo T ₂ R ₂	Salmonella sp	Negativo	AUSENCIA	UFC/25gr	NTE INEN 1529-15

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DEL ÁREA AGROPECUARIA DE LA ESPAM MFL
 Correo: lab_microbiologiapecuaria@hotmail.com

ANEXO 15. Resultados de los análisis microbiológicos



ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	RESULTADOS		UNIDAD	MÉTODOS DE ENSAYO
Salchicha de Cerdo T ₃ R ₂	Aerobios mesófilos	Positivo	3,8 X 10 ⁵	UFC/gr	NTE INEN 1529-5
Salchicha de Cerdo T ₃ R ₂	Escherichia coli	Negativo	-----	UFC/gr	AOAC 911.14
Salchicha de Cerdo T ₃ R ₂	Staphilococcus aureus	Negativo	-----	UFC/gr	NTE INEN 1529-14
Salchicha de Cerdo T ₃ R ₂	Salmonella sp	Negativo	AUSENCIA	UFC/25gr	NTE INEN 1529-15
MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	RESULTADOS		UNIDAD	MÉTODOS DE ENSAYO
Salchicha de Cerdo T ₄ R ₂	Aerobios mesófilos	Negativo	-----	UFC/gr	NTE INEN 1529-5
Salchicha de Cerdo T ₄ R ₂	Escherichia coli	Negativo	-----	UFC/gr	AOAC 911.14
Salchicha de Cerdo T ₄ R ₂	Staphilococcus aureus	Negativo	-----	UFC/gr	NTE INEN 1529-14
Salchicha de Cerdo T ₄ R ₂	Salmonella sp	Negativo	AUSENCIA	UFC/25gr	NTE INEN 1529-15
MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	RESULTADOS		UNIDAD	MÉTODOS DE ENSAYO
Salchicha de Cerdo T ₅ R ₂	Aerobios mesófilos	Negativo	-----	UFC/gr	NTE INEN 1529-5
Salchicha de Cerdo T ₅ R ₂	Escherichia coli	Negativo	-----	UFC/gr	AOAC 911.14
Salchicha de Cerdo T ₅ R ₂	Staphilococcus aureus	Positivo	1,2 X 10 ⁵	UFC/gr	NTE INEN 1529-14
Salchicha de Cerdo T ₅ R ₂	Salmonella sp	Negativo	AUSENCIA	UFC/25gr	NTE INEN 1529-15
MUESTRA POR TRATAMIENTO	PRUEBAS SOLICITADAS	RESULTADOS		UNIDAD	MÉTODOS DE ENSAYO
Salchicha de Cerdo T ₆ R ₂	Aerobios mesófilos	Negativo	-----	UFC/gr	NTE INEN 1529-5
Salchicha de Cerdo T ₆ R ₂	Escherichia coli	Negativo	-----	UFC/gr	AOAC 911.14
Salchicha de Cerdo T ₆ R ₂	Staphilococcus aureus	Negativo	-----	UFC/gr	NTE INEN 1529-14
Salchicha de Cerdo T ₆ R ₂	Salmonella sp	Negativo	AUSENCIA	UFC/25gr	NTE INEN 1529-15

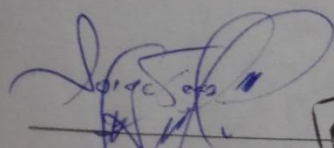
Blgo. Johnny Navarrete A.
COORDINADOR DEL LAB. DE MICROBIOLOGÍA



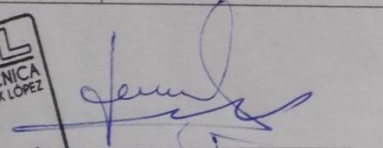
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI
MANUEL FÉLIX LÓPEZ

LABORATORIO DEL AREA AGROINDUSTRIAL	
NOMBRE DEL CLIENTE:	Gloria Mariela Vera Zambrano
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:	19/02/2018
FECHA DE ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS:	20/02/2018
MUESTRAS ENVASADAS:	18
ANÁLISIS REQUERIDO:	pH

Tratamientos	R1	R2	R3
T1	6,87	6,73	6,64
T2	6,32	6,3	6,1
T3	6,16	6,08	6,13
T4	6,27	6,21	6,23
T5	6,18	6,1	6,16
T6	6,17	6,13	6,18


Ing. Jorge Teca Delgado
ANALISTA




Ing. Eudaldo Loor Mendieta
ASISTENTE

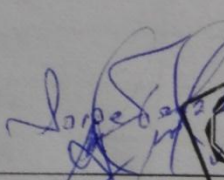
ANEXO 16. Resultados de la variable pH

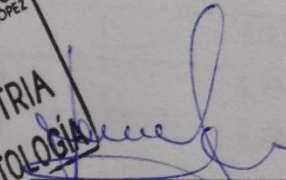


ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI
MANUEL FÉLIX LÓPEZ

LABORATORIO DEL AREA AGROINDUSTRIAL	
NOMBRE DEL CLIENTE:	Gloria Mariela Vera Zambrano
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:	26/07/2017
FECHA DE ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS:	27/07/2017
MUESTRAS ENVASADAS:	18
ANALISIS REQUERIDO:	Acidez

Tratamientos	R1	R2	R3
T1	0,15 %	0,19 %	0,14 %
T2	0,17 %	0,20 %	0,13 %
T3	0,20 %	0,19 %	0,16 %
T4	0,19 %	0,15 %	0,17 %
T5	0,19 %	0,15 %	0,18 %
T6	0,19 %	0,14 %	0,17 %


 Ing. Jorge Teca Delgado
 ANALISTA


 Ing. Eudaldo Looor Mendieta
 ASISTENTE

ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL FÉLIX LÓPEZ
 Carrera de
AGROINDUSTRIA
LABORATORIO DE BROMATOLOGIA

ANEXO 17. Resultados de la variable acidez



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI
MANUEL FÉLIX LÓPEZ

LABORATORIO DEL AREA AGROINDUSTRIAL	
NOMBRE DEL CLIENTE:	Gloria Mariela Vera Zambrano
DIRECCIÓN:	CALCETA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:	24/07/2017
FECHA DE ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS:	25/07/2017
ANÁLISIS REQUERIDO:	Nitrito residual

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS: Salchicha de cerdo con extracto de apio		
TRATAMIENTOS	UNIDAD	RESULTADOS
T1R1	ppm	55
T1R2	Ppm	45
T1R3	ppm	50
TRATAMIENTOS	UNIDAD	RESULTADOS
T2R1	ppm	65
T2R2	Ppm	70
T2R3	ppm	68
TRATAMIENTOS	UNIDAD	RESULTADOS
T3R1	ppm	36
T3R2	Ppm	30
T3R3	ppm	40
TRATAMIENTOS	UNIDAD	RESULTADOS
T4R1	ppm	65
T4R2	Ppm	69
T4R3	ppm	63
TRATAMIENTOS	UNIDAD	RESULTADOS
T5R1	ppm	63
T5R2	Ppm	62
T5R3	ppm	68
TRATAMIENTOS	UNIDAD	RESULTADOS
T6R1	ppm	68
T6R2	Ppm	65
T6R3	ppm	72


 Ing. Jorge Teca Delgado
 ANALISTA


 Ing. Eudaldo Loor Mendieta
 ASISTENTE

ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL FÉLIX LÓPEZ
 Cámara de
AGROINDUSTRIA
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA

ANEXO 18. Resultados de la variable nitrito residual

Variable	n	Media	D.E	W*	P (Unilateral D)
pH	18	6,37	0,29	0,90	0,1111
Acidez (%)	18	0,19	0,11	0,48	<0,0001
Nitrito residual (ppm)	18	59,28	12,42	0,82	0,0030

ANEXO 19. Test Shapiro Wilk

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio de Rangos	H	p
Acidez (%)	1	3	0,17	0,03	0,17	10,00	11,53	0,0417
Acidez (%)	2	3	0,19	2,1E-03	0,19	12,00		
Acidez (%)	3	3	0,20	3,5E-03	0,19	15,00		
Acidez (%)	4	3	0,15	0,01	0,15	4,33		
Acidez (%)	5	3	0,14	0,01	0,14	3,33		
Acidez (%)	6	3	0,32	0,26	0,18	12,33		

ANEXO 20. Test estadístico Kruskal –Walis para la variable Acidez

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio de Rangos	H	P
Nitrito residual (ppm)	1	3	56,00	11,53	55,0	7,50	10,13	0,0686
Nitrito residual (ppm)	2	3	67,67	2,52	68,00	13,67		
Nitrito residual (ppm)	3	3	37,33	8,08	36,00	2,33		
Nitrito residual (ppm)	4	3	65,33	3,21	64,00	11,00		
Nitrito residual (ppm)	5	3	61,00	7,55	62,00	8,50		
Nitrito residual (ppm)	6	3	68,33	3,51	68,00	14,00		

ANEXO 21. Test estadístico Kruskal –Walis para la variable Nitrito residual