



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

**TESIS**

**EVALUACIÓN Y USO DE LOS NITRATOS DE  
RÁBANO (*Raphanus sativus*) COMO ADITIVO  
NATURAL EN LA CONSERVACIÓN DE LA  
HAMBURGUESA DE CARNE DE RES (*Bos  
primigenius*)**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

**Autor:**

**Bach. Diaz Aguilar Marky Roman**  
(<https://orcid.org/0000-0002-4316-3956>)

**Asesor:**

**Ing. Símpalo López Walter Bernardo**  
(<https://orcid.org/0000-0001-9930-3076>)

**Línea de investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú  
2021**

**“EVALUACIÓN Y USO DE LOS NITRATOS DE RÁBANO (*Raphanus Sativus*)  
COMO ADITIVO NATURAL EN LA CONSERVACIÓN DE LA HAMBURGUESA  
DE CARNE DE RES (*Bos primigenius*)”**

**PRESENTADO POR:**

---

Bach. Diaz Aguilar Marky Roman

**Autor**

**APROBADO POR:**

---

Dr. Rodríguez Lafitte Ernesto Dante

**Presidente**

---

Mg. Aurora Vigo Edward Florencio

**Secretario**

---

Mg. Símpalo López Walter Bernardo

**Vocal**

## DEDICATORIA

*A Dios por darme la fuerza y paciencia necesaria para seguir adelante, encomendándome siempre a él para que guiara mis pasos por el buen camino.*

*A mis padres por haberme dado la vida y la oportunidad de estudiar una carrera a la que elegí con mucho cariño y enseñarme qué si quieres algo en la vida, tienes que luchar por tus sueños.*

*A mi enamorada por el apoyo total en mi vida universitaria y en cada paso que doy, motivándome siempre para nunca rendirme.*

*A mis abuelas Imelda Flores Berrios y Tradalacion Piñin López que están en el cielo. De igual manera a mi querido tío Iván gracias por las bromas, consejos, cariño y por ser un ejemplo para todos nosotros, sé que siempre cuidaran de mi y guiaran mis pasos.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a Dios por haberme dado las fuerzas y haberme guiado en el camino en los momentos difíciles.*

*Agradezco a mis padres que me iniciaron con mucho esfuerzo y dedicación en mis estudios universitarios a pesar de las adversidades e inconvenientes que se presentaron.*

*A mi hermosa familia por su apoyo, amor, consejos y comprensión brindada durante toda mi vida.*

*A todos mis profesores por haber compartido sus conocimientos y experiencias a lo largo de mi carrera universitaria.*

# Índice

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad Problemática.....	15
1.2. Antecedentes de estudio.....	17
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	20
1.3.1. La Carne.....	20
1.3.2. Aditivos en la industria alimentaria.....	31
1.3.3. Uso de Nitratos y Nitritos.....	34
1.3.4. El Rábano.....	39
1.4. Formulación del problema.....	43
1.5. Justificación e importancia del estudio.....	43
1.6. Hipótesis.....	45
1.7. Objetivos.....	45
1.7.1. Objetivo General.....	45
1.7.2. Objetivos Específicos.....	45
II. MATERIAL Y MÉTODO.....	46
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	46
2.1.1. Aplicativa.....	46
2.1.2. Experimental.....	46
2.2. Población y muestra.....	46
2.2.1. Población.....	46
2.2.2. Muestra.....	46
2.3. Variables, Operacionalización.....	47
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	49
2.4.1. Técnica Cronométrica.....	49
2.4.2. Técnica Gravimétrica.....	50
2.4.3. Técnica Termométrica.....	50
2.4.4. Técnica Colorimétrica CIELab.....	50
2.4.5. Caracterización de la Materia Prima (Rábano).....	50
2.4.6. Instrumentos de recolección de datos.....	51

2.5.	Procedimientos de recolección de datos .....	51
2.5.1.	Método de preparación .....	51
2.5.2.	Métodos Analíticos .....	55
2.5.3.	Métodos de Análisis Estadísticos .....	56
2.6.	Aspectos éticos .....	57
III.	RESULTADOS .....	58
3.1.	Resultados en tablas y figuras.....	58
3.1.1.	Caracterización fisicoquímica del rábano ( <i>Raphanus Sativus</i> ).....	58
3.1.2.	Rendimiento de concentración de Nitratos en el rábano utilizando el método por Colorimetría con ácido salicílico. ....	58
3.1.3.	Aplicación de los Nitratos de Rábano en la Hamburguesa de Carne de Res y determinación del Tiempo de Vida ÚTIL. ....	61
3.1.4.	Determinación del Tiempo de Vida Útil para la muestra control.....	68
3.1.5.	Determinación del Tiempo de vida útil, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%. ....	72
3.1.6.	Determinación del Tiempo de Vida Útil, para la muestra con Nitratos de Rábano con 0.012%.....	76
3.1.7.	Determinación del Tiempo de Vida Útil, para la muestra con Nitratos Sintéticos (K NO <sub>3</sub> ) al 0.012%.....	80
3.1.8.	Determinación de la variación de color en escala CIELab, en función con el Tiempo de Vida Útil.....	84
3.2.	Discusión de resultados .....	93
IV.	Conclusiones y recomendaciones.....	99
4.1.	Conclusiones .....	99
4.2.	Recomendaciones .....	100
	REFERENCIAS .....	101

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Concentraciones de Nitratos en algunos Vegetales.....	39
Tabla 2. Objetivo específico 1: Variables Independientes para la caracterización fisicoquímica del Rábano (Raphanus Sativus).....	47
Tabla 3. Objetivo específico 1: Variables Dependientes para la caracterización fisicoquímica del Rábano (Raphanus Sativus).....	47
Tabla 4. Objetivo Especifico 2: variables independientes para determinar la mayor concentración de Nitratos de Rábano utilizando el método por colorimetría con ácido salicílico.....	48
Tabla 5. Objetivo Especifico 2: variables dependientes para determinar la mayor concentración de Nitratos de Rábano utilizando el método por colorimetría con ácido salicílico.....	48
Tabla 6. Objetivo Especifico 3: Variables independientes para la aplicación de los Nitratos de Rábano en la hamburguesa de carne de res y determinar su vida útil. ....	48
Tabla 7. Objetivo Especifico 3: Variables Dependientes para la aplicación de los Nitratos de Rábano en la hamburguesa de carne de res y determinar su vida útil. ....	49
Tabla 8. Objetivo Especifico 4: Variables independientes para la determinación de la variación de color en escala CIELab, en función al tiempo de vida útil. ....	49
Tabla 9. Objetivo Especifico 4: Variables Dependiente para la determinación de la variación de color en escala CIELab, en función del tiempo de vida útil. ....	49
Tabla 10. Composición química del Rábano en 100 gramos de muestra.....	58
Tabla 11. Resultado en ABS de concentración de nitratos en el Rábano secado a 50, 60 y 70 ° C.....	59
Tabla 12. Resultado en ABS del Nitrato de Potasio (KNO <sub>3</sub> ) .....	59
Tabla 13. Resultados en concentración de Nitratos de las Muestras de Rábano (mg NO <sub>3</sub> /g).....	60
Tabla 14. Crecimiento microbiano (Aerobios mesófilos) promedio en UFC de cada dilución en un periodo de 14 días.....	61
Tabla 15. Crecimiento microbiano (Aerobios Mesófilos) promedio en 10 <sup>3</sup> UFC/g de cada dilución en un periodo de 14 días, para la muestra control. ....	68
Tabla 16. Valores de inversa del Factor de dilución vs Log K, para la muestra control.....	69
Tabla 17. Crecimiento microbiano promedio en 10 <sup>3</sup> UFC/g de cada dilución en un periodo de 14 días, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.....	72

Tabla 18. Valores de inversa del Factor de dilución vs Log K, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.....	73
Tabla 19. Crecimiento microbiano (Aerobios Mesófilos) promedio en 10 <sup>3</sup> UFC/g de cada dilución en un periodo de 14 días, para la muestra con Nitratos de rábano al 0.012%..	76
Tabla 20. Valores de inversa del Factor de dilución vs Log K, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%.....	77
Tabla 21. Crecimiento microbiano (Aerobios Mesófilos) promedio en 10 <sup>3</sup> UFC/g de cada dilución en un periodo de 14 días, para la muestra con Nitratos de Sintéticos (K NO <sub>3</sub> ) al 0.012%.....	80
Tabla 22. Valores de inversa del Factor de dilución vs Log K, para la muestra con Nitratos Sintéticos (K NO <sub>3</sub> ) al 0.012%.....	81
Tabla 23. Valores del color en escala CIELab. ....	84
Tabla 24. Variación de los valores del color en escala CIELab, para la muestra control. ....	84
Tabla 25. Valores del color en escala CIELab, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.....	86
Tabla 26. Valores del color en escala CIELab, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.....	86
Tabla 27. Valores del color en escala CIELab, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%.....	88
Tabla 28. Valores del color en escala CIELab, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%.....	88
Tabla 29. Valores del color en escala CIELab, para la muestra con Nitrato de Sintético al 0.012%.....	90
Tabla 30. Valores del color en escala CIELab, para la muestra con Nitrato Sintético (K NO <sub>3</sub> ) al 0.012%.....	90
Tabla 31. Análisis de varianza (ANOVA), para el atributo Color a*. ....	92
Tabla 32. Coeficientes Estadísticos, para el atributo Color *a. ....	92



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Transformación del musculo de la carne .....	20
Figura 2: Tejido muscular esquelético.....	23
Figura 3. Liberación de radicales libres.....	25
Figura 4. Composición nutricional de 100 g de rabanito parte comestible. ....	43
Figura 5. Diagrama de flujo del proceso del secado del Rábano. ....	53
Figura 6. Diagrama de Flujo de la Elaboración de las Hamburguesas de carne de res. .	54
Figura 7. Gráfico Lineal de solución madre de Nitrato de Potasio. ....	60
Figura 8. Gráfico del crecimiento microbiano de la muestra control para los tres factores de dilución (Fd) de la dilución seriada. ....	62
Figura 9. Gráficos de las líneas de tendencia del crecimiento microbiano de la muestra control.....	63
Figura 10. Grafico del crecimiento microbiano de la muestra con Nitrato de Rábano al 0.008% para los tres factores de dilución (Fd). ....	63
Figura 11. Grafico del crecimiento microbiano de la muestra con Nitrato de Rábano al 0.008%.....	64
Figura 12. Gráfico del crecimiento microbiano de la muestra con Nitrato de Rábano al 0.012% para los tres factores de dilución (Fd). ....	65
Figura 13. Grafico del crecimiento microbiano de la muestra con Nitrato de Rábano al 0.012%.....	66
Figura 14. Grafico del crecimiento microbiano de la muestra con Nitratos Sintéticos (KNO <sub>3</sub> ) al 0.012% para los tres factores de dilución (Fd). ....	66
Figura 15. Gráfico de las líneas de tendencia del crecimiento microbiano de la muestra con 0.012% de Nitratos Sintéticos (K NO <sub>3</sub> ). ....	67
Figura 16. Gráfico de las líneas de tendencia exponencial del crecimiento microbiano en la muestra control. ....	69
Figura 17. Gráfico con ecuación de orden 0 para la muestra control. ....	70
Figura 18. Gráfico de cinética del crecimiento microbiano exponencial en la muestra control.....	71
Figura 19. Gráfico de las líneas de tendencia exponencial del crecimiento microbiano en la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.....	73
Figura 20. Gráfico con ecuación de orden 0 para la muestra con Nitratos de rábano al 0.008%.....	74

Figura 21. Gráfico de Cinética del crecimiento microbiano exponencial en la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008% . . . . .	75
Figura 22. Gráfico de las líneas de tendencia exponencial del crecimiento microbiano en la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012% . . . . .	77
Figura 23. Gráfico con ecuación de orden 0 para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012% . . . . .	78
Figura 24. Gráfico de Cinética del crecimiento microbiano exponencial en la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012% . . . . .	79
Figura 25. Gráfico de las líneas de tendencia exponencial del crecimiento microbiano en la muestra con Nitratos Sintéticos al 0.012% . . . . .	81
Figura 26. Gráfico con ecuación de orden 0 para la muestra con Nitratos Sintéticos (K NO <sub>3</sub> ) al 0.012% . . . . .	82
Figura 27. Gráfico de Cinética del crecimiento microbiano exponencial en la muestra con Nitratos de Sintéticos (K NO <sub>3</sub> ) al 0.012% . . . . .	83
Figura 28. Variación del Color durante el Almacenamiento para la muestra control. . . . .	85
Figura 29. Variación del Color durante el Almacenamiento para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008% . . . . .	87
Figura 30. Variación del Color durante el Almacenamiento para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012% . . . . .	89
Figura 31. Variación del Color durante el Almacenamiento para la muestra con Nitrato Sintético (KNO <sub>3</sub> ) al 0.012% . . . . .	91

## RESUMEN

### EVALUACIÓN Y USO DE LOS NITRATOS DE RÁBANO (*Raphanus Sativus*) COMO ADITIVO NATURAL EN LA CONSERVACIÓN DE LA HAMBURGUESA DE CARNE DE RES (*Bos primigenius*).

Bach. Marky Roman Diaz Aguilar<sup>1</sup>

*El consumo de productos cárnicos está en aumento, pero una de sus principales causas que afectan su calidad es su deterioro, las alteraciones comienzan por acciones químicas, microbianas y físicas, por lo tanto, controlarlas son muy importantes para su conservación. Es por esto que la presente investigación tuvo como objetivo evaluar y usar los Nitratos de Rábano como aditivo natural en la conservación de la hamburguesa de carne de res para alargar su tiempo de vida útil. El contenido de nitratos totales en el Rábano se determinó utilizando el método por colorimetría con ácido salicílico, donde la temperatura y el tiempo de secado influyeron en la concentración total de nitratos de Rábano, dando como resultado una mayor concentración de nitratos en la muestra de rábano secada a 50°C, con una concentración de Nitratos de 2.8 mg/g de Rábano. Para el tiempo de vida útil se empleó el método de Recuento en Placas, donde se realizó 4 concentraciones al 0, 0.008, 0.012% con Nitratos de Rábano y otra con 0,012% con Nitrato Sintético y se aplicó a la hamburguesa de carne de res, se obtuvo, para la muestra control 0% dio como resultado 6 días, para la muestra al 0.008% con Nitratos de Rábano dio como resultado 27 días, para la muestra con nitratos de rábano al 0.012% dio como resultado 72 días y para la muestra con KNO<sub>3</sub> al 0.012% dio como resultado 84 días. En cuanto a la variación total del color  $\Delta E^*$ , los valores indican que la Diferencia total del Color es apenas perceptible en las 4 muestras.*

**Palabras claves:** Rábano, Nitratos, colorimetría, ácido salicílico, carne, recuento en placas.

---

<sup>1</sup>Adscrita a la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Estudiante. Universidad Señor de Sipán., Pimentel. Lambayeque. Perú, email: [DAGUILARMARK@crece.uss.edu.pe](mailto:DAGUILARMARK@crece.uss.edu.pe)

## ABSTRACT

### **EVALUATION AND USE OF RADISH NITRATES (*Raphanus Sativus*) AS A NATURAL ADDITIVE IN THE CONSERVATION OF BEEF BURGER (*Bos primigenius*).**

*Bach. Diaz Aguilar Marky Roman<sup>1</sup>*

*The consumption of meat products is on the increase, but one of the main causes that affect their quality is their deterioration, the alterations begin with chemical, microbial and physical actions, therefore, controlling them is very important for their conservation. That is why the present research aimed to evaluate and use Radish Nitrates as a natural additive in the preservation of beef burgers to extend their shelf life. The content of total nitrates in the Radish was determined using the method by colorimetry with salicylic acid, where the temperature and the drying time influenced the total concentration of nitrates in the Radish, resulting in a higher concentration of nitrates in the radish sample. dried at 50 ° C, with a Nitrate concentration of 2.8 mg / g of Radish. For the useful life time, the Plate Count method was used, where 4 concentrations were made at 0, 0.008, 0.012% with Radish Nitrates and another with 0.012% with Synthetic Nitrate and it was applied to the beef hamburger, was obtained, for the control sample 0% resulted in 6 days, for the sample at 0.008% with Radish Nitrates it resulted in 27 days, for the sample with radish nitrates at 0.012% it resulted in 72 days and for the sample with KNO<sub>3</sub> at 0.012% it resulted in 84 days. Regarding the total color variation  $\Delta E^*$ , the values indicate that the total Color Difference is barely perceptible in the 4 samples.*

**Key words:** *Radish, Nitrates, colorimetry, salicylic acid, meat, plate count.*

---

<sup>1</sup>Adscrita a la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior. Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo. Estudiante. Universidad Señor de Sipán., Pimentel. Lambayeque. Perú, email: [DAGUILARMARK@crece.uss.edu.pe](mailto:DAGUILARMARK@crece.uss.edu.pe)

## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo, el consumo de productos de origen animal, incluida la carne y los productos cárnicos ha aumentado significativamente (Nam et al., 2010). Paralelamente, la demanda de carne y productos cárnicos seguros y de alta calidad también ha aumentado con los conceptos novedosos de etiqueta totalmente natural y limpia. (Jayasena & Jo, 2013).

El consumo de productos cárnicos está en aumento, pero una de sus principales causas que afectan su calidad es su deterioro. Jayasena & Jo (2013) informa que el deterioro por microbios, enzimas autolíticas y oxidación de lípidos puede causar el deterioro de la carne y los productos cárnicos, lo que tiene un impacto económico y ambiental considerable. Actualmente se están utilizando varias técnicas de conservación de carne térmica y no térmica, como la refrigeración, congelación, secado, ahumado y curado, en la industria de procesamiento de carne. (Sindelar & Milkowski, 2012).

El curado de la carne, que incluye la adición de sal nitratos y nitritos a los cortes de carne fresca, permite un efecto conservador al eliminar la humedad y reducir la actividad del agua de la carne (Sindelar & Milkowski, 2012). Además de la acción conservante, particularmente contra *Clostridium botulinum*, el proceso de curado imparte varias otras propiedades distintivas que son comunes a todos los productos cárnicos curados. Estas otras propiedades incluyen la contribución a la formación de un color, textura y sabor únicos para los productos cárnicos curados y la protección de los lípidos de la carne contra la oxidación (Sindelar & Milkowski, 2012).

Sin embargo, a lo largo de los años, se han expresado grandes preocupaciones con respecto a la exposición de los consumidores a ciertos productos nocivos que se pueden formar en la carne y los productos cárnicos durante y después del curado. La principal preocupación es que ciertos productos de reacción después del curado pueden ser cancerígenos para los humanos.

Esta presente investigación tiene el propósito de obtener un producto elaborado con nitratos naturales, sustituyendo los nitratos sintéticos que son utilizados en la industria cárnica y que son dañinos para la salud del consumidor. El objetivo de este estudio es evaluar el uso de los nitratos de Rábano (*Raphanus Sativus*) como aditivo natural en la conservación

de la Hamburguesa de carne de res. Y así poder obtener no solo calidad sino también seguridad en estos alimentos, respondiendo a las necesidades de los consumidores

## **1.1. Realidad Problemática**

En el mundo, la industria cárnica es uno de los principales sectores en la industria alimentaria; entre 1993 - 2013 la producción mundial de carne vacuna de lo que producía 47 millones de toneladas aumento a más de 58 millones de toneladas. La Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) pronostica que el consumo mundial de carne seguirá en aumento y que el principal incremento será en países en desarrollo, donde estos serán responsables del incremento global. (Errecart, 2015)

Una de las principales razones por la que los productos cárnicos afectan su calidad es su deterioro, además que la carne y los productos cárnicos son fácilmente alterables, las alteraciones comienzan como resultado de acciones químicas, microbianas y físicas, si estas no se revisan a tiempo, estos alimentos pasarían hacer no aptos para el consumo humano.

Todos estos cambios colaboran a reducir la calidad de la carne y el valor nutricional del producto, siendo la contaminación por actividad bacteriana una de las mayores causas de su deterioro durante el almacenamiento. El deterioro de estos alimentos se puede disminuir mediante la empleación de diferentes métodos como el envasado con atmósfera modificada, antioxidantes y por la utilización de Nitratos y Nitritos. (Valenzuela V & Pérez M, 2016)

En la actualidad, se emplean como aditivos a los nitratos y nitritos, para la conservación y elaboración de productos cárnicos curados. Una de las principales funciones de los nitritos / nitratos es la conservación de derivados de carne en virtud de su efecto antimicrobiano; tienen un efecto sobre las bacterias anaerobias, principalmente sobre *Clostridium botulinum*, impiden la germinación de esporas y evitan la formación de neurotoxinas responsables del botulismo mortal. Además, también inhiben otros microorganismos patógenos como *Staphylococcus aureus* y *Clostridium perfringens*, responsables de infecciones gastrointestinales y enteritis necrótica, respectivamente. (Fletcher, 2013)

Además, estos aditivos intervienen en la estabilización del color, siendo el nitrito el principal responsable del color rojo rosado de dichos productos, lo cual es muy apreciado por los consumidores, mejorando el sabor y la textura de las carnes curadas.

Sin embargo, el comunicado de la OMS se centra en la idea de que el uso de estos aditivos implica algunos riesgos para la salud, principalmente relacionados con el cáncer. Los nitritos a altas dosis son tóxicos, 2 g pueden producir la muerte en humanos) ya que producen metahemoglobina, que no logra capturar y ceder el oxígeno, causando hipoxia. (Hosp et al., 2016)

Otro peligro asociado al uso de nitratos y nitritos es la formación de compuestos N-nitrosos (NOC) o nitrosaminas, que son agentes cancerígenos, los NOC se originan cuando los nitritos y el óxido de nitrógeno reaccionan con aminas secundarias y N-alquilamidas del organismo humano. Estos son los compuestos más controvertidos y según estudios epidemiológicos en humanos han tenido la intención de revelar una relación directa entre el consumo de nitrito y / o nitrato y la formación de nitrosaminas con el desarrollo del cáncer. (Lopez F. & Ramirez Zelaya, 2014).

Es por eso que los consumidores buscan y prefieren nuevas alternativas de productos cárnicos elaborados con conservantes naturales que reemplacen estos aditivos químicos, libres de patógenos y con larga vida anaquel, que proporcionen las mismas características de curado y al mismo tiempo sean productos seguros de etiqueta limpia, ya que es menos probable los riesgos involucrados para su salud.



## 1.2. Antecedentes de estudio

Según FAO (2010), evaluaron algunos Productos Frescos de Verduras, entre ellos el Rábano (*Raphanus Sativus*), el cual tuvo como objetivo determinar las características generales, valor nutricional y composición química, etc. El cual tuvo un resultado final una humedad (94 %), carbohidratos (3.59%), proteína (0.6%), grasas (0.54%), fibra (1.6%), cenizas (0.54%) y valor calórico (20 Kcal).

Según Borch et al., (1996) en su artículo titulado “Deterioro bacteriano de carne y productos cárnicos curados” indicaron que los factores del ambiente (composición del producto y escenarios de almacenamiento), aumentarían la tasa de crecimiento y desarrollo bacteriano en la carne y los productos cárnicos. Las principales bacterias asociadas con el deterioro de los productos cárnicos refrigerados, que causan defectos como malos olores y sabores desagradables, decoloración, creación de gas, y reducción del pH, consisten en *B. thermosphacta*, *Carnobacterium* spp, *Lactobacillus* spp, *Leuconostoc* spp y *weissella* spp.

Según Isaza et al., (2013) en su artículo titulado “Oxidación lipídica y antioxidantes naturales en derivados cárnicos” menciona que una de las principales causas de daños en la carne y los productos cárnicos es la oxidación de lípidos, debido a su contenido en ácidos grasos poliinsaturados, que los hacen susceptibles a las reacciones oxidativas. Estas reacciones producen defectos de calidad mostrados por cambios deteriorantes en el color, el sabor, la textura, el contenido nutritivo y tal vez la producción de compuestos tóxicos. Por otro parte la aplicación de compuestos antioxidantes es uno de los medios para minimizar el proceso de oxidación y sus efectos negativos sobre la carne y los productos cárnicos.

Según Food & Drug Administration, (2018) detalla los límites de tiempo breve que ayudan a mantener los alimentos refrigerados (4° C) y congelados (-18° C) , para que no se echen a perder ni sean peligrosos para el consumidor. Donde comprende para la carne de res fresca un periodo de vida en refrigeración de 3-5 días y en congelación de 6-12 meses y para los productos de Hamburguesas, carne molida y cruda un periodo de 1 a 5 días en refrigeración y de 3 a 4 meses en congelación.

Según Pateiro et al., (2018) mencionan que las reacciones de oxidación durante la fabricación, distribución y almacenamiento de carne y productos cárnicos dan como

resultado cambios fisicoquímicos y aromas indeseables, lo que conduce a efectos perjudiciales en la calidad del producto. Esto podría traducirse en la insatisfacción del consumidor y la pérdida económica para la industria cárnica. Una de las prácticas más comunes para superar este problema es la incorporación de antioxidantes sintéticos. Sin embargo, la creciente conciencia de los consumidores sobre la salud y su preferencia por los aditivos naturales conduce a la búsqueda de alternativas naturales a los antioxidantes sintéticos.

Según European Food Safety Authority (EFSA), (2003) menciona que el uso de nitritos o nitratos como agente de curado proporciona el color de la carne curada, el sabor de la carne curada y, en combinación con otros factores, ralentiza o previene el crecimiento de patógenos bacterianos. Los nitritos ejercen un efecto antimicrobiano dependiente de la concentración en productos cárnicos curados, incluida la inhibición del crecimiento de esporas de bacterias putrefactas y patógenas como *Clostridium botulinum*. Sus efectos antimicrobianos dependen del pH, aumentando diez veces por cada unidad de caída de pH. En la mayoría de los productos cárnicos curados, la adición de nitritos (o nitratos) es necesaria para prevenir el crecimiento y la producción de toxinas por *C. botulinum*.

Según Bahadoran et al., (2016) evaluaron el contenido de nitrato / nitrito en las frutas y vegetales de consumo frecuente en el país de Irán (...). En la evaluación de nitrato de los vegetales, se obtuvo que las concentraciones más altas de nitrato se encontraron en el rábano con un nivel de (6.3 mg g<sup>-1</sup>), posteriormente la fue la remolacha con un nivel de (4.9 mg g<sup>-1</sup>), estragón (4.2 mg g<sup>-1</sup>), lechuga (3.6 mg g<sup>-1</sup>), menta (2.8 mg g<sup>-1</sup>), y apio (2,6 mg g<sup>-1</sup>). El contenido de nitritos en vegetales osciló entre 0.21 y 0.74 mg 100 g<sup>-1</sup>.

Según Riel et al., (2017), evaluaron el uso del extracto de perejil en polvo como alternativa de Nitritos y Nitratos para la producción de embutidos tipo mortadela. El cual los métodos que se utilizaron para la extracción de nitratos fueron agua a 90°C por 4 horas para la separación de los componentes y posteriormente se comprimió al vacío para la obtención del polvo, el extracto seco contenía 2,8 % de Nitrato; las cantidades de Nitratos de perejil añadidas a la masa de las salchichas producidas correspondió a una cantidad 30 (V3), 60 (V4) y 120 ppm (V5) de nitrato de perejil y también se elaboró muestras con Nitrato sintético a 80 mg (V1) y sin curar (V2). Todas las muestras se almacenaron a 2 ° C hasta su posterior análisis en los días 1, 7, 14, 21 y 28. Como resultado de análisis los valores del recuento total

en placas (TPC) de organismos mesofílicos en el (día 1) fue de  $28.84 \pm 0,78$  (V1),  $9.54 \pm 0,49$  (V2),  $10 \pm 0,30$  (V3),  $9.12 \pm 0,24$  (V4) y  $12.30 \pm 0,36$  para (V5) UFC/g, los valores TPC fueron constantes hasta el día 21 de almacenamiento. El día 28 fue significativamente mayor para la muestra (V2) 562 UFC/g en comparación con (V1) 10 UFC/g, (V4) 8.91 UFC/g y (V5) 11.22 UFC/g.

Según Sucu & Turp, (2018) en su artículo titulado “La investigación del uso de remolacha en polvo en salchicha turca de res fermentada (sucuk) como alternativa de nitrito” El objetivo de este estudio fue examinar los efectos de la reformulación de la salchicha turca de ternera fermentada seca (sucuk) reemplazando el nitrito con polvo de remolacha (BP), que tiene un alto contenido de nitrato, en algunas características de calidad características del producto durante el almacenamiento a  $4^{\circ} \text{C}$  durante 84 días. Se produjeron cuatro formulaciones de salchichas diferentes que contiene C: 150 mg de nitrito de sodio; BS1: 100 mg de nitrito de sodio en combinación de 50 mg de BP; BS2: 50 mg de sodio nitrito y 100 mg de BP y BS3: 150 mg de BP. En los resultados se obtuvo que la remolacha en polvo resultó en la protección de color rojo deseado en las salchichas turcas durante el almacenamiento, La inclusión del Polvo de Remolacha (BP) aumentó un  $L^*$  (luminosidad)  $a^*$  (enrojecimiento)  $b^*$  (amarillez) del valor de las muestras y resultó en la protección del color rojo deseado durante el almacenamiento.

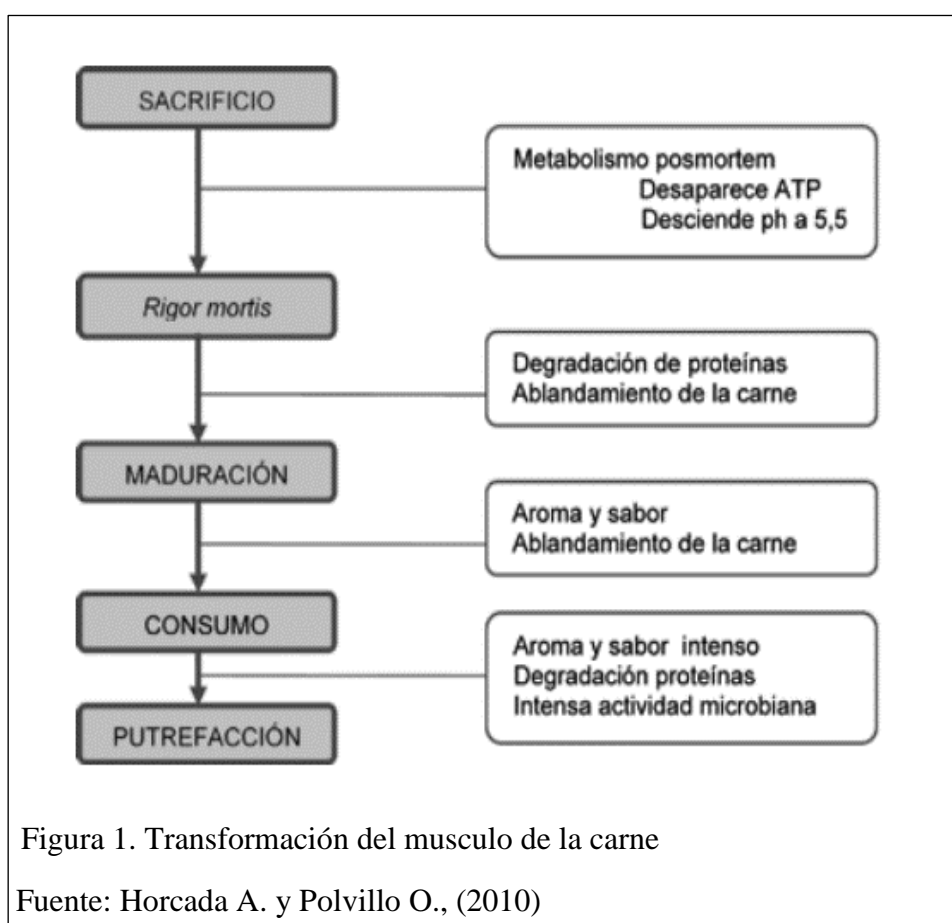
### 1.3. Teorías relacionadas al tema

#### 1.3.1. La Carne

Según el código alimentario español la carne es la parte muscular comestible en los animales de abasto sacrificados en condición higiénica. Lo que acompaña al tejido muscular y no son separadas en los procesos de utilización, preparación y transformación son los pedazos de tendones, cartílago, grasa, piel, etc.

Básicamente la carne está compuesta por la parte muscular de los animales de abasto. Posteriormente del sacrificio de los animales, la parte muscular soporta una sucesión de cambios que llevan a la transformación del músculo en la carne.

Estos cambios tienen un proceso en el tiempo, (...). La duración variable será dependiendo de la edad, sexo y especie del animal de las dimensiones adoptadas que se darán durante el sacrificio del animal y de los métodos de conservación durante la refrigeración (Horcada A. y Polvillo O., 2010).



### **1.3.1.1. Factores que influyen en la calidad de la Carne**

La carne es el tejido muscular de los animales de sacrificio compuesta de agua, proteínas, lípidos, minerales y una pequeña proporción de carbohidratos. Tanto la carne como los productos cárnicos son susceptibles de deterioro de calidad debido a su rica composición nutricional.

El concepto de calidad de la carne viene determinado por un conjunto de características o atributos como son el valor nutritivo, de acuerdo con la composición de la carne y de los nutrientes que aporte; organoléptico, características sensoriales como el color, ternura, etc., que influyen en la satisfacción sensorial; higiénico-sanitario, que no suponga ningún riesgo para la salud, sin carga microbiana y presencia de residuos. Por eso, en sentido general, el concepto de calidad de la carne implica todos aquellos criterios que el consumidor tiene en cuenta.

Hay diferentes causas que predominan en la calidad de la carne de ovino como son la raza, alimentación, así como el peso, sexo y edad de sacrificio. En conocimiento de estos factores intrínsecos no hay que olvidar los factores extrínsecos como son el sistema de conservación de la carne post-sacrificio y su manipulación, siendo esenciales en el último término para el mantenimiento de las características físico-químicas, higiénicas y sensoriales de la carne durante su comercialización hasta el posterior consumo en los hogares. (Devatkal et al., 2014; Bianchi et al., 2006 y Kemp et al., 2016)

### **1.3.1.2. Composición química de la carne.**

La composición del tejido de la carne varía según las diferencias en las especies, la madurez cronológica y fisiológica en la cosecha, el plano de nutrición, la predisposición genética (Ej., Tejido pálido, blando y exudativo (PSE) versus tejido oscuro, firme y seco) y la ubicación anatómica. de cortes dentro de un cadáver. Principalmente, la composición de la carcasa de un animal y los tejidos de carne correspondientes varían más según la etapa de crecimiento, el plano de nutrición y el nivel de madurez en el que se cosecha el animal. El músculo, la grasa y el hueso son los principales componentes de la carcasa que cambian en sus proporciones desde el nacimiento hasta la madurez. Al nacer, el músculo (~ 67%) es el componente predominante de la canal de carne de res, seguido del hueso (~ 25%) y, por

último, la grasa (~ 8%). En la madurez, el músculo puede representar ~ 55% de una canal, mientras que la grasa representa ~ 28% y el hueso ~ 15%. Por lo tanto, con el crecimiento y la madurez, los porcentajes de músculo y hueso separables disminuyen mientras que el porcentaje de grasa aumenta.

A continuación, se presentan los componentes químicos que permiten definir la calidad de la carne, así como algunos de los mecanismos bioquímicos que ocurren durante la transformación del músculo en carne. Estos son los siguientes:

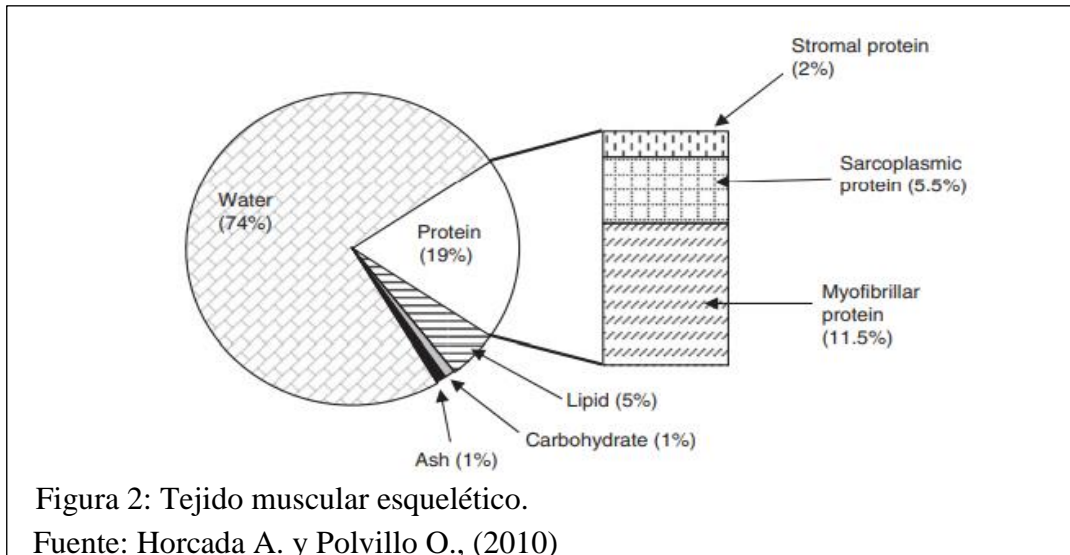
#### **1.3.1.2.1. Humedad (agua)**

En los tejidos musculares vivos, el agua puede variar del 65% al 80% de la masa total y servir como un componente básico del metabolismo celular y de los órganos, como medio de transporte de metabolitos y productos de desecho, como termorregulador, como disolvente y como un lubricante. En tejido muscular post mortem, el agua es el componente principal de células individuales y comprende el 75-80% de la masa celular. Por lo tanto, el agua comprende una parte importante del sarcoplasma del músculo y rodea las proteínas miofibrilares. Las miofibrillas constituyen el 75-92% del volumen del músculo magro y juegan un papel dominante en la capacidad de retención de agua (WHC) del tejido. Para la industria cárnica, se sabe que el WHC de la carne fresca afecta su valor económico, como el rendimiento del procesamiento y la calidad del producto. El WHC deficiente puede reducir la retención de agua, alterar el color, reducir la calidad sensorial y disminuir la apariencia aceptable debido a la presencia de "purga" ("goteo") en un paquete. (Horcada A. y Polvillo O., 2010)

#### **1.3.1.2.2. Proteínas y compuestos de nitrógeno no proteico**

Las proteínas constituyen el 16–22% del tejido del músculo esquelético y están compuestas de más de 20 aminoácidos conectados a través de un enlace peptídico como se muestra en la Figura 2. Las proteínas generalmente se clasifican según su función: miofibrilar (contráctil), sarcoplásmico (metabólico) o estromal (conectivo o de apoyo). Las tasas de rotación o reemplazo metabólico para cada uno de estos tejidos son intermedias, rápidas y muy lentas, respectivamente. Las proteínas de la carne en su conjunto contienen ~ 16% de nitrógeno (incluidos los compuestos de nitrógeno no

proteico) que se pueden convertir en porcentaje de proteína cruda multiplicando el porcentaje de nitrógeno por 6.25 ( $100/16 = 6.25$ ). Las concentraciones de estas enzimas / proteínas varían según la especie, el tipo de fibra muscular, la madurez y el sexo del animal. (Horcada A. y Polvillo O., 2010).



### 1.3.1.2.3. pH

Según Horcada A. y Polvillo O., (2010) afirmaron que el pH es una característica química que cambia durante las etapas de proceso postmortem del animal. Para un animal vivo el pH del músculo está entre (6,7 y 7,2). Tras el sacrificio del animal, transcurridas 24 horas el valor de pH en el músculo se encuentra en 5,5 ya que se interrumpe el aporte del oxígeno, la circulación de la sangre entre otros elementos nutritivos.

### 1.3.1.2.4. Color

Keeton et al., (2014) afirmaron que la mioglobina es el pigmento primario que da color a los tejidos musculares.

Otros pigmentos como (flavinas y citocromos) le administran el color, pero la mioglobina, suponen el 95 % del total de pigmentos. La función principal de la mioglobina es la de brindarle el oxígeno a la fibra muscular. (Horcada A. y Polvillo O., 2010)

#### **1.3.1.2.5. Textura**

La textura se percibe como un conjunto de sensaciones resultado de la interacción de los sentidos con las propiedades fisicoquímicas de la carne. Entre las más importantes se incluyen la dureza, la plasticidad, la densidad, la consistencia, la elasticidad, la cantidad de grasa y la humedad de la carne. De todas las anteriores, la dureza es uno de los primeros criterios que determinan la calidad de la carne para el comprador. (Horcada A. y Polvillo O., 2010).

#### **1.3.1.2.6. Lípidos / Grasas / Triacilgliceroles**

El tejido adiposo animal (grasa) está compuesto principalmente por lípidos neutros conocidos como triacilgliceroles y fosfolípidos que colectivamente varían del 1.5% al 13% en el tejido muscular. Los lípidos también existen como esteroides y ésteres de esteroides (componentes de colesterol y colesterol) y cerebrósidos. Varias formas de lípidos sirven como fuente de energía para la célula, como componente estructural y funcional de la pared celular, como aislamiento o protección para órganos vitales y como agentes solubilizantes para ciertas hormonas y vitaminas (A, D, E y K). Las grasas se pueden metabolizar para producir 2,25 veces más energía que los carbohidratos o las proteínas y, por lo tanto, son nutrientes nutritivos.

#### **1.3.1.3. Causas del deterioro de la carne**

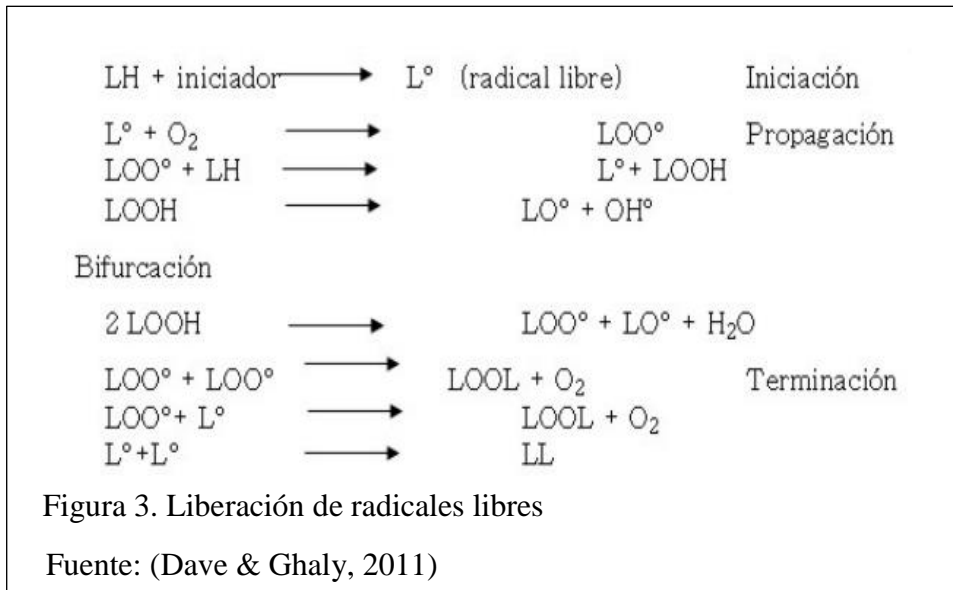
##### **1.3.1.3.1. Oxidación Lipídica.**

La autooxidación de lípidos y la producción de radicales libres son procesos naturales que afectan los ácidos grasos y conducen al deterioro oxidativo de la carne y al desarrollo de sabores desagradable.

Después del sacrificio de animales, los ácidos grasos en los tejidos sufren oxidación cuando se detiene la circulación sanguínea y se bloquean los procesos metabólicos. La oxidación de los lípidos es la reacción del oxígeno con dobles enlaces de ácidos grasos. Implica mecanismos de radicales libres en tres etapas: iniciación, propagación



y terminación, las cuales se esquematizan de manera general en la Figura 3. (Dave & Ghaly, 2011)



### 1.3.1.3.2. Oxidación Proteica.

Las reacciones de oxidación también afectan a las proteínas, siendo responsables de modificaciones biológicas como la fragmentación, la agregación y el descenso en la solubilidad de las proteínas. El daño oxidativo suele ser irreversible y puede conducir a la desnaturalización de la proteína, provocando una disminución significativa de la disponibilidad de aminoácidos esenciales, así como su valor nutritivo. (Mercier et al., 2004; Schmid et al., 2007 & Lund et al., 2007). Como consecuencia se generan derivados del carbonilo y polimerización de proteínas. Esto se asocia a la pérdida de funcionalidad de las proteínas musculares incrementando la pérdida de agua, disminuyendo la formación de geles y afectando la calidad sensorial de la carne fresca y productos cárnicos en terneza, frescura y color. (Ventanas et al., 2006 y Kim et al., 2010)

Tanto los radicales libres como las especies reactivas de oxígeno pueden oxidar a todos los aminoácidos, pero fundamentalmente a la cisteína y a otros con cadenas laterales reactivas (sulfhidrilos, amino, imidazol, etc.), que son los más susceptibles a sufrir reacciones oxidativas. El ataque de los radicales “oxi” a las proteínas musculares conduce a la pérdida de grupos sulfhidrilos y al origen de compuestos carbonilos (aldehídos y cetonas), y su generación constituye uno de los cambios más relevantes en las proteínas oxidadas,

hasta tal punto que se utiliza como método preciso para la evaluación de la oxidación de la proteína. (Bayer et al., 1979 & Lund et al., 2007).

#### **1.3.1.3.3. Deterioro microbiano**

La carne y los productos cárnicos proporcionan excelentes medios de crecimiento para una variedad de microflora (bacterias, levaduras y mohos), algunos de los cuales son patógenos. El tracto intestinal y la piel del animal son las principales fuentes de estos microorganismos. La composición de la microflora en la carne depende de varios factores: prácticas de cría previa a la matanza (crianza libre Vs crianza intensiva), edad del animal en el momento del sacrificio, manipulación durante el sacrificio, evisceración y procesamiento, controles de temperatura durante el sacrificio, procesamiento y distribución, métodos de conservación, tipo de empaque y manipulación y almacenamiento por parte del consumidor. (Dave & Ghaly, 2011).

Las especies de moho incluyen *Cladosporium*, *Sporotrichum*, *Geotrichum*, *Penicillium* y *Mucor*, mientras que las especies de levaduras incluyen *Candida* spp., *Cryptococcus* spp. y *Rhodotorula* spp. Las especies de bacterias incluyen *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Sarcina*, *Lactobacillus*, *Salmonella*, *Escherichia*, *Clostridium* y *Bacillus*.

Según Dave & Ghaly, (2011) mencionaron que un pH favorable para el crecimiento de bacterias de descomposición de la carne está en el rango de 5.5-7.0. La formación de limo, la degradación de componentes estructurales, los malos olores y el cambio de apariencia se encontraron en la carne como resultado del crecimiento microbiano dentro de este rango de pH. Las bacterias se multiplican rápidamente a temperaturas de 4° C a 60 ° C. Las bacterias patógenas no necesariamente se multiplican en la carne y causan enfermedades. Algunas especies como *Staphylococcus aureus* tienden a ser superadas por otra flora inofensiva o bacterias dañinas que provocan un mal olor que hace que la mayoría de los consumidores descarten la carne.

#### **1.3.1.4. Métodos de conservación de la carne.**

Según Toldrá, (2017) menciona, que los métodos para la conservación de la carne se utilizan como un complemento indispensable para mantener la carne en buenas condiciones ya sea como producto fresco o como materia prima primordial para la fabricación de otro tipo de producto. Los cambios que intervienen en la calidad de la carne son de todos los tipos ya sea, químicos, físicos o microbiológicos. Sin embargo, los de mayor impacto y los que se reproducen más rápidamente son los de tipo microbiológico.

En general, los métodos de conservación de las carnes se fundamentan en técnicas físicas (aumento y descenso de la temperatura, modificaciones en la presión, transferencia de masa, colocación de barreras), químicos (adición de sustancias químicas). (Toldrá, 2017).

##### **1.3.1.4.1. Enfriamiento / refrigeración**

Este es el método de conservación más utilizado para el almacenamiento a corto plazo de la carne, ya que el enfriamiento / refrigeración disminuye o limita la velocidad de deterioro a una temperatura por debajo del rango óptimo que puede inhibir el crecimiento microbiano, enzimático y las reacciones químicas. El almacenamiento de carne fresca se realiza a una temperatura de refrigeración de 2 a 5 ° C. El enfriamiento es fundamental para la higiene, seguridad, vida útil, apariencia y calidad nutricional de la carne. Los cadáveres se cuelgan primero en refrigeradores refrigerados (15 ° C) para eliminar el calor de su cuerpo, y luego se pasan a mantener refrigeradores (5 ° C). Es esencial mantener un espacio adecuado entre los cadáveres para permitir la circulación de aire. Se emplea por dos métodos: (a) enfriamiento por inmersión, en el que el producto se sumerge en agua enfriada (4 ° C) y (b) enfriamiento por aire, en el que las canales se empañan con agua en una habitación con aire frío circulante.

La refrigeración de la carne comienza con el enfriamiento de la canal de los animales y continúa a lo largo de todos los canales de mantenimiento, corte, transporte, venta minorista, exhibición e incluso en el hogar del cliente antes del uso final. La humedad relativa generalmente se mantiene al 90% para evitar una contracción excesiva debido a la pérdida de humedad. La vida de almacenamiento refrigerada de la carne está influenciada

por las especies de origen, la carga microbiana inicial, el embalaje y la temperatura, así como la condición de humedad durante el almacenamiento. La temperatura refrigerada favorece el crecimiento de organismos psicrófilos que causan el deterioro de la carne a su debido tiempo. En general, la carne fresca permanece en buenas condiciones durante un período de 5-7 días si se mantiene a una temperatura refrigerada de  $4 \pm 1$  ° C. El acortamiento en frío y el endurecimiento pueden resultar del enfriamiento ultra rápido de la carne previa al rigor. Se enfatiza que la carne procesada debe almacenarse en condiciones refrigeradas hasta que finalmente se consuman. La carne bien conservada ha mejorado la vida útil en comparación con la carne fresca. (Pal & Devrani, 2018).

#### **1.3.1.4.2. Congelación**

La congelación es un método ideal para mantener las características originales de la carne fresca. La carne contiene aproximadamente 50-75% en peso de agua, dependiendo de la especie, y el proceso de congelación convierte la mayor parte del agua en hielo. Detiene la carga microbiana y retarda la acción de las enzimas.

La ventaja más importante de la congelación es la retención de la mayor parte del valor nutritivo de la carne durante el almacenamiento, con una pérdida muy pequeña de nutrientes en el goteo durante el proceso de descongelación. Es importante envolver la carne fresca en una película de embalaje adecuada antes de congelarla, de lo contrario la carne se quema por congelación. Esta condición anormal ocurre debido a la deshidratación progresiva de la superficie que resulta en la concentración de pigmentos de carne en la superficie.

La calidad de la carne congelada también está influenciada por su velocidad de congelación. En la congelación lenta, se forman grandes cristales de hielo, que pueden causar daño físico al tejido muscular, lo que le da una apariencia distorsionada en el estado congelado. En la congelación rápida, numerosos pequeños cristales de hielo se forman uniformemente en todo el tejido de la carne. La velocidad de congelación aumenta con la disminución de la temperatura, casi el 98% del agua se congela a  $-20$  ° C y la formación completa de cristales se produce a  $-65$  ° C. Sin embargo, el problema de la contracción de la fibra muscular y la apariencia distorsionada no existe en el tejido de la carne. Las pérdidas por goteo durante la descongelación son considerablemente bajas ya que el agua se congela dentro de la fibra muscular. Numerosos cristales de hielo pequeños en la superficie de la

carne congelada rápidamente también son importantes ya que dan un color claro deseable en comparación con la carne congelada lentamente.

El crecimiento microbiano se detiene a  $-12^{\circ}\text{C}$  y la inhibición total del metabolismo celular en los tejidos animales ocurre por debajo de  $-18^{\circ}\text{C}$ . Sin embargo, las reacciones enzimáticas, la ranciedad oxidativa y la cristalización del hielo seguirán jugando un papel importante en el deterioro. Durante la congelación, aproximadamente el 60% de la población microbiana viable muere, pero la población restante aumenta gradualmente durante el almacenamiento congelado. (Pal & Devrani, 2018).

#### **1.3.1.4.3. Radiación ionizante**

La radiación ionizante ha sido un método de inhibición microbiana directa para preservar la carne desde alrededor de 1940. En 1980, los organismos participantes (incluida la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS)) propusieron que la irradiación con una dosis inferior a 10 kGy (1 Mrad) se aceptara como un proceso para preservar todas las categorías principales de alimentos. (OMS, 1981). En el Reino Unido, el 'Reglamento sobre alimentos (control de la irradiación) (1990)' permite que ciertas clases de alimentos se puedan irradiar hasta una dosis máxima (por ejemplo, 7 kGy para aves de corral) y bajo 'El etiquetado de alimentos (enmienda) (alimentos irradiados) Reglamento (1990)' todos los alimentos irradiados deben tener una etiqueta que indique que han recibido dicho tratamiento. La tecnología de irradiación fue promovida por la FAO en el Codex Alimentarius en 2003 y ha sido bien aceptada en 50 países, especialmente en los Estados Unidos, Egipto, China y América Latina. (Zhou et al., 2010a).

#### **1.3.1.4.4. Curación**

El cloruro de sodio, el nitrato de sodio, el nitrito de sodio y el azúcar son los principales ingredientes de curado. En la India se practican varios métodos de curado, como el curado en seco, el curado de pepinillos, el curado por inyección, el curado directo, etc. La preservación de la carne mediante el salado intenso es una práctica de la vejez. El cloruro de sodio tiene una larga historia de uso en la conservación de alimentos en concentraciones suficientemente altas. Se aplicó como regla general porque las instalaciones de refrigeración

no estaban disponibles durante los días antiguos. Más tarde, el curado con sal común y nitrato de sodio dio como resultado productos relativamente mejorados. El cloruro de sodio impide el crecimiento microbiano al aumentar la presión osmótica y al reducir la actividad del agua en el microambiente. Algunas bacterias pueden ser inhibidas por concentraciones tan bajas como 2%. Una concentración de 20% de cloruro de sodio es lo suficientemente alta como para inhibir muchas levaduras que estropean los alimentos. Sin embargo, algunos microorganismos de los géneros *Bacillus* y *Micrococcus* han demostrado capacidad para tolerar altas concentraciones de sal. Los azúcares tienen la capacidad de unirse a la humedad y reducir la actividad del agua en los alimentos. La dextrosa, la sacarosa, la azúcar morena, el jarabe de maíz, la lactosa, la miel, la melaza, las maltodextrinas y los almidones se usan generalmente en el procesamiento de carne seca como fuente de azúcares o carbohidratos para mejorar el sabor, reducir la aspereza de la sal y disminuir la actividad del agua. En Canadá y Estados Unidos, los azúcares son generalmente reconocidos como seguros. Los nitritos utilizados en la industria de conservación de la carne siempre están en forma de sales como nitrito de sodio o nitrito de potasio. Los nitritos proporcionan color rojo estabilizado de la carne, sabor a carne curada y retardo de ranciedad. Además, las sales de nitrito son efectivas para controlar el color, la oxidación de los lípidos y el olor, además de controlar las bacterias anaerobias. (Pal & Devrani, 2018).

#### **1.3.1.4.5. Embalaje**

El embalaje protege los productos contra los efectos de deterioro, que pueden incluir decoloración, desarrollo de sabores y olores desagradables, pérdida de nutrientes, patogenicidad, cambios de textura y otros factores medibles.

Las variables que influyen en las propiedades de vida útil de la carne fresca envasada son el tipo de producto, la mezcla de gases, el paquete y el espacio superior, la temperatura de almacenamiento, el equipo de envasado y los aditivos. El envasado de carne fresca es mínimamente permeable a la humedad y, por lo tanto, se evita la desecación de la superficie, mientras que la permeabilidad a los gases varía con el tipo de película particular utilizada. Las opciones de empaque para carne cruda refrigerada son empaques permeables al aire, bajo vacío de O<sub>2</sub>, bajo O<sub>2</sub> envasado en atmósfera modificada (MAP) con gases anóxicos y alto O<sub>2</sub> MAP. Si bien el embalaje permeable al aire no es MAP, el uso de

materiales de embalaje envueltos dentro del paquete maestro o los sistemas de bandeja en manga permite que esta opción de embalaje sea un componente de MAP. (Zhou et al., 2010).

#### **1.3.1.4.6. Productos químicos**

Según Pal & Devrani, (2018) informan, que las operaciones de congelación intensivas en energía son la mejor manera de preservar la carne y los productos cárnicos durante más tiempo, lo que inhibe el crecimiento bacteriano, pero no los psicrófilos y las esporas. La mayoría de estos sobreviven a la congelación y crecen durante la descongelación. Los métodos tradicionales para la conservación de la carne mediante la salazón y la recolección son procedimientos bien aceptados. Se han utilizado otros productos químicos como aditivos alimentarios para la preservación de la carne, pero cada país ha elaborado sus normas y reglamentos y ha establecido límites con el fin de prevenir los efectos nocivos para los humanos.

El almacenamiento por congelación no puede evitar el deterioro oxidativo y el deterioro microbiano / enzimático. Los conservantes antimicrobianos son sustancias que se utilizan para extender la vida útil de la carne al reducir la proliferación microbiana durante el sacrificio, el transporte, el procesamiento y el almacenamiento. El crecimiento de bacterias y el deterioro de la carne depende de la especie de bacteria, la disponibilidad de nutrientes, el pH, la temperatura, la humedad y la atmósfera gaseosa. Los compuestos antimicrobianos añadidos durante el procesamiento no deben usarse como un sustituto de las malas condiciones de procesamiento o para cubrir un producto ya deteriorado. Obedezca una buena protección para la carne en combinación con la refrigeración. Los compuestos antimicrobianos comunes incluyen: cloruros, nitritos/nitratos, sulfuros y ácidos orgánicos. El almacenamiento por congelación no puede evitar el deterioro oxidativo y el deterioro microbiano / enzimático [2]. Además, los métodos de preservación química son bastante beneficiosos en combinación con la refrigeración para optimizar la estabilidad, la calidad del producto y mantener la frescura y el valor nutricional. (Pal & Devrani, 2018).

#### **1.3.2. Aditivos en la industria alimentaria**

Los aditivos alimentarios son sustancias orgánicas que se agregan intencionalmente a los alimentos en pequeñas cantidades durante la producción o el procesamiento para

mejorar la calidad organoléptica (color, sabor, apariencia, sabor y textura) de los alimentos. Ayudan a aumentar la vida útil de los alimentos al mantener la consistencia, salud y frescura del producto. Los aditivos alimentarios deben agregarse en cantidades reguladas, concentración y deben estar dentro de las ingestas diarias aceptables (IDA) por encima de las cuales pueden tener algunos efectos devastadores en el consumidor.

Algunos aditivos se han utilizado durante siglos, por ejemplo, para conservar alimentos encurtidos (conservando con vinagre), salando, como con tocino y conservando dulces o utilizando dióxido de azufre como en algunos vinos. Con la llegada de los alimentos procesados en la segunda mitad del siglo XX, se han introducido muchos más aditivos, tanto de origen natural como artificial.

Los aditivos desempeñan diversas funciones y por ello se pueden agrupar, según su función, en gelificantes, espesantes, estabilizadores, edulcorantes, colorantes, sabores y aromas, antioxidantes y conservadores, entre otros de menor importancia.

#### **1.3.2.1. Antioxidantes**

Un antioxidante es una sustancia agregada a las grasas y sustancias que contienen grasa para retrasar la oxidación y, por lo tanto, prolongar su salud, palatabilidad y, a veces, mantener el tiempo. Un antioxidante no debe aportar un olor, sabor o color desagradable a la grasa o al alimento en el que está presente. Debe ser eficaz en bajas concentraciones y ser liposoluble. Además, no debe tener un efecto fisiológico dañino. Algunos antioxidantes utilizados en los alimentos son el hidroxianisol butilado (BHA), el hidroxitolueno butilado (BHT), el galato de propilo (PG) y la hidroquinona terciabutil (TBHQ), que son todas sustancias fenólicas (Dalton, 2002). El ácido tiodipropiónico y el tiodipropionato de dilaurilo también se usan como antioxidantes alimentarios. El Comité Mixto FAO / OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios ha considerado recientemente las ingestas diarias admisibles (ADI) de BHA y BHT y las ha establecido en 0.5 mg / kg de peso corporal para BHA y 0.3 mg / kg de peso corporal para BHT. Las sustancias naturales que actúan como antioxidantes son los tocoferoles. Los tocoferoles actúan como antioxidantes biológicos en tejidos de plantas y animales, pero rara vez se usan como aditivos porque son más caros que los antioxidantes sintéticos. (Inetianbor et al., 2015).



### **1.3.2.2. Agentes antimicrobianos**

Estos evitan el deterioro de los alimentos por microorganismos. Estos incluyen no solo vinagre y sal, sino también compuestos como propionato de calcio y ácido sórbico, que se utilizan en productos como alimentos horneados, aderezos para ensaladas, quesos, margarinas y alimentos en escabeche. (Inetianbor, J.E., Yakubu, J.M. and Ezeonu, 2015).

### **1.3.2.3. Agentes colorantes**

Estos incluyen estabilizadores de color, fijadores de color, agentes de retención de color, etc. Consisten en colores sintéticos y aquellos de fuentes naturales. Aunque la mayoría de los colores no agregan ningún valor nutritivo a los alimentos, sin ciertos colores, la mayoría de los consumidores no comprarán ni comerán algunos alimentos. Por lo tanto, los colores se agregan con frecuencia para restaurar los naturales perdidos en el procesamiento de alimentos o para dar a las preparaciones el color natural que esperamos. Una serie de colorantes alimentarios naturales extraídos de semillas, flores, insectos y alimentos también se utilizan como aditivos alimentarios. Uno de los pigmentos rojos más conocidos y difundidos es la bixina, derivada de la cubierta de semillas de *Bixa orellana*, la planta de vaina de lápiz labial de origen sudamericano.

Estos están destinados a hacer que los alimentos sean más atractivos y a proporcionar ciertos alimentos con un color que los humanos asocian con un sabor particular (por ejemplo, rojo para cereza, verde para lima). Algunos ejemplos de colorantes alimentarios son; eritrosina, carmosina. Los aditivos de color son reconocidos como una parte importante de muchos alimentos que comemos. (Inetianbor, J.E., Yakubu, J.M. and Ezeonu, 2015).

### **1.3.2.4. Conservantes**

Un conservante se define como cualquier sustancia que sea capaz de inhibir, retrasar o detener el crecimiento de microorganismos, de cualquier deterioro de los alimentos debido a microorganismos, o de enmascarar la evidencia de dicho deterioro. Se estima que casi una quinta parte de los alimentos del mundo se pierde por el deterioro microbiano. Los conservantes químicos interfieren con la membrana celular de los microorganismos, sus

enzimas o sus mecanismos genéticos. Los compuestos utilizados como conservantes incluyen conservantes naturales, como azúcar, sal, ácidos, etc., así como conservantes sintéticos. El período de uso seguro de muchos alimentos se extiende en gran medida mediante la adición de conservantes, que retardan el deterioro, preservan el sabor y el color y evitan que los aceites se vuelvan rancios. Los conservantes protegen los alimentos, como las carnes curadas, del desarrollo de toxinas peligrosas, como el botulismo, una enfermedad de intoxicación alimentaria. (Abdelghany, 2015).

#### **1.3.2.5. Agentes quelantes:**

Los agentes quelantes no son antioxidantes. Sirven como carroñeros de metales que catalizan la oxidación. Los niveles de uso recomendados para el ácido cítrico generalmente varían entre 0.1 y 0.3 por ciento con el antioxidante apropiado en niveles que varían entre 100 y 200 ppm). EDTA es un agente quelante permitido para su uso en la industria alimentaria como conservante químico. El EDTA de calcio disódico y el EDTA disódico han sido aprobados para su uso como aditivos alimentarios por la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos. Los agentes quelantes se usan para prevenir la decoloración, los cambios de sabor y la ranciedad que pueden ocurrir durante el procesamiento de los alimentos, por ejemplo, ácido cítrico, ácido málico y ácido tartárico. (Inetianbor et al., 2015).

#### **1.3.3. Uso de Nitratos y Nitritos**

Los nitratos y nitritos se han utilizado tradicionalmente como agentes de curado en la producción de carnes curadas. Los efectos beneficiosos de la aplicación de nitratos y nitritos a los productos cárnicos son la mejora de las características de calidad, así como la seguridad microbiológica. Los nitratos y nitritos son los principales responsables del desarrollo del sabor distintivo, la estabilidad del color rojo, así como la protección contra la oxidación de los lípidos en los productos cárnicos curados. Los nitritos muestran una importante actividad bacteriostática y bactericida contra varias bacterias de descomposición, así como contra los patógenos transmitidos por los alimentos que se encuentran en los productos cárnicos. Los nitritos evitan el desarrollo y la producción de toxinas por *Clostridium botulinum*. De acuerdo con el Reglamento (UE) N° 1129/2011 de la Comisión, nitratos (nitrato de sodio, E251; nitrato de potasio, E252) y nitritos (nitrito de potasio, E249;

nitrito de sodio, E250) están listados como aditivos alimentarios permitidos. Los nitratos son relativamente no tóxicos, pero los nitritos y los compuestos metabólicos de los nitritos, como el óxido nítrico y los compuestos N-nitrosos, han generado preocupación por los posibles efectos adversos para la salud. (Vargas Velásquez et al., 2014)

#### **1.3.3.1. Efecto antimicrobiano**

Los nitratos y/o nitritos solos o en combinación con otras sales puede inhibir el crecimiento de varios microorganismos aeróbicos y anaeróbicos. El nitrito se dirige a las bacterias en múltiples sitios al inhibir las enzimas metabólicas, limitar la absorción de oxígeno y romper el gradiente de protones. Además, el óxido nítrico unido al hierro limita así la disponibilidad de hierro que es necesaria para la funcionalidad enzimática y el metabolismo bacteriano y su crecimiento. Además, el nitrito es conocido por destruir el crecimiento de esporas de *C. botulinum* en productos cárnicos curados y por controlar completamente el botulismo. Se ha informado que el nitrito contribuye al control del crecimiento de otros patógenos como *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* y *Clostridium perfringens*. (Alahakoon et al., 2015).

#### **1.3.3.2. Efecto antioxidante**

Otra propiedad destacable del nitrito es su capacidad para retrasar el proceso de la rancidez durante el almacenamiento y los posteriores sabores calentados desarrollados al calentar la carne y los productos cárnicos. La actividad antioxidante del nitrito se atribuye al potencial del óxido nítrico para unirse y estabilizar el hierro hemo de los pigmentos cárnicos durante el proceso de curado. El oxígeno y otras especies reactivas de oxígeno reaccionan rápidamente y son secuestradas por el óxido nítrico. El óxido nítrico, como un radical libre, también puede terminar la autooxidación de lípidos. Además, se une a los hierros libres y estabiliza el hierro hemo que puede reducir la oxidación de los lípidos al limitar la actividad prooxidante del hierro. Esto reduce la cantidad de hierro libre y quela los radicales libres, incluidos los radicales alquilo, alcoxilo y peroxilo derivados de los lípidos que aceleran la oxidación de los lípidos en los productos cárnicos. (Alahakoon et al., 2015).

#### **1.3.3.3. Color Curado**

El Nitrito, el verdadero ingrediente de curado, se considera un aditivo alimentario multifuncional que forma óxido nítrico durante el proceso de curado. La formación de óxido nítrico a partir de los intermedios es facilitada por reductores tales como el ascorbato. Se ha reconocido que el ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ) se forma a partir del nitrito en condiciones ácidas como la de los músculos postmortem. Según Honikel (2004), el trióxido de dinitrógeno ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ) se forma a partir del ácido nitroso y posteriormente formará óxido nítrico o reaccionará con otros sustratos en la carne.

El óxido nítrico reaccionará con el hierro de la mioglobina ( $\text{Fe}^{+2}$ ) y la metamioglobina ( $\text{Fe}^{+3}$ ) para formar un color curado. La carne triturada se convierte rápidamente en color marrón con la adición de nitrito debido a la formación de metoglobina ya que el nitrito actúa como un oxidante pigmento hemo fuerte y, a su vez, se reduce a óxido nítrico. El óxido nítrico reacciona con la metamioglobina y las reacciones de reducción subsiguientes convierten el hemo oxidado en mioglobina de óxido nítrico reducida para obtener el color curado típico sometido a la cocción.

La reacción del óxido nítrico con mioglobina forma el complejo nitrosylmyoglobin, que esboza la base para un color de carne curado único. La nitrosilmioglobina es de color rojo brillante y es un compuesto extremadamente inestable y durante el procesamiento térmico, se convierte en un compuesto estable y atractivo de color rosa rojizo. (Alahakoon et al., 2015).

#### **1.3.3.4. Efectos de los nitratos y nitritos en la salud**

El uso de los nitratos y nitritos como aditivos en la industria alimentaria forma una práctica frecuente, pero discutida. Desde hace años, esta práctica se ha visto ligada a distintos problemas de salud en los consumidores. Entre ellos, quizás el más importante y peligroso, es la implicación de estos aditivos en la formación de nitrosaminas, productos con acción cancerígena, pero que no se forman de manera automática, ya que necesitan unos escenarios apropiados como un pH ácido y generalmente con el calor o tiempo. (Vargas Velásquez et al., 2014).

##### **1.3.3.4.1. La formación endógena de compuestos N-nitrosos**

Los nitratos se conocen como precursores para la formación de compuestos de N-nitroso. Colocados en sustancias genotóxicas, la mayoría de estos compuestos son cancerígenos para los animales. El nitrato es estable en el cuerpo humano y es un compuesto inerte que puede ser metabolizado por enzimas humanas. Sin embargo, las actividades de reducción de nitrato por bacterias pueden convertir el nitrato en nitrito y otros compuestos de nitrógeno que pueden afectar el estado fisiológico y la salud humana.

Después de la ingestión, el nitrato es fácilmente absorbido por el tracto gastrointestinal superior. Más del 25% del nitrato se excreta activamente en la saliva, y el 20% se convierte en nitrito por las bacterias en la polilla. En condiciones ácidas del estómago, el nitrito como núcleo del ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ) se convierte espontáneamente en trióxido de nitrógeno ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ), óxido nítrico ( $\text{NO}$ ) y dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ). El óxido nítrico es un compuesto biológicamente activo que juega un papel en la expansión y defensa contra las bacterias patógenas alrededor de los dientes. El trióxido de nitrógeno o, en otras palabras, un poderoso factor de nitroso, puede agregar óxido nítrico  $\text{NO} +$  a las aminas secundarias y terciarias para la posible formación de compuestos cancerígenos de nitrosaminas. Alternativamente,  $\text{HNO}_2$  podría ser el núcleo de  $\text{H}_2\text{NO}_2$  que reacciona con la amina para formar nitrosamina. A pH neutro, las bacterias pueden reducir el nitrito para formar óxido nítrico ( $\text{NO}$ ) que puede reaccionar con las moléculas de oxígeno para formar compuestos de nitrosaminas ( $\text{N}_2\text{O}_3$  y  $\text{N}_2\text{O}_4$ ). Además de la formación de bacterias catalizadas por ácido y catalizadas por ácido de proveedores nitrosos, las síntesis de  $\text{NO}$  de las células inflamatorias pueden producir  $\text{NO}$ .

Se considera que estos tres mecanismos androgénicos nitrosos proporcionan del 40% al 75% de la exposición humana al óxido nítrico ( $\text{NO}$ ). Otras fuentes de exposición humana son los  $\text{NO}$  en la carne y el pescado procesados, las exposiciones laborales y los productos de tabaco. (Ocampo, 2006).

#### **1.3.3.4.2. La formación de Metahemoglobinemia**

La formación de la metahemoglobinemia se debe a que una vez absorbido el nitrito, tiene el mismo efecto que con la mioglobina de la carne conservada, es decir los niveles elevados de nitrito en la sangre pueden desencadenar la oxidación de la hemoglobina. La hemoglobina en la sangre contiene hierro que normalmente se encuentra en el estado  $\text{Fe}^{2+}$

+ (ferroso). Los nitratos o nitritos excesivos pueden alterar el hierro en la hemoglobina al estado Fe<sup>3+</sup> (férrico), formando metahemoglobina (una forma anormal de hemoglobina que no puede unirse al oxígeno). La metahemoglobinemia (un exceso de metahemoglobina) da como resultado una oxigenación de los tejidos y anoxia deficientes, produciendo la muerte de la persona. (Jung & Spolaczyk, 1983).

#### **1.3.3.5. Niveles máximos de Nitritos y Nitratos**

Los niveles máximos para nitratos favorecida por el comité conjunto de la FAO/OMS proporcionó información detallada sobre la justificación y la evolución de su legislación que estableció las cantidades añadidas con base en el peso de la carne utilizada en la formulación del producto. Los límites establecidos varían entre los métodos de curado porque estos difieren en la eficacia con la que el agente de curado se pone en contacto con la carne. Sin embargo, a pesar de tener niveles añadidos establecidos, el uso de nitritos y nitratos (o una combinación de ambos) no debe superar los 200 mg/kg expresados como nitrito de sodio en el producto final. Además, es necesaria una cantidad añadida mínima de 120 mg/kg, sobre la base de una revisión de los datos de inocuidad, en todos los productos que se deben "mantener en refrigeración" a menos que el establecimiento pueda demostrar que la inocuidad está garantizada por otro proceso de conservación. En lo que respecta a la formación de nitrosaminas, solo puede producirse en condiciones especiales, con temperaturas superiores a 130°C. Estas medidas consistían en limitar la cantidad añadida máxima de nitrato de sodio a 120 mg/kg. (FAO/OMS, 2019).

#### **1.3.3.6. Incidencia de Nitratos orgánicos sobre la salud (comentario)**

Según Moreno C et al., (2015) afirmaron que no se ha podido comprobar una participación directa de los nitratos (en los vegetales) con la incidencia del cáncer. Aún más, estos nitritos mostraron un papel gastro protector, el nitrato vegetal disminuye el daño ulcerativo. Además, que el nitrito, aumento el flujo sanguíneo en la mucosa gástrica. En otras palabras, se concluyó que los nitratos adjuntos en los vegetales ayudan al flujo sanguíneo hacia el estómago, creando un efecto protector contra sustancias irritantes. Dados estos antecedentes, es posible que los vegetales ricos en nitratos y en antioxidantes como el ácido ascórbico, no produzcan agentes cancerígenos a diferencia de los nitratos sintéticos administrados a las carnes curadas.

### 1.3.3.7. Concentraciones de Nitratos y Nitritos en algunos Vegetales.

Estudios realizados han podido demostrar una alta concentración de nitratos naturales en alimentos vegetales. Se ha informado que vegetales como el apio, la espinaca, el rábano y la lechuga contienen más de 2.5 g de nitrato/Kg (10 veces más que la concentración máxima permitida como aditivo). Los nitratos también pueden estar presentes en otros vegetales, como las acelgas, betarragas, entre otras verduras y los nitritos se encuentran en concentraciones mucho menores. (Ocampo, 2006)

Tabla 1. Concentraciones de Nitratos en algunos Vegetales

Alimento	VAN DER SCHE & SPEE (2000)	VAN DER SCHE & SPEE (1999)	VAN DER SCHEI & SPEEK (1998)	MAFI (1998)	MAFI (1998)	MAFI (1999)	MAFI (2001)	MAFI (1997)	MAFI (1998)	Promedio (mg/Kg)
Nitrato										
Lechuga	2200	2100	2100	1000	1400	1500	1500			1686
Espinaca	1800	1700	2800	1600	1300	2000	1700			1843
Remolach			1800	1200						1500
Manzana			29							29
Espárrago			31							31
Coles de bruselas			11	59						35
Zanahoria			340	97						219
Apio			2900							2900
Col. Chin.			3600							3600
Ajo			35							35
Uva			72							72
Cebolla			170	48						109
Pera			20							20
Papa			280	160						207
Rábano			2100							2100
Ruibarbo			1700							1700

Fuente: Ocampo, 2006

### 1.3.4. El Rábano

El rábano es el nombre común de la planta herbácea , *Raphanus sativus*, de la Familia de la mostaza (*Brassicaceae*), que se cultiva como anual o bienal, y se caracteriza por una gran raíz carnosa y flores de hermafrodita de color blanco a púrpura agrupadas en

un racimo terminal. El término nabo también se refiere a esta raíz comestible, succulenta y picante, que es comercialmente popular.

Como tubérculo, el rábano se cultiva desde la época prerromana . Su sabor fuerte ofrece una experiencia culinaria única y hoy los rábanos se cultivan y consumen en todo el mundo. Los rábanos tienen numerosas variedades, que varían en tamaño, color, forma y duración del tiempo de cultivo requerido. Generalmente se consumen crudos, como en ensaladas o como aperitivo.

#### **1.3.4.1. Origen**

Se cree que la planta original de la que se derivaron los rábanos cultivados es el charlock ( *Raphanus raphanistrum* ), una maleza común de las costas y suelos arenosos en Europa y el Reino Unido. Los egipcios cultivaban rábanos 3000 años antes de Cristo. El rábano llegó a China en el 500 a. C. Hoy el rábano es el vegetal más cultivado en Japón.

#### **1.3.4.2. Árbol Taxonómico**

- Dominio: Eucariota
- Reino: Plantae
- Subfilo: Angiospermas
- Clase: Dicotiledóneas
- Orden: Capparidales
- Familia: Brassicaceae.
- Género: *Raphanus*
- Especie: *Raphanus sativus*
- Subespecie: *R. sativus raphanistrum* subsp . *sativus*

#### **1.3.4.3. Características generales**

Según FAO, (2010) el rábano (*Raphanus sativus*), se caracteriza por flores blancas a moradas que forman inflorescencias racemosas ebracteadas (racimos florales que comprenden flores unidas a lo largo de un eje central y sin brácteas subyacentes).



La raíz carnosa y comestible varía en forma (redonda, ovalada o alargada), tamaño (globos pequeños, de media pulgada de diámetro a los gigantes de zanahoria de un pie y medio de longitud) y color (blanco a rosa) a rojo a púrpura a negro a varias combinaciones).

El rábano, como otras verduras crucíferas y de la familia Brassica, contiene un compuesto antioxidante de isotiocianato llamado sulforafano. Los estudios sugieren que el sulforafano tiene un papel comprobado contra los cánceres de próstata, mama, colon y ovario por su inhibición del crecimiento de células cancerosas y sus efectos citotóxicos sobre las células cancerosas.

#### **1.3.4.4. Descripción botánica**

El rábano es un tubérculo domesticado en Europa que se cultiva en todo el mundo. Se consume principalmente cruda como ensalada y curry. Tiene numerosas variedades que varían en tamaño, color y duración para madurar.

- **Hábito:** Hierba anual.
- **Raíz:** raíz carnosa y agrandada por el tejido de almacenamiento. Raíces generalmente carnosas, blancas, rosadas, rojas o negras, lineales, fusiformes, oblongas o globosas.
- **Tallo:** corto, alargado en la etapa de floración, tallo muy corto, simple o ramificado
- **Hoja:** hojas basales pecioladas, pecíolos de hasta 30 cm de largo, lámina de la hoja oblonga, obovada, lanceolada o espatulada
- **Flor:** completa, actinomorfa, cruciforme
- **Semilla:** Semillas globosas u ovoides, 2.5-4.0 mm de diámetro

#### **1.3.4.5. Usos**

Los rábanos se usan para alimentos, con fines medicinales y en la industria por su aceite. Los rábanos (la raíz) son ricos en ácido ascórbico, ácido fólico y potasio . Son una buena fuente de vitamina B6 , riboflavina , magnesio , cobre y calcio . Son bajos en calorías. Una taza de bulbos de rábano rojo en rodajas proporciona aproximadamente 20 calorías o menos, provenientes principalmente de carbohidratos , lo que hace que los rábanos, en relación con su tamaño, sean un alimento muy abundante por su valor calórico.

Los rábanos se sugieren como un tratamiento alternativo para una variedad de dolencias que incluyen tos ferina , cáncer , tos, molestias gástricas, problemas hepáticos , estreñimiento, dispepsia, problemas de vesícula biliar , artritis , cálculos biliares , cálculos renales y parásitos intestinales

#### **1.3.4.6. Propiedades antioxidantes.**

Según Loureiro, (2007) menciona que los rábanos componen gran cantidad de vitamina C. La vitamina C es uno de los antioxidantes más trascendentales de la dieta, ya que ayuda a eliminar los residuos que se depositan en el organismo por el consumo de productos envasados comercialmente. La vitamina C también es importante para mantener el buen estado de las mucosas digestivas y la piel, ya que actúa en la formación del colágeno. El extracto del rábano es utilizado externamente para ayudar a curar las heridas de la piel y también ayuda la cicatrización en casos de quemaduras.

Los rábanos no solo aportan vitamina C, sino también contienen glucosinolatos que es otro tipo de antioxidantes, estos glucosinolatos poseen actividad protectora contra tipos de cáncer, es por eso que es recomendado el consumo de rábanos a las personas sometidas a quimioterapia, para regenerar el organismo, debido a su alto contenido de propiedades antioxidantes.

#### **1.3.4.7. Composición nutricional**

El rábano posee un alto contenido de agua es por eso que el contenido energético y contenido en nutrientes (lípidos e hidratos de carbono) es bajo. Debido a que su contenido vitamínico es fuente de vitamina C, favorece a la protección de las células frente al deterioro oxidativo.

	Por 100 g de porción comestible	Por ración (80 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
<b>Energía (Kcal)</b>	17	14	3.000	2.300
<b>Proteínas (g)</b>	1	0,8	54	41
<b>Lípidos totales (g)</b>	0,1	0,1	100-117	77-89
AG saturados (g)	0,032	0,03	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	0,017	0,01	67	51
AG poliinsaturados (g)	0,048	0,04	17	13
$\omega$ -3 (g)*	—	—	3,3-6,6	2,6-5,1
C18:2 Linoleico ( $\omega$ -6) (g)	—	—	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal)	0	0	<300	<230
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	2,7	2,2	375-413	288-316
<b>Fibra (g)</b>	1	0,8	>35	>25
<b>Agua (g)</b>	95,3	76,2	2.500	2.000
<b>Calcio (mg)</b>	34	27,2	1.000	1.000
<b>Hierro (mg)</b>	1,3	1,0	10	18
<b>Yodo (<math>\mu</math>g)</b>	16	12,8	140	110
<b>Magnesio (mg)</b>	11	8,8	350	330
<b>Zinc (mg)</b>	0,13	0,1	15	15
<b>Sodio (mg)</b>	59	47,2	<2.000	<2.000
<b>Potasio (mg)</b>	240	192	3.500	3.500
<b>Fósforo (mg)</b>	31	24,8	700	700
<b>Selenio (<math>\mu</math>g)</b>	2	1,6	70	55
<b>Tiamina (mg)</b>	0,04	0,03	1,2	0,9
<b>Riboflavina (mg)</b>	0,02	0,02	1,8	1,4
<b>Equivalentes niacina (mg)</b>	0,4	0,3	20	15
<b>Vitamina B<sub>6</sub> (mg)</b>	0,1	0,08	1,8	1,6
<b>Folatos (<math>\mu</math>g)</b>	24	19,2	400	400
<b>Vitamina B<sub>12</sub> (<math>\mu</math>g)</b>	0	0	2	2
<b>Vitamina C (mg)</b>	20	16,0	60	60
<b>Vitamina A: Eq. Retinol (<math>\mu</math>g)</b>	Tr	Tr	1.000	800
<b>Vitamina D (<math>\mu</math>g)</b>	0	0	15	15
<b>Vitamina E (mg)</b>	0	0	12	12

Figura 4. Composición nutricional de 100 g de rabanito parte comestible.  
Fuente: Fundación Española de la Nutrición, (2013)

#### 1.4. Formulación del problema

¿Es posible crear un efecto conservador en la carne de hamburguesa de res usando como aditivo natural los nitratos de Rábano (*Raphanus Sativus*)?

#### 1.5. Justificación e importancia del estudio

La contaminación microbiológica de la carne y productos cárneos son una de las mayores causas del deterioro de su calidad y reducción de su vida útil. Esto puede producir cambios en los indicadores de calidad de la carne y en el valor nutricional del producto. (Valenzuela v. & Pérez M., 2016).

El deterioro oxidativo de estos alimentos puede reducirse mediante la utilización de varios procedimientos como el curado, envasado con atmósfera modificada y por la utilización de conservantes sintéticos. (Valenzuela v. & Pérez M., 2016).

Los nitritos y nitratos son bien conocidos como conservantes para la carne y los productos cárnicos. El nitrito contribuye a la seguridad microbiológica, el típico color rojo de curado, sabor desarrollo y extensión de la vida útil de los productos cárnicos. (Riel et al., 2017).

Sin embargo, también existen riesgos asociados con su uso, como la formación de nitrosaminas a partir de nitritos y aminos. Se sospecha que las nitrosaminas son cancerígenas, por lo tanto, la ingesta de nitratos y nitritos debería reducirse en lo posible. (Riel et al., 2017).

La mayor preferencia por alimentos naturales y saludables por parte de la población ha obligado a la industria cárnica a incluir conservadores naturales en varios productos para retrasar la degradación oxidativa de los lípidos, mejorar su calidad, inhibir el crecimiento microbiano, darles un valor agregado, y reemplazar los posibles riesgos que puedan involucrar la utilización de conservantes artificiales. (Valenzuela v. & Pérez M., 2016).

Los nitratos / nitritos inorgánicos son compuestos que se encuentran naturalmente en los alimentos, especialmente los vegetales y frutas, y también se utilizan como aditivos en alimentos procesados industrialmente como las carnes y productos cárnicos, entre otros. (Bahadoran et al., 2016).

Por lo tanto, con la presente investigación se pretende que en el Perú se propongan nuevas iniciativas de innovación para que sean efectuadas en las industrias cárnicas y estas sean competitivas en producir y comercializar productos inocuos y de calidad respondiendo a las necesidades que el mundo exige. Así mismo aumentar el tiempo de vida útil de la hamburguesa de carne de res y también poder aplicarlo a otros productos cárnicos, contribuyendo así con el bienestar y satisfacción de los consumidores, ya que es menos probable los riesgos causados a su la salud por los Nitratos naturales de Rábano, así que no solo se obtendrá calidad, sino también seguridad en estos alimentos. Conservando su calidad y sus propiedades organolépticas, que el consumidor busca al momento de comprar y consumir estos productos.

También se le dará un valor agregado al Rábano, en donde se aprovecharán sus propiedades conservadoras y también se impulsará el cultivo de esta hortaliza generando puestos de empleo que aportarán al desarrollo de país.

## **1.6. Hipótesis**

H1: Los Nitratos Naturales de Rábano lograra alargar la vida útil de la Hamburguesa de carne res.

H2: Los Nitratos Naturales del Rábano no lograra alargar la vida útil de la Hamburguesa de Carne de res.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

- Evaluar la mayor concentración de nitratos en el Rábano (*Raphanus Sativus*) y aplicarlo en La Hamburguesa de Carne de Res.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Caracterización Fisicoquímica del Rábano (*Raphanus Sativus*).
- Determinar la mayor concentración de Nitrato de Rábano (*Raphanus Sativus*) utilizando el método por Colorimetría con ácido salicílico.
- Aplicación de los Nitratos de Rábano en la Hamburguesa de Carne de Res y determinar su tiempo de vida útil.
- Determinar la variación de color en escala CIELab, en función al tiempo de vida útil.

## **II. MATERIAL Y MÉTODO**

### **2.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **2.1.1. Aplicativa**

Esta investigación es aplicativa, ya que el estudio busca el porqué de los hechos, estableciendo relaciones de causa- efecto entre las variables dependientes e independientes.

#### **2.1.2. Experimental**

El diseño de esta investigación es experimental ya que se van a manipular las variables independientes para evaluar posteriormente su causa-efecto sobre las variantes dependientes.

Según su contexto es de laboratorio, las experiencias se desarrollaron a nivel de laboratorio, aplicando condiciones específicas para el desarrollo de la investigación manejándose variables independientes de manera rigurosas para obtener respuestas aceptables de las variables dependientes.

### **2.2. Población y muestra**

#### **2.2.1. Población**

- Rábanos (*Raphanus Sativus*)
- Carne de Res

#### **2.2.2. Muestra**

- Rábanos y Carne de Res se obtuvo del Mercado Moshoqueque, en Chiclayo.

### 2.3. Variables, Operacionalización

Tabla 2. Objetivo específico 1: Variables Independientes para la caracterización fisicoquímica del Rábano (*Raphanus Sativus*).

---

<b>Variable Independiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método O Instrument</b>
Materia Prima (Rábano)	100	Gramos	Gravimetría

---

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. Objetivo específico 1: Variables Dependientes para la caracterización fisicoquímica del Rábano (*Raphanus Sativus*).

---

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método O Instrument</b>
Humedad	-	Porcentaje	Gravimétrico de la estu
Carbohidratos	-	Porcentaje	Por diferencia
Proteínas	-	Porcentaje	Micro Kendal
Fibra	-	Porcentaje	AOAC. 985.29
Cenizas	-	Porcentaje	Incineración directa

---

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. Objetivo Especifico 2: variables independientes para determinar la mayor concentración de Nitratos de Rábano utilizando el método por colorimetría con ácido salicílico.

<b>Variable Independiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método O Instrument</b>
Muestras de Rábano	M1, M2 y M3	Gramos	Balanza
Temperatura	50, 60 y 70	°C	Secado por aire calient

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Objetivo Especifico 2: variables dependientes para determinar la mayor concentración de Nitratos de Rábano utilizando el método por colorimetría con ácido salicílico.

<b>Variable dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método O Instrument</b>
Determinación de Nitrato Totales	-	mg NO <sub>3</sub> /g	Colorimetría con ácido salicílico.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Objetivo Especifico 3: Variables independientes para la aplicación de los Nitratos de Rábano en la hamburguesa de carne de res y determinar su vida útil.

<b>Variable Independiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método O Instrument</b>
Nitratos de Rábano	0, 0.008, 0.012 y 0.012	%	Balanza
Tiempo de almacenamiento	14	Días	Calendario

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 7. Objetivo Especifico 3: Variables Dependientes para la aplicación de los Nitratos de Rábano en la hamburguesa de carne de res y determinar su vida útil.

<b>Variable Dependientes</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método O Instrument</b>
Aerobios			
Mesófilos	-	UFC/g	Recuento en placas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Objetivo Especifico 4: Variables independientes para la determinación de la variación de color en escala CIELab, en función al tiempo de vida útil.

<b>Variable Independiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método O Instrument</b>
Nitratos de Rábano	0, 0.008, 0.012 y 0.012	%	Balanza
Tiempo de almacenamiento	14	Días	Calendario

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Objetivo Especifico 4: Variables Dependiente para la determinación de la variación de color en escala CIELab, en función del tiempo de vida útil.

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método O Instrumento</b>
Variación Tota de Color	-	$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$	Escala CIELab

Elaboración propia

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 2.4.1. Técnica Cronométrica

Técnica utilizada para medir el tiempo exacto que se va a controlar el producto almacenado. (Rico et al., 2005).

#### **2.4.2. Técnica Gravimétrica**

El análisis gravimétrico es una técnica a través de la cual se puede determinar la cantidad de un analito (el ion que se analiza) a través de la medición de masa. Los análisis gravimétricos dependen de comparar las masas de dos compuestos que contienen el analito. (Kelim Vano H, Ygmar Jimenez, 2009).

#### **2.4.3. Técnica Termométrica**

Técnica utilizada para revisar las temperaturas del aire en los refrigerados. La temperatura del aire debe de estar a  $< 5^{\circ}\text{C}$ . Las bacterias pueden crecer rápidamente en los alimentos de refrigeración si la temperatura está más arriba de  $5^{\circ}\text{C}$ . (Solís, 2014)

#### **2.4.4. Técnica Colorimétrica CIELab**

El color de las muestras de hamburguesa se midió con un colorímetro portátil y los colores se expresaron en coordenadas CIELab, L \* denota ligereza en una escala 0–100 de negro a blanco; a \*, (+) rojo o (-) verde; b, (+) amarillo o (-) azul, con muestras analizadas por triplicado. A partir de estos parámetros fueron calculadas las coordenadas C\* (croma o saturación) y H\* (tono o ángulo de tinta). (Fernandes et al., 2017).

#### **2.4.5. Caracterización de la Materia Prima (Rábano)**

- Determinación de humedad: Método empleado gravimétrico de la estufa.
- Determinación de proteínas: Método empleado Micro Keldahl.
- Determinación de grasa: Método empleado de Soxlet.
- Determinación de carbohidratos: Método empleado por diferencia.
- Determinación de cenizas: Método empleado incineración directa.
- Determinación de fibra: Método empleado AOAC. 985.29.
- Determinación de energía: Método empleado formula de Atwater.
- Determinación de valor nutritivo: Método empleado formula de Atwater.

#### **2.4.6. Instrumentos de recolección de datos.**

- Espectrofotómetro modelo UNICO 2800 UV/VIS, se usa para medir la transmitancia o reflectancia de soluciones, sólidos transparentes u opacos, absorben la luz visible y, por lo tanto, pueden medirse mediante procedimientos colorimétricos.
- Autoclave modelo KERT LAB, se utilizan para esterilizar equipos y suministros sometidos a vapor saturado a presión a 121 ° C (249 ° F) durante 27 aproximadamente 15-20 minutos, dependiendo del tamaño de la carga y el contenido.
- Balanza analítica modelo BOECO BAS 31 CAP:220G. LEG 0.0001G, Instrumento utilizado para medir la masa de un cuerpo o sustancia.
- Esterilización Eléctrico con Circulación de Aire modelo KERTLAB ODHG – 9030<sup>a</sup>, proporcionan temperaturas uniformes en todo momento; se usa para esterilizar y secar los materiales a utilizar.
- Calentador con Agitación modelo DLAB, emplea un campo magnético giratorio para hacer que una barra de agitación (o pulga) sumergida en un líquido gire muy rápidamente, agitándola. Y manteniéndolo a una temperatura constante.

### **2.5. Procedimientos de recolección de datos**

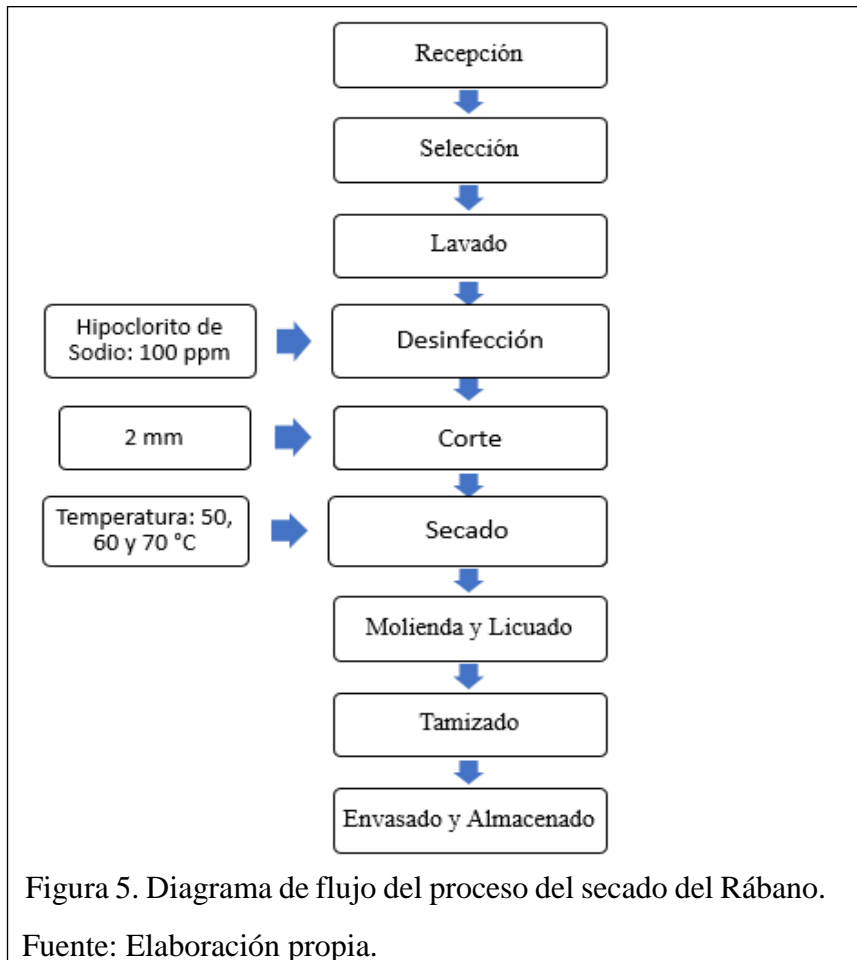
#### **2.5.1. Método de preparación**

##### **2.5.1.1. Proceso de Secado del Rábano**

Sucu & Turp, (2018), describen los pasos que se debe seguir para la obtención del polvo de rábano (*Raphanus Sativus*).

- Recepción: Una vez adquiridos los rábanos en el mercado mayorista Moshoqueque, estos son trasladados hasta el laboratorio de química.

- Selección: Se hace una selección en la cual se separa la materia prima que está en malas condiciones (picadas, magulladuras, etc).
- Lavado: En esta operación se lavó con agua potable la materia prima para eliminar residuos.
- Desinfección: en esta operación se desinfecta con una solución de hipoclorito de sodio en concentración de 100 ppm por 10 min, para eliminar microorganismos.
- Corte: En esta operación el rábano se cortó manualmente en rodajas de aproximadamente 2 mm de grosor y luego cortadas en tiras.
- Secado: Se llevo a estufa de flujo de aire caliente a tres temperaturas diferentes (50, 60 y 70°C). El proceso de secado continúa hasta obtener pesos constantes.
- Molienda y Licuado: Las muestras secas se muelen utilizando un molino manual y licuado para la reducción de tamaño para lograr obtener partículas suficientemente pequeñas como polvo.
- Tamizado: Esta operación consiste en hacer pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz, para lograr la uniformidad de las partículas, y las que se queden retenidas en el tamiz serán reprocesadas.
- Envasado y Almacenado: El polvo de Rábano fue envasado en bolsas de polietileno herméticamente bien cerradas y almacenadas a temperatura ambiente hasta su utilización.

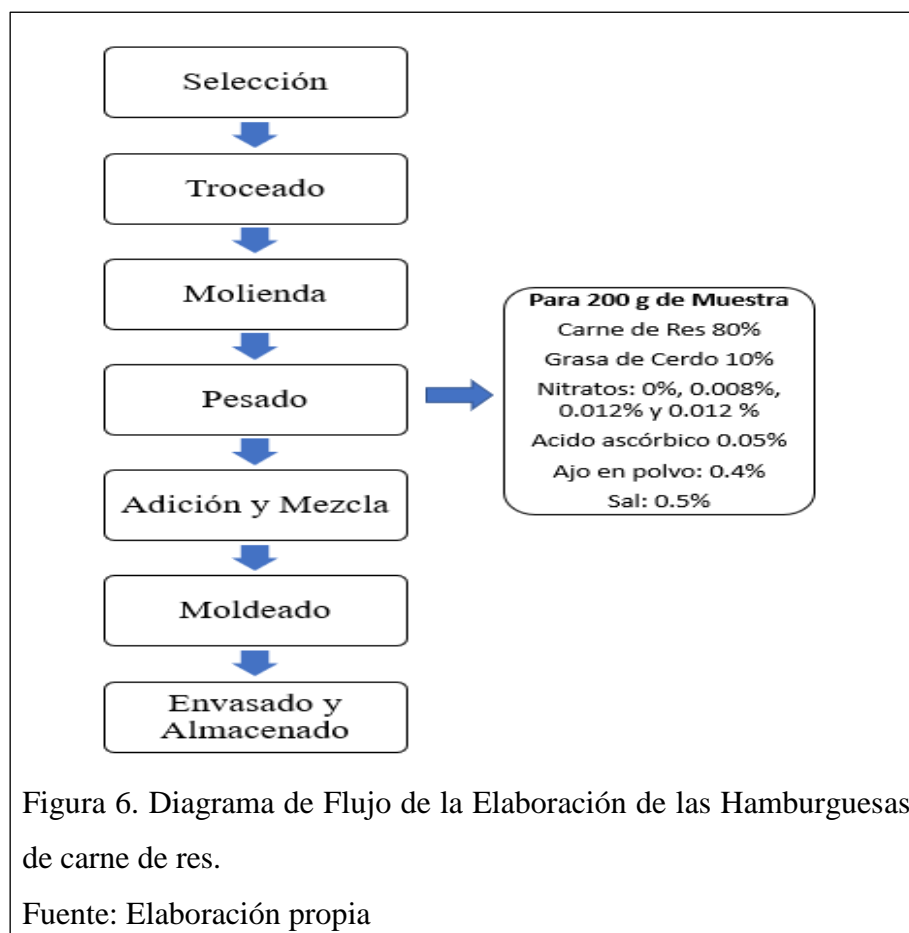


### 2.5.1.2. Proceso de Elaboración de las Hamburguesas de Carne de Res.

Según Food and Agriculture Organization, (2014) describen los pasos que se deben seguir para el proceso de carnes.

- Selección: Se uso carne de res magra y grasa de cerdo jóvenes, recién sacrificados y no completamente maduros que fueron compradas en el mercado mayorista de Moshoqueque.
- Troceado: Las piezas de carne seleccionadas se cortan en trozos pequeños de aproximadamente 3 x 3 centímetros para facilitar la operación de molienda y se lavan con agua limpia.
- Molienda: Las carnes y la grasa se muelen, cada una por separado. Para las carnes se usó un disco de 6 mm y para la grasa el disco de 3 mm.

- **Pesado:** Se peso los ingredientes y los Nitratos del polvo de rábano para la elaboración de las muestras tratadas al 0, 0.008 y 0.012 % con Nitrato de Rábano y una muestra al 0.012 % con Nitrato sintético (KNO<sub>3</sub>) por cada Kg de Hamburguesa de carne de res.
- **Adición y Mezcla:** En esta operación se adiciono los ingredientes y se realizó una mezcla homogénea.
- **Moldear:** Las 4 muestras fueron moldeadas en un molde de acero inoxidable.
- **Envasado y almacenado:** En esta operación las muestras se guardan en bolsas de polietileno herméticamente cerradas, se congelaron a 2°C ± 1 para que posteriormente estas sean analizadas en los tiempos indicados.



## 2.5.2. Métodos Analíticos

### 2.5.2.1. Colorimetría por nitración con ácido salicílico

La determinación de Nitratos totales en vegetales se determinó siguiendo la metodología de Analía et al., (2004) con algunas modificaciones. A continuación, se detalla el procedimiento seguido:

- Extracción del N-NO<sub>3</sub>: ebullición de 0.5 g de muestra en 50 ml de agua destilada durante 30 minutos.
- Filtración y transferencia cuantitativa a matraz de 50 ml.
- Pipeteo de alícuotas de 0.2 ml de extracto por duplicado en tubos de vidrio de 25 ml (tubo testigo y tubo problema).
- Adición al tubo problema de 0.8 ml de solución de ácido salicílico al 5 % (p/v) en ácido sulfúrico concentrado. Adición de 0.8 ml de ácido sulfúrico concentrado al tubo testigo.
- Adición lenta, transcurridos 20 minutos, de 19 ml solución 2N NaOH a cada tubo.
- Desarrollo de color durante 24 horas (color estable hasta 72 hs).
- Preparación de soluciones patrón de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> con 10, 20, 30, 40, 50, 75 y 100 mg/g a partir de una solución madre de 1000 mg NO<sub>3</sub>K /g.
- Pipeteo de alícuotas de 0.2 ml de las soluciones patrón. Adición a cada tubo de los mismos reactivos que para el tubo problema.
- Lectura de la absorbancia de las soluciones patrón en un espectrofotómetro de doble haz a longitud de onda = 410 nm. Con los valores obtenidos se ajusta una recta de regresión y se calcula el coeficiente angular (m) para establecer la concentración del N-NO<sub>3</sub> - en las muestras problema.

- Lectura de la absorbancia ( $Abs_{muestra}$ ) de cada muestra con su blanco.
- Cálculos:
  - $mg\ N-NO_3 /g = m * Abs\ muestra * 50\ ml / peso\ de\ muestra\ (g)$
  - $mg\ NO_3 - /g = mg\ N-NO_3 /g * 4.43$

### 2.5.2.2. Recuento en Placas

Según Salgado & Paola, (2009) detallan la metodología de recubrimiento de vertido en placa para Aerobios Mesófilos.

Inicialmente se pesaron 10 g de muestra de hamburguesa de carne de res en matraces estériles que luego fueron llenados con 90 ml de agua peptonada y agitado durante 90 segundos, siendo esta la dilución  $10^{-1}$ . Se realizó otra dilución en tubos de ensayo de 9 ml con agua peptonada, tomando 1 ml de la bolsa con la muestra y colocándolo en un tubo de 9 ml; obteniendo la dilución  $10^{-2}$ , y así sucesivamente hasta llegar a una dilución de  $10^{-5}$ .

A continuación de las diluciones se realizó la siembra en duplicado de cada muestra. La siembra se efectuó por medio de la técnica de vertido en plato (Pour Plate), que consiste en colocar 1ml de la dilución en agar PCA para la identificación de mesófilos aerobios. Luego de colocar la muestra en los platos petri se homogenizaron con movimientos circulares y se esperó hasta que gelifique el medio.

Después de preparar los platos se incubaron durante 24 horas a  $35^{\circ}C \pm 1^{\circ}C$  para los mesófilos aerobios y 48 horas a  $35^{\circ}C \pm 1^{\circ}C$ . Las cargas microbianas se expresaron como  $log^{10} ufc/g$

### 2.5.3. Métodos de Análisis Estadísticos

Se utilizo el programa Excel para la obtención de datos, para la concentración de Nitratos con un  $R^2$  cercano a 1, para la determinación de la vida útil de las Hamburguesas de Carne de Res tratadas a diferentes porcentajes de Nitrato.



## **2.6. Aspectos éticos**

Durante esta investigación se utilizará información verídica de diferentes fuentes revistas, libros, páginas web, trabajos virtuales, tesis, entre otras fuentes, respetando los derechos de autor, y se mostrará en las citas bibliográficas.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados en tablas y figuras

##### 3.1.1. Caracterización fisicoquímica del rábano (*Raphanus Sativus*)

En la tabla 10 se presenta la composición fisicoquímica del Rábano en base húmeda donde los componentes más característicos son la humedad, carbohidratos y proteínas y el más bajo es la grasa.

Tabla 10. Composición química del Rábano en 100 gramos de muestra

COMPONENTES	H. BASE HUMEDA
Humedad	91.51 ± 0.05
Carbohidratos	2.90 ± 0.06
Proteína	2.35 ± 0.17
Grasa	0.73 ± 0.06
Fibra	1.17 ± 0.07
Ceniza	1.34 ± 0.14
Valor calórico (Kcal)	27.92 Kcal
Valor nutritivo	1.92

Fuente: Laboratorio de análisis fisicoquímicos y microbiológicos “MICROSERVILAB”

##### 3.1.2. Rendimiento de concentración de Nitratos en el rábano utilizando el método por Colorimetría con ácido salicílico.

En la siguiente tabla muestra las absorbancias del polvo de rábano que fueron secadas a tres temperaturas diferentes: 50, 60 y 70° C, en diferentes bandejas tomándolas

como: M1, M2 y M3, en las muestras se utilizó el método espectrofotométrico (Colorimetría por nitración con ácido salicílico) a una longitud de onda de 410 nm.

Tabla 11. Resultado en ABS de concentración de nitratos en el Rábano secado a 50, 60 y 70 °C

Muestras	Temperatura °C	Absorbancia a 410 nm
M1	50	0.121 ± 0.0035
M2		0.118 ± 0.0025
M3		0.124 ± 0.0010
M1	60	0.074 ± 0.0015
M2		0.072 ± 0.0072
M3		0.076 ± 0.0053
M1	70	0.050 ± 0.0067
M2		0.045 ± 0.0068
M3		0.059 ± 0.0031

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo una curva de calibración a partir de una solución de madre de Nitrato de Potasio (KNO<sub>3</sub>) obteniendo como resultado la siguiente ecuación:  $y = 0.0267 x + 0.0096$   $R^2 = 0.9768$ , donde b = m (coeficiente másico)

Tabla 12. Resultado en ABS del Nitrato de Potasio (KNO<sub>3</sub>)

CONCENTRACION (1 000 mg K NO <sub>3</sub> /g)	ABSORBANCIA 410 nm
10 mg	0.042
20 mg	0.058
30 mg	0.091
40 mg	0.118
50 mg	0.140
75 mg	0.155
100 mg	0.210

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 7, se observa la curva de calibración lineal obtenida de la solución madre de nitrato de Potasio (1 000 mg K NO<sub>3</sub>/g), cuya ecuación lineal está dada por  $y = 0.0267x + 0.0096$ , en la cual podemos destacar m (coeficiente masico) igual a 0.0267, que nos servirá para poder hallar las concentraciones de nitratos en el rábano a partir de las absorbancias obtenidas en la tabla 11.

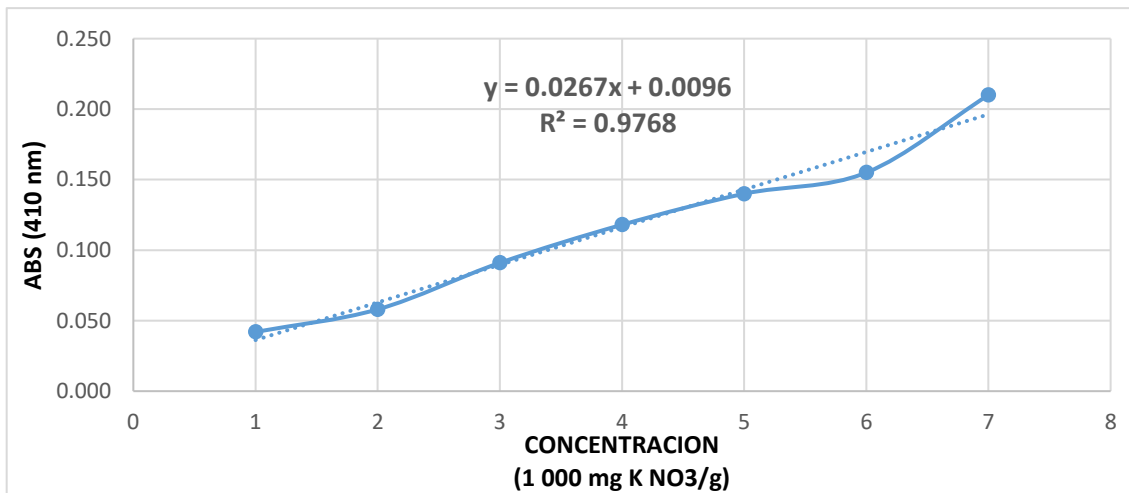


Figura 7. Gráfico Lineal de solución madre de Nitrato de Potasio.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Resultados en concentración de Nitratos de las Muestras de Rábano (mg NO<sub>3</sub>/g)

Muestras	Temperatura	Concentración de Nitratos
M	°C	(mg NO <sub>3</sub> /g)
M1	50	1.431
M2		1.395
M3		1.466
M1	60	0.875
M2		0.851
M3		0.898
M1	70	0.591
M2		0.532
M3		0.697

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.3. Aplicación de los Nitratos de Rábano en la Hamburguesa de Carne de Res y determinación del Tiempo de Vida ÚTIL.

En la tabla 14 se muestra el promedio del crecimiento microbiano en las muestras tratadas a 0.008 y 0.012% de Nitrato de Rábano y 0.012% Nitrato sintético en 200 gramos de Hamburguesa de Carne de Res; y una muestra control.

Tabla 14. Crecimiento microbiano (Aerobios mesófilos) promedio en UFC de cada dilución en un periodo de 14 días.

Tiempo (días)	Muestra con											
	Muestra Control 0%			Muestra con 0.008% de Nitrato de Rábano			Muestra con 0.012% Nitrato de Rábano			0.012% de Nitrato Sintético (K NO <sub>3</sub> )		
	Factores de dilución			Factores de dilución			Factores de dilución			Factores de dilución		
	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>
2	23±1.5	32±4.3	53±2.6	6±2	14±3.6	25±1	6±2	10±	13±3.6	4±1	9±2	12±
6	38±2.0	45±2	72±4	19±	29±4	41±1	12±4.6	17±	22±4.1	7±2	13±	17±
10	52±4	60±4	84±4	34±	43±4	59±1	14±6	21±	26±4	11±	16±	20±
14	64±4	76±1	104±1	41±	59±8	76±1	19±4	24±	29±4	15±	19±	25±

Fuente: Elaboración propia

Para determinar las unidades formadoras de colonias (UFC) por mililitro de muestra se utilizará la siguiente formula:

$$\text{UFC / ml de muestra} = \frac{\text{Nro. De colonias por placa} * \text{Factor de dilución}}{\text{ml de muestra sembrada}}$$

Factor de Dilución = Inversa de la Dilución

#### Factores de Dilución Seriado

- Fd 1 = 10<sup>-5</sup>
- Fd 2 = 10<sup>-4</sup>
- Fd 3 = 10<sup>-3</sup>

A continuación, en la Figura 8. se muestra el gráfico del crecimiento microbiano en la muestra control de la hamburguesa de carne, a estas Hamburguesas no se le agregó Nitratos de Rábano ni sintéticos, son almacenados a la temperatura de  $-2\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ , esta temperatura de almacenamiento fue aplicada a todas las muestras.

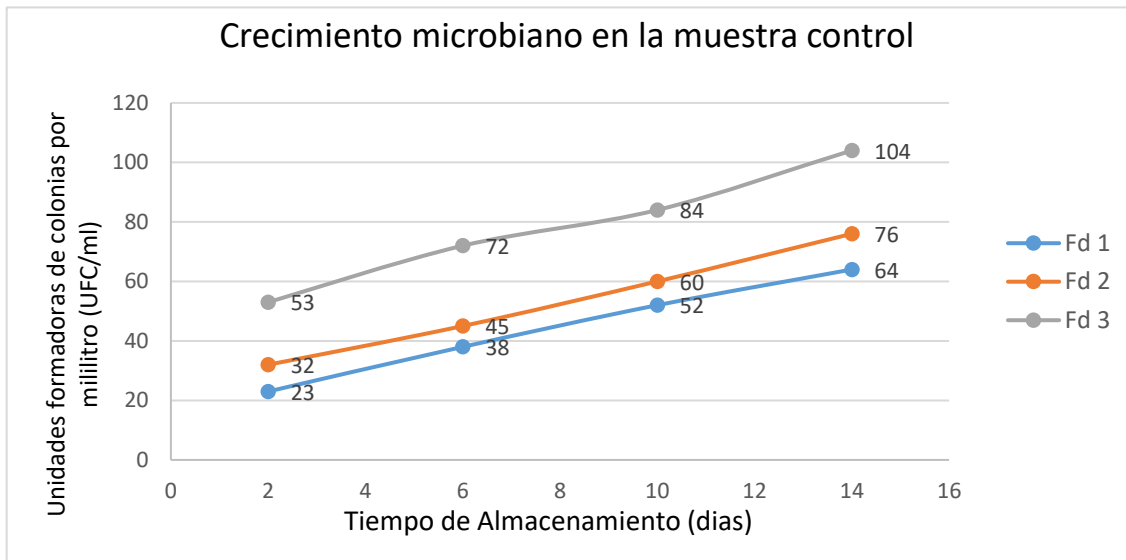


Figura 8. Gráfico del crecimiento microbiano de la muestra control para los tres factores de dilución (Fd) de la dilución seriada.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 8. Podemos ver el comportamiento de los datos para cada factor de dilución, las tomas de muestra se realizaron cada 4 días, iniciando desde el día 2, hasta el día 14; para la dilución de  $10^{-5}$ , va desde  $23 \pm 1.53$  UFC/mL en el segundo día hasta  $64 \pm 4$  UFC/mL en el último día (día 14), para la dilución  $10^{-4}$  va desde  $32 \pm 4.36$  UFC/mL en el segundo día hasta  $76 \pm 11$  UFC/mL en el último día, para la dilución  $10^{-3}$ , va desde  $53 \pm 2.65$  UFC/mL en el segundo día hasta  $104 \pm 4$  UFC/mL en el último día.

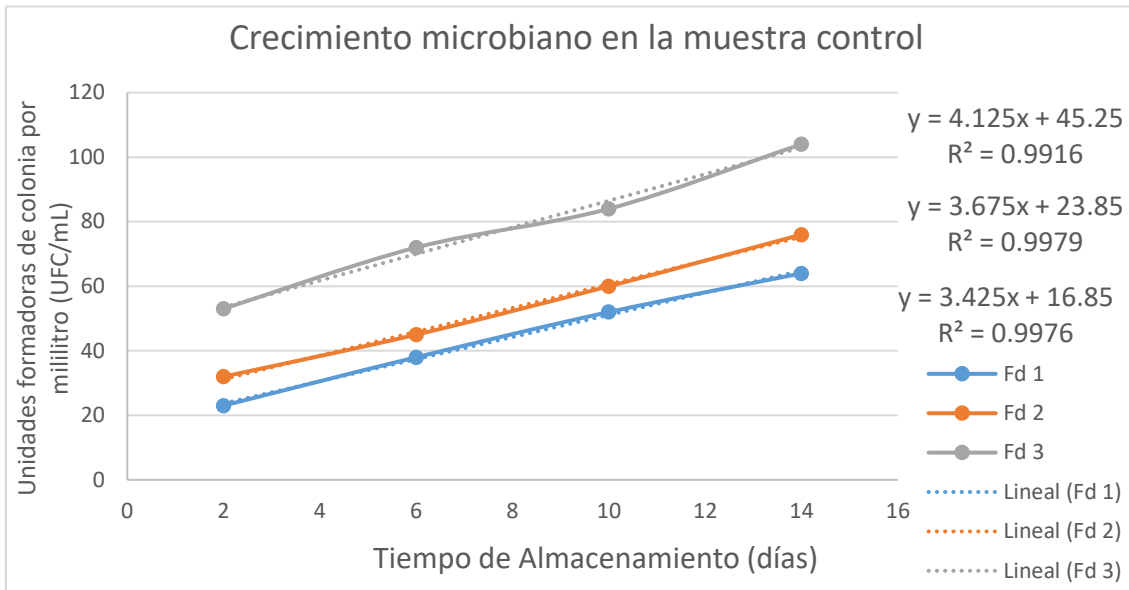


Figura 9. Gráficos de las líneas de tendencia del crecimiento microbiano de la muestra control.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 9 podemos observar las ecuaciones de las tendencias lineales; para Fd 1 su ecuación lineal tiene un  $R^2$  de 0.9976, para Fd 2 tiene un  $R^2$  de 0.9979 y para Fd 3 tiene un  $R^2$  de 0.9916, lo que nos indica que existe una buena correlación entre los datos obtenidos en cada una de las pruebas.

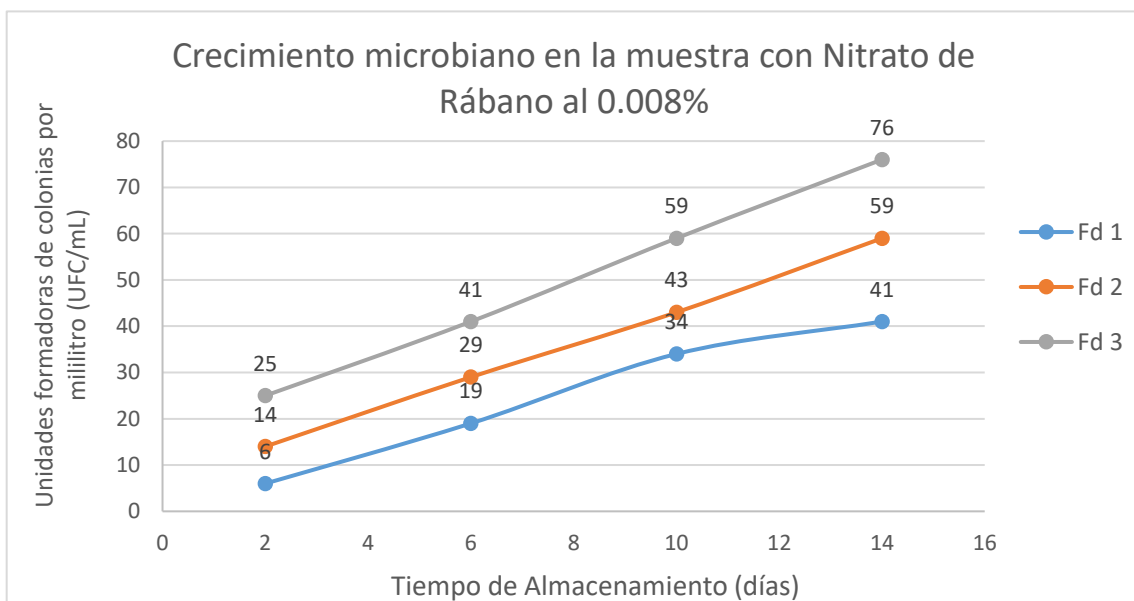


Figura 10. Grafico del crecimiento microbiano de la muestra con Nitrato de Rábano al 0.008% para los tres factores de dilución (Fd).

Fuente: Elaboracion propia.

En la figura 10 muestra el gráfico del crecimiento microbiano en las muestra con los Nitratos de Rábano al 0.008%, cuyos datos para la dilución de  $10^{-5}$  va desde  $6 \pm 2$  UFC/mL en el segundo día hasta  $41 \pm 6$  UFC/mL en el último día (día 14), para la dilución  $10^{-4}$  va desde  $14 \pm 3.61$  UFC/mL en el segundio día hasta  $59 \pm 8$  UFC/mL en el último día, para la dilución  $10^{-3}$ , va desde  $25 \pm 2$  UFC/mL en el segundo día hasta  $76 \pm 11$  UFC/mL en el último día. Así también podemos observar en el gráfico, que las líneas tienen una pendiente menor a la de la muestra control, el cual es un indicativo que el crecimiento microbiano se ve reducido por el efecto conservador de los Nitratos de Rábano.

En la figura 11, podemos ver las ecuaciones de las tendencias lineales; para Fd 1 su ecuación lineal tiene un  $R^2$  de 0.9809, para Fd 2 tiene un  $R^2$  de 0.9994 y para Fd 3 tiene un  $R^2$  de 0.9995, los que nos indica que existe una buena correlación entre los datos obtenidos en cada una de las pruebas.

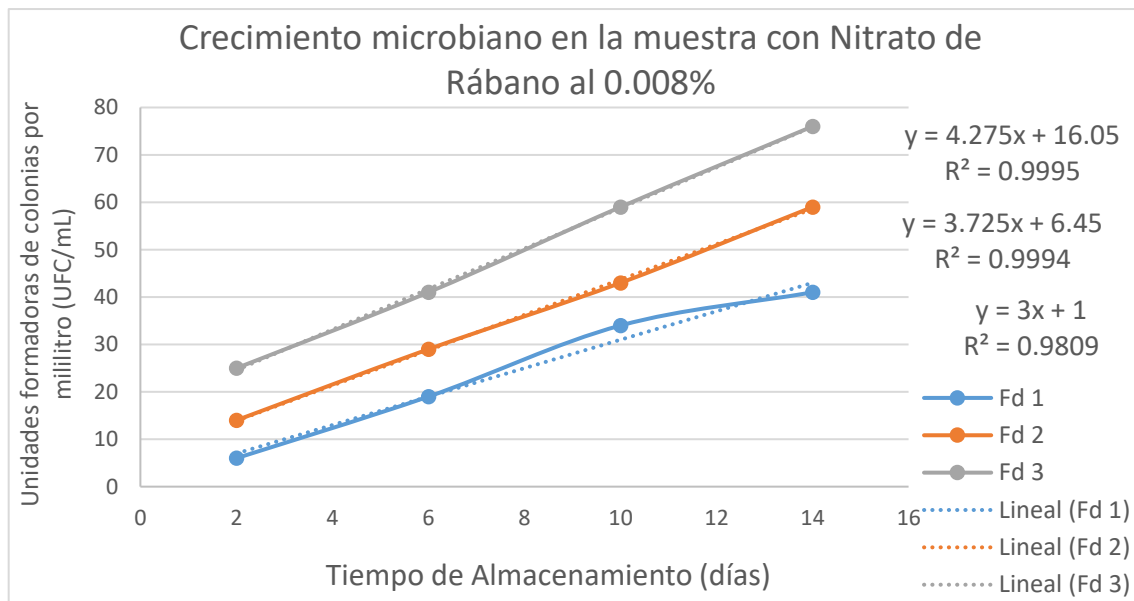


Figura 11. Grafico del crecimiento microbiano de la muestra con Nitrato de Rábano al 0.008%.

Fuente: Elaboracion propia.

En la Figura 11, también podemos observar las ecuaciones lineales con sus respectivas pendientes, que nos indica el sentido de la proyección de la tendencia.



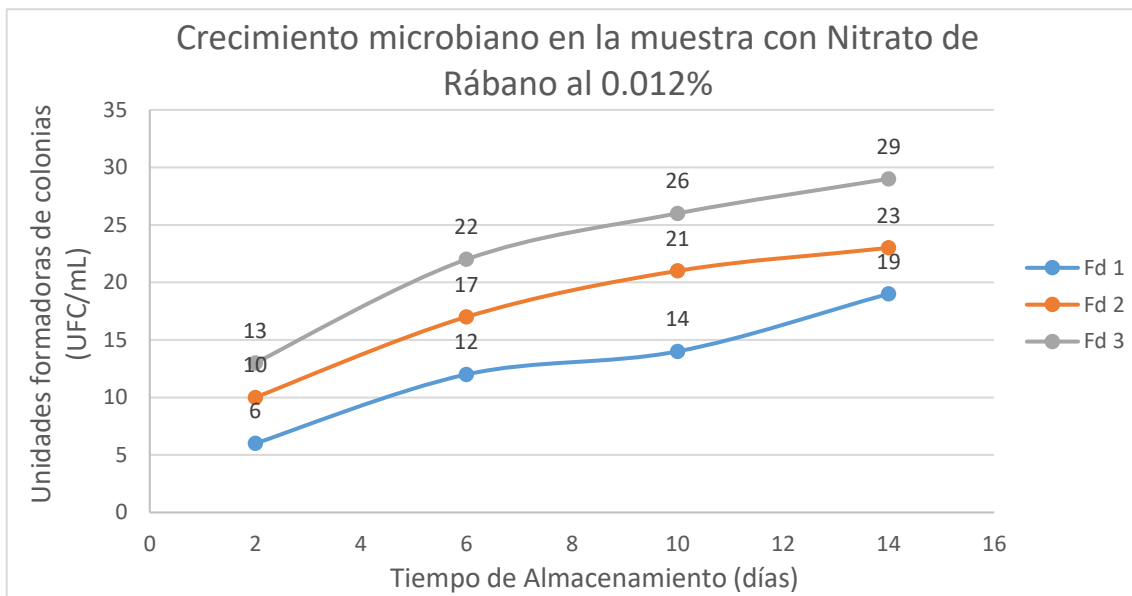


Figura 12. Gráfico del crecimiento microbiano de la muestra con Nitrato de Rábano al 0.012% para los tres factores de dilución (Fd).

Fuente: Elaboracion propia.

En la Figura 12 muestra el gráfico del crecimiento microbiano de muestra con Nitrato de Rábano añadido al 0.012%, cuyos datos para la dilución de  $10^{-5}$ , va desde  $6 \pm 2$  UFC/mL en el segundo día hasta  $19 \pm 4$  UFC/mL en el último día (día 14), para la dilución  $10^{-4}$  va desde  $10 \pm 2$  UFC/mL en el segundo día hasta  $24 \pm 8$  UFC/mL en el último día, para la dilución  $10^{-3}$ , va desde  $13 \pm 3.61$  UFC/mL en el segundo día hasta  $29 \pm 4$  UFC/mL en el último día. Así también podemos observar en el gráfico, que las líneas tienen una pendiente menor, el cual es un indicativo que el crecimiento microbiano se ve reducido por el efecto conservador de los Nitratos de Rábanos.

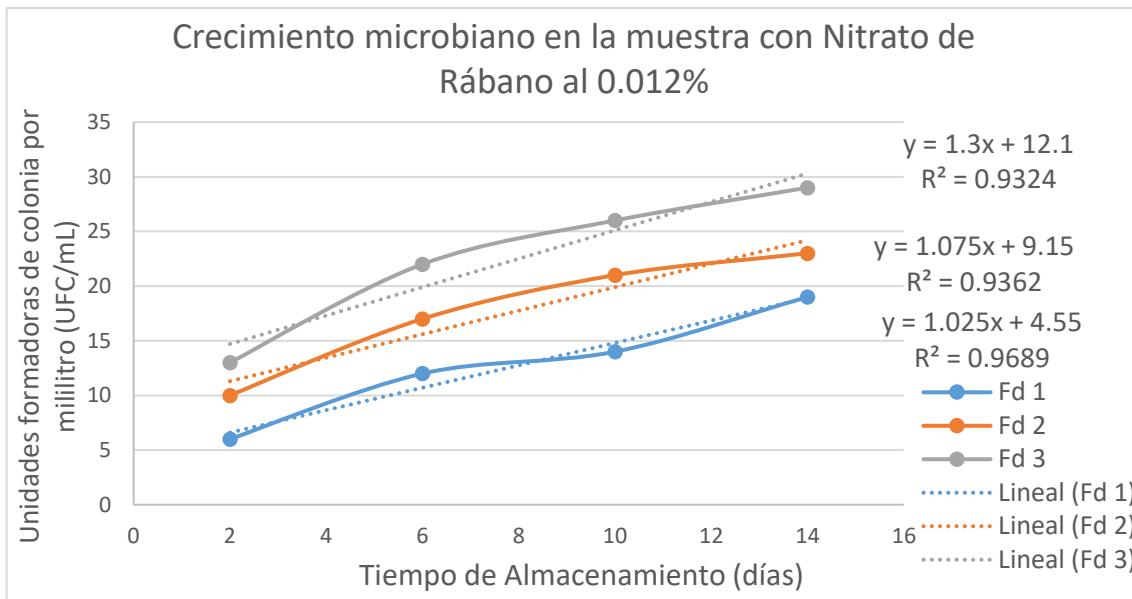


Figura 13. Grafico del crecimiento microbiano de la muestra con Nitrato de Rábano al 0.012%.

Fuente: Elaboracion propia.

En la Figura 13, podemos ver las ecuaciones de las tendencias lineales; para Fd 1 su ecuación de lineal tiene un  $R^2$  de 0.96898, para Fd 2 tiene un  $R^2$  de 0.9362 y para Fd 3 tiene un  $R^2$  de 0.9324, lo que nos indica que existe una buena correlación entre los datos obtenidos en cada una de las pruebas.

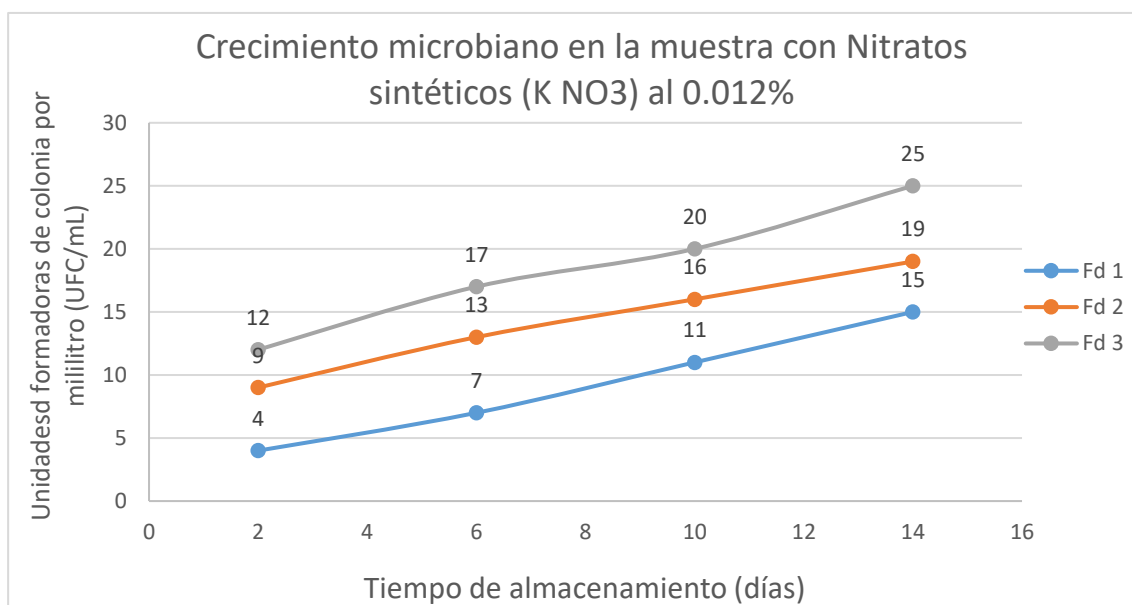


Figura 14. Grafico del crecimiento microbiano de la muestra con Nitratos Sintéticos (KNO3) al 0.012% para los tres factores de dilución (Fd).

Fuente: Elaboracion propia.

En la Figura 14 muestra el gráfico del crecimiento microbiano en la muestra con Nitratos Sintéticos ( $KNO_3$ ) añadidos al 0.012%, cuyos datos para la dilución de  $10^{-5}$ , va desde  $4 \pm 1$  UFC/mL en el segundo día hasta  $15 \pm 6$  UFC/mL en el último día (día 14), para la dilución  $10^{-4}$  va desde  $9 \pm 2$  UFC/mL en el segundo día hasta  $19 \pm 5$  UFC/mL en el último día, para la dilución  $10^{-3}$ , va desde  $12 \pm 3$  UFC/mL en el segundo día hasta  $25 \pm 6$  UFC/mL en el último día. Así también podemos observar en el gráfico, que las líneas tienen una pendiente menor igual al de las muestras tratadas con los Nitratos de Rábano, el cual es un indicativo que los Nitratos del Rábano tienen el mismo efecto antimicrobiano que el de los Nitratos Sintéticos usados en la industria cárnica.

En la Figura 15, podemos ver las ecuaciones de las tendencias lineales; para Fd 1 su ecuación de lineal tiene un  $R^2$  de 0.9956, para Fd 2 tiene un  $R^2$  de 0.9945 y para Fd 3 tiene un  $R^2$  de 0.991, lo que nos indica que existe una buena correlación entre los datos obtenidos en cada una de las pruebas.

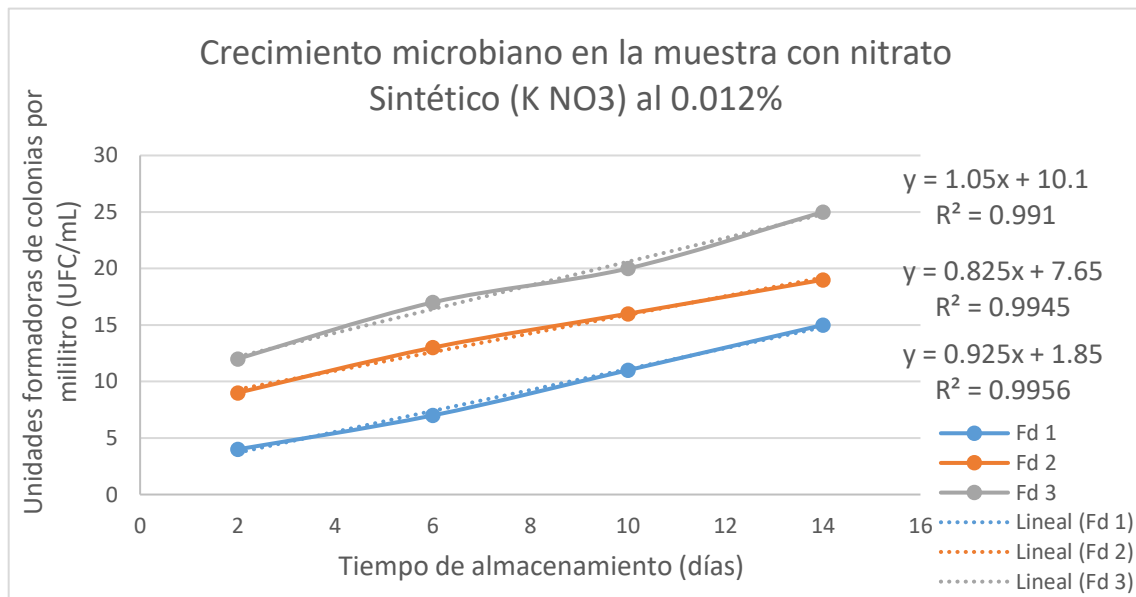


Figura 15. Gráfico de las líneas de tendencia del crecimiento microbiano de la muestra con 0.012% de Nitratos Sintéticos ( $KNO_3$ ).

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.4. Determinación del Tiempo de Vida Útil para la muestra control.

En la determinación de la vida útil de las Hamburguesas de Carne de Res se utilizó el método de pruebas aceleradas, para ello se utilizó la ecuación de Arrhenius, el cual se utiliza para poder pronosticar la vida útil, en ciertas condiciones que no se puede obtener en breves periodos de tiempos. Es por ello que esta prueba de Arrhenius nos ayuda a extrapolar estos datos para que se pueda determinar exactamente el tiempo de vida útil de la Hamburguesa de Carne a diferentes condiciones de almacenamiento. Para ello establecemos el límite permisible establecido por norma de inocuidad alimentaria; para la presente investigación se usó los indicadores establecidos en la Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA, emitido por el Ministerio de Salud en conjunto con la Dirección de Higiene Alimentaria y Zoonosis de la DIGESA, donde nos indica en sus planes de muestreo para análisis microbiológico en carnes procesadas refrigeradas y congeladas, en Aerobios Mesófilos un límite de  $m = 10^6$  UFC/g equivalente a decir 1, 000,000 UFC/g.

Este valor "m" es Límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general un valor igual o menor a "m" representa un producto aceptable y los valores superiores a "m" indican lotes aceptables o inaceptables (NTS N° 071 – MINSA/DIGESA – V.01).

Tabla 15. Crecimiento microbiano (Aerobios Mesófilos) promedio en 103 UFC/g de cada dilución en un periodo de 14 días, para la muestra control.

<b>Tiempo</b> (días)	<b>Factores de dilución</b>		
	<b>10<sup>-5</sup></b>	<b>10<sup>-4</sup></b>	<b>10<sup>-3</sup></b>
<b>2</b>	23	32	53
<b>6</b>	38	45	72
<b>10</b>	52	60	84
<b>14</b>	64	76	104
<b>Coefficientes de las ecuaciones del gráfico</b>			
Ai =	20.99	28.441	49.168
B = K =	0.0846	0.0721	0.0544
R <sup>2</sup> =	0.9614	0.9932	0.9858

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 15. Se observa el crecimiento microbiano en Aerobios Mesófilos promedio en  $10^3$  UFC/g de cada dilución en un periodo de 14 días, para la muestra de control, así también podemos observar sus coeficientes de la ecuación del grafico para la aplicación en la ecuación de Arrhenius. Ai es el promedio de los valores de la tabla anterior.

$$A_i = 32.8663$$

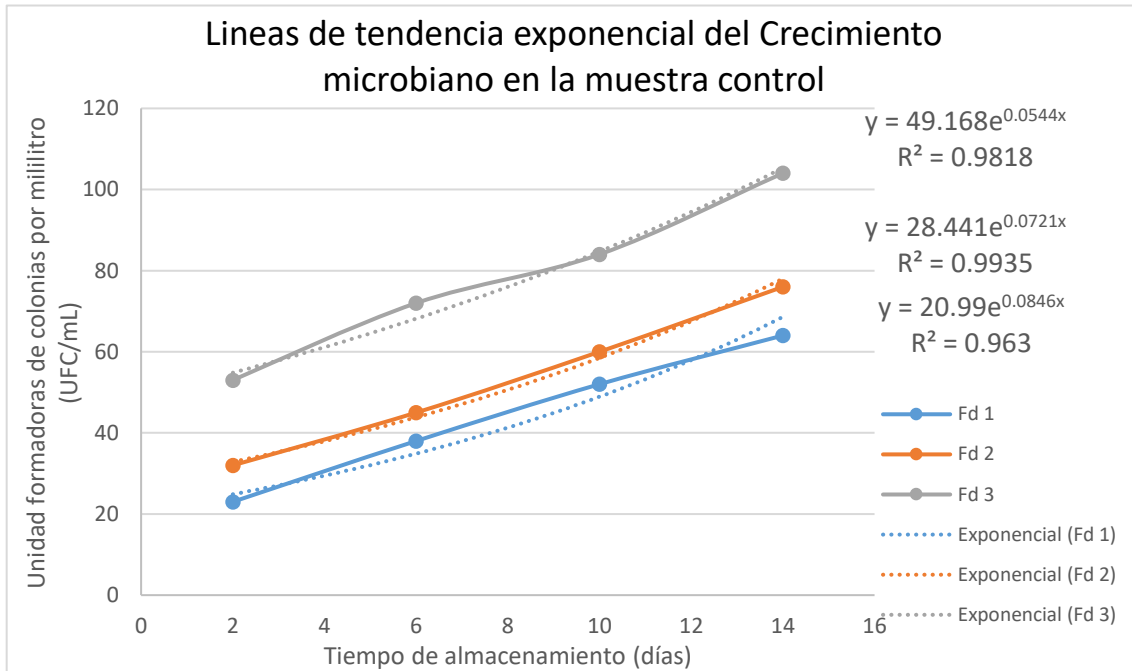


Figura 16. Gráfico de las líneas de tendencia exponencial del crecimiento microbiano en la muestra control.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 16 se puede observar las ecuaciones exponenciales para cada factor de dilución, cuyos coeficientes son usados en los cálculos para la ecuación de Arrhenius, así también su valor  $R^2$ .

Tabla 16. Valores de inversa del Factor de dilución vs Log K, para la muestra control.

Fd	Bi=K	1/Fd	Log K
0.00001	0.0846	100000	-1.07262964
0.0001	0.0721	10000	-1.14206474
0.001	0.0544	1000	-1.26440110

Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos en la tabla 16, nos permiten graficar la ecuación de orden 0 para la muestra control.

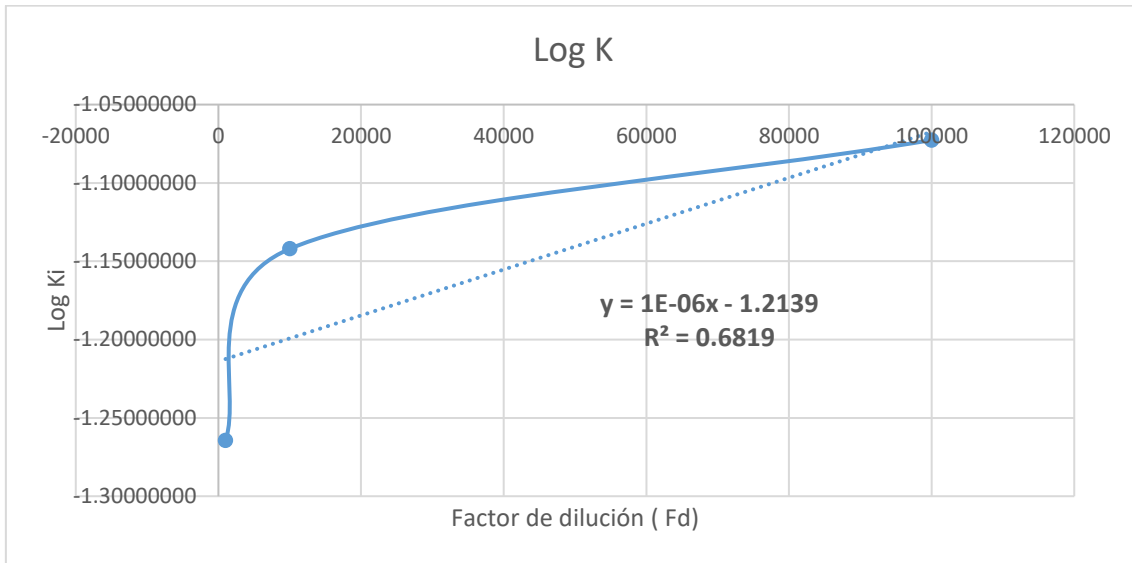


Figura 17. Gráfico con ecuación de orden 0 para la muestra control.

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 17, observamos la ecuación de Orden cero, utilizando la línea de tendencia lineal  $Y = 1E - 06x - 1.2139$ , cuyos coeficientes son usados en la ecuación de Arrhenius, con su  $R^2 = 0.6819$ .

Ecuación de Arrhenius:

$$\text{Log}(k_i) = \text{Log}(k_0) - \frac{E_a}{2.3 R} \cdot \frac{1}{T_a}$$

$$\text{Log}(k_i) = -1.2139 + 0.000001 (Fd)$$

Despejando  $K_i$  para un  $Fd$  específico

$$C_i = A_i \cdot e^{-k_i(t)}$$

Donde:

$e$  = es la constante 2.71828

$t$  = es el tiempo en días

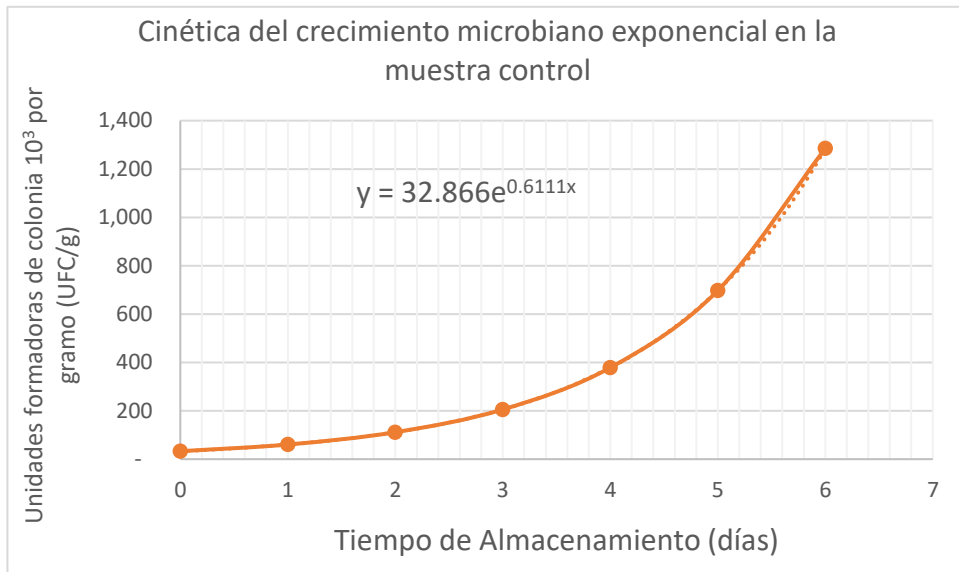


Figura 18. Gráfico de cinética del crecimiento microbiano exponencial en la muestra control.

Con la figura 18 y su ecuación, podemos determinar que para el día 6 se llega a 1,000,000 UFC/g que es el límite permisible.

### 3.1.5. Determinación del Tiempo de vida útil, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.

En la tabla 17, observamos los datos de incremento de aerobios Mesófilos promedios en  $10^3$  UFC/g de cada dilución en un periodo de 14 días, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.

Tabla 17. Crecimiento microbiano promedio en  $10^3$  UFC/g de cada dilución en un periodo de 14 días, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.

Tiempo (días)	Factores de dilución		
	$10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$
2	6	14	25
6	19	29	41
10	34	43	59
14	41	59	76
<b>Coefficientes de las Ecuaciones del gráfico</b>			
Ai =	5.6101	12.421	22.093
B = K =	0.1587	0.1177	0.0925
R <sup>2</sup> =	0.8536	0.9655	0.9773

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 17. Se observa el crecimiento microbiano en Aerobios Mesófilos promedio en  $10^3$  UFC/g de cada dilución en un periodo de 14 días, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%, así también podemos observar sus coeficientes de la ecuación del grafico para la aplicación en la ecuación de Arrhenius. Ai es el promedio de los valores de la tabla anterior.

$$Ai = 13.3747$$



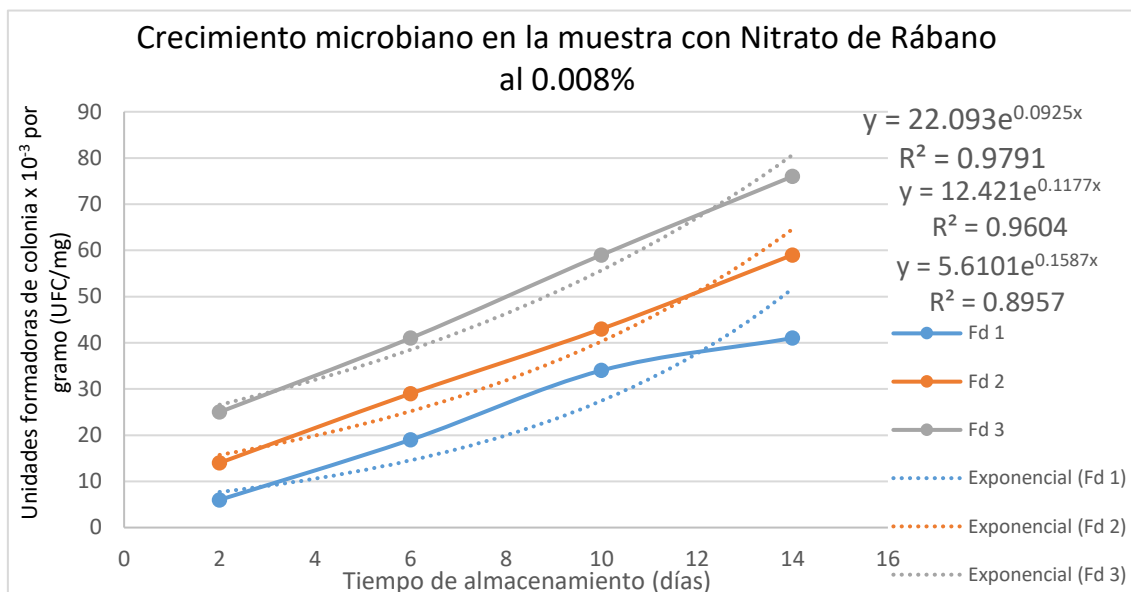


Figura 19. Gráfico de las líneas de tendencia exponencial del crecimiento microbiano en la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Valores de inversa del Factor de dilución vs Log K, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.

Fd	Bi=K	1/Fd	Log K
0.00001	0.1587	100000	-0.79942307
0.0001	0.1177	10000	-0.92922354
0.001	0.0925	1000	-1.03385827

Los valores obtenidos en la tabla 18, nos permite graficar la ecuación de orden 0 para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.

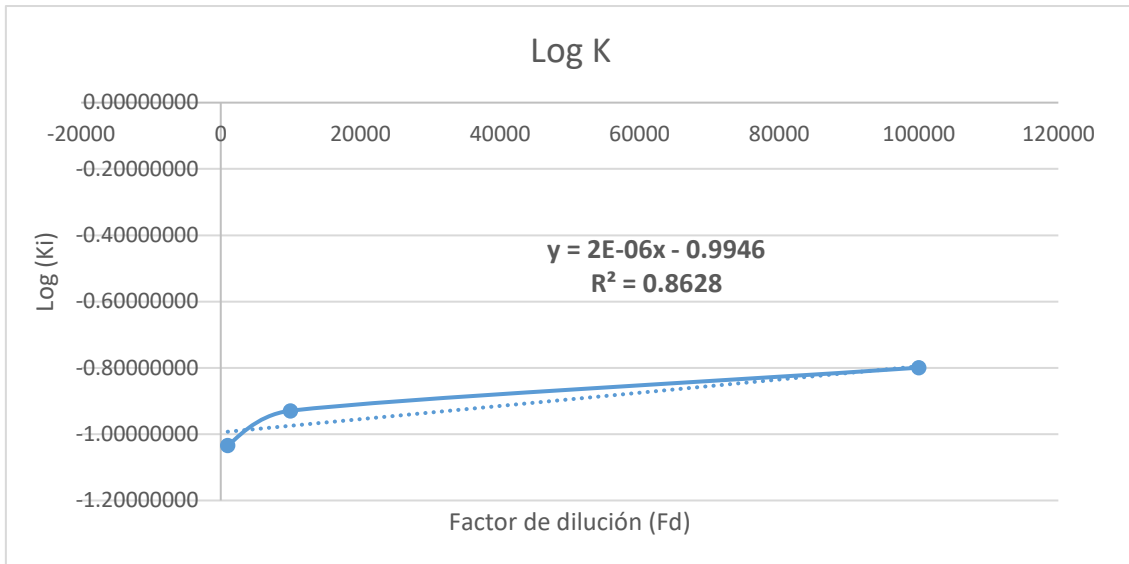


Figura 20. Gráfico con ecuación de orden 0 para la muestra con Nitratos de rábano al 0.008%.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 20, observamos la ecuación de Orden cero, utilizando la línea de tendencia lineal  $Y = 2E-06x - 0.9946$ , cuyos coeficientes son usados en la ecuación de Arrhenius, con su  $R^2 = 0.8628$

Ecuación de Arrhenius:

$$\text{Log}(k_i) = \text{Log}(k_0) - \frac{E_a}{2.3 R} \cdot \frac{1}{T_a}$$

$$\text{Log}(k_i) = -0.9946 + 0.000002 (Fd)$$

Despejando  $K_i$  para un  $F_d$  específico

$$C_i = A_i \cdot e^{-k_i(t)}$$

Donde:

$e$  = es la constante 2.71828

$t$  = es el tiempo en días

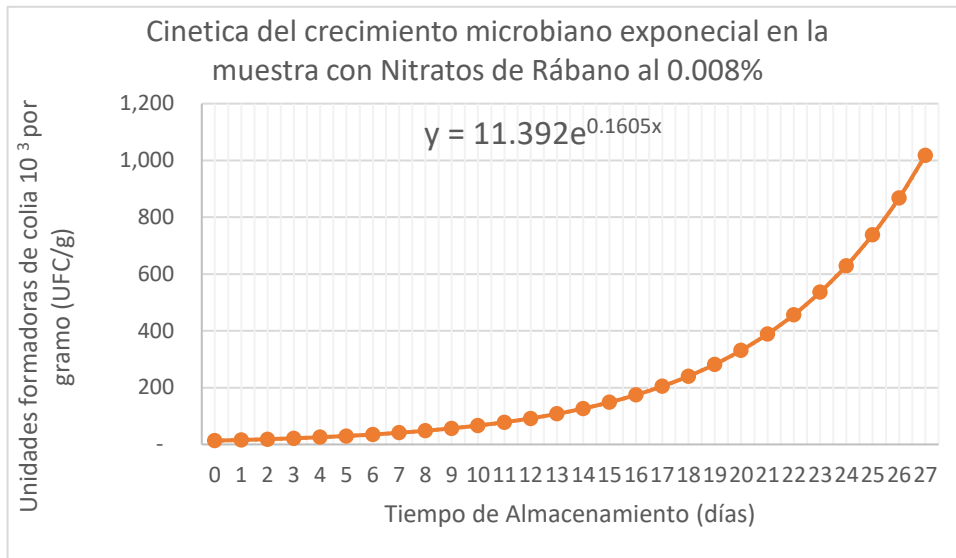


Figura 21. Gráfico de Cinética del crecimiento microbiano exponencial en la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.

Fuente: Elaboración propia

Con la figura 21 y su ecuación, podemos determinar que para el día 27 se llega a 1,000,000 UFC/g que es el límite permisible.

### 3.1.6. Determinación del Tiempo de Vida Útil, para la muestra con Nitratos de Rábano con 0.012%

En la tabla 19, observamos los datos de incremento de Aerobios Mesófilos promedios en  $10^3$  UFC/g de cada dilución en un periodo de 14 días, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%.

Tabla 19. Crecimiento microbiano (Aerobios Mesófilos) promedio en  $10^3$  UFC/g de cada dilución en un periodo de 14 días, para la muestra con Nitratos de rábano al 0.012%.

Tiempo (días)	Factores de dilución		
	$10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$
2	6	10	13
6	12	17	22
10	14	21	26
14	19	23	29
<b>Coefficientes de las Ecuaciones del grafico</b>			
Ai =	5.7122	9.8444	12.878
B = K =	0.0903	0.0678	0.0644
R <sup>2</sup> =	0.9327	0.8665	0.8679

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 19. Se observa el crecimiento microbiano en Aerobios Mesófilos promedio en  $10^3$  UFC/g de cada dilución en un periodo de 14 días, para la muestra de control, así también podemos observar sus coeficientes de la ecuación del grafico para la aplicación en la ecuación de Arrhenius. Ai es el promedio de los valores de la tabla anterior.

$$Ai = 9.4782$$

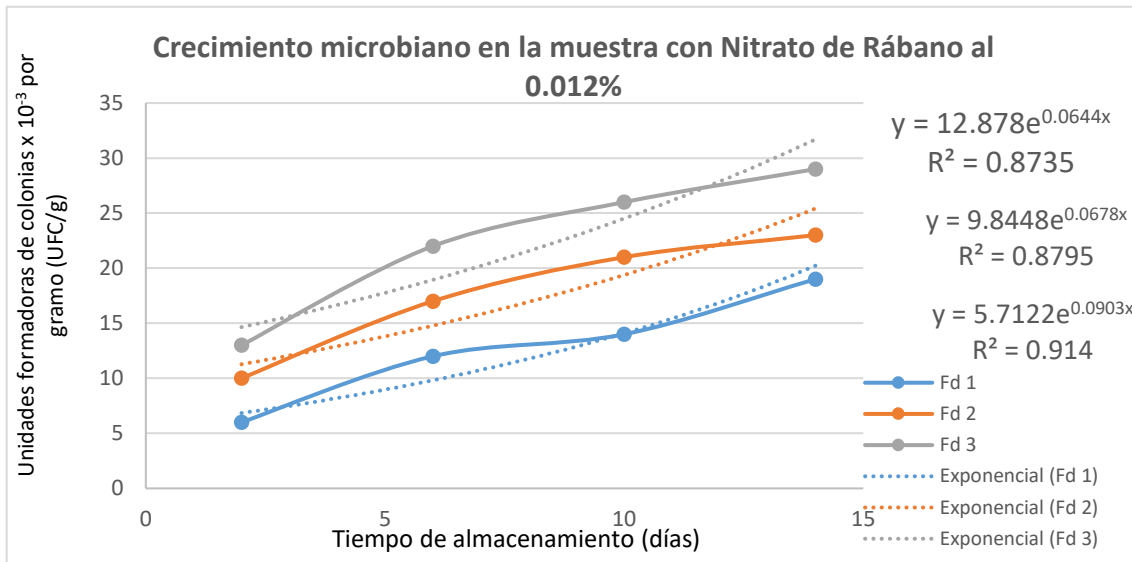


Figura 22. Gráfico de las líneas de tendencia exponencial del crecimiento microbiano en la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 22 se puede observar las ecuaciones lineales para cada factor de dilución, cuyos coeficientes son usados en los cálculos para la ecuación de Arrhenius, así también su valor R<sup>2</sup>.

Tabla 20. Valores de inversa del Factor de dilución vs Log K, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%.

Fd	Bi=K	1/Fd	Log K
0.00001	0.0903	100000	-1.04431225
0.0001	0.0678	10000	-1.16877031
0.001	0.0644	1000	-1.19111413

Los valores obtenidos en la tabla 20, nos permiten graficar la ecuación de orden 0 para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%.

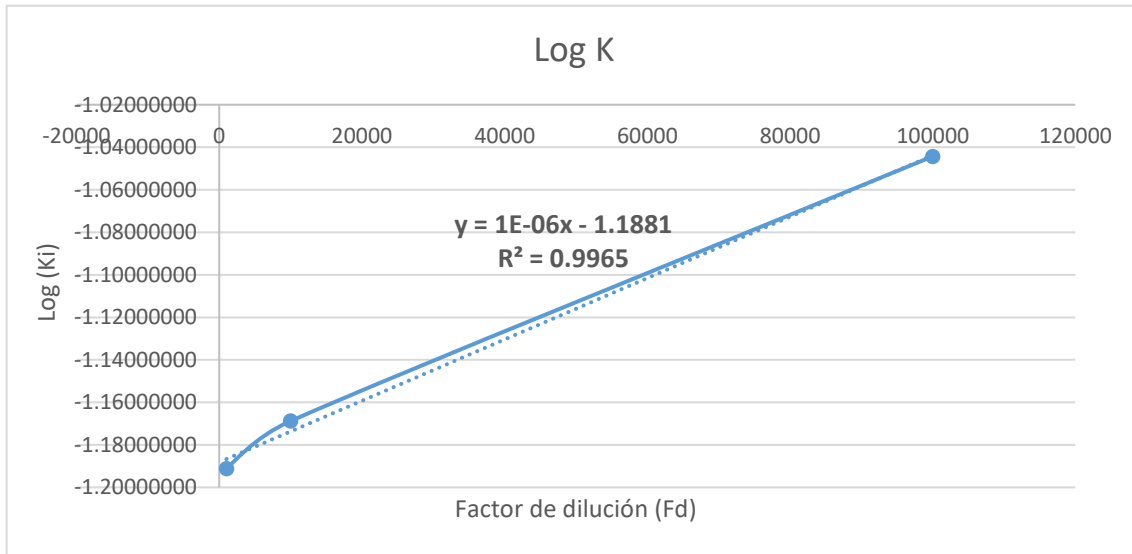


Figura 23. Gráfico con ecuación de orden 0 para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 23, observamos la ecuación de Orden cero, utilizando la línea de tendencia lineal  $Y = 1E - 06x - 1.1881$ , cuyos coeficientes son usados en la ecuación de Arrhenius, con su  $R^2 = 0.9965$ .

Ecuación de Arrhenius:

$$\text{Log}(ki) = \text{Log}(k_0) - \frac{E_a}{2.3 R} \cdot \frac{1}{T_a}$$

$$\text{Log}(ki) = -1.1881 - 0.000001 (Fd)$$

Despejando Ki para un Fd específico

$$C_i = A_i \cdot e^{-k_i(t)}$$

Donde:

e = es la constante 2.71828

t = es el tiempo en días

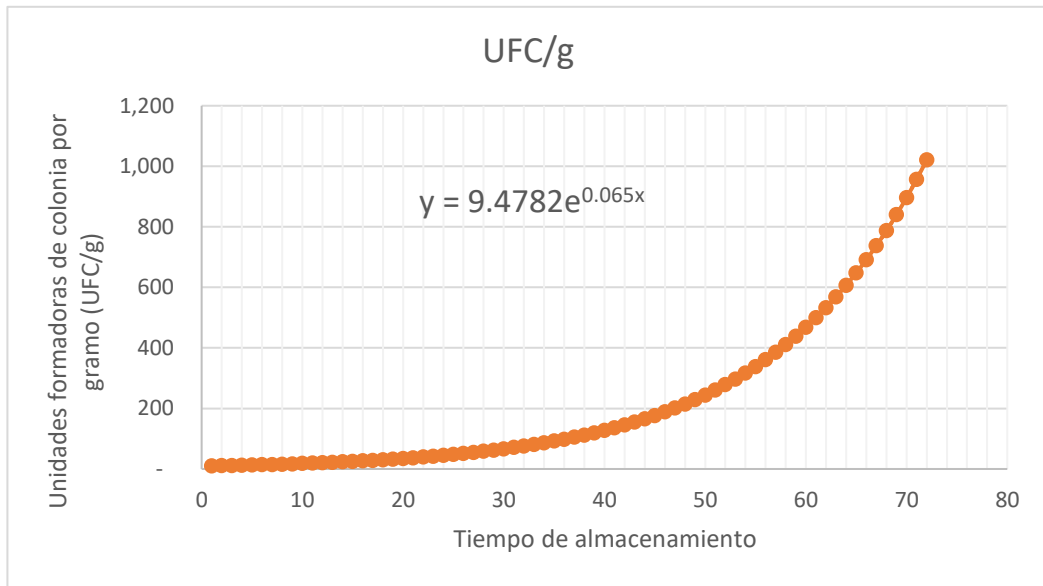


Figura 24. Gráfico de Cinética del crecimiento microbiano exponencial en la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%.

En la Figura 24 y su ecuación, podemos determinar que para el día 72 se llega a 1,000,000 UCF/g que es el límite permisible.

### 3.1.7. Determinación del Tiempo de Vida Útil, para la muestra con Nitratos Sintéticos (K NO<sub>3</sub>) al 0.012%.

En la tabla 21, observamos los datos de incremento de Aerobios Mesófilos promedios en 10<sup>3</sup> UFC/g de cada dilución en un periodo de 14 días, para la muestra con Nitratos de Sintéticos (K NO<sub>3</sub>) al 0.012%.

Tabla 21. Crecimiento microbiano (Aerobios Mesófilos) promedio en 10<sup>3</sup> UFC/g de cada dilución en un periodo de 14 días, para la muestra con Nitratos de Sintéticos (K NO<sub>3</sub>) al 0.012%.

Tiempo (días)	Factores de dilución		
	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>
2	4	9	12
6	7	13	17
10	11	16	20
14	15	19	25
<b>Coefficientes de las Ecuaciones del grafico</b>			
Ai =	3.4079	8.4144	11.137
B = K =	0.1104	0.0612	0.0591
R =	0.9812	0.9688	0.9812

En la Tabla 21. Se observa el crecimiento microbiano en Aerobios Mesófilos promedio en 10<sup>3</sup> UFC/g de cada dilución en un periodo de 14 días, para la muestra con Nitratos de Sintéticos (K NO<sub>3</sub>) al 0.012%., así también podemos observar sus coeficientes de la ecuación del grafico para la aplicación en la ecuación de Arrhenius. Ai es el promedio de los valores de la tabla anterior.

$$A_i = 7.6531$$



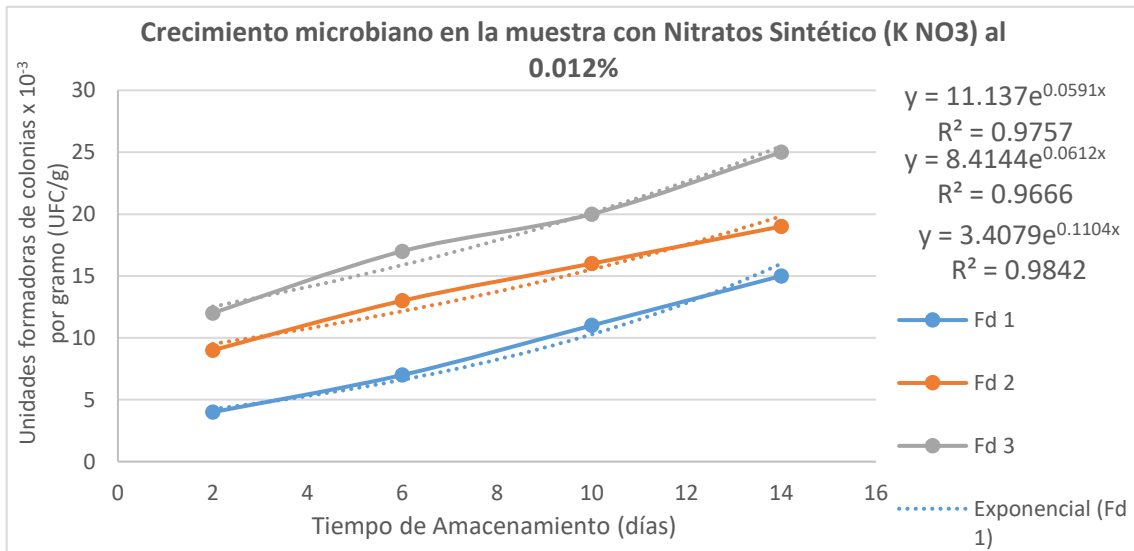


Figura 25. Gráfico de las líneas de tendencia exponencial del crecimiento microbiano en la muestra con Nitratos Sintéticos al 0.012%.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 25 se puede observar las ecuaciones lineales para cada factor de dilución, cuyos coeficientes son usados en los cálculos para la ecuación de Arrhenius, así también su valor  $R^2$ .

Tabla 22. Valores de inversa del Factor de dilución vs Log K, para la muestra con Nitratos Sintéticos (K NO<sub>3</sub>) al 0.012%.

Fd	Bi=K	1/Fd	Log K
0.00001	0.1104	100000	-0.95703093
0.0001	0.0612	10000	-1.21324858
0.001	0.0591	1000	-1.22841252

Los valores obtenidos en la tabla 22, nos permiten graficar la ecuación de Orden 0 para muestra con Nitratos Sintéticos (KNO<sub>3</sub>) al 0.012%.

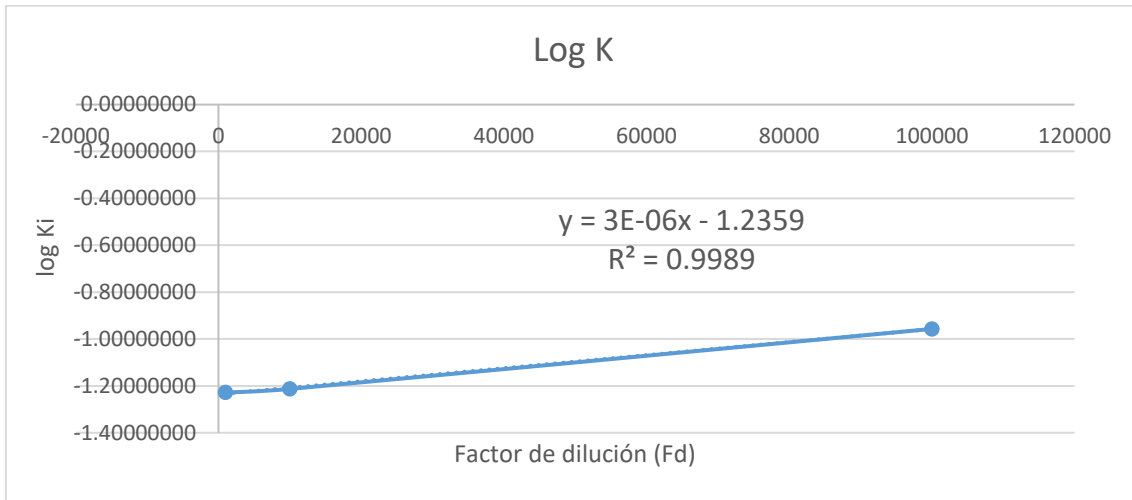


Figura 26. Gráfico con ecuación de orden 0 para la muestra con Nitratos Sintéticos (K NO<sub>3</sub>) al 0.012%.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 26, observamos la ecuación de Orden cero, utilizando la línea de tendencia lineal  $Y = 3E-06x - 1.2359$ , cuyos coeficientes son usados en la ecuación de Arrhenius, con su  $R^2 = 0.9989$ .

Ecuación de Arrhenius:

$$\text{Log}(k_i) = \text{Log}(k_0) - \frac{E_a}{2.3 R} \cdot \frac{1}{T_a}$$

$$\text{Log}(k_i) = -1.2359 - 0.000003 (Fd)$$

Despejando  $K_i$  para un  $Fd$  específico

$$C_i = A_i \cdot e^{-k_i(t)}$$

Donde:

$e$  = es la constante 2.71828

$t$  = es el tiempo en días

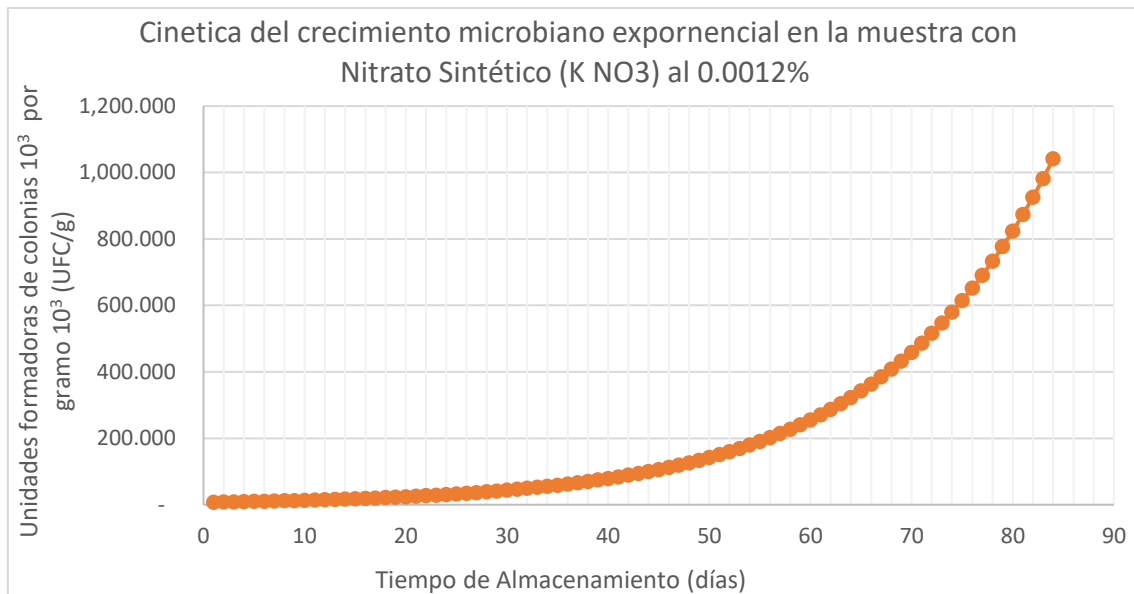


Figura 27. Gráfico de Cinética del crecimiento microbiano exponencial en la muestra con Nitratos de Sintéticos (K NO<sub>3</sub>) al 0.012%.

En la Figura 27 y su ecuación, podemos determinar que para el día 84 se llega a 1,000,000 UCF/g que es el límite permisible.

### 3.1.8. Determinación de la variación de color en escala CIELab, en función con el Tiempo de Vida Útil.

Con respecto al color el cual fue variando con el pasar de los días, como referencia de un color óptimo y apropiado se comparó con la muestra patrón que fue en el día 2 para cada tratamiento, el cual se ira comparando con el pasar de los días como se observa en la siguiente tabla.

#### 3.1.8.1. Muestra Patrón: Muestra Control

En la Tabla 23. Se muestra los valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $B^*$ , de la muestra control para el día que se inició el análisis (día 2). Con estos valores se calcularon también, el valor de la saturación ( $C^*$ ) y el ángulo de tinta ( $h^*$ ), hallado con las siguientes ecuaciones:

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$h^* = \frac{180}{\pi} * \tan^{-1} \left( \frac{b^*}{a^*} \right)$$

Tabla 23. Valores del color en escala CIELab.

DIA	$L^*$	$a^*$	$b^*$	C	h
2	86.643	-0.120	0.453	0.470	-1.316

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.1.8.2. Muestra Control.

En la tabla 24 tenemos los valores del color para la muestra control, con sus respectivos valores de variación  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  y  $\Delta E^*$ . Donde  $\Delta E^*$  es la variación total del color.

Tabla 24. Variación de los valores del color en escala CIELab, para la muestra control.

DIA	$L^*$	$a^*$	$b^*$	C	h	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
6	86.610	-0.127	0.450	0.469	-1.290	0.033	0.007	0.003	0.131
10	86.560	-0.033	0.547	0.548	-1.509	0.083	-0.087	-0.093	0.190
14	86.577	-0.143	0.483	0.504	-1.283	0.067	0.023	-0.030	0.134

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 28, podemos observar la representación gráfica para la diferencia total del color en un determinado periodo de tiempo. Así también observar la ecuación de tendencia logarítmica.

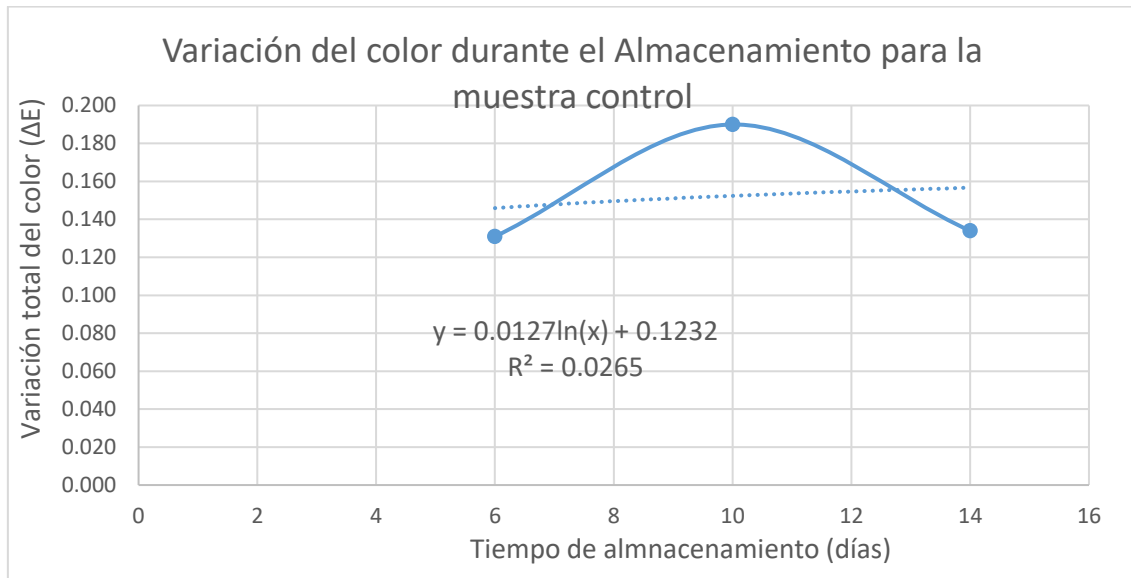


Figura 28. Variación del Color durante el Almacenamiento para la muestra control.

Fuente: Elaboración Propia

Según la figura 18 se determinó para la muestra control en el día 6, se llega a 1,000,000 UFC/g que es el límite permisible. Entonces se reemplaza este valor en la ecuación:

$$y = 0.0127 \ln(6) + 0.1232$$

donde:  $Y = \Delta E^*$

Entonces desarrollando la ecuación, el valor de  $\Delta E^*$  es: 0.1459, y representa a la variación total del color en la muestra control hasta el día 6.

### 3.1.8.3. Muestra de la Hamburguesa con Nitratos de Rábano al 0.008%.

En la Tabla 25. Se muestra los valores de L\*, a\* y b\*, de la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%, para el día inicial de prueba (día 2). Con estos valores se calcularon también, el valor de la saturación (C\*) y el ángulo de tinta (h\*), con las siguientes ecuaciones:

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$h^* = \frac{180}{\pi} * \tan^{-1} \left( \frac{b^*}{a^*} \right)$$

Tabla 25. Valores del color en escala CIELab, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.

DIA	L*	a*	b*	C	h
2	86.560	-0.140	0.480	0.500	-1.286

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.8.4. Muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%

En la tabla 26 tenemos los valores del color para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%, con sus respectivos valores de variación  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  y  $\Delta E^*$ . Donde  $\Delta E^*$  es la variación total del color.

Tabla 26. Valores del color en escala CIELab, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.

DIA	L*	a*	b*	C	h	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
6	86.650	-0.110	0.473	0.486	-1.342	-0.083	-0.030	0.007	0.092
10	86.637	0.080	0.550	0.556	1.426	-0.070	-0.220	-0.070	0.242
14	86.727	-0.150	0.410	0.437	-1.220	-0.160	0.010	0.070	0.179

Fuente: Elaboración propia.

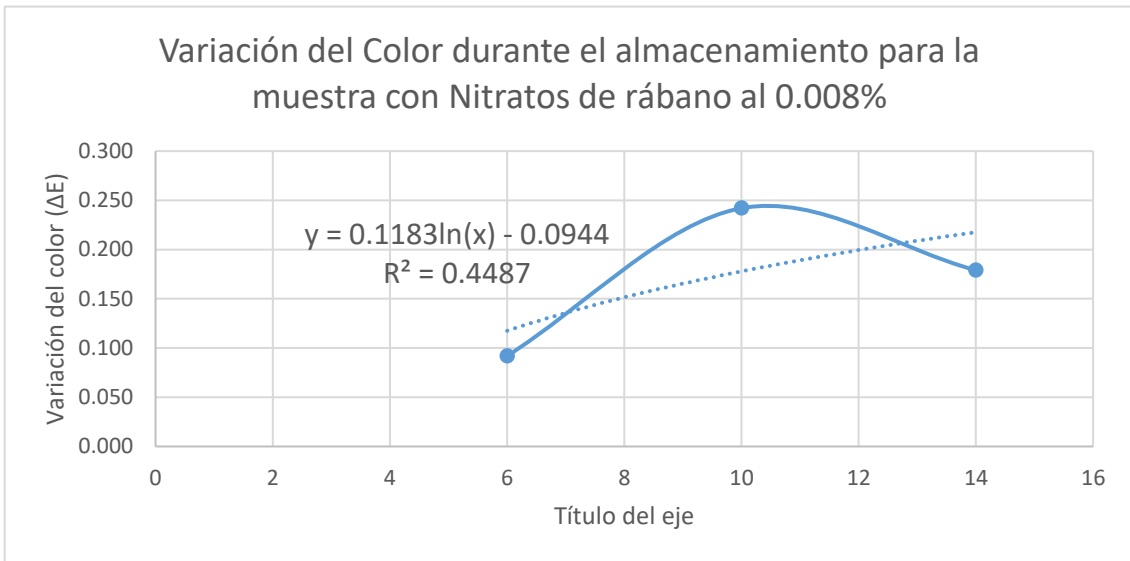


Figura 29. Variación del Color durante el Almacenamiento para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.

Fuente: Elaboración Propia

Según la figura 21 se determinó que para la muestra control en el día 27 se llega a 1,000,000 UFC/g que es el límite permisible. Reemplazando este valor en la ecuación  $0.1183 \ln(x) - 0.1232$ :

$$y = 0.1183 \ln(27) - 0.1232$$

donde:  $Y = \Delta E^*$

Entonces desarrollando la ecuación, el valor de  $\Delta E^*$  es: 0.2666, y representa a la variación total del color en la muestra con nitratos de rábano al 0.008% hasta el día 27.

### 3.1.8.5. Muestra de la Hamburguesa de carne con Nitratos de Rábano al 0.012%.

En la Tabla 27. Se muestra los valores de L\*, a\* y b\*, de la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%, para el día que se inició el análisis (día 2). Con estos valores se calcularon también, el valor de la saturación (C) y el ángulo de tinta (h), con las siguientes ecuaciones:

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$h^* = \frac{180}{\pi} * \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

Tabla 27. Valores del color en escala CIELab, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%.

<b>DIA</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>C</b>	<b>h</b>
<b>2</b>	86.783	-0.083	0.577	0.583	-1.425

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.8.6. Muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%

En la tabla 28 tenemos los valores del color para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%, con sus respectivos valores de variación  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  y  $\Delta E^*$ . Donde  $\Delta E^*$  es la variación total del color.

Tabla 28. Valores del color en escala CIELab, para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%.

<b>DIA</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>C</b>	<b>h</b>	<b><math>\Delta L^*</math></b>	<b><math>\Delta a^*</math></b>	<b><math>\Delta b^*</math></b>	<b><math>\Delta E^*</math></b>
6	86.590	-0.027	0.577	0.577	-1.525	0.193	-0.057	0.000	0.208
10	86.573	0.120	0.597	0.610	1.373	0.210	-0.203	-0.020	0.297
14	86.743	-0.123	0.603	0.616	-1.368	0.040	0.040	-0.027	0.080

Fuente: Elaboración propia.



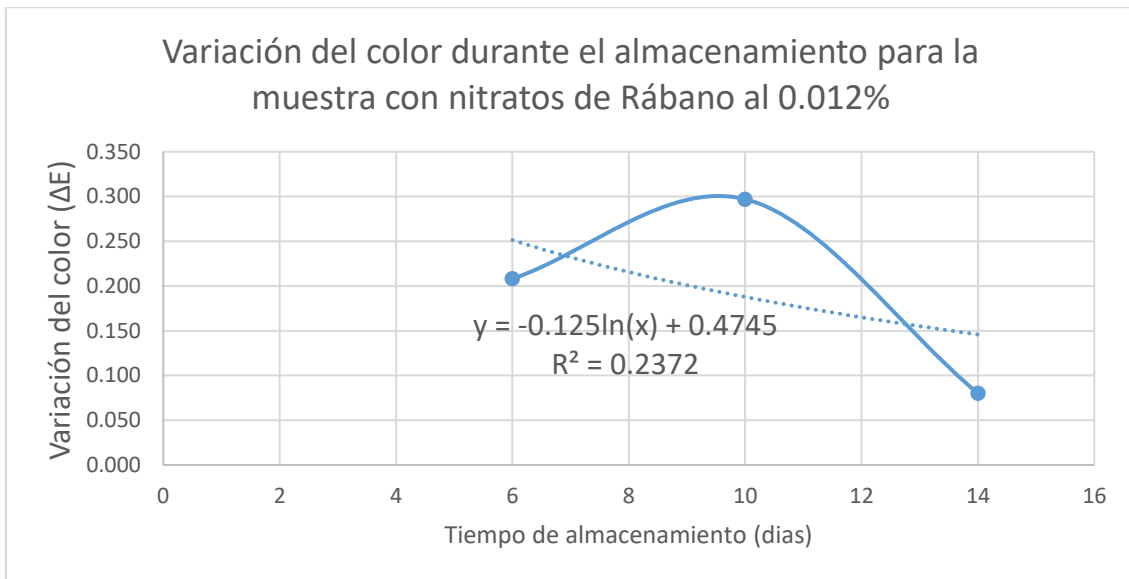


Figura 30. Variación del Color durante el Almacenamiento para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%.

Fuente: Elaboración Propia

Según la figura 24 se determinó que para la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012% en el día 72 se llega a 1,000,000 UFC/g que es el límite permisible. Reemplazando este valor en la ecuación  $-0.125\ln(x) + 0.4745$ :

$$y = -0.125\ln(72) + 0.4745$$

donde:  $Y = \Delta E^*$

Entonces desarrollando la ecuación, el valor de  $\Delta E^*$  es: 0.0601, y representa a la variación total del color en la muestra con Nitratos de Rábano al 0.012% hasta el día 72.

### 3.1.8.7. Muestra de la Hamburguesa de carne con Nitrato Sintético (K NO3) al 0.012%.

En la Tabla 29. Se muestra los valores de L\*, a\* y b\*, de la muestra con Nitratos Sintéticos (K NO3) al 0.012% para el día que se inició las pruebas (día 2). Con estos valores se calcularon también, el valor de la saturación (C) y el ángulo de tinta (h), hallado con las siguientes ecuaciones:

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$h^* = \frac{180}{\pi} * \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

Tabla 29. Valores del color en escala CIELab, para la muestra con Nitrato de Sintético al 0.012%.

<b>DIA</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>C</b>	<b>h</b>
<b>2</b>	86.783	-0.083	0.577	0.583	-1.425

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.8.8. Muestra con Nitrato Sintético (K NO3) al 0.012%

En la tabla 30 tenemos los valores del color para la muestra con Nitratos Sintéticos (K NO3) al 0.012% con sus respectivos valores de variación  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  y  $\Delta E^*$ . Donde  $\Delta E^*$  es la variación total del color.

Tabla 30. Valores del color en escala CIELab, para la muestra con Nitrato Sintético (K NO3) al 0.012%.

<b>DIA</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>C</b>	<b>h</b>	<b><math>\Delta L^*</math></b>	<b><math>\Delta a^*</math></b>	<b><math>\Delta b^*</math></b>	<b><math>\Delta E^*</math></b>
<b>6</b>	86.467	-0.013	0.460	0.460	-1.542	0.017	-0.133	-0.050	0.160
<b>10</b>	86.520	0.120	0.573	0.586	1.364	-0.037	-0.267	-0.163	0.322
<b>14</b>	86.637	-0.080	0.453	0.487	-0.362	-0.153	-0.067	-0.043	0.242

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 31, podemos ver la representación gráfica para el cambio total de color en un determinado periodo de tiempo. Así también observamos la ecuación de tendencia.

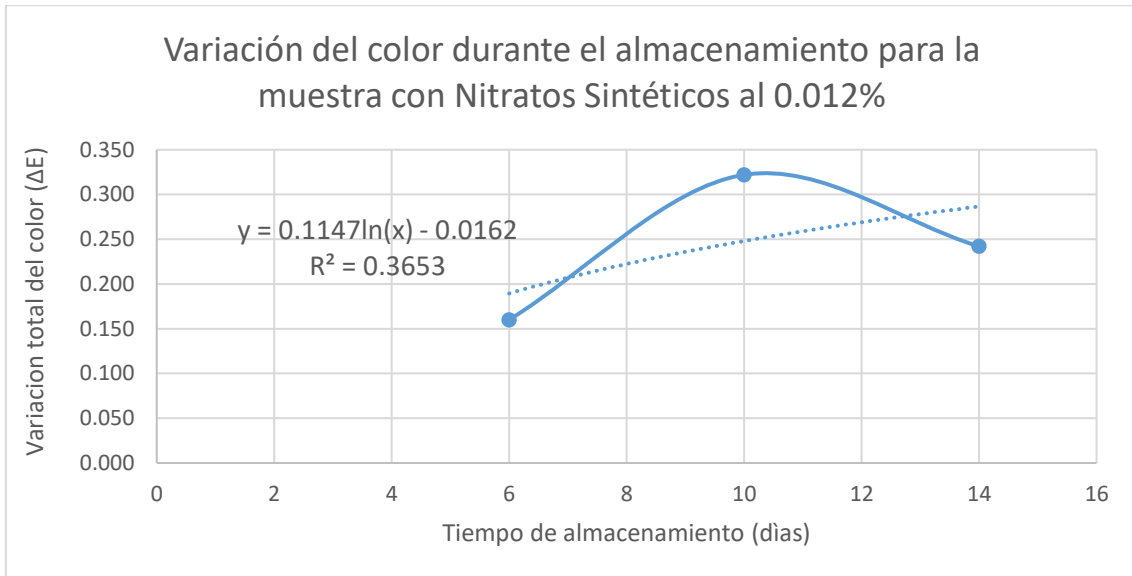


Figura 31. Variación del Color durante el Almacenamiento para la muestra con Nitrato Sintético (KNO<sub>3</sub>) al 0.012%.

Fuente: Elaboración Propia

Según la figura 27 se determinó que para la muestra con Nitratos Sintéticos (KNO<sub>3</sub>) al 0.012% en el día 84 se llega a 1,000,000 UFC/g que es el límite permisible. Reemplazando este valor en la ecuación  $0.1147 \ln(x) - 0.0162$ :

$$y = 0.1147 \ln(84) - 0.0162$$

donde:  $Y = \Delta E^*$

Entonces desarrollando la ecuación, el valor de  $\Delta E^*$  es: 0.4920 y representa la variación total del color en la muestra con Nitratos sintéticos al 0.012% hasta el día 84.

En la tabla 31 se muestra los datos obtenidos en el programa Desing Expert v.7.0 para el atributo color a\*, el p-valor es 0.4638 eso quiere decir que no existe diferencia significativa entre las muestras obtenidas analizadas en los días 2, 6, 10 y 14.

Tabla 31. Análisis de varianza (ANOVA), para el atributo Color a\*.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio cuadrados	F valor	p-valor prob > f
Modelo	0.00	0			
Residual	0.14	15	7.991E-003		
<i>Falta de ajuste</i>	<i>0.015</i>	<i>2</i>	<i>7.545E-003</i>	<i>0.82</i>	<i>0.4638</i>
<i>Error puro</i>	<i>0.12</i>	<i>13</i>	<i>7.627E-003</i>		
Cor Total	0.12	15			

*Not  
significant*

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 32 se muestra los datos obtenidos en el programa Desing Expert v.7.0 para para el atributo de color a\*, donde el R<sup>2</sup> es de 0.89.

Tabla 32. Coeficientes Estadísticos, para el atributo Color \*a.

Coeficiente estadístico	Valor	Coeficiente estadístico	Valor
Std. Dev.	0.25	R-Squared	0.89
Media	5.18	Adj R-Squared	0.85
C.V. %	1.52	Pred R-Squared	0.41
PRESS	0.14	Adeq Precision	6.73

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Discusión de resultados

A continuación, en el Anexo 10, se pueden observar los siguientes resultados del análisis fisicoquímico del Rábano: Humedad (91.45%), carbohidratos (2.91%), Proteína (2.39%), Grasa (0.7%), Fibra (1.25%), Cenizas (1.3%) y Valor calórico de 27.92 Kcal de rábano en base húmeda, en comparación con los resultados obtenidos por FAO, (2010), donde se detallan los siguientes resultados: Humedad (94%), carbohidratos (3.59%), Proteínas (0.6%), grasas (0.54%), Fibra (1.6%), Cenizas (0.54%) y Valor calórico de 20 Kcal en base humedad. Existiendo una variación de los resultados de: Humedad (2.55%), carbohidratos (0.68%), proteínas (1.79%), Grasa (0.16%), fibra (0.35%), cenizas (0.76%), y Valor calórico de 7.92 Kcal, estos resultados varían de acuerdo al lugar de procedencia y clima donde se cultivó.

Mientras que para la Fundación Española de la Nutrición, (2013) determinaron los siguientes resultados: Humedad (95.3%), Proteínas (1%), Grasa (0.1%), Fibra (1%) y valor Calórico (17%) Existiendo una variación en los resultados: Humedad (3.85%), Proteína (1.39%), Grasa (0.6%), Fibra (0.25%) y Valor calórico (10.92), estos resultados igual al del autor anterior depende mucho de procedencia como a la manipulación del Rábano, estos son factores muy importantes en la obtención de datos.

A continuación, en la tabla 6, se puede observar los siguientes resultados de las ABS analizadas de cada muestra del Polvo de Rábano secado a tres temperaturas diferentes: 50, 60 y 70°C. Dando como resultado una mayor Absorbancia en la muestra que fue secada a una temperatura de 50°C obteniendo como resultado una absorbancia de  $0.121 \pm 0.0023$  siendo este el valor más alto obtenido, posteriormente siguiéndole la muestra secada a 60°C dando como resultado una absorbancia de  $0.074 \pm 0.0047$  y por último la Absorbancia más baja que fue de  $0.052 \pm 0.0055$  que se le atribuye a la muestra secada a 70°C.

En la tabla 12, se obtuvo una curva de calibración a partir de una solución madre de Nitratos de Potasio ( $KNO_3$ ) el cual dio como resultado la siguiente ecuación,  $y = 0.0267X + 0.0096$ , donde se puede ver en la figura 7, con un  $R^2 = 0.9768$ , donde  $b = m$  (coeficiente masico) el cual sirvió para determinar la concentración de nitratos en las muestras del polvo de rábano secadas a 50, 60 y 70°C.

En los resultados obtenidos en la tabla 11, para el cálculo de la concentración de nitratos en el polvo de Rábano secado a diferentes temperaturas: 50, 60 y 70°C, se puede observar quien posee mayor concentración de nitratos es la muestra secada a 50°C: M1 con una concentración de Nitratos de 2.862 g/ Kg, para M2 posee una concentración de 2.782 g/kg y para M3 una concentración de 2.932 g /Kg, mientras que las muestras (M) secadas a 60°C tienen una concentración de: M1 igual a 1.750 g/kg , M2 posee una concentración de 1.702 g/kg y M3 posee una concentración de 1.796 g y por ultimo las muestras secadas a 70°C poseen una concentración de: M1 igual 1.182, M2 posee una concentración de 1.064 g/kg y M3 una concentración igual a 1.394 g/kg, siendo las muestras secadas a 70° C quien una menor concentración de Nitratos que las otras muestras, en comparación con los resultados obtenidos por Bahadoran et al. (2016) en su investigación indica que el nivel de nitratos en el rábano es de (6.3 mg g<sup>-1</sup>) que equivale a 6.3 g /kg de rábano. Existiendo una variación 3.462 g asimismo Ocampo (2006), comenta que la concentración de nitratos en el rábano es de 4 200 mg/kg que equivale a 4.2 g de Nitrato por kg de materia seca. Todos estos resultados cambian o varían de acuerdo con el lugar de procedencia y los métodos empleados a los que son sometidos los vegetales para la determinación de nitratos.

El crecimiento microbiano, es la principal causa del deterioro de la carne almacenada. En la tabla 14 se muestran el promedio del crecimiento microbiano (aerobios mesófilos) en un periodo de 14 días de investigación, de las muestras tratadas a 4 concentraciones: La primera muestra al 0% (Muestra Control), la segunda muestra tratada al 0.008% con Nitratos de Rábano, tercera muestra al 0.012% con Nitratos de Rábano y la cuarta muestra al 0.012% con Nitrato Sintético (KNO<sub>3</sub>), donde para calcular el contenido de aerobios mesófilos se aplica la siguiente formula: UFC / ml de muestra = Nro. De colonias por placa \* Factor de dilución/ ml de muestra sembrada.

Donde el factor de dilución viene siendo la inversa del factor trabajado, se tomará un rango desde 25 a 250 UFC por placa y se trabajó con el factor de dilución 10<sup>-3</sup> siendo estos los valores promedios más altos. Como resultado se obtuvo para la Muestra Control en el día 2 el promedio de aerobios mesófilos fue de 53 UFC/ml, para la muestra con N. de Rábano al 0.008% se puede observar que el promedio fue de 25 UFC/ml, para la muestra con N. de Rábano al 0.012% el promedio fue de 13 ufc/ml y por último para la muestra con Nitrato Sintético (KNO<sub>3</sub>) un promedio de 12 ufc/ml, siendo este el tratamiento donde hubo un menor crecimiento de aerobios mesófilos durante los 14 días de análisis. En

comparación con los datos obtenidos por Flores et al. (2011), en su investigación titulada “tiempo de almacenamiento e identificación de bacterias en carnes de res picada empacadas al vacío”, donde determinaron el número de aerobios mesófilos durante 0 - 25 días a 5°C, en recuento total para el inicio del ensayo fue de 3.93 (Log10 ufc/g), equivalente a 9 UFC/g encontrándose por debajo del límite permitido para las carnes de res molidas, existiendo una variación con mis Muestras de 16 UFC/g para la muestra con N. de Rábano al 0.008%, para la muestra con N. de Rábano al 0.012% una variación de 4 UFC/g y para la muestra con N. Sintético una variación 3 UFC/g. Esto se debe al día de análisis del estudio, temperatura de almacenamiento y la técnica de conservación empleada.

Para artículo anterior, los resultados indican que el recuento de aerobios mesófilos totales en la carne de res envasada al vacío para el día 14 fue de 5,6 (Log10 ufc/g) equivalente a 398 ufc/g y este aumentó con el tiempo, respectivamente comparado con mis muestras en el día 14 fue de 104 Ufc/ml para la muestra al 0% (muestra control), de 76 Ufc/ml para la muestra al 0.008% con N. de Rábano, 29 Ufc/ml para el tratamiento al 0.012% con nitrato de rábano y 25 Ufc/ml para el tratamiento al 0.012% con Nitrato sintéticos Existiendo una variación significativa de 294 ufc/g para la muestra control y de 322 UFC/g para las muestra tratadas con nitratos, logrando crear un efecto antimicrobiano en las muestras tratadas con Nitratos de Rábano y para la muestra con nitrato sintético y también esto se debe a la temperatura empleada y al método de conservación empleada por el investigador, siendo muy diferentes al mío.

Mientras que para Riel et al., (2017) en su artículo el uso del extracto de perejil en polvo como alternativa de Nitritos y Nitratos para la producción de embutidos tipo mortadela, en su investigación se realizó muestras reemplazando el nitrito de sodio por Nitratos de perejil, ; las cantidades de Nitratos de perejil añadidas a la masa de las salchichas producidas correspondió a una cantidad de 0.006% (V4) y 0.012% (V5) de nitrato de perejil y también se elaboró muestras con Nitrato sintético al 0.008%(V1) y sin curar 0% (V2) almacenadas a 2°C hasta su posterior análisis en un periodo de 28 días. Como resultado de análisis los valores del recuento total en placas (TPC) de organismos mesofílicos en el día 1 fue de 28.84 (V1), 9.54 (V2), 9.12 (V4) y 12.30 para (V5) UFC/g, los valores TPC fueron constantes hasta el día 21 de almacenamiento creando un efecto conservador para las salchichas tipo mortadela. En comparación con mis resultados, para mi muestra con Nitrato sintético al 0.012 % comparada con la muestra con N. Sintético al 0.008% (V1) existe una

variación de 16.84 ufc/g, con mi muestra control (sin curar) comparada con la muestra sin curar 0% (V2) existe una variación de 43.46 ufc/g, para mi muestra con Nitrato de Rábano al 0.008% comparada con la muestra con N. de Perejil al 0.006% (V4) existe una variación de 15.88 ufc/g y para mi muestra con nitrato de rábano al 0.012% comparándola con N. Perejil al 0.012% (V5) existe una variación de 0.7 ufg/g existiendo no mucha variación. Esto se debe al tipo de producto elaborado y al método de preparación y también la Temperatura que se aplica para su almacenamiento es de refrigeración. También se puede observar que los Nitratos Naturales a altas concentraciones actúan como buenos agentes antimicrobianos.

Para el tiempo de vida útil se trabajó siguiendo los parámetros de calidad en los alimentos dados por el MINSA/GIGESA (ver en el anexo 15), el cual se trabajó con un límite aceptable para Aerobios Mesófilos de  $10^6$  ufc/g para productos cárnicos (frescos, congelados y refrigerados), el cual me dio como resultado para el tiempo de vida útil para la muestra control (sin conservante) el cual el crecimiento microbiano fue acelerado pudiendo llegar a 6 días según el límite permitido, mientras que la Hamburguesa de carne con Nitrato de Rábano al 0.008% dura un periodo de hasta 27 días. Mientras que para la hamburguesa de carne con Nitrato de rábano al 0.012% el crecimiento de aerobios mesófilos fue más lento, pudiendo llegar hasta un periodo de 72 días, mientras que para la hamburguesa de carne con Nitrato Sintético ( $KNO_3$ ) al 0.012% logro alcanzar un tiempo de vida útil de 84 días, en comparación con los resultados obtenidos por Hernández- Macedo, Barancelli, & Contreras-Castillo (2011), menciona que para las carnes almacenadas a  $-1.5^{\circ}C$  envasados al vacío dura un periodo máximo de hasta 12 semanas (84 días). Obteniendo así buenos resultados para las muestras elaboradas con Nitrato de Rábano con concentraciones de 0.008% y 0.012% extendiendo el tiempo de vida útil de la Hamburguesa de carne de res almacenadas a  $-2^{\circ}C$ , teniendo los mismos efectos antimicrobianos que la Hamburguesa con Nitratos sintéticos ( $KNO_3$ ) elaborada al 0.012%.

Mientras que para Food & Drug Administration (FDA), (2018) detalla los límites de tiempo breve que ayudan a mantener los alimentos refrigerados ( $4^{\circ}C$ ) y congelados ( $-18^{\circ}C$ ), para que no se echen a perder ni sean peligrosos para el consumidor. En donde las Hamburguesas, carne molida y cruda duran un periodo de 1 a 5 días en refrigeración y de 3 a 4 meses (90 – 120 días) en congelación. Existiendo una buena relación comparándolas con mi muestra control donde dura un periodo de vida máximo de 6 días a  $-2^{\circ}C$  y para las muestras tratadas con Nitrato de Rábano y Sintético existe una variación de 6 a 18 días,



siendo no significativas, ya que mis hamburguesas están siendo tratadas con un posible conservador efectivo que logra tener las mismas características de conservación como la técnica de congelación y otros conservantes sintéticos aplicados en la industria cárnica.

Con respecto al análisis de color, en el anexo 11 se detalla los valores promedios de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  en el día 2, 6, 10 y 14, se toma como muestra patrón el día 2 de análisis para la muestra control, la muestra con Nitrato de Rábano al 0.008%, la muestra con Nitrato de Rábano al 0.012% y para la muestra con Nitrato Sintético al 0.012%.

Al evaluar la luminosidad para la Muestra Control en el día 6 el valor  $L^*$  fue 86.610, para el día 10 el valor  $L^*$  fue 16 86.560 y para el día 14 el valor  $L^*$  fue 14 86.577, donde se puede observar una diferencia significativa en entre los días ( $P < 0.05$ ); para las muestras tratadas con Nitrato de Rábano y Sintético no hubo diferencias significativas en los valores de  $L^*$  ( $P > 0.05$ ), en comparación con los datos obtenidos por Riel, Boulaaba, Popp, & Klein (2017) en su investigación evaluaron los efectos del polvo de perejil como alternativa de nitritos y nitratos donde produjeron salchichas con diferentes concentraciones de 30, 60 y 120 mg de nitrito de perejil, en cuanto a los parámetros de  $L^*$  evaluados en los días 1, 7, 14 y 21 almacenados a 7°C no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) entre las variantes, mostrando estabilidad en los días analizados.

Al evaluar el valor  $a^*$  en el día 6, 10 y 14 para la muestra control vemos que no hay una diferencia significativa entre los días ( $P > 0.05$ ), de igual manera en la muestra con Nitrato de rábano al 0.008% y para la muestra con Nitrato sintético al 0.012%.

En la muestra con nitrato de rábano al 0.012% encontramos que aumentó significativamente los valores de  $a^*$  ( $P < 0.05$ ) tanto en el día 2 como en el día 14, en comparación con los resultados obtenidos por Sucu & Turp (2018) en su investigación que lleva por título “La investigación del uso de remolacha en polvo como alternativa de nitrito y nitrato en salchicha turca” indica que la adición de polvo de remolacha causó un aumento en los valores de  $a^*$  para las superficies internas de las muestras en los días 0 y 84 ( $P < 0.05$ ) de almacenamiento. Estos resultados indican que la remolacha es muy efectiva para aumentar el enrojecimiento y mantener el color rojo deseado de las salchichas durante los

84 días de almacenamiento a 4 ° C, al igual que los nitratos de rábano, pero a altas concentraciones permitidas.

En cuanto a la variación total del color  $\Delta E^*$ , para la muestra control el valor nos indicó un valor de 0.1459, para la muestra con 0.008% de Nitrato de Rábano reportó un valor de 0.2666, para la muestra con 0.012% con Nitrato de Rábano reporto un valor de 0.0601 y para la muestra con 0.012% con N. Sintético se obtuvo un valor de 0.4920, lo cual dichos valores indican que la Diferencia total del Color es apenas perceptible.

## **IV. Conclusiones y recomendaciones**

### **4.1. Conclusiones**

La muestra de rábano secada a 50° C obtuvo una mayor concentración de nitratos 2.838 g/ kg mientras que en las otras muestras secadas a 60 y 70° C, la concentración de nitratos va disminuyendo, ya que se ve afectado estos compuestos por la mayor energía a la que es sometida.

Se encontró que el crecimiento microbiano es el que mayor impacto tiene en la determinación del tiempo de vida en la Hamburguesa de carne de res; siendo la hamburguesa de carne de res sin conservantes la más susceptible en cualquiera de sus condiciones al deterioro.

La muestra de la Hamburguesa de carne de res que contiene los Nitratos de rábano a la concentración de 0.012%, otorgo mejor estabilidad en los parámetros microbiológicos a comparación con la Hamburguesa de carne de res que no contenía Conservantes y la que contenía Nitrato de Rábano al 0.008%.

La hamburguesa de carne con Nitratos de rábano al 0.012% y 0.008% tiene los mismos efectos antimicrobianos que la Hamburguesa de carne elaborada con Nitratos Sintéticos (KNO<sub>3</sub>), impidiendo el desarrollo de microorganismos (aerobios mesófilos), pudiendo extender el periodo de vida útil en otros productos cárnicos.

Se concluye que las hamburguesas tratadas con mayores concentraciones de nitratos de Rábano puedan alcanzar periodos de vida útil largos, incluso superiores a los 72 días como lo hacen los conservantes sintéticos usados regularmente en la industria cárnica.

## **4.2. Recomendaciones**

Se recomienda utilizar una temperatura de 50° C para obtener una mayor concentración de nitratos en el rábano.

Hacer análisis complementarios utilizando distintas concentraciones de Nitrato de rábano para evaluar las características fisicoquímicas de la carne, de tal forma que se evalúe en cada una de estas la estabilidad que influye en los parámetros de calidad de la carne y en la compra de estos productos cárnicos.

Realizar nuevos estudios orientados a la aplicación de nitratos de rábano en otros productos cárnicos, utilizando otros tipos de almacenamiento.

## REFERENCIAS

- Abdelghany, T. M. (2015). *Official Reprint PDF Safe Food Additives : A Review By Biological and Chemical Research citefactor . org journals indexing Directory Indexing of International Research Journals Published by Society for Advancement of Sciences* ®. 13(April), 8012–8023.
- Alahakoon, A. U., Jayasena, D. D., Ramachandra, S., & Jo, C. (2015). Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date. *Trends in Food Science and Technology*, 45(1), 37–49. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.05.008>
- Analía, V., Luis, M., Flavia, F. M., & Carlos, S. (2004). Determinación de nitratos en vegetales. *Rev. FCA UNCuyo*, 1(1), 21–28. <https://doi.org/10.2165/00003495-198700334-00005>
- Bahadoran, Z., Mirmiran, P., Jeddi, S., Azizi, F., Ghasemi, A., & Hadaegh, F. (2016). Nitrate and nitrite content of vegetables, fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats. *Journal of Food Composition and Analysis*, 51, 93–105. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.06.006>
- Bayer, A. S., Scott, V. J., & Guze, L. B. (1979). Fungal arthritis. III. Sporotrichal arthritis. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 9(1), 66–74. [https://doi.org/10.1016/0049-0172\(79\)90003-9](https://doi.org/10.1016/0049-0172(79)90003-9)
- Bianchi, G., Bentancur, O., & Sañudo, C. (2006). La maduración de la carne de cordero como una herramienta para mejorar su terneza y calidad sensorial \*. *Revista Argentina de Producción Animal*, VIII, 39–55.
- Borch, E., Kant-Muermans, M. L., & Blixt, Y. (1996). Bacterial spoilage of meat and cured meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 103–120. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(96\)01135-X](https://doi.org/10.1016/0168-1605(96)01135-X)
- Dave, D., & Ghaly, A. E. (2011). Meat spoilage mechanisms and preservation techniques: A critical review. *American Journal of Agricultural and Biological Science*, 6(4), 486–510. <https://doi.org/10.3844/ajabssp.2011.486.510>
- Devatkal, S. K., Thorat, P., & Manjunatha, M. (2014). Effect of vacuum packaging and pomegranate peel extract on quality aspects of ground goat meat and nuggets. *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2685–2691. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0753-5>
- Errecart, V. (2015). Análisis Del Mercado Mundial de Carnes. *Cere*, 1, 35. [http://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/economia\\_regional/CERE - Mayo - 2015.pdf](http://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/economia_regional/CERE - Mayo - 2015.pdf)
- European Food Safety Authority (EFSA). (2003). Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on the effects of Nitrites/Nitrates on the Microbiological Safety of Meat Products. *The EFSA Journal*, 14, 1–31.
- FAO/OMS. (2019). *DOCUMENTO DE DEBATE SOBRE EL USO DE NITRATOS (SIN 251, 252) Y NITRITOS (SIN 249, 250) Preparado*. 5(c). [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-711-51%252FWD%252Ffa51\\_09s.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FMeetings%252FCX-711-51%252FWD%252Ffa51_09s.pdf)

- FAO. (2010). Fichas Técnicas: productos frescos de verduras. *Fao, Prodar, Iica*, 59–61. <http://www.fao.org/3/a-au174s.pdf>
- Fernandes, R. P. P., Trindade, M. A., Tonin, F. G., Pugine, S. M. P., Lima, C. G., Lorenzo, J. M., & de Melo, M. P. (2017). Evaluation of oxidative stability of lamb burger with *Origanum vulgare* extract. *Food Chemistry*, 233, 101–109. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.100>
- Fletcher, N. (2013). Food Additives: Preservatives. *Encyclopedia of Food Safety*, 2, 471–473. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378612-8.00226-2>
- Flores, C., Leal, M., Ruiz, J., Sánchez, E., Moreno, M., Castro, G., & Barboza, Y. (2011). TIEMPO DE ALMACENAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN CARNES DE RES PICADA EMPACADAS AL VACÍO Storage Time and Identification of Lactic Acid Bacteria in Vacuum Packed Ground Beef Meat. *Revista Científica*, 21(425–433), 425–433. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95919362009.pdf>
- Food & Drug Administration. (2018). *Tabla de almacenamiento en refrigerador y congelador*. 4º C, 1. <https://www.fda.gov/media/76116/download>
- Food and Agriculture Organization. (2014). Fichas técnicas Procesados de carnes. *Food and Agriculture Organization*, 1–17.
- Fundacion Española de la Nutrición. (2013). Rábano Radish. *Verduras y Hortalizas*, 201–202. <https://studyres.es/doc/1865121/rábano---fundación-española-de-la-nutrición>
- Hernández- Macedo, M. L., Barancelli, G. V., & Contreras-Castillo, C. J. (2011). Microbial deterioration of vacuum-packaged chilled beef cuts and techniques for microbiota detection and characterization: A review. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42(1), 1–11. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822011000100001>
- Horcada A. y Polvillo O. (2010). *La producción de Carne en Andalucía*.
- Hosp, N., Sánchez-Muniz, F. J., Celada, P., Bastida, S., & Sánchez-Muniz, F. J. (2016). *Nutrición Hospitalaria Artículo especial ¿Es esa la incógnita?* 33(1), 177–181.
- Inetianbor, J.E., Yakubu, J.M. and Ezeonu, S. C. (2015). Effects of Food Additives and Preservatives on Man-a Review Research Article Effects of Food Additives and Preservatives on Man- a Review. *Asian Journal of Science and Technology*, 6(2), 1118–1135.
- Inetianbor, J., Yakubu, J., & STEPHEN, E. (2015). EFFECTS OF FOOD ADDITIVES AND PRESERVATIVES ON MAN-A REVIEW. *Asian Journal of Science and Technology*, 6, 18.
- Isaza, M. Y. L., Restrepo, M. A., & López, V. H. (2013). *Artículo Original Oxidación lipídica y antioxidantes*. 2.
- Jayasena, D. D., & Jo, C. (2013). Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 34(2), 96–108. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.09.002>
- Jung, F., & Spolaczyk, M. (1983). The reaction between nitrite and hemoglobin. *Biomedica Biochimica Acta*, 42(11–12). <https://doi.org/10.1074/jbc.m705630200>
- Keeton, J. T., Ellerbeck, S. M., & Núñez de González, M. T. (2014). Chemical

- Composition. *Encyclopedia of Meat Sciences*, 1, 235–243. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384731-7.00087-8>
- Kelim Vano H, Ygmar Jimenez, M. G. de N. (2009). Evaluacion de la incertidumbre en la determinacion gravimetrica de humedad, cenizas, grasa y fibra cruda. *Revista Ingenieria UC*, 27–33.
- Kemp, J. D., Mahyuddin, M., Ely, D. G., Fox, J. D., & Moody, W. G. (2016). Effect of Feeding Systems, Slaughter Weight and Sex on Organoleptic Properties, and Fatty Acid Composition of Lamb. *Journal of Animal Science*, 51(2), 321–330. <https://doi.org/10.2527/jas1980.512321x>
- Kim, Y. H., Huff-Lonergan, E., Sebranek, J. G., & Lonergan, S. M. (2010). High-oxygen modified atmosphere packaging system induces lipid and myoglobin oxidation and protein polymerization. *Meat Science*, 85(4), 759–767. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.001>
- Lopez F., K., & Ramirez Zelaya, V. L. (2014). *Cuantificación de la concentración de Nitrito de sodio en salchicha, jamón y mortadela comercializados en supermercados del municipio de Santa Ana en el año 2013*. 141.
- Loureiro, M. E. (2007). Página 1 de 2. *Electronic Journal of Biotechnology*, 1–2.
- Lund, M. N., Lametsch, R., Hviid, M. S., Jensen, O. N., & Skibsted, L. H. (2007). High-oxygen packaging atmosphere influences protein oxidation and tenderness of porcine longissimus dorsi during chill storage. *Meat Science*, 77(3), 295–303. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.03.016>
- Mercier, Y., Gatellier, P., & Renerre, M. (2004). Lipid and protein oxidation in vitro, and antioxidant potential in meat from Charolais cows finished on pasture or mixed diet. *Meat Science*, 66(2), 467–473. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00135-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00135-9)
- Moreno C, B., Soto O, K., & González R, D. (2015). El consumo de nitrato y su potencial efecto benéfico sobre la salud cardiovascular. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2), 199–205. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182015000200013>
- Nam, K. C., Jo, C., & Lee, M. (2010). Meat products and consumption culture in the East. *Meat Science*, 86(1), 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.026>
- Ocampo, G. T. (2006). *NITROSAMINAS EN PRODUCTOS CÁRNICOS: FORMACIÓN E IMPACTO NITROSAMINES IN MEAT PRODUCTS: FORMATION AND IMPACT Principales reacciones químicas del nitrito*. 101–131.
- Pal, M., & Devrani, M. (2018). Application of Various Techniques for Meat Preservation. *Journal of Experimental Food Chemistry*, 04(01), 1–6. <https://doi.org/10.4172/2472-0542.1000134>
- Pateiro, M., Barba, F. J., Domínguez, R., Sant’Ana, A. S., Mousavi Khaneghah, A., Gavahian, M., Gómez, B., & Lorenzo, J. M. (2018). Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 113, 156–166. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.014>
- Rico, L., Maldonado, A., Escobedo, M., & De la Riva, J. (2005). Técnicas Utilizadas para el Estudio de Tiempos: un Análisis Comparativo. *CULCyT*, 2(11), 9–18.

- Riel, G., Boulaaba, A., Popp, J., & Klein, G. (2017a). Effects of parsley extract powder as an alternative for the direct addition of sodium nitrite in the production of mortadella-type sausages – Impact on microbiological, physicochemical and sensory aspects. *Meat Science*, *131*, 166–175. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.007>
- Riel, G., Boulaaba, A., Popp, J., & Klein, G. (2017b). Effects of parsley extract powder as an alternative for the direct addition of sodium nitrite in the production of mortadella-type sausages – Impact on microbiological, physicochemical and sensory aspects. *Meat Science*, *131*, 166–175. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.05.007>
- Salgado, P., & Paola, S. (2009). *Evaluación de las propiedades físico-químicas, sensoriales y microbiológicas de carnes de res(M.Longissimus dorsi) marinada con jugo de mangostán (Garcinia mangostana L.)*.
- Schmid, A. R., Marten, G. C., & Roth, L. S. (2007). *Effect of N Supplementation on In Vitro Digestibility of*. 0–1.
- Sindelar, J. J., & Milkowski, A. L. (2012). Human safety controversies surrounding nitrate and nitrite in the diet. *Nitric Oxide - Biology and Chemistry*, *26*(4), 259–266. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2012.03.011>
- Solís, G. (2014). *Temperaturas seguras para los alimentos* (Vol. 3, Issue 3).
- Sucu, C., & Turp, G. Y. (2018). The investigation of the use of beetroot powder in Turkish fermented beef sausage (sucuk) as nitrite alternative. *Meat Science*, *140*, 158–166. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.03.012>
- Toldrá, F. (2017). The Storage and Preservation of Meat: III-Meat Processing. In *Lawrie's Meat Science: Eighth Edition*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.00009-1>
- Valenzuela v., C., & Pérez M., P. (2016). Actualización en el uso de antioxidantes naturales derivados de frutas y verduras para prolongar la vida útil de la carne y productos cárneos. *Rev Chil Nutr*, *43*(43), 188–195.
- Valenzuela V, C., & Pérez M, P. (2016). ACTUALIZACIÓN EN EL USO DE ANTIOXIDANTES NATURALES DERIVADOS DE FRUTAS Y VERDURAS PARA PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DE LA CARNE Y PRODUCTOS CÁRNEOS. *Revista Chilena de Nutrición*, *43*(2), 12–12. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182016000200012>
- Vargas Velásquez, C., López Reinoso, R. A., & Flores Artunduaga, L. M. (2014). Evaluación de la concentración de nitratos/nitritos y cloruro de sodio en embutidos expendidos en la Ciudad de Tarija. *Ventana Científica*, *1*(7), 1–8.
- Ventanas, S., Estévez, M., Florencio, J., & Ruiz, J. (2006). *la carne Proteínas y lípidos en la oxidación longissimus dorsi y lomo curado de cerdos ibéricos como un ff reflejada por cruzamiento y la dieta*. 72, 647–655.
- Zhou, G. H., Xu, X. L., & Liu, Y. (2010a). Preservation technologies for fresh meat - A review. *Meat Science*, *86*(1), 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.033>
- Zhou, G. H., Xu, X. L., & Liu, Y. (2010b). Preservation technologies for fresh meat – A review. *Meat Science*, *86*(1), 119–128. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2010.04.033>



## ANEXOS

### Anexo 1. Proceso de secado del rábano a 50, 60 y 70° C



Figura 1: corte del rábano (1 mm de grosor)  
Fuente: Elaboración propia



Figura 2: corte en tiras del rábano  
Fuente: Elaboración propia



Figura 3: Muestras secadas a 50, 60 y 70° C  
Fuente: Elaboración propia

**Anexo 2.** Determinación de nitratos para la muestra secada 50, 60 y 70° C



Figura 4: Extracción de Nitratos de 0,5 g de muestra  
Fuente: Elaboración propia



Figura 5: Tubo problema y Testigo de las muestras secadas a 50, 60 y 70° C  
Fuente: Elaboración propia



Figura 6: Evaluación de Absorbancias por espectrofotometría  
Fuente: Elaboración propia

**Anexo 3.** Proceso de Elaboración de la Hamburguesa de carne de res.



Figura 7: Proporcionado de la carne molida (200 g)  
Fuente: Elaboración propia



Figura 8: Pesaje del polvo de Rábano  
Fuente: Elaboración propia



Figura 9: Adición de los ingredientes a la Hamburguesa de carne de res  
Fuente: Elaboración propia

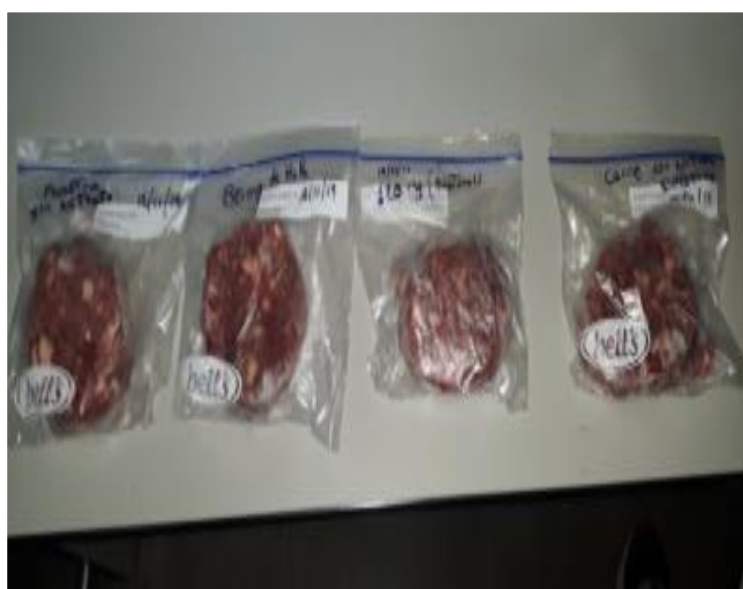


Figura 10: Envasado de las Hamburguesas en bolsas Herméticas.  
Fuente: Elaboración propia

**Anexo 4.** Siembra por la técnica de Recubrimiento por vertido en Placa.



Figura 11: Adición de Agua 90 ml de agua peptonada en 10 g de carne.  
Fuente: Elaboración propia



Figura 12: Agitación de la muestra por 90 segundos.  
Fuente: Elaboración propia



Figura 13: Recubrimiento en placa por triplicado  
Fuente: Elaboración propia

**Anexo 5.** Resultado del conteo en placas por triplicado de Aerobios mesófilos en las muestras de Hamburguesas de carne con 0, 0.008, 0,012 y 0.012%.

Dia	Muestra control 0%			Muestra con Nitratos de Rábano 80mg/k 0.008%			Muestra con Nitratos de Rábano 120mg/kg 0.012%			Muestra con KNO3 120 mg/kg 0.012%		
	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>
	<b>14/11/2019</b>	54	30	25	23	10	6	16	8	8	12	11
	50	29	23	25	17	4	9	12	4	9	7	3
	55	37	22	27	15	8	14	10	6	15	9	5
<b>Promedio</b>	<b>53</b>	<b>32</b>	<b>23.33</b>	<b>25</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>4</b>
<b>Desv.Est.</b>	<b>2.65</b>	<b>4.36</b>	<b>1.53</b>	<b>2.00</b>	<b>3.61</b>	<b>2.00</b>	<b>3.61</b>	<b>2.00</b>	<b>2.00</b>	<b>3.00</b>	<b>2.00</b>	<b>1.00</b>
	72	45	40	38	25	21	17	18	9	15	9	9
<b>18/11/2019</b>	68	43	36	43	33	19	25	16	17	19	13	5
	76	47	39	41	29	17	23	17	9	17	17	7
<b>Promedio</b>	<b>72</b>	<b>45</b>	<b>38</b>	<b>41</b>	<b>29</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>7</b>
<b>Desv.Est.</b>	<b>4.00</b>	<b>2.00</b>	<b>2.08</b>	<b>2.52</b>	<b>4.00</b>	<b>2.00</b>	<b>4.16</b>	<b>1.00</b>	<b>4.62</b>	<b>2.00</b>	<b>4.00</b>	<b>2.00</b>
	84	64	56	56	40	34	22	21	8	23	12	9
<b>22/11/1019</b>	80	56	48	60	47	37	30	24	19	15	26	17
	88	60	52	60	43	31	25	17	14	21	9	6
<b>Promedio</b>	<b>84</b>	<b>60</b>	<b>52</b>	<b>59</b>	<b>43</b>	<b>34</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>11</b>
<b>Desv.Est.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>6</b>
	104	72	68	68	52	39	32	22	18	19	13	16
<b>26/11/2019</b>	100	68	60	72	56	36	25	32	15	25	20	20
	108	88	64	88	68	47	29	17	23	31	23	9
<b>Promedio</b>	<b>104</b>	<b>76</b>	<b>64</b>	<b>76</b>	<b>59</b>	<b>41</b>	<b>29</b>	<b>24</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>19</b>	<b>15</b>
<b>Desv.Est.</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>

**Anexo 6.** Conteo de las UFC de Aerobios mesófilos en las placas Petri el 14/11/19



Figura 14: Muestra Control -  $10^3$   
Fuente: Elaboración propia



Figura 15: Muestra Control -  $10^4$   
Fuente: Elaboración propia



Figura 16: Muestra Control -  $10^5$   
Fuente: Elaboración propia





Figura 17: Muestra con Nitrato de Rábano al 0.008% –  $10^3$   
Fuente: Elaboración propia



Figura 18: Muestra con Nitrato de Rábano al 0.008% –  $10^4$   
Fuente: Elaboración propia



Figura 19: Muestra con Nitrato de Rábano al 0.008% –  $10^5$   
Fuente: Elaboración propia

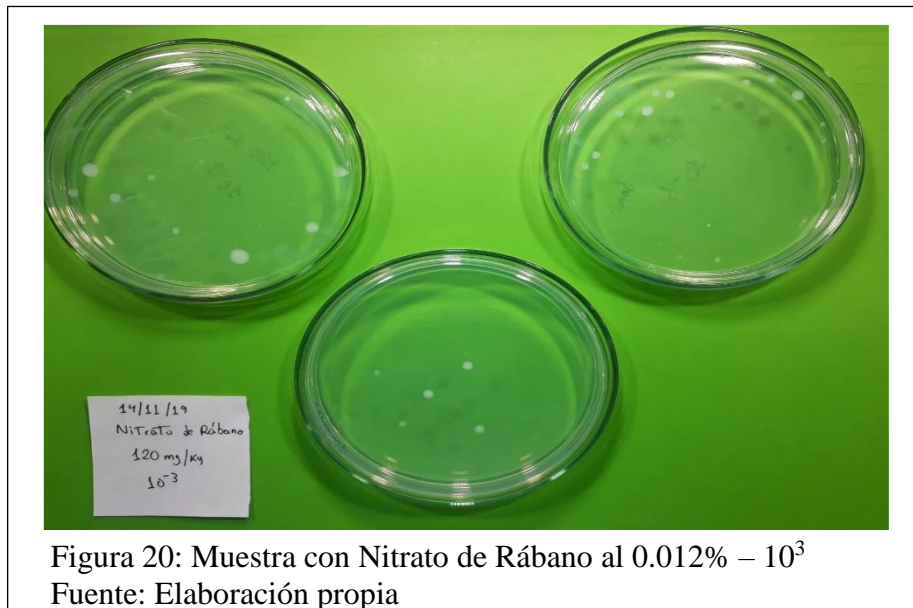


Figura 20: Muestra con Nitrato de Rábano al 0.012% –  $10^3$   
Fuente: Elaboración propia



Figura 21: Muestra con Nitrato de Rábano al 0.012% –  $10^4$   
Fuente: Elaboración propia

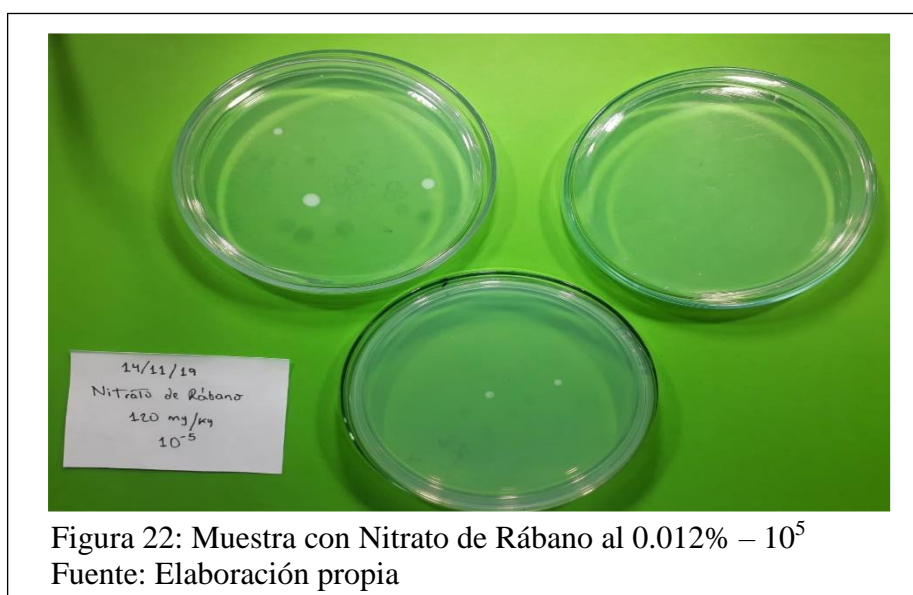


Figura 22: Muestra con Nitrato de Rábano al 0.012% –  $10^5$   
Fuente: Elaboración propia

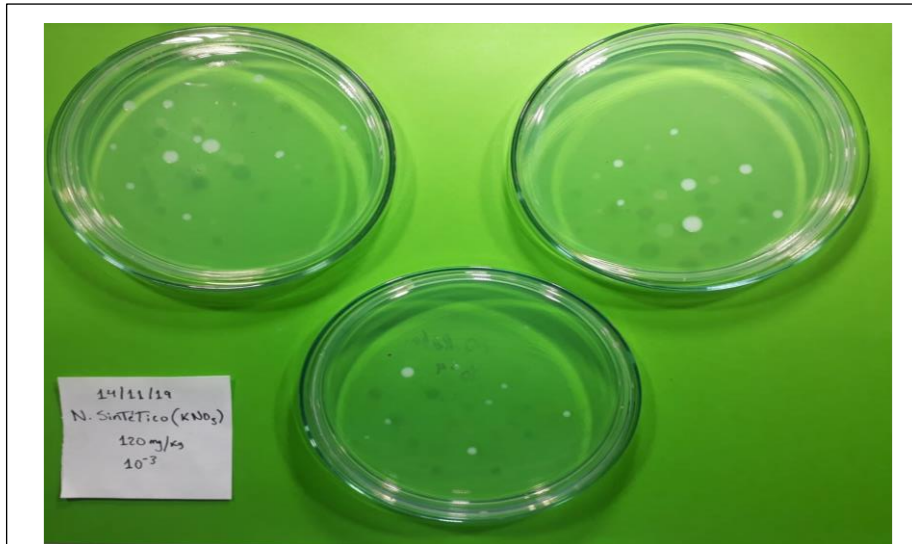


Figura 23: Muestra con Nitrato de Potasio al 0.012% –  $10^3$   
Fuente: Elaboración propia

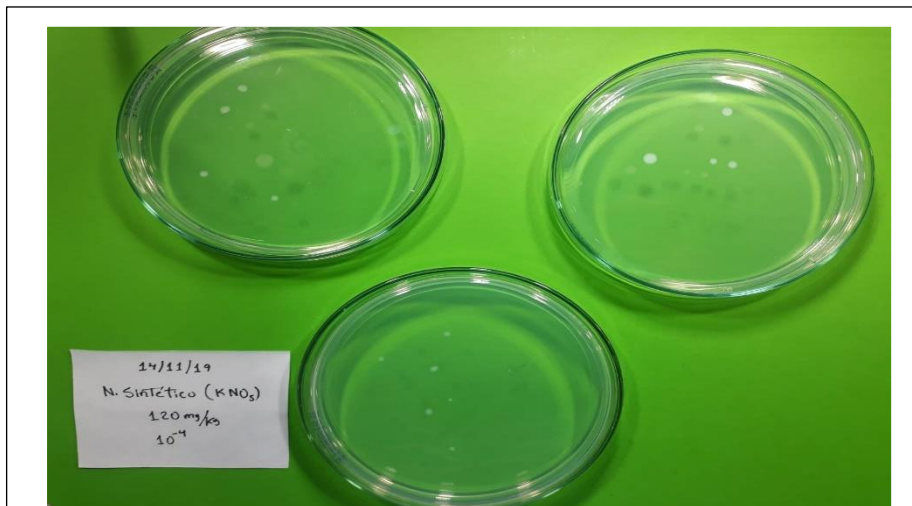


Figura 24: Muestra con Nitrato de Potasio al 0.012% –  $10^4$   
Fuente: Elaboración propia

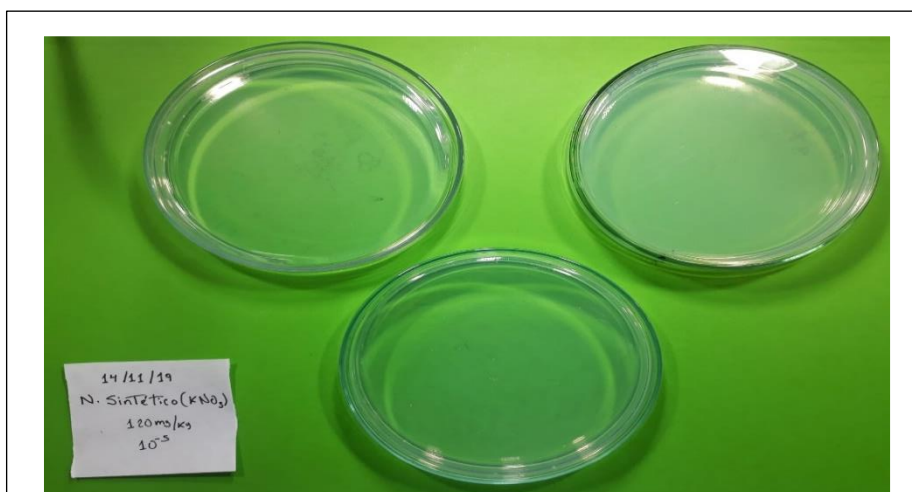


Figura 25: Muestra con Nitrato de Potasio al 0.012% –  $10^5$   
Fuente: Elaboración propia

**Anexo 7.** Conteo de las UFC de Aerobios mesófilos en las placas Petri el 18/11/19

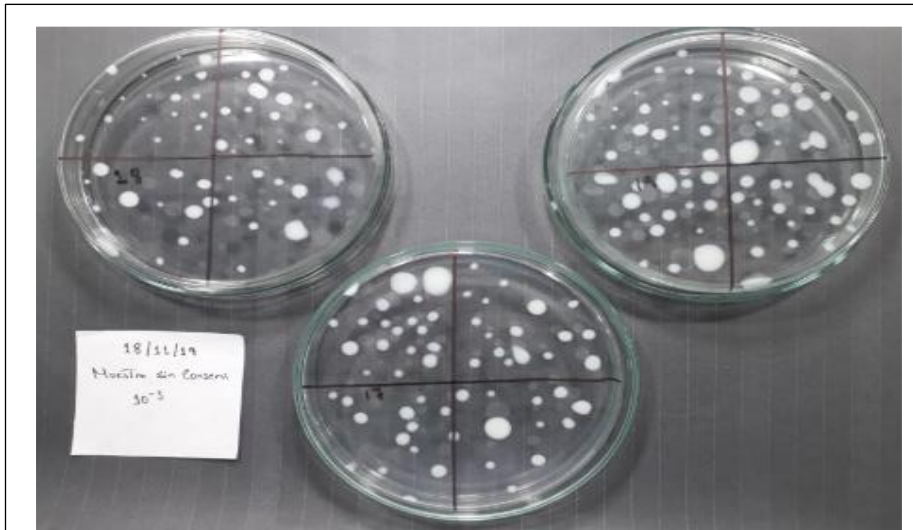


Figura 26: Muestra Control – 10<sup>3</sup>  
Fuente: Elaboración propia

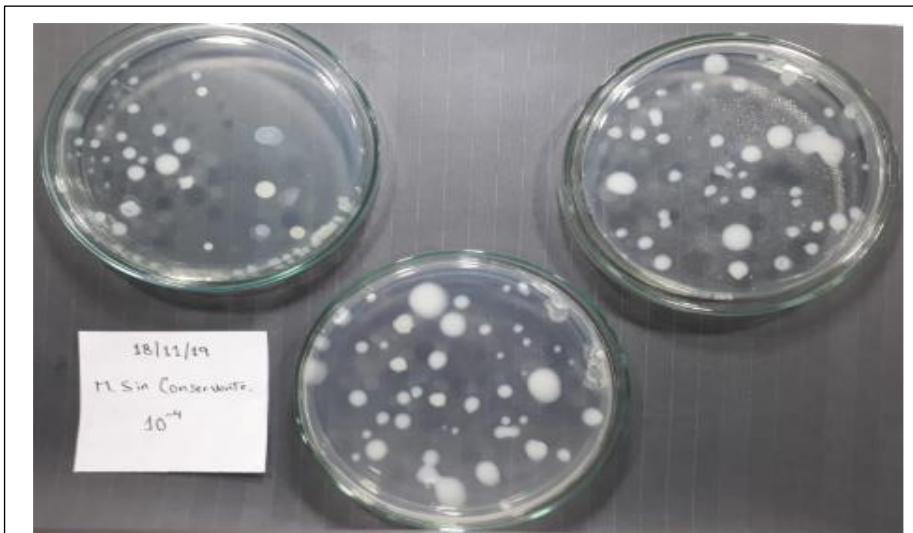


Figura 27: Muestra Control – 10<sup>4</sup>  
Fuente: Elaboración propia

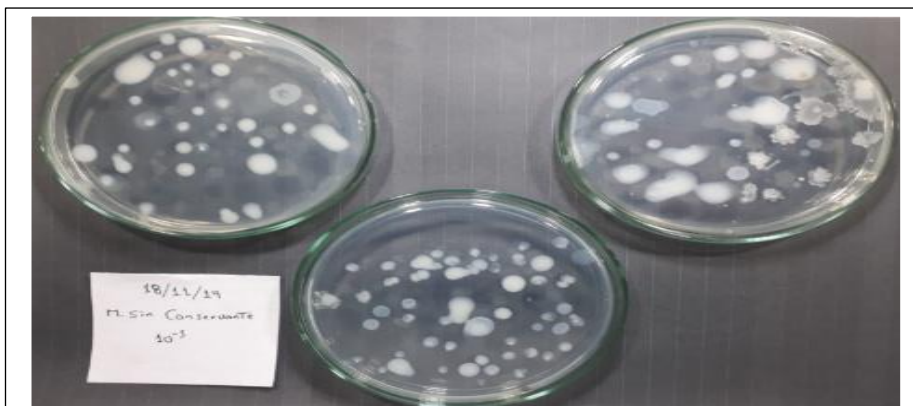


Figura 28: Muestra Control – 10<sup>5</sup>  
Fuente: Elaboración propia

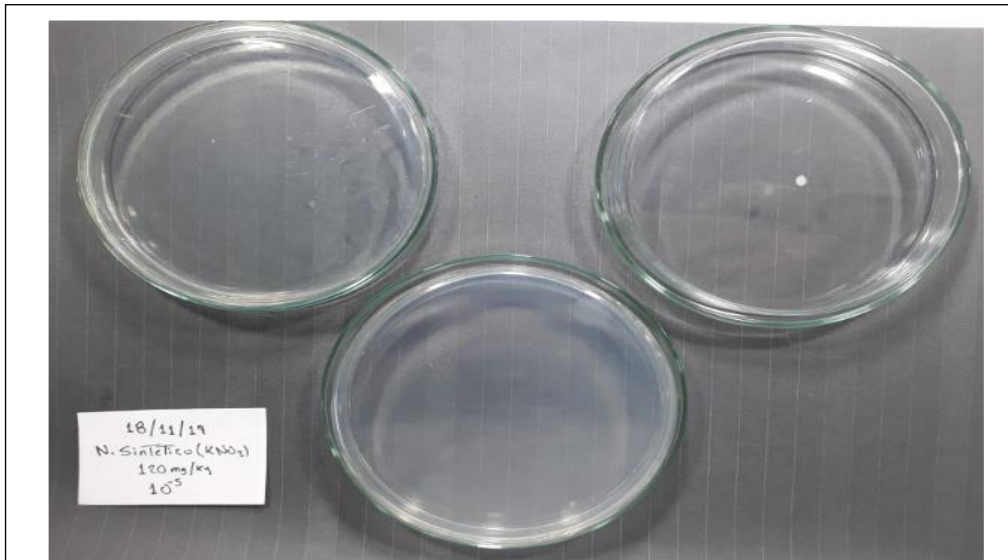


Figura 29: Muestra con Nitrato de Potasio al 0.012% –  $10^5$   
Fuente: Elaboración propia

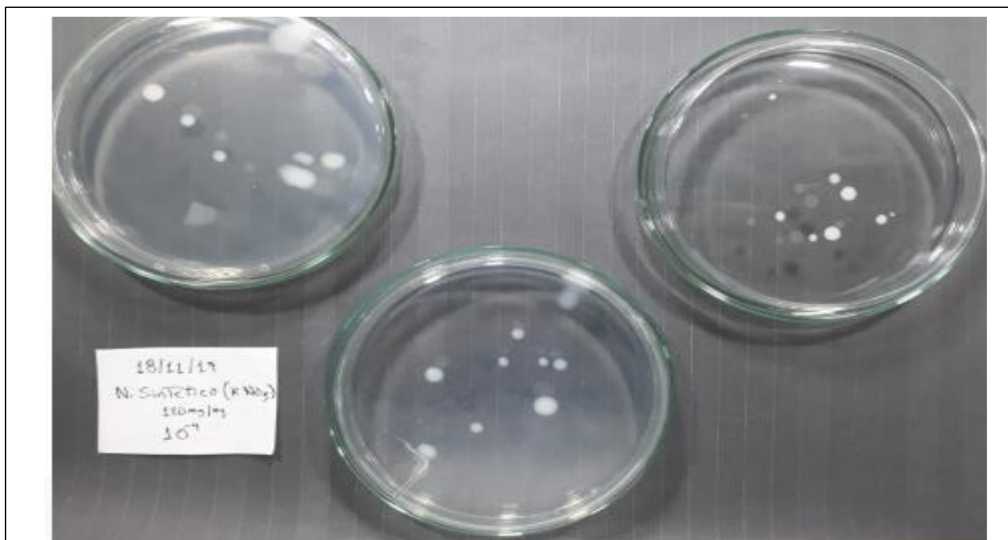


Figura 30: Muestra con Nitrato de Potasio al 0.012% –  $10^4$   
Fuente: Elaboración propia

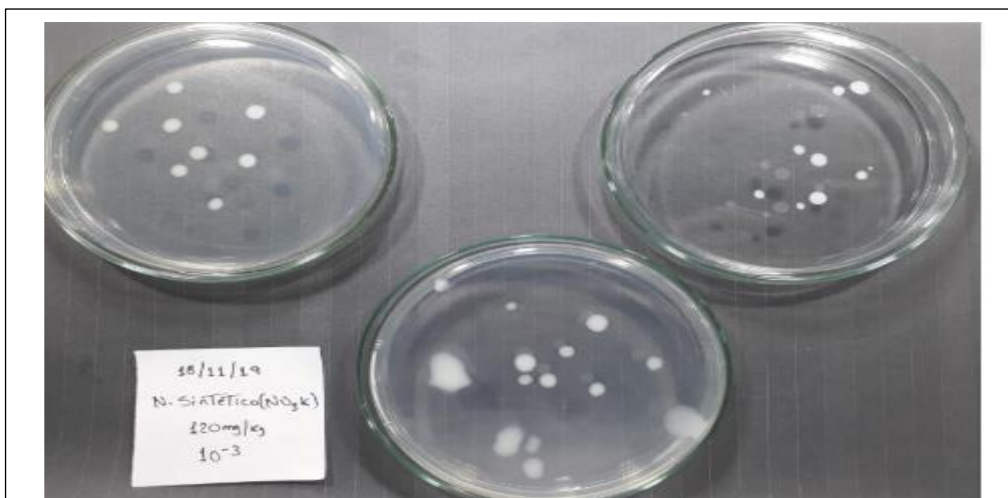


Figura 31: Muestra con Nitrato de Potasio al 0.012% –  $10^3$   
Fuente: Elaboración propia

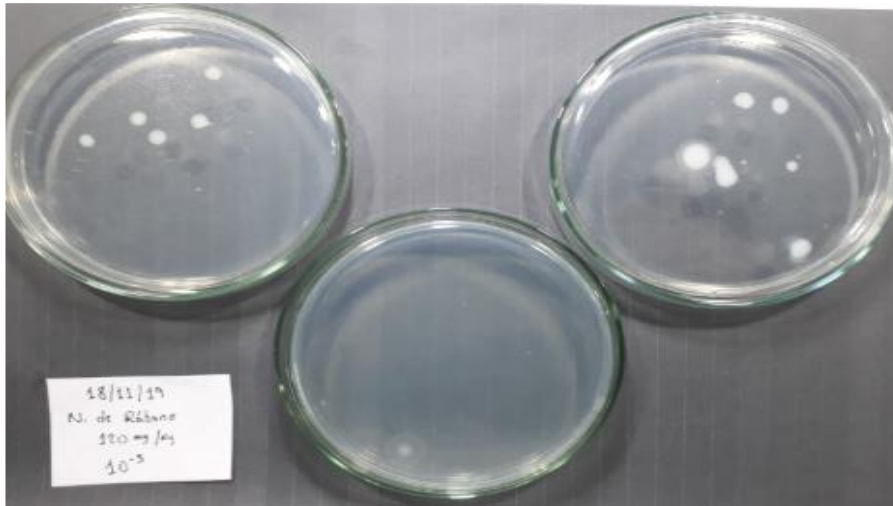


Figura 32: Muestra con Nitrato de Rábano al 0.012% –  $10^5$   
Fuente: Elaboración propia

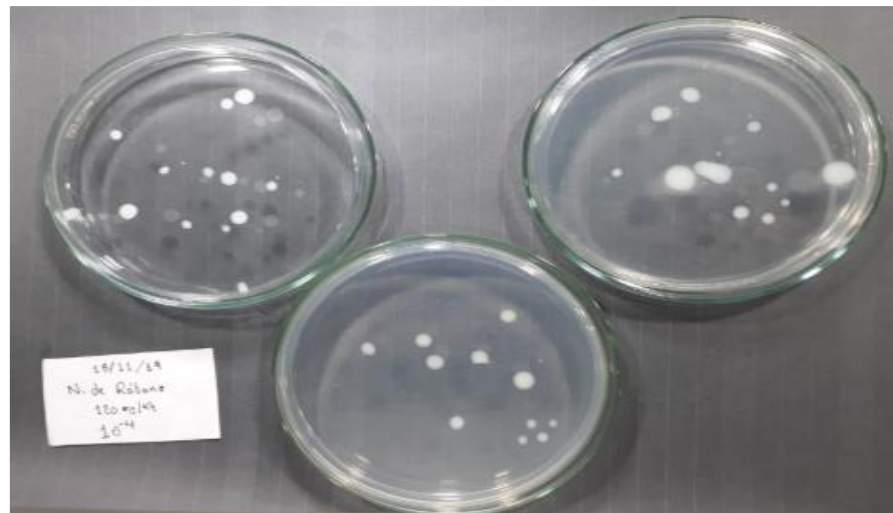


Figura 33: Muestra con Nitrato de Rábano al 0.012% –  $10^4$   
Fuente: Elaboración propia

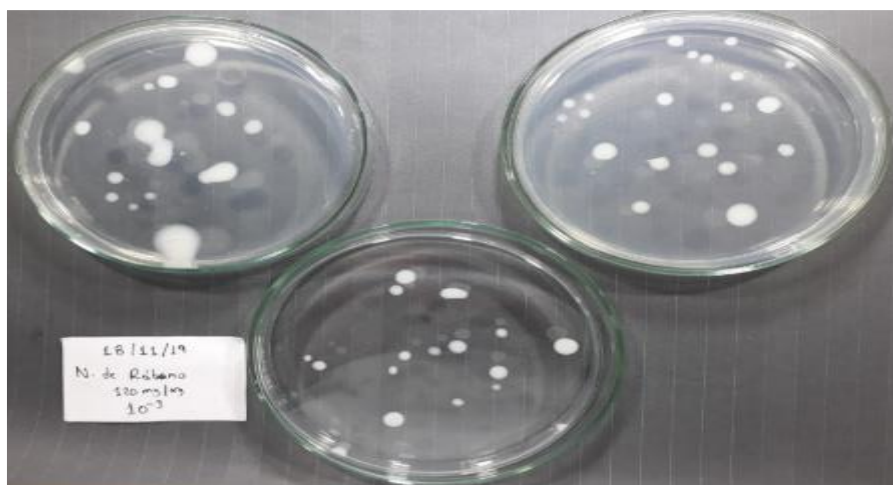


Figura 34: Muestra con Nitrato de Rábano al 0.012% –  $10^3$   
Fuente: Elaboración propia



Figura 35: Muestra con Nitrato de Rábano al 0.008% –  $10^5$   
Fuente: Elaboración propia



Figura 36: Muestra con Nitrato de Rábano al 0.008% –  $10^4$   
Fuente: Elaboración propia



Figura 37: Muestra con Nitrato de Rábano al 0.008% –  $10^3$   
Fuente: Elaboración propia

**Anexo 8.** Conteo de las UFC de Aerobios mesófilos en las placas Petri el 22/11/19

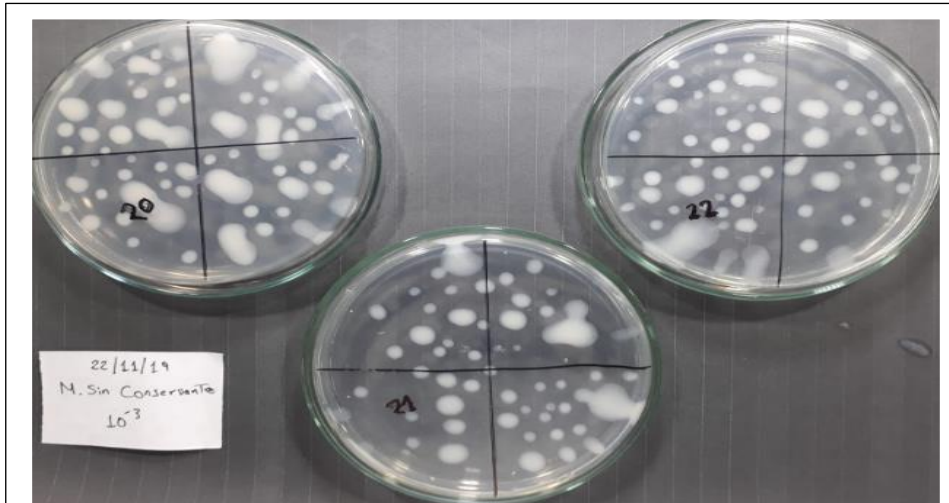


Figura 38: Muestra Control – 10<sup>3</sup>  
Fuente: Elaboración propia

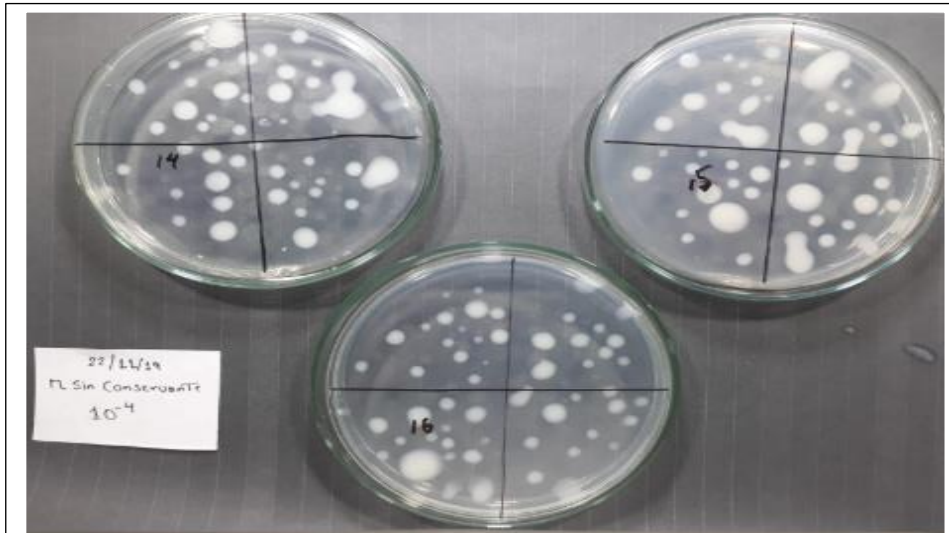


Figura 39: Muestra Control – 10<sup>4</sup>  
Fuente: Elaboración propia

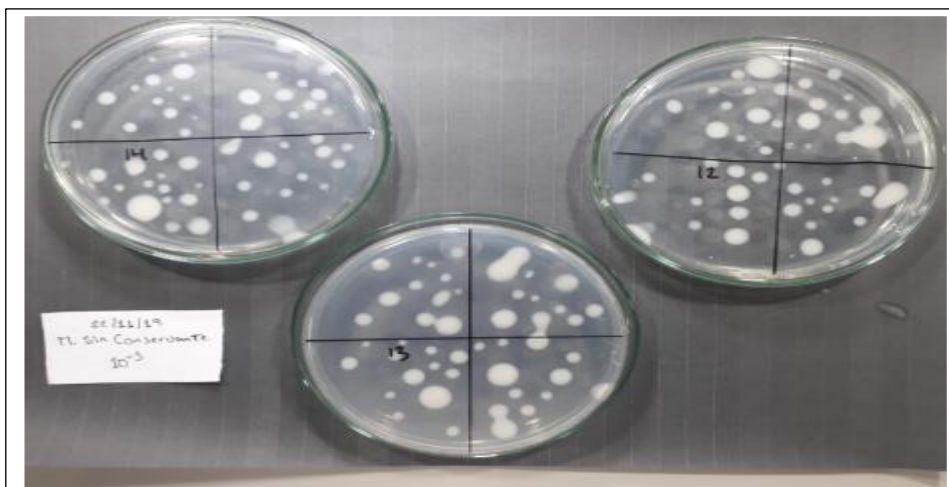


Figura 40: Muestra Control – 10<sup>5</sup>  
Fuente: Elaboración propia



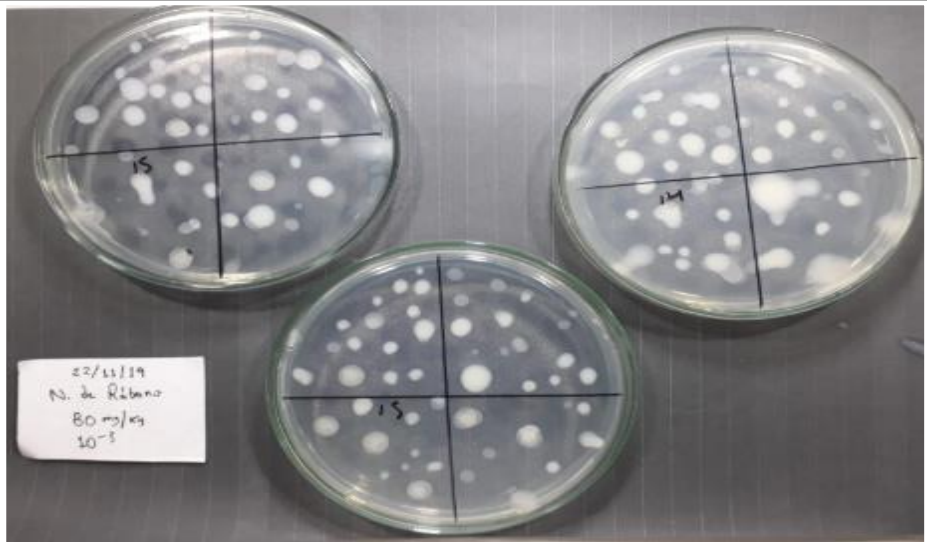


Figura 41: Muestra con N. de Rábano al 0.008% –  $10^3$   
Fuente: Elaboración propia

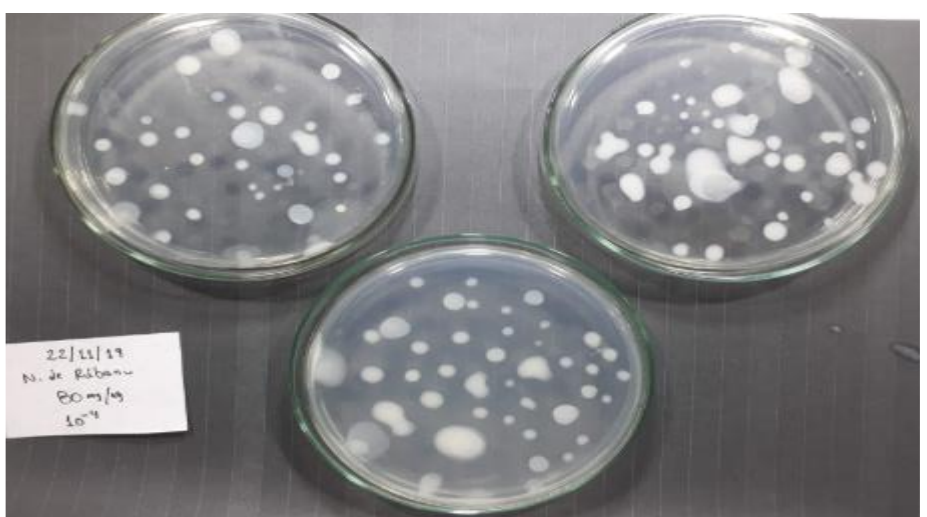


Figura 42: Muestra con N. de Rábano al 0.008% –  $10^4$   
Fuente: Elaboración propia

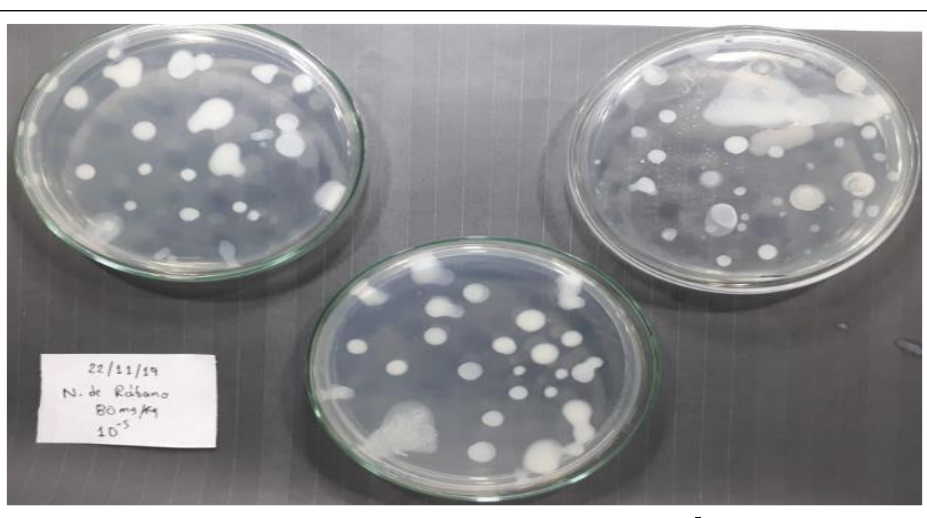


Figura 43: Muestra con N. de Rábano al 0.008% –  $10^5$   
Fuente: Elaboración propia

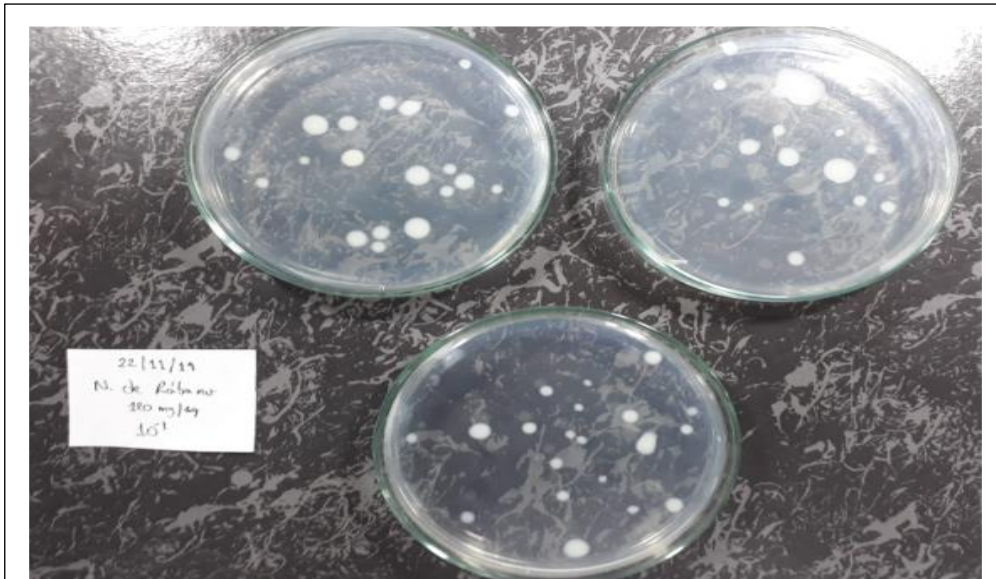


Figura 44: Muestra con N. de Rábano al 0.012% –  $10^3$   
Fuente: Elaboración propia

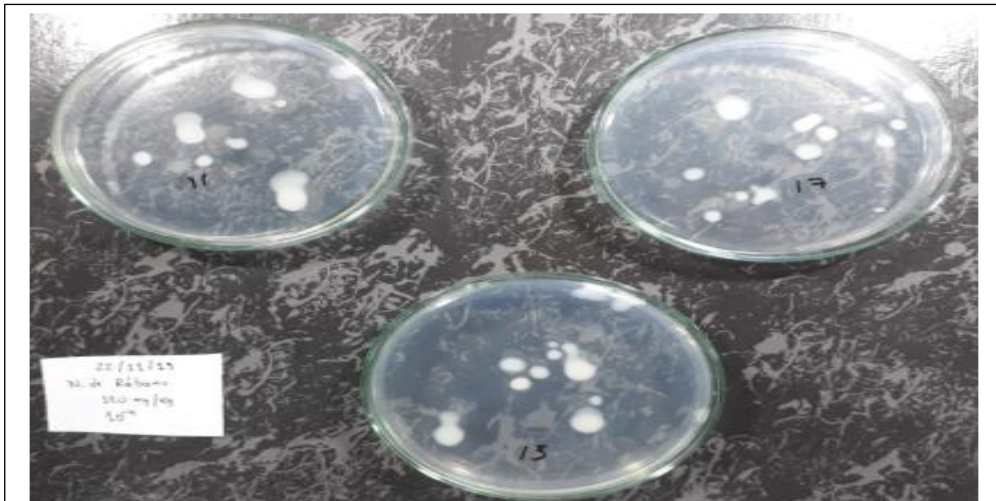


Figura 45: Muestra con N. de Rábano al 0.012% –  $10^4$   
Fuente: Elaboración propia



Figura 46: Muestra con N. de Rábano al 0.012% –  $10^5$   
Fuente: Elaboración propia



Figura 47: Muestra con N. de Potasio (KNO3) al 0.012% –  $10^3$   
Fuente: Elaboración propia

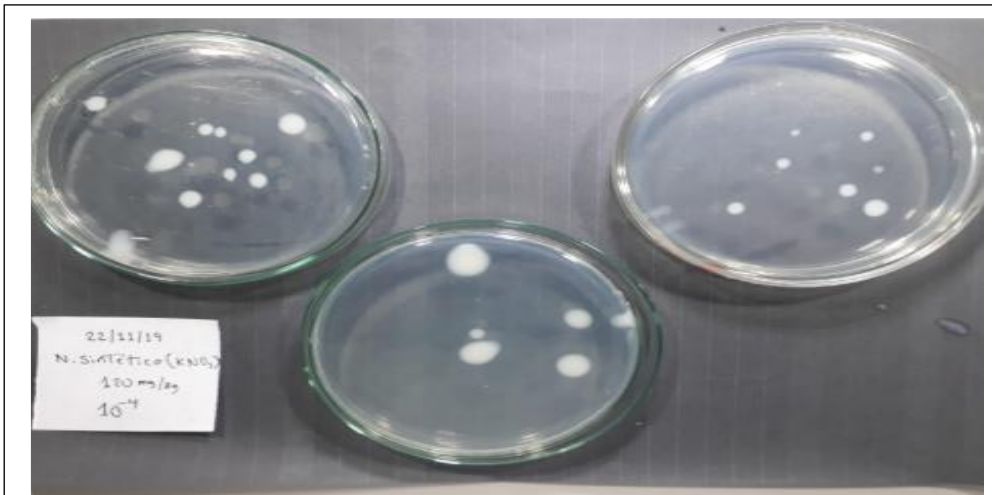


Figura 48: Muestra con N. de Potasio (KNO3) al 0.012% –  $10^4$   
Fuente: Elaboración propia

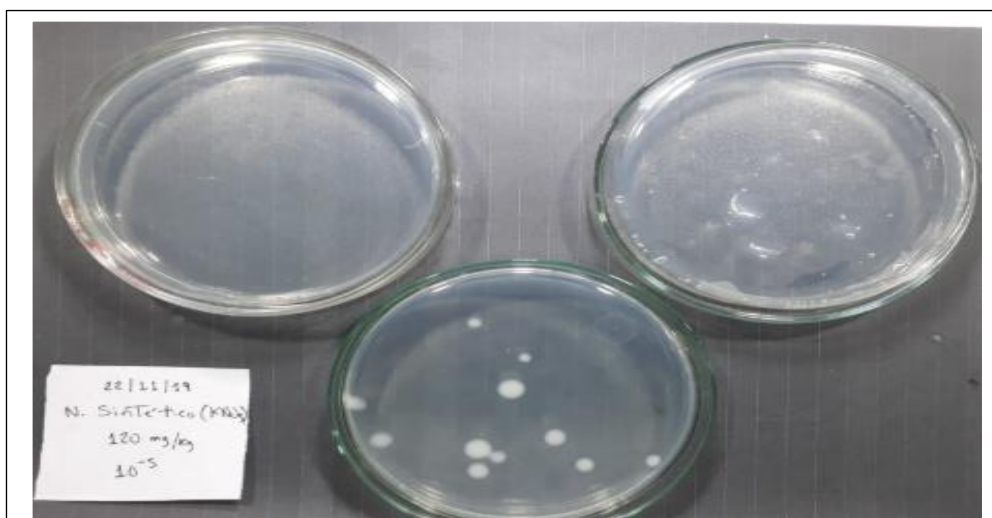


Figura 49: Muestra con N. de Potasio (KNO3) al 0.012% –  $10^5$   
Fuente: Elaboración propia

**Anexo 9.** Conteo de las UFC de Aerobios mesófilos en las placas Petri el 26/11/19

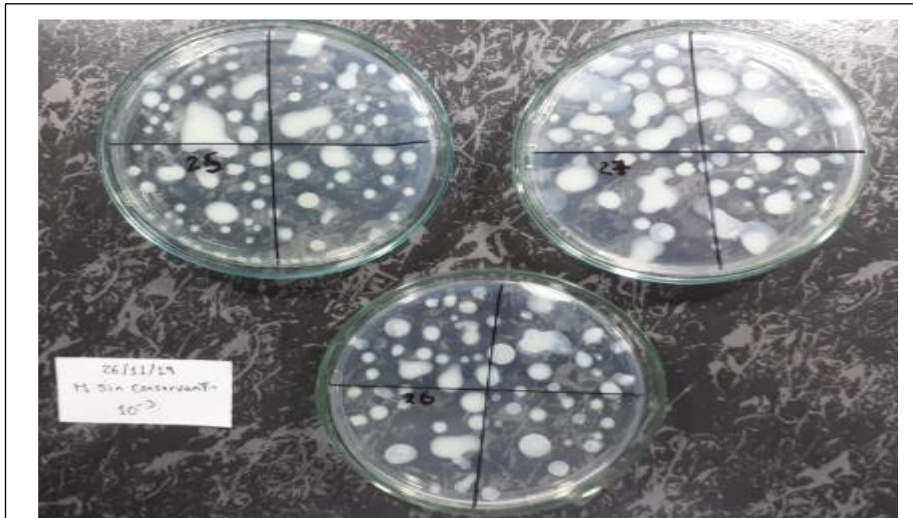


Figura 50: Muestra Control – 10<sup>3</sup>  
Fuente: Elaboración propia

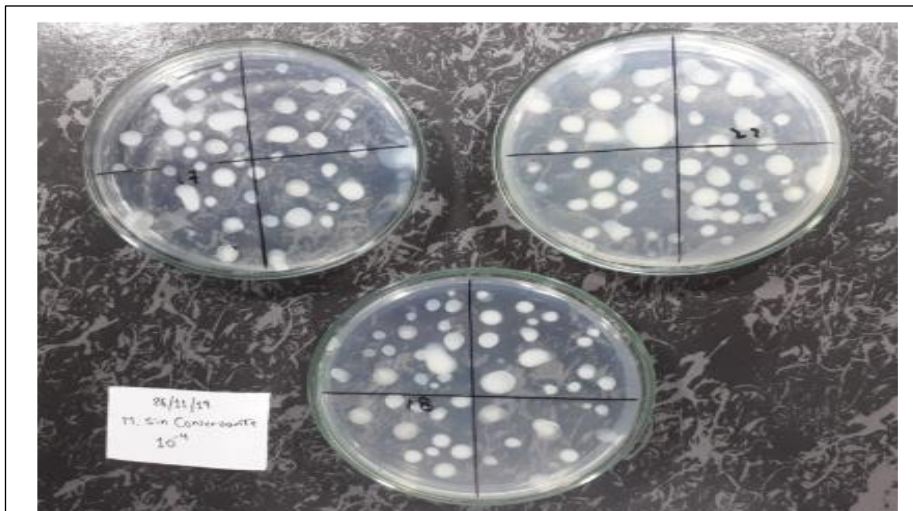


Figura 51: Muestra Control – 10<sup>4</sup>  
Fuente: Elaboración propia

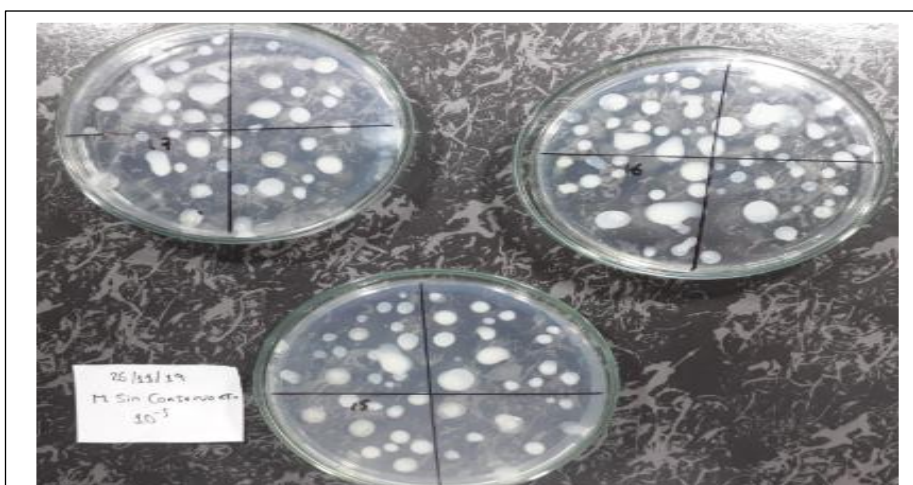


Figura 52: Muestra Control – 10<sup>5</sup>  
Fuente: Elaboración propia

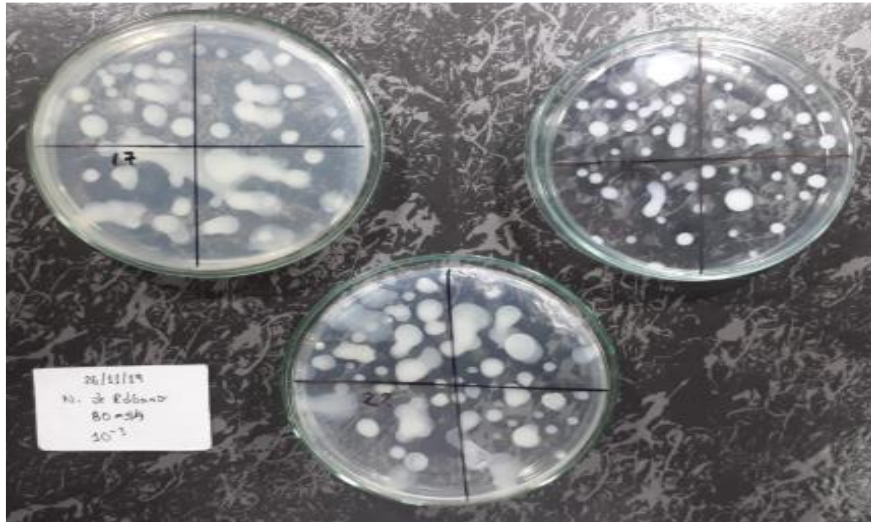


Figura 53: Muestra con N. de Rábano al 0.008% – 10<sup>3</sup>  
Fuente: Elaboración propia

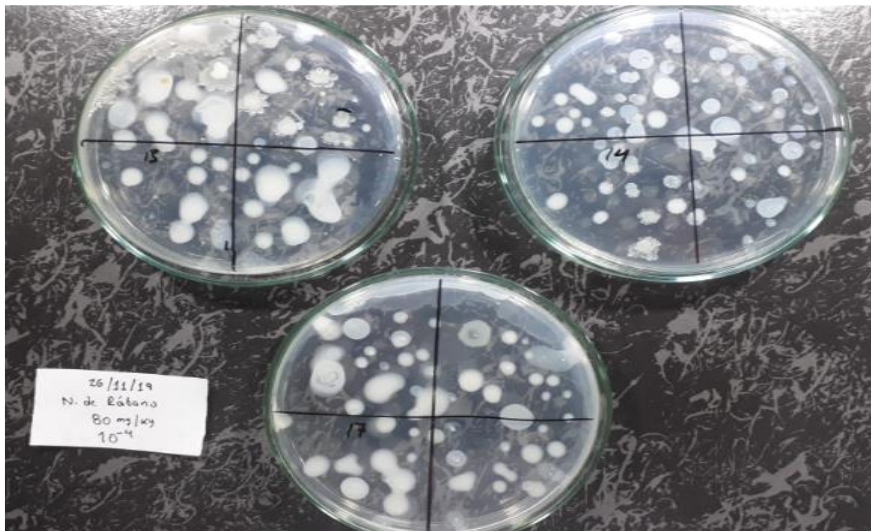


Figura 54: Muestra con N. de Rábano al 0.008% – 10<sup>4</sup>  
Fuente: Elaboración propia

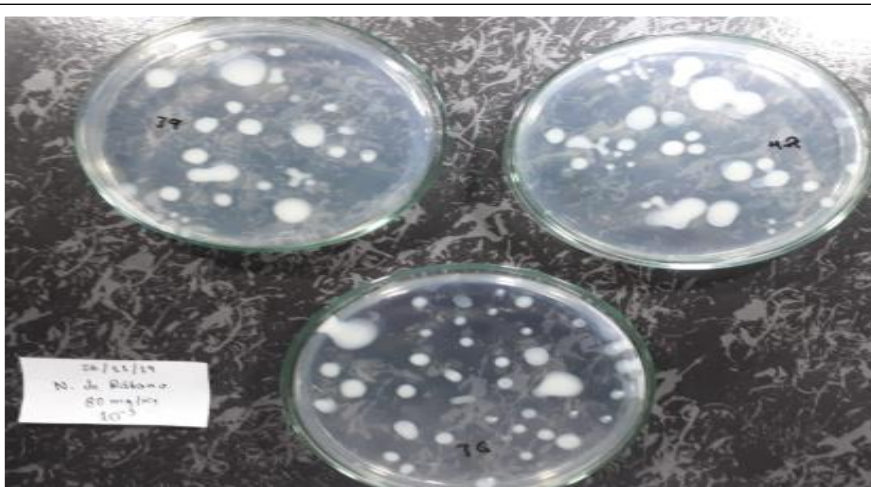


Figura 55: Muestra con N. de Rábano al 0.008% – 10<sup>5</sup>  
Fuente: Elaboración propia

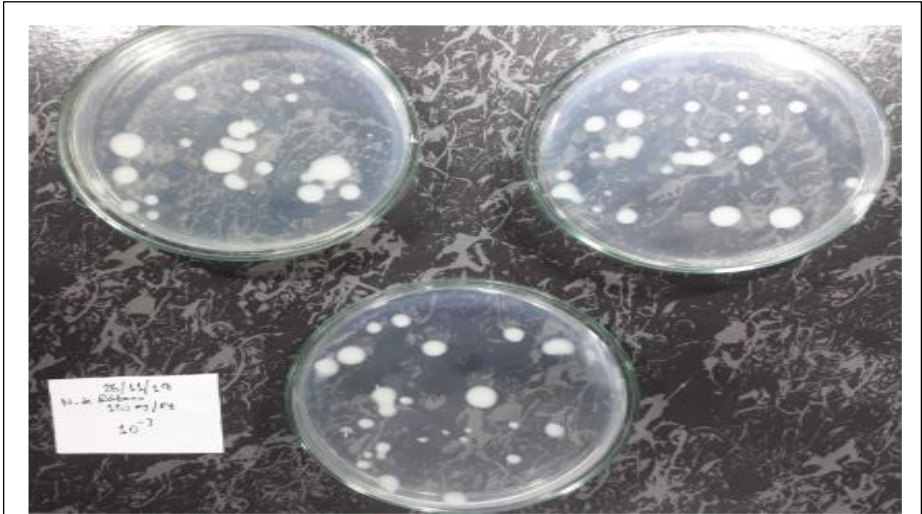


Figura 56: Muestra con N. de Rábano al 0.012% –  $10^3$   
Fuente: Elaboración propia

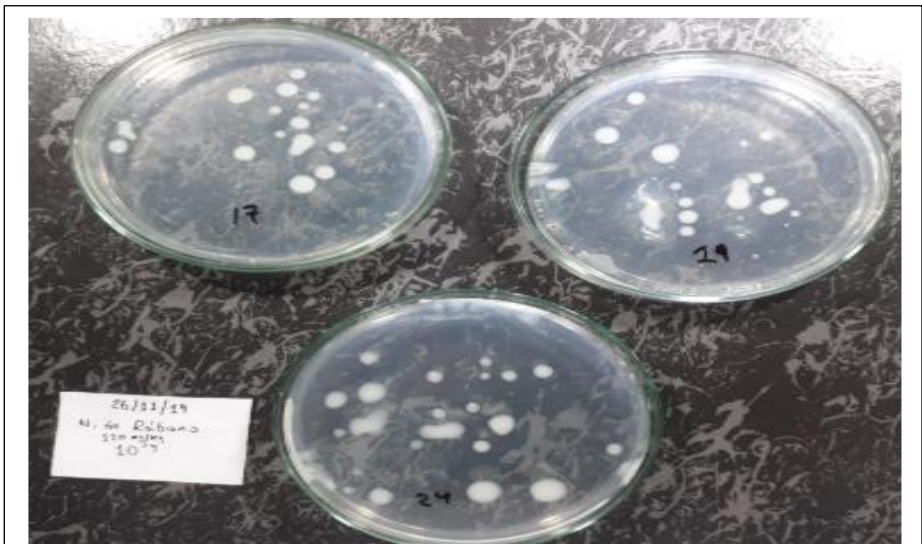


Figura 57: Muestra con N. de Rábano al 0.012% –  $10^4$   
Fuente: Elaboración propia

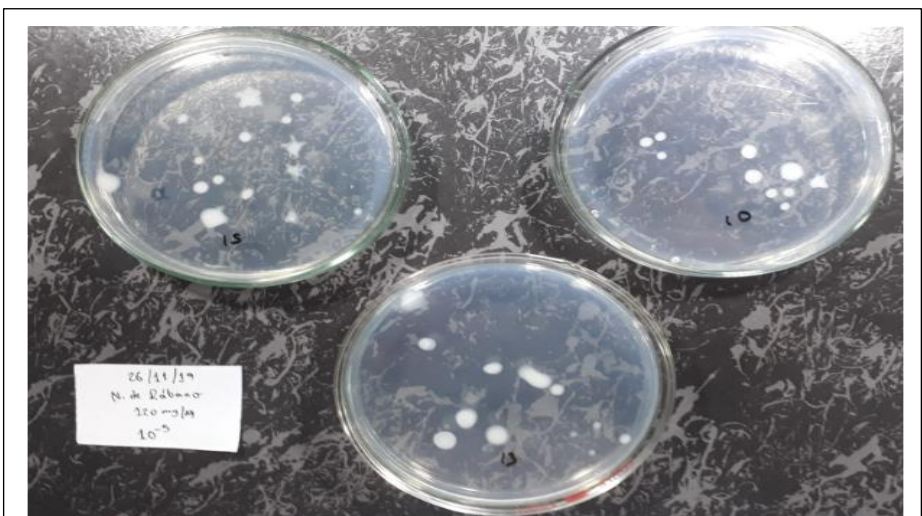


Figura 58: Muestra con N. de Rábano al 0.012% –  $10^5$   
Fuente: Elaboración propia

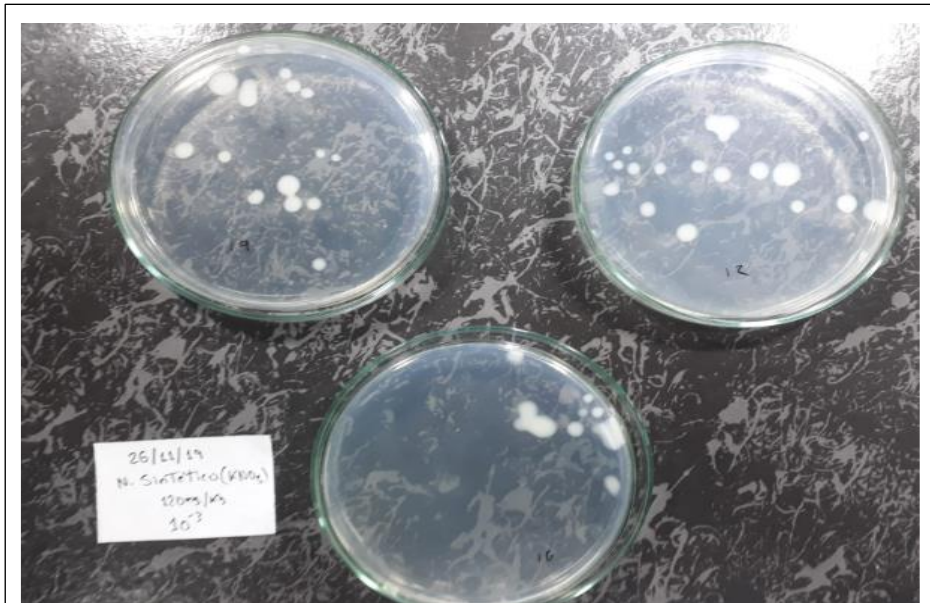


Figura 59: Muestra con N. Sintético al 0.012% –  $10^3$   
Fuente: Elaboración propia

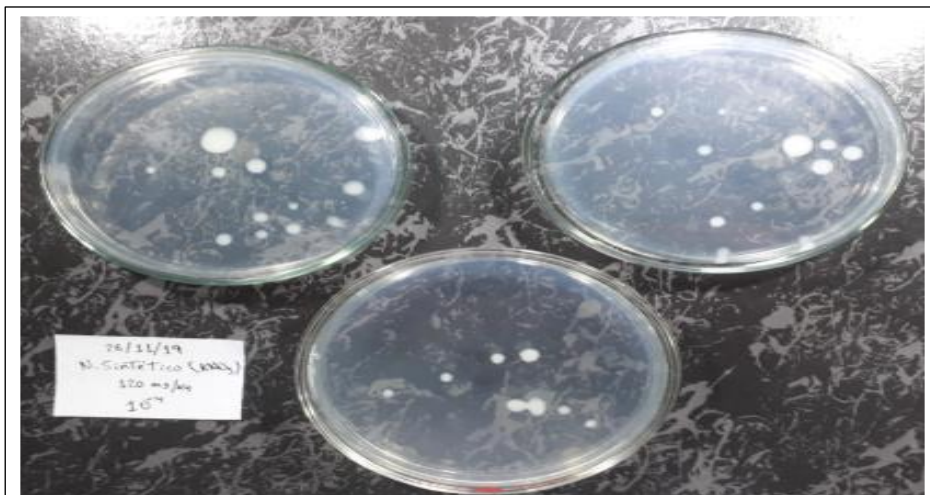



Figura 60: Muestra con N. Sintético al 0.012% –  $10^4$   
Fuente: Elaboración propia




Figura 61: Muestra con N. Sintético al 0.012% –  $10^5$   
Fuente: Elaboración propia

## Anexo 10. Análisis Físicoquímico Del Rábano.



**LABORATORIO DE ANALISIS  
FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS  
"MICROSERVILAB"  
LAMBAYEQUE – PERU**



**CERTIFICACIÓN DE CALIDAD DE ALIMENTOS N° 108**

**I. DATOS DEL SOLICITANTE:**

- Marky Diaz Aguilar

**II. PROYECTO :**  
"Caracterización físicoquímica de rabano (*Raphanus sativus*)"

**III. DATOS DE LA MUESTRA**

Nombre	: Rabano
Forma de presentación	: Bolsa hermética
Estado del envase	: Bueno
Naturaleza del envase	: Plástico
Procedencia	: Chiclayo
Fecha de producción	: Octubre 2019
Llegada al laboratorio	: 31-10-19
Fecha de análisis	: 31-10-19

**IV. TIPO DE ANALISIS**  
FISICOQUIMICO

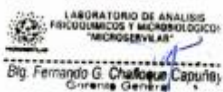
**V. DOCUMENTO NORMATIVO**  
Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (05.007- 98-SA)

**VI. RESULTADO DEL ANALISIS**

**1. Determinación de criterios microbiológicos :**

• Humedad	(%)	:	91.45	%
• Carbohidratos	(%)	:	2.91	%
• Proteína	(%)	:	2.39	%
• Grasa	(%)	:	0.7	%
• Fibra	(%)	:	1.25	%
• Ceniza	(%)	:	1.3	%
• Valor calorico	Kcal	:	27.92	Kcal
• Valor nutritivo		:	1.92	

**VII. CONCLUSIONES**  
La muestra cumple con los requisitos del Reglamento sobre vigilancia y control Sanitario de Alimentos y Bebidas (05.007- 98-SA)



**LABORATORIO DE ANALISIS  
FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS  
"MICROSERVILAB"**  
Big. Fernando G. Challoque Capuray  
Gerente General

Lambayeque, Octubre del 2019



Anexo 11. Resultado del Sistema CIELab

Muestra Patrón: CONTROL.

Día	L*	a*	b*	C	h
	86.82	-0.17	0.48	0.509	-1.23
2	86.55	-0.10	0.44	0.451	-1.35
	86.56	-0.09	0.44	0.449	-1.37
<b>Promedio</b>	<b>86.64</b>	<b>-0.12</b>	<b>0.45</b>	<b>0.47</b>	<b>-1.32</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.15</b>	<b>0.04</b>	<b>0.02</b>	<b>0.03</b>	<b>0.07</b>

Muestra Control en el día 6, 13 y 16.

DIA	L*	a*	b*	C	h	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
	86.610	-0.080	0.510	0.510	-1.415	0.210	-0.090	-0.030	0.230
	86.610	-0.150	0.420	0.440	-1.228	-0.060	0.050	0.020	0.081
6	86.610	-0.150	0.420	0.440	-1.228	-0.050	0.060	0.020	0.081
<b>PROMEDIC</b>	<b>86.610</b>	<b>-0.127</b>	<b>0.450</b>	<b>0.465</b>	<b>-1.290</b>	<b>0.033</b>	<b>0.007</b>	<b>0.003</b>	<b>0.131</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.000</b>	<b>0.040</b>	<b>0.052</b>	<b>0.041</b>	<b>0.108</b>	<b>0.153</b>	<b>0.084</b>	<b>0.029</b>	<b>0.080</b>
	86.550	-0.050	0.530	0.530	-1.477	0.270	-0.120	-0.050	0.300
	86.570	-0.040	0.540	0.541	-1.497	-0.020	-0.060	-0.100	0.118
13	86.560	-0.010	0.570	0.570	-1.553	0.000	-0.080	-0.130	0.153
<b>PROMEDIC</b>	<b>86.560</b>	<b>-0.033</b>	<b>0.547</b>	<b>0.548</b>	<b>-1.509</b>	<b>0.083</b>	<b>-0.087</b>	<b>-0.093</b>	<b>0.190</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.010</b>	<b>0.021</b>	<b>0.021</b>	<b>0.020</b>	<b>0.040</b>	<b>0.162</b>	<b>0.031</b>	<b>0.040</b>	<b>0.090</b>
	86.570	-0.140	0.470	0.490	-1.281	0.250	-0.030	0.010	0.252
	86.570	-0.140	0.480	0.500	-1.287	-0.020	0.040	-0.040	0.060
16	86.590	-0.150	0.500	0.522	-1.279	-0.030	0.060	-0.060	0.090
<b>PROMEDIC</b>	<b>86.577</b>	<b>-0.143</b>	<b>0.483</b>	<b>0.504</b>	<b>-1.283</b>	<b>0.067</b>	<b>0.023</b>	<b>-0.030</b>	<b>0.134</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.012</b>	<b>0.006</b>	<b>0.015</b>	<b>0.010</b>	<b>0.004</b>	<b>0.159</b>	<b>0.047</b>	<b>0.036</b>	<b>0.103</b>

Muestra Patrón: Muestra con Nitratos de Rábano al 0.008%.

Día	L*	a*	b*	C	h
	86.560	-0.150	0.450	0.474	-1.249
2	86.560	-0.140	0.480	0.500	-1.287
	86.580	-0.130	0.510	0.526	-1.321
<b>Promedio</b>	<b>86.567</b>	<b>-0.140</b>	<b>0.480</b>	<b>0.500</b>	<b>-1.286</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.012</b>	<b>0.010</b>	<b>0.030</b>	<b>0.026</b>	<b>0.036</b>

Fuente: Elaboración propia

Muestra con Nitratos de Rábano al 0.008% en el día 6, 13 y 16.

DIA	L*	a*	b*	C	h	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	$\Delta E^*$
	86.640	-0.110	0.470	0.483	-1.341	-0.080	-0.040	-0.020	0.092

	86.640	-0.110	0.470	0.483	-1.341	-0.080	-0.030	0.010	0.086
<b>6</b>	86.670	-0.110	0.480	0.492	-1.346	-0.090	-0.020	0.030	0.097
<b>PROMEDIC</b>	<b>86.650</b>	<b>-0.110</b>	<b>0.473</b>	<b>0.486</b>	<b>-1.342</b>	<b>-0.083</b>	<b>-0.030</b>	<b>0.007</b>	<b>0.092</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.017</b>	<b>0.000</b>	<b>0.006</b>	<b>0.006</b>	<b>0.003</b>	<b>0.006</b>	<b>0.010</b>	<b>0.025</b>	<b>0.005</b>
	86.640	0.080	0.550	0.556	1.426	-0.080	-0.230	-0.100	0.263
	86.630	0.080	0.550	0.556	1.426	-0.070	-0.220	-0.070	0.241
<b>13</b>	86.640	0.080	0.550	0.556	1.426	-0.060	-0.210	-0.040	0.222
<b>PROMEDIC</b>	<b>86.637</b>	<b>0.080</b>	<b>0.550</b>	<b>0.556</b>	<b>1.426</b>	<b>-0.070</b>	<b>-0.220</b>	<b>-0.070</b>	<b>0.242</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.006</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.010</b>	<b>0.010</b>	<b>0.030</b>	<b>0.021</b>
	86.770	-0.160	0.410	0.440	-1.199	-0.210	0.010	0.040	0.214
	86.720	-0.150	0.410	0.437	-1.220	-0.160	0.010	0.070	0.175
<b>16</b>	86.690	-0.140	0.410	0.433	-1.242	-0.110	0.010	0.100	0.149
<b>PROMEDIC</b>	<b>86.727</b>	<b>-0.150</b>	<b>0.410</b>	<b>0.437</b>	<b>-1.220</b>	<b>-0.160</b>	<b>0.010</b>	<b>0.070</b>	<b>0.179</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.040</b>	<b>0.010</b>	<b>0.000</b>	<b>0.003</b>	<b>0.022</b>	<b>0.050</b>	<b>0.000</b>	<b>0.030</b>	<b>0.033</b>

**Muestra Patrón: Muestra con Nitratos de Rábano al 0.012%**

<b>Día</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>C</b>	<b>h</b>
	86.690	-0.110	0.530	0.541	-1.366
<b>2</b>	86.840	-0.070	0.600	0.604	-1.455
	86.820	-0.070	0.600	0.604	-1.455
<b>Promedio</b>	<b>86.783</b>	<b>-0.083</b>	<b>0.577</b>	<b>0.583</b>	<b>-1.425</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.081</b>	<b>0.023</b>	<b>0.040</b>	<b>0.036</b>	<b>0.051</b>

Fuente: Elaboración propia

**Muestra con Nitratos de Rábano al 0.012% en el día 6, 13 y 16.**

<b>DIA</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>C</b>	<b>h</b>	<b><math>\Delta L^*</math></b>	<b><math>\Delta a^*</math></b>	<b><math>\Delta b^*</math></b>	<b><math>\Delta E^*</math></b>
	86.590	-0.030	0.570	0.571	-1.518	0.100	-0.080	-0.040	0.134
<b>6</b>	86.590	-0.040	0.580	0.581	-1.502	0.250	-0.030	0.020	0.253
	86.590	-0.010	0.580	0.580	-1.554	0.230	-0.060	0.020	0.239
<b>PROMEDIC</b>	<b>86.590</b>	<b>-0.027</b>	<b>0.577</b>	<b>0.577</b>	<b>-1.525</b>	<b>0.193</b>	<b>-0.057</b>	<b>0.000</b>	<b>0.208</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.000</b>	<b>0.015</b>	<b>0.006</b>	<b>0.006</b>	<b>0.026</b>	<b>0.081</b>	<b>0.025</b>	<b>0.035</b>	<b>0.065</b>
	86.570	0.070	0.590	0.594	1.453	0.120	-0.180	-0.060	0.224
<b>13</b>	86.580	0.140	0.600	0.616	1.342	0.260	-0.210	0.000	0.334
	86.570	0.150	0.600	0.618	1.326	0.250	-0.220	0.000	0.333
<b>PROMEDIC</b>	<b>86.573</b>	<b>0.120</b>	<b>0.597</b>	<b>0.610</b>	<b>1.373</b>	<b>0.210</b>	<b>-0.203</b>	<b>-0.020</b>	<b>0.297</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.006</b>	<b>0.044</b>	<b>0.006</b>	<b>0.013</b>	<b>0.069</b>	<b>0.078</b>	<b>0.021</b>	<b>0.035</b>	<b>0.063</b>
	86.690	-0.140	0.570	0.587	-1.330	0.000	0.030	-0.040	0.050
<b>16</b>	86.720	-0.110	0.600	0.610	-1.389	0.120	0.040	0.000	0.126
	86.820	-0.120	0.640	0.651	-1.385	0.000	0.050	-0.040	0.064

<b>PROMEDIO</b>	<b>86.743</b>	<b>-0.123</b>	<b>0.603</b>	<b>0.616</b>	<b>-1.368</b>	<b>0.040</b>	<b>0.040</b>	<b>-0.027</b>	<b>0.080</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.068</b>	<b>0.015</b>	<b>0.035</b>	<b>0.033</b>	<b>0.033</b>	<b>0.069</b>	<b>0.010</b>	<b>0.023</b>	<b>0.041</b>

**Muestra Patrón: Muestra con Nitratos Sintéticos (K NO3) al 0.012%.**

<b>Dia</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>C</b>	<b>h</b>
<b>2</b>	86.490	-0.150	0.410	0.437	-1.220
	86.400	-0.140	0.380	0.405	-1.218
	86.560	-0.150	0.440	0.465	-1.242
<b>Promedio</b>	<b>86.483</b>	<b>-0.147</b>	<b>0.410</b>	<b>0.435</b>	<b>-1.227</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.080</b>	<b>0.006</b>	<b>0.030</b>	<b>0.030</b>	<b>0.014</b>

**Muestra con Nitratos Sintéticos (K NO3) al 0.012% en el día 6, 13 y 16.**

<b>DIA</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>C</b>	<b>h</b>	<b>ΔL*</b>	<b>Δa*</b>	<b>Δb*</b>	<b>ΔE*</b>
<b>6</b>	86.460	-0.010	0.460	0.460	-1.549	0.030	-0.140	-0.050	0.152
	86.470	-0.010	0.460	0.460	-1.549	-0.070	-0.130	-0.080	0.168
	86.470	-0.020	0.460	0.460	-1.527	0.090	-0.130	-0.020	0.159
<b>PROMEDIO</b>	<b>86.467</b>	<b>-0.013</b>	<b>0.460</b>	<b>0.460</b>	<b>-1.542</b>	<b>0.017</b>	<b>-0.133</b>	<b>-0.050</b>	<b>0.160</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.006</b>	<b>0.006</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.013</b>	<b>0.081</b>	<b>0.006</b>	<b>0.030</b>	<b>0.008</b>
<b>13</b>	86.520	0.120	0.580	0.592	1.367	-0.030	-0.270	-0.170	0.320
	86.520	0.120	0.570	0.582	1.363	-0.120	-0.260	-0.190	0.344
	86.520	0.120	0.570	0.582	1.363	0.040	-0.270	-0.130	0.302
<b>PROMEDIO</b>	<b>86.520</b>	<b>0.120</b>	<b>0.573</b>	<b>0.586</b>	<b>1.364</b>	<b>-0.037</b>	<b>-0.267</b>	<b>-0.163</b>	<b>0.322</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.006</b>	<b>0.006</b>	<b>0.002</b>	<b>0.080</b>	<b>0.006</b>	<b>0.031</b>	<b>0.021</b>
<b>16</b>	86.650	-0.230	0.450	0.505	-1.098	-0.160	0.080	-0.040	0.183
	86.630	-0.150	0.460	0.484	-1.256	-0.230	0.010	-0.080	0.244
	86.630	0.140	0.450	0.471	1.269	-0.070	-0.290	-0.010	0.298
<b>PROMEDIO</b>	<b>86.637</b>	<b>-0.080</b>	<b>0.453</b>	<b>0.487</b>	<b>-0.362</b>	<b>-0.153</b>	<b>-0.067</b>	<b>-0.043</b>	<b>0.242</b>
<b>DESV. E</b>	<b>0.012</b>	<b>0.195</b>	<b>0.006</b>	<b>0.017</b>	<b>1.414</b>	<b>0.080</b>	<b>0.197</b>	<b>0.035</b>	<b>0.058</b>

**Anexo 12.** Absorbancias (ABS) en las muestras de Rábano secadas a 50, 60 y 70°C.

Resultado de las absorbancias por triplicado, en las muestras secadas a 50, 60 y 70°C.

<b>Muestras</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Absorbancia (410 nm)</b>
<b>M1</b>	<b>50</b>	0.121
<b>M2</b>		0.118
<b>M3</b>		0.124
<b>M1</b>	<b>60</b>	0.074
<b>M2</b>		0.080
<b>M3</b>		0.072
<b>M1</b>	<b>70</b>	0.052
<b>M2</b>		0.043
<b>M3</b>		0.060

**Anexo 13.** Resultado de la concentración de Nitratos en las muestras de rábano secadas a 50, 60 y 70°C.

Para calcular la concentración de nitratos en el Rábano, se halla con la ecuación dada en el método analítico “Colorimetría por nitración con ácido salicílico”, y en donde m es igual al coeficiente másico hallado en la curva de calibración, ver en la figura 7.

**Absorbancias (ABS) obtenidas en las muestras M1, M2 y M3 secadas a temperatura de a 50°C.**

- **Para M1 la ABS es 0.121**

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = m * \text{Abs}_{\text{muestra}} * 50 \text{ ml} / \text{peso de muestra (g)}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.0267 * 0.121 * 50 \text{ ml} / 0.5 \text{ g}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.3204$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = \text{mg N-NO}_3 / \text{g} * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 0.3204 * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 1.431$$

Calcular que cantidad de Nitratos hay en 1 g de Rábano:

$$\begin{array}{rcl} 1.431 \text{ mg} & \text{—————} & 0.5 \text{ g de Rábano} \\ X & \text{—————} & 1 \text{ g de Rábano} \end{array}$$

$$X = 2.862 \text{ mg/g}$$

- **Para la M2 la ABS es 0.118**

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = m * \text{Abs}_{\text{muestra}} * 50 \text{ ml} / \text{peso de muestra (g)}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.0267 * 0.118 * 50 \text{ ml} / 0.5 \text{ g}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.31506$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = \text{mg N-NO}_3 / \text{g} * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 0.31506 * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 1.395$$

Calcular que cantidad de nitratos hay en 1 g de Rábano:

$$1.391 \text{ mg} \quad \text{—————} \quad 0.5 \text{ g de Rábano}$$

$$X \quad \text{—————} \quad 1 \text{ g de Rábano}$$

$$X = 2.782 \text{ mg/g}$$

- **Para la M3 la ABS es 0.124**

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = m * \text{Abs}_{\text{muestra}} * 50 \text{ ml} / \text{peso de muestra (g)}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.0267 * 0.124 * 50 \text{ ml} / 0.5 \text{ g}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.33108$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = \text{mg N-NO}_3 / \text{g} * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 0.33108 * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 1.466$$

Calcular que cantidad de nitratos hay en 1 g de Rábano:

$$1.466 \text{ mg} \quad \text{—————} \quad 0.5 \text{ g de Rábano}$$

$$X \quad \text{—————} \quad 1 \text{ g de Rábano}$$

$$X = 2.932 \text{ mg/g}$$

**Absorbancias (ABS) obtenidas en las muestras M1, M2 y M3 secadas a temperatura de a 60°C.**

- **Para la M1 la ABS es 0.074**

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = m * \text{Abs}_{\text{muestra}} * 50 \text{ ml} / \text{peso de muestra (g)}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.0267 * 0.074 * 50 \text{ ml} / 0.5 \text{ g}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.19758$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = \text{mg N-NO}_3 / \text{g} * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 0.19758 * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 0.875$$

Calcular que cantidad de Nitratos hay en 1 g de Rábano:

$$\begin{array}{r} 0.875 \text{ mg} \text{ —————} 0.5 \text{ g de Rábano} \\ X \text{ —————} 1 \text{ g de Rábano} \end{array}$$

$$X = 1.750 \text{ mg/g}$$

- **Para M2 la ABS es 0.072**

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = m * \text{Abs}_{\text{muestra}} * 50 \text{ ml} / \text{peso de muestra (g)}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.0267 * 0.072 * 50 \text{ ml} / 0.5 \text{ g}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.19224$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = \text{mg N-NO}_3 / \text{g} * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 0.19224 * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 0.851$$

Calcular que cantidad de nitratos hay en 1 g de Rábano:

$$\begin{array}{r} 0.851 \text{ mg/g} \text{ —————} 0.5 \text{ g de Rábano} \\ X \text{ —————} 1 \text{ g de Rábano} \end{array}$$

$$X = 1.702 \text{ mg/g}$$

- **Para M3 la ABS es 0.076**

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = m * \text{Abs}_{\text{muestra}} * 50 \text{ ml} / \text{peso de muestra (g)}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.0267 * 0.076 * 50 \text{ ml} / 0.5 \text{ g}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.20292$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = \text{mg N-NO}_3 / \text{g} * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 0.20292 * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 0.898$$

Calcular que cantidad de nitratos hay en 1 g de Rábano:

$$\begin{array}{rcl} 0.898 \text{ mg} & \text{—————} & 0.5 \text{ g de Rábano} \\ X & \text{—————} & 1 \text{ g de Rábano} \end{array}$$

$$X = 1.796 \text{ mg/g}$$

**Absorbancias (ABS) obtenidas en M1, M2 y M3 secadas a temperatura de a 70°C.**

- **Para M1 la ABS es 0.050**

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = m * \text{Abs}_{\text{muestra}} * 50 \text{ ml} / \text{peso de muestra (g)}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.0267 * 0.050 * 50 \text{ ml} / 0.5 \text{ g}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.1335$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = \text{mg N-NO}_3 / \text{g} * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 0.1335 * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 0.591$$

Calcular que cantidad de Nitratos hay en 1 g de Rábano:

$$\begin{array}{rcl} 0.591 \text{ mg} & \text{—————} & 0.5 \text{ g de Rábano} \\ X & \text{—————} & 1 \text{ g de Rábano} \end{array}$$

$$X = 1.182 \text{ mg/g}$$



- Para M2 la ABS es 0.045

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = m * \text{Abs}_{\text{muestra}} * 50 \text{ ml} / \text{peso de muestra (g)}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.0267 * 0.045 * 50 \text{ ml} / 0.5 \text{ g}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.12015$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = \text{mg N-NO}_3 / \text{g} * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 0.12015 * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 0.532$$

Calcular que cantidad de nitratos hay en 1 g de Rábano:

$$0.532 \text{ mg} \text{ ————— } 0.5 \text{ g de Rábano}$$

$$X \text{ ————— } 1 \text{ g de Rábano}$$

$$X = 1.064 \text{ mg/g}$$

- Para M3 la ABS es 0.059

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = m * \text{Abs}_{\text{muestra}} * 50 \text{ ml} / \text{peso de muestra (g)}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.0267 * 0.059 * 50 \text{ ml} / 0.5 \text{ g}$$

$$\text{mg N-NO}_3 / \text{g} = 0.15753$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = \text{mg N-NO}_3 / \text{g} * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 0.15753 * 4.43$$

$$\text{mg NO}_3^- / \text{g} = 0.697$$

Calcular que cantidad de nitratos hay en 1 g de Rábano:

$$0.697 \text{ mg} \text{ ————— } 0.5 \text{ g de Rábano}$$

$$X \text{ ————— } 1 \text{ g de Rábano}$$

$$X = 1.394 \text{ mg/g}$$

**Anexo 14.** Cálculo de las unidades formadoras de colonias en las muestras al 0, 0.008, 0.012 y 0.012% en el día 2, 6, 10 y 12.

**Muestras Control en el día 2, se trabajarán con muestras que estén entre 25 y 250 UFC por placa.**

**Diluciones  $10^4$**

Promedio = 32

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{32 * 10\,000}{1} = 320\,000 = 3.2 * 10^5 \text{ UFC / ml de muestra}$$

**Diluciones  $10^3$**

Promedio = 53

$$\text{UFC / ml de muestra} = \frac{53 * 1\,000}{1} = 53\,000 = 5.3 * 10^4 \text{ UFC / ml de muestra}$$

**Muestras Control en el día 6, se trabajarán con muestras que estén entre 25 y 250 UFC por placa.**

**Diluciones  $10^5$**

Promedio = 38

$$\text{UFC / ml de muestra} = \frac{38 * 100\,000}{1} = 3\,800\,000 = 3.8 * 10^6 \text{ UFC / ml de muestra}$$

**Diluciones  $10^4$**

Promedio = 45

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{45 * 10\,000}{1} = 450\,000 = 4.5 * 10^5 \text{ UFC / mL de muestra}$$

**Diluciones  $10^3$**

Promedio = 72

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{72 * 1\,000}{1} = 72\,000 = 7.2 * 10^4 \text{ UFC / mL de muestra}$$

1

**Muestras Control en el día 10, se trabajarán con muestras que estén entre 25 y 250 UFC por placa.**

**Diluciones  $10^5$**

Promedio = 52

$$\text{UFC / ml de muestra} = \frac{52 * 100\ 000}{1} = 5\ 200\ 000 = 5.2 * 10^6 \text{ UFC / ml de muestra}$$

**Diluciones  $10^4$**

Promedio = 60

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{60 * 10\ 000}{1} = 600\ 000 = 6 * 10^5 \text{ UFC / mL de muestra}$$

**Diluciones  $10^3$**

Promedio = 84

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{84 * 1\ 000}{1} = 84\ 000 = 8.4 * 10^4 \text{ UFC / mL de muestra}$$

**Muestras Control en el día 14, se trabajarán con muestras que estén entre 25 y 250 UFC por placa.**

**Diluciones  $10^5$**

Promedio = 64

$$\text{UFC / ml de muestra} = \frac{64 * 100\ 000}{1} = 6\ 400\ 000 = 6.4 * 10^6 \text{ UFC / ml de muestra}$$

**Diluciones  $10^4$**

Promedio = 76

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{76 * 10\ 000}{1} = 760\ 000 = 7.6 * 10^5 \text{ UFC / mL de muestra}$$

### **Diluciones 10<sup>3</sup>**

Promedio = 104

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{104 * 1\,000}{1} = 104\,000 = 10 * 10^4 \text{ UFC / mL de muestra}$$

**Muestras al 0.008% de Nitrato de Rábano en el día 2, se trabajarán con muestras que estén entre 25 y 250 UFC por placa.**

### **Diluciones 10<sup>3</sup>**

Promedio = 25

$$\text{UFC / ml de muestra} = \frac{25 * 1\,000}{1} = 25\,000 = 2.5 * 10^4 \text{ UFC / ml de muestra}$$

**Muestras al 0.008% de Nitrato de Rábano en el día 6, se trabajarán con muestras que estén entre 25 y 250 UFC por placa.**

### **Diluciones 10<sup>4</sup>**

Promedio = 29

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{29 * 10\,000}{1} = 290\,000 = 2.9 * 10^5 \text{ UFC / mL de muestra}$$

### **Diluciones 10<sup>3</sup>**

Promedio = 41

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{41 * 1\,000}{1} = 41\,000 = 4.1 * 10^4 \text{ UFC / mL de muestra}$$

**Muestras al 0.008% de Nitrato de Rábano en el día 10, se trabajarán con muestras que estén entre 25 y 250 UFC por placa.**

### **Diluciones 10<sup>5</sup>**

Promedio = 34

$$\text{UFC / ml de muestra} = \frac{34 * 100\,000}{1} = 3\,400\,000 = 3.4 * 10^6 \text{ UFC / ml de muestra}$$

1

#### **Diluciones 10<sup>4</sup>**

Promedio = 43

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{43 * 10\ 000}{1} = 430\ 000 = 4.3 * 10^5 \text{ UFC / mL de muestra}$$

#### **Diluciones 10<sup>3</sup>**

Promedio = 59

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{59 * 1\ 000}{1} = 59\ 000 = 5.9 * 10^4 \text{ UFC / mL de muestra}$$

**Muestras al 0.008% de Nitrato de Rábano en el día 14, se trabajarán con muestras que estén entre 25 y 250 UFC por placa.**

#### **Diluciones 10<sup>5</sup>**

Promedio = 41

$$\text{UFC / ml de muestra} = \frac{41 * 100\ 000}{1} = 4\ 100\ 000 = 4.1 * 10^6 \text{ UFC / ml de muestra}$$

#### **Diluciones 10<sup>4</sup>**

Promedio = 59

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{59 * 10\ 000}{1} = 590\ 000 = 5.9 * 10^5 \text{ UFC / mL de muestra}$$

#### **Diluciones 10<sup>3</sup>**

Promedio = 76

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{76 * 1\ 000}{1} = 76\ 000 = 7.6 * 10^4 \text{ UFC / mL de muestra}$$

**Muestras al 0.012% de Nitrato de Rábano en el día 10, se trabajarán con muestras que estén entre 25 y 250 UFC por placa.**

### **Diluciones 10<sup>3</sup>**

Promedio = 26

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{26 * 1\,000}{1} = 26\,000 = 2.6 * 10^4 \text{ UFC / mL de muestra}$$

**Muestras al 0.012% de Nitrato de Rábano en el día 14, se trabajarán con muestras que estén entre 25 y 250 UFC por placa.**

### **Diluciones 10<sup>3</sup>**

Promedio = 29

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{29 * 1\,000}{1} = 29\,000 = 2.9 * 10^4 \text{ UFC / mL de muestra}$$

**Muestras al 0.012% de Nitrato Sintético (KNO<sub>3</sub>) en el día 14, se trabajarán con muestras que estén entre 25 y 250 UFC por placa.**

### **Diluciones 10<sup>3</sup>**

Promedio = 25

$$\text{UFC / mL de muestra} = \frac{25 * 1\,000}{1} = 25\,000 = 2.5 * 10^4 \text{ UFC / mL de muestra}$$

**Anexo 15.** Parámetros Microbiológicos aceptables para productos cárnicos aprobados por el MINSA y DIGESA.

MINISTERIO DE SALUD

No. 591-2008/MINSA



# Resolución Ministerial

Lima, 27 de AGOSTO del 2008

**Visto:** el Expediente N° 07-051670-002, que contiene el Oficio N° 5868-2008/DG/DIGESA, cursado por la Dirección General de Salud Ambiental;

## CONSIDERANDO:



Que, el artículo 92° de la Ley N° 26842, Ley General de Salud establece que la Autoridad de Salud de nivel nacional es la encargada entre otros, del control sanitario de los alimentos y bebidas;



Que, el literal a) del artículo 25° de la Ley N° 27657, Ley del Ministerio de Salud, señala que la Dirección General de Salud Ambiental-DIGESA es el órgano técnico-normativo en los aspectos relacionados al saneamiento básico, salud ocupacional, higiene alimentaria, zoonosis y protección del ambiente;



Que, el literal c) del artículo 49° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, aprobado por Decreto Supremo N° 023-2005-SA, establece como función general de la Dirección de Higiene Alimentaria y Zoonosis de la DIGESA, concertar y articular los aspectos técnicos y normativos en materia de inocuidad de los alimentos, bebidas y de prevención de la zoonosis;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 615-2003-SA/DM, se aprobaron los "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano", en el cual se señalan los criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas en estado natural, elaborados o procesados, para ser considerados aptos para el consumo humano, estableciendo que la verificación de su cumplimiento estará a cargo de los organismos competentes en vigilancia sanitaria de alimentos y bebidas a nivel nacional;

Que, por Resolución Ministerial N° 709-2007/MINSA, se dispuso que la Oficina General de Comunicaciones efectúe la publicación en el portal de Internet del Ministerio de Salud, hasta por un período de treinta (30) días calendario, del proyecto de la NTS N° -MINSA/DIGESA - V.01 "Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para

los alimentos y bebidas de consumo humano", con la finalidad de poner a disposición de la opinión pública interesada, así como de recepcionar las sugerencias o recomendaciones que pudieran contribuir a su perfeccionamiento;

Que, con Informe N° 1746-2008/DHAZ/DIGESA, emitido por la Dirección de Higiene Alimentaria y Zoonosis de la DIGESA, informa que los aportes y opiniones fueron revisados y analizados conjuntamente con el área de laboratorio de inocuidad de los alimentos de la DIGESA, concluyendo que el informe técnico recoge los aportes de la opinión pública, los cuales han sido evaluados e incorporados en lo pertinente al mismo;

Estando a lo propuesto por la Dirección General de Salud Ambiental;

Con el visado del Director General de la Dirección General de Salud Ambiental, de la Directora General de la Oficina General de Asesoría Jurídica y del Viceministro de Salud; y,



M. Arte R.

De conformidad con lo dispuesto en el literal l) del artículo 8° de la Ley N° 27657, Ley del Ministerio de Salud;

#### SE RESUELVE:

**Artículo 1°.-** Aprobar la NTS N° 071 - MINSA/DIGESA-V.01. "Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano" que forma parte integrante de la presente resolución.



9. Reyes N.

**Artículo 2°.-** La Dirección General de Salud Ambiental a través de la Dirección de Higiene Alimentaria y Zoonosis se encargará de la difusión e implementación de la citada norma.

**Artículo 3°.-** Derogar la Resolución Ministerial N° 615-2003-SADM.

**Artículo 4°.-** La Oficina General de Comunicaciones dispondrá la publicación de la referida Norma Técnica contenido en la presente Resolución en el Portal de Internet del Ministerio de Salud, en la dirección: <http://www.minsa.gob.pe/portal/06transparencia/normas.asp>.

Regístrese, comuníquese y publíquese

HERNÁN GARRIDO LECCA MONTAÑEZ  
MINISTRO DE SALUD





NTS N° 071 - MINSA/DIGESA-V.01  
**NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD  
 PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO**

**X.4 Visceras de aves, bovinos, ovinos, caprinos; refrigeradas y congeladas.**

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos (30° C)	2	3	5	2	10 <sup>5</sup>	10 <sup>7</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	50	5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---

**X.5. Apéndices de aves, bovinos, porcinos, caprinos, ovinos, refrigerados y congelados (cabeza, lengua, patas y cola).**

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos (30° C)	1	3	5	3	5 x 10 <sup>5</sup>	10 <sup>7</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---

**X.6 Carnes crudas picadas y molidas.**

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos (30° C)	2	3	5	2	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	50	5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
<i>Escherichia coli</i> 0157:H7	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---

**X.7. Carnes procesadas refrigeradas o congeladas (hamburguesas, milanesas, croquetas y otros empanizados o aderezados).**

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos (30° C)	2	3	5	2	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	50	5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Clostridium perfringens</i> (*)	7	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
<i>Escherichia coli</i> 0157:H7	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---

(\*) Sólo para productos con embalaje, película impemeable o atmósfera modificada o al vacío en lugar de aerobios mesófilos.

**X.8 Carnes secas, seco-saladas (charqui, chalonga, cecina).**

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Clostridium perfringens</i>	8	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---

**X.9 Embutidos crudos (chorizos, salchicha tipo huacho, otros) y piezas cárnicas crudas curadas (jamón serrano, jamón crudo, panceta, otros).**

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos (30° C)	1	3	5	3	10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup>
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	50	5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Clostridium perfringens</i>	8	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---

**X.10 Embutidos crudos madurados (salami, salchichón, otros).**



MANRIQUEZ C



C. Rojas