

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Aplicación de biopelículas desarrolladas a partir de *Zea mays L.* y *Musa acuminata* en productos de IV y V gama.

Trabajo de titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Autores:

María Victoria Rosero Guerra

Lilian Marisol Villa Zavala

Tutor:

Mgs. Diego Moposita Vásquez

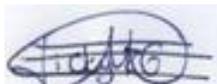
Riobamba - Ecuador 2021

DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotras, María Victoria Rosero Guerra y Lilian Marisol Villa Zavala, con cédula de ciudadanía 0604904623 y 0605651603, autoras del trabajo de investigación titulado: Aplicación de biopelículas desarrolladas a partir de *Zea mays L.* y *Musa acuminata* en productos de IV y V gama, certificamos que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedemos a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de nuestra entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 07 de diciembre del 2021.



María Victoria Rosero Guerra

C.I:0604904623



Lilian Marisol Villa Zavala

C.I:0605651603

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Aplicación de biopelículas desarrolladas a partir de *Zea mays L.* y *Musa acuminata* en productos de IV y V gama, presentado por María Victoria Rosero Guerra, con cédula de identidad 0604904623 y Lilian Marisol Villa Zavala, con cédula de identidad 0605651603, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 19 de noviembre del 2021.

<p>PhD. Mario Hernán Salazar Vallejo PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO</p>	 <p>Firmado electrónicamente por: MARIO HERNAN SALAZAR VALLEJO</p> <p>Firma</p>
<p>Mgs. Paul Stalin Ricaurte MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO</p>	 <p>Firmado electrónicamente por: PAUL STALIN RICAURTE</p> <p>Firma</p>
<p>Mgs. Estefania Peña Zuñiga MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO</p>	 <p>Firmado electrónicamente por: MYRIAM ESTEFANIA PEÑA ZUÑIGA</p> <p>Firma</p>
<p>Mgs. Diego David Moposita Vázquez TUTOR</p>	 <p>Firmado electrónicamente por: DIEGO DAVID MOPOSITA VASQUEZ</p> <p>Firma</p>



María Victoria Rosero Guerra.

C.I: 0604904623



Lilian Marisol Villa Zavala.

C.I: 0605651603

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Aplicación de biopelículas desarrolladas a partir de *Zea mays L.* y *Musa acuminata* en productos de IV y V gama, por María Victoria Rosero Guerra, con cédula de identidad 0604904623 y Lilian Marisol Villa Zavala, con cédula de identidad 0605651603, bajo la tutoría de Mgs. Diego David Moposita Vásquez; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, 19 de noviembre del 2021.

<p>Presidente del Tribunal de Grado PhD. Mario Hernán Salazar Vallejo</p>	 <p>Firmado electrónicamente por: MARIO HERNAN SALAZAR VALLEJO</p> <p>Firma</p>
<p>Miembro del Tribunal de Grado Mgs. Paul Stalin Ricaurte</p>	 <p>Firmado electrónicamente por: PAUL STALIN RICAURTE</p> <p>Firma</p>
<p>Miembro del Tribunal de Grado Mgs. Estefanía Peña Zuñiga</p>	 <p>Firmado electrónicamente por: MYRIAM ESTEFANIA PEÑA ZUÑIGA</p> <p>Firma</p>

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

Original



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-02.20
VERSIÓN 02: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **ROSERO GUERRA MARÍA VICTORIA Y LILIAN MARISOL VILLA ZAVALA** con CC: 0604904623, 0605651603, estudiantes de la Carrera de **Ingeniería Agroindustrial, NO VIGENTE**, Facultad de **Ingeniería**; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **APLICACIÓN DE BIOPELÍCULAS DESARROLLADAS A PARTIR DE ZEA MAYS L. Y MUSA ACUMINATA EN PRODUCTOS DE IV Y V GAMA**", cumple con el 8 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti-plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 22 de noviembre de 2021



Firmado digitalmente por:
**DIEGO DAVID
MOPOSITA
VASQUEZ**

Mgs. Diego David Moposita Vásquez
TUTOR

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado a Dios por ser mi luz y guía en cada momento de mi vida, también a mi familia por el apoyo incondicional y confianza depositada en mi persona para culminar mis estudios con éxitos.

Victoria Rosero.

Dedico con todo el corazón mi tesis a mis padres por su apoyo, sacrificio, disciplina, valores, consejos y gran amor que se ven reflejados en la persona que soy; a mi tenacidad, esmero y paciencia para alcanzar los conocimientos que me permitirán convertirme en una excelente profesional.

Lilian Villa.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestra alma mater la Universidad Nacional De Chimborazo y a la Carrera de Ingeniería Agroindustrial por abrirnos sus puertas y forjarnos como profesoraes con valores y ética.

A nuestro tutor Mgs. Diego David Moposita Vásquez por ser nuestra guía en nuestro trabajo de investigación, aportando sus conocimientos científicos y su tiempo brindado para obtener una investigación clara y concreta.

Agradecemos a nuestros maestros por su dedicación y paciencia al momento de compartir sus conocimientos, ser una guía para ser mejores personas y profesionales.

A nuestra familia por ser el pilar fundamental en nuestra formación, inspirándonos y alentándonos a superarnos y cumplir nuestras metas sin importar los obstáculos que se nos presenten en este camino llamado vida.

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	2
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL	3
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	5
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	6
DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTO	8
RESUMEN	15
ABSTRACT	17
CAPÍTULO I	18
INTRODUCCIÓN	18
1.1. ANTECEDENTES	18
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.3. JUSTIFICACIÓN	21
1.4. OBJETIVOS.....	22
CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. BIOPELÍCULAS.....	23
2.1.1. Definición de biopelículas	23
2.1.2. Composición de biopelículas.....	23
2.1.3. Ventajas y propiedades que presentan los recubrimientos comestibles.....	23
2.1.4. Aplicación de biopelículas	24
2.2. TÉCNICAS PARA APLICAR RECUBRIMIENTOS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS	24
2.3. MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE BIOPELÍCULAS	25

2.3.1.	Banano (<i>Musa acuminata</i>).....	25
2.3.3.	Almidón	26
2.4.	LOS PRODUCTOS DE IV GAMA.....	26
2.4.1.	Fresa (<i>Fragaria vesca L.</i>).....	27
2.4.2.	Uva (<i>Vitis vinífera</i>).	28
2.5.	LOS PRODUCTOS DE V GAMA.....	28
2.5.2.	Características del queso fresco.....	30
2.3.	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO.....	30
2.3.1.	°Brix o contenido total de sólidos solubles.....	30
2.3.2.	pH o acidez activa.....	31
2.3.3.	El pH y la acidez en los quesos.....	32
2.3.4.	pH de la carne	33
2.3.5.	Definición de los microorganismos implicados en el análisis microbiológico según las Normas INEN	34
	CAPÍTULO III.....	35
	METODOLOGÍA.....	35
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.3.1.	Técnica de recolección de datos	35
3.3.2.	Unidad de estadística	35
3.3.3.	Población y tamaño de la muestra.....	35
3.4.	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO.....	36
3.5.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	36
3.6.	MÉTODO DE ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	37
3.7.	MATERIALES EQUIPOS Y REACTIVOS.....	38
3.8.	FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE BIOPELÍCULAS.....	39

Diagrama de flujo para la elaboración de biopelícula	41
3.9. ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO.....	43
3.10. APLICACIÓN DE BIOPELÍCULAS A PRODUCTOS DE V GAMA	45
3.11. APLICACIÓN DE BIOPELÍCULAS A PRODUCTOS DE IV GAMA	45
3.11.1. Desinfección de frutas antes de aplicar las biopelículas	45
3.11.2. Aplicación de biopelículas en fresas y uvas.....	45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS (Pruebas fisicoquímicas).....	46
4.2. CONTRASTE DE NORMALIDAD	50
4.2.1. Hipótesis.....	50
4.2.2. Nivel de significancia.....	50
4.2.3. Región de rechazo.....	50
4.2.4. Cálculo Estadístico	50
4.3. MODELO MATEMÁTICO DCA.....	53
4.3.1. Hipótesis.....	53
4.3.2. Nivel de significancia.....	53
4.3.3. Región de rechazo.....	53
4.3.4. Cálculo Estadístico	53
4.4. ANÁLISIS ANOVA NO PARAMÉTRICO MEDIANTE KRUSKAL WALLIS- Test H.....	56
4.4.1. Hipótesis.....	56
4.4.2. Nivel de significancia.....	56
4.4.3. Región de rechazo.....	56
4.4.4. Cálculo Estadístico	56
4.4.5. Análisis de Kruskal Wallis aplicado a la carne molida	61
4.4.6. Análisis de Kruskal Wallis aplicado al queso fresco.	62

4.5.	ANÁLISIS DE DATOS (Pruebas microbiológicas).....	64
4.5.1.	Productos de IV gama.....	64
4.5.2.	Productos de V gama.....	66
	CAPÍTULO V.....	69
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
5.1.	CONCLUSIONES.....	69
5.2.	RECOMENDACIONES.....	70
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	71
7.	ANEXOS.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición de la carne y grasa vacuna en 100g	29
Tabla 2: Acidez de frutas por titulación	31
Tabla 3: pH de quesos más comunes.....	32
Tabla 4: Valores del pH en relación con la carne alterada	33
Tabla 5: Materiales Equipos y Reactivos	38
Tabla 6: Formulación para elaboración de biopelículas (1.000ml de agua)	40
Tabla 7: Análisis exploratorio de datos obtenidos de los alimentos analizados de IV gama.	46
Tabla 8: Análisis exploratorio de datos obtenidos de los alimentos analizados de V gama (Carne molida)	48
Tabla 9: Análisis exploratorio de datos obtenidos de los alimentos analizados de V gama (Queso fresco).....	49
Tabla 10: Análisis de normalidad para la fresa con sus tres tratamientos (T ₁ , T ₂ y blanco).51	
Tabla 11: Análisis de normalidad para la uva con sus tres tratamientos (T ₁ , T ₂ y blanco). 51	
Tabla 12: Análisis de normalidad para la carne molida con sus tres tratamientos (T ₁ , T ₂ y blanco).....	52
Tabla 13: Análisis de normalidad para el queso fresco con sus tres tratamientos (T ₁ , T ₂ y blanco).....	52
Tabla 14: Análisis ANOVA - Test Tukey aplicado a la humedad para el queso fresco y carne molida.....	54
Tabla 15: Análisis ANOVA no paramétrico mediante Kruskal Wallis aplicado a la fresa.....56	
Tabla 16: Análisis de Kruskal Wallis aplicado a la uva con sus tres tratamientos.....58	
Tabla 17: Análisis de Kruskal Wallis- acidez y pH para la carne molida.....61	
Tabla 18: Análisis de Kruskal Wallis- acidez, grasa y pH para el queso fresco	62
Tabla 19: Resultados del análisis microbiológico para la fresa y la uva	64
Tabla 20: Resultados del análisis microbiológico para la carne molida y el queso fresco.....66	

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Elaboración de biopelícula a partir de almidón de maíz negro (<i>Zea mays</i> L.) y banano (<i>Musa acuminata</i>) mediante el método casting.....	41
Gráfico 2: Elaboración de queso tipo fresco.....	43

RESUMEN

Debido a la contaminación ambiental provocada por el ser humano a raíz del uso masivo de plástico sintético, usado habitualmente como empaques por todas las industrias se ha efectuado la utilización de biopelículas de polímeros naturales para recubrimientos en alimentos como una alternativa para mejorar la inocuidad y además poder alargar la vida útil de los alimentos.

En función a lo anterior la presente investigación tiene como finalidad aplicar una nueva opción de envoltura biodegradable para sustituir plásticos de origen petroquímico por biopelículas degradables, elaboradas con almidón de banano y maíz negro. Las técnicas usadas en la presente investigación son: casting para productos de V gama y el método de inmersión para productos de IV gama.

El trabajo se realizó en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Agroindustrial y en el grupo de investigación INVAGRO de la Universidad Nacional de Chimborazo. Se diseñaron 3 tratamientos para la elaboración de biopelículas: T1 (50% almidón de banano-50% almidón de maíz negro) y T2 (biopelículas de 75% almidón de banano-25% almidón de maíz negro), y blanco que corresponde a la muestra con recubrimiento plástico sintético, aplicados en productos de IV gama (uvas y fresas) y V gama (queso fresco y carne molida). En los productos de IV y V gama se evaluaron las propiedades fisicoquímicas: pH, acidez titulable, refractometría y humedad, adicional se realizó el análisis de grasa para el queso fresco. Los requisitos microbiológicos se determinaron mediante las normas NTE INEN: 1528:2012, 1346:2015, 1529-8, 1529-15,1529-13,11290-1,1529-14, 1529-5 y la normativa DIGESA MINSA, norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para losalimentos y bebidas de consumo humano.

Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA), mostrando diferencias estadísticas ($p < 0,05$) en el contenido de humedad, pH, acidez titulable, grasa e índice refractométrico, en cuanto al análisis microbiológico se retardo el crecimiento de microorganismos en los alimentos analizados. Se concluye que las biopelículas que ofrecieron mejores resultados son: T₂ en la fresa, uva y queso fresco, T₁ para la carne molida,

siendo una alternativa de recubrimiento amigable con el medio ambiente que asegura la calidad microbiológica de los productos y por ende la salud de los consumidores.

Palabras claves: Propiedades fisicoquímicas, microbiología, biopelículas, análisis de varianza, pH, acidez, refractometría.

ABSTRACT

The purpose of this research work is to apply a new option for biodegradable wrapping in order to replace plastics of petrochemical origin with degradable biofilms made with banana starch and black corn. The techniques used in this research are: casting for V range products and the immersion method for IV range products. The work was carried out in the laboratories of the Career of Agro-industrial Engineering and in the INVAGRO research group from the *Universidad Nacional de Chimborazo*. 3 treatments were designed for the production of biofilms: T1 (50% banana starch, 50% black corn starch) and T2 (biofilms with 75% banana starch, 25% black corn starch), and white corresponding to the sample with synthetic plastic coating, applied in products of IV range (grapes and strawberries) and V range (fresh cheese and ground beef). In the IV and V range products, the physicochemical properties were evaluated: pH, titratable acidity, refractometry and humidity, additionally the fat analysis was carried out for the fresh cheese. The microbiological requirements were determined by the NTE INEN standards and the DIGESA MINSA standard, a sanitary standard that establishes the microbiological criteria of sanitary quality and safety for food and beverages for human consumption. The results obtained were analyzed by means of an analysis of variance (ANOVA), showing statistical differences ($p < 0.05$) in the moisture content, pH, titratable acidity, fat and refractometric index, as for the microbiological analysis the growth of microorganisms in the food tested. It is concluded that the biofilms that offered the best results are: T2 in strawberries, grapes and fresh cheese, T1 for ground beef, this becomes an environmentally friendly coating alternative that ensures the microbiological quality of the products and therefore the health of consumers.

Keywords: physical-chemical properties, microbiology, biofilms, analysis of variance, pH, acidity, refractometry.



Firmado electrónicamente por:
WASHINGTON
GEOVANNY
ARMAS PESANTEZ

Reviewed by:
Mgs. Geovanny Armas Pesántez
PROFESSOR OF ENGLISH
C.C. 0602773301

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES.

El uso del plástico inició a mediados del siglo XX, desde entonces la producción se ha incrementado de forma acelerada, por sus características como la versatilidad y el bajo costo ha aumentado de manera relevante, convirtiéndose en un problema de contaminación ambiental pues todos los plásticos desechados en el ecosistema tardan demasiado tiempo en descomponerse, por ejemplo: el polietileno tarda hasta 150 años en biodegradarse, el PET (polietileno tereftalato) puede tardar hasta 1.000 años. (Santillán, 2018)

En el año 2015 se ha generado aproximadamente 6.300 millones de toneladas de residuos plásticos en el planeta, si la producción acelerada de plástico continua se calcula que en el año 2050 existirá un incremento de 12.000 millones de toneladas de plástico en el mundo. (García et al., 2011)

Una de las alternativas para reducir el consumo de plásticos sintéticos son las biopelículas elaboradas a partir de materia orgánica, siendo estas comestibles o no comestibles. Las biopelículas se definen como una capa fina elaborada a partir de material de origen biológico que se emplea sobre productos alimenticios como recubrimientos, que reducen la entrada y salida de oxígeno del producto retardando la maduración. (Rojas Graü, 2006)

El almidón está formado por dos polisacáridos: la amilosa que posee características de gelificación está presente en un 25% en su composición y la amilopectina que está encargada de la viscosidad en un 75%. El almidón es utilizado en la elaboración de biopelículas ya que es considerado como un hidrocoloide, es decir tiene la capacidad de atrapar agua produciendo la formación de gelificantes o espesantes que aportan a la maleabilidad y flexibilidad. (Jimenez et al., 2014)

Según la investigación de (Fonseca Quishpi, 2020) determinó que las biopelículas elaboradas a base de harina de *Zea mays L* activado con aceite de *Rosmarinus officinali* y *Eucalyptus globulus* presentan una resistencia al agua de 72 horas, es decir son aptas para la aplicación en productos de IV y V gama ya que el porcentaje de humedad no es elevado, por consiguiente, la resistencia del recubrimiento es mayor.

La aplicación de biopelículas para recubrimientos comestibles en alimentos surge como una opción prometedora para mejorar la inocuidad y alargar la vida útil de los alimentos para su conservación. Estos recubrimientos están formados por finas películas de polímeros naturales (polisacáridos, proteínas animales, proteínas vegetales, y lípidos) biodegradables, por lo que se les considera como una tecnología amigable con el medio ambiente. Estos recubrimientos aportan a la demanda creciente de alimentos con características como: ser naturales, seguros, saludables y que se hayan obtenido mediante un procesado mínimo. (Ancos et al., 2015)

Los productos de IV gama se define a frutas u hortalizas que tiene un mínimo proceso en fresco, son naturales y su tiempo de vida útil oscila entre siete y diez días, en cambio los de V gama son aquellos alimentos que se presentan listos para consumir o que han sido sometidos a procesos de esterilización o pasteurización.

Es importante que el producto de IV gama haya tenido un proceso de desinfección para aplicar el recubrimiento que consiste en: determinar la temperatura de la solución filmogénica preparada a base de almidón de maíz negro y banano a temperatura de 40°C, sumergir el producto por tres segundos y ventilarlo para que la solución excedente se desprenda (Bautista et al., 2015), los productos de V gama fueron recubiertos con las biopelículas previamente desarrolladas.

En el presente proyecto se aplicó biopelículas desarrolladas a partir de productos infrutilizados de almidón de maíz negro (*Zea mays L*) y almidón de Banano (*Musa acuminata*) en productos de IV gama: fresa y uva a través del método de inmersión, para los de V gama: queso fresco y carne molida se usó el método casting, dando como resultado una cobertura uniforme y gruesa.

El presente estudio va dirigido al sector industrial alimentario ya que la investigación es netamente aplicada a productos comestibles como lo son los de IV y V gama. El objetivo es sustituir los plásticos por envolturas biodegradables, para ello las biopelículas deben cumplir con características necesarias como: no ser tóxica, impermeabilidad alta y solubilidad baja, además deben suprimir la respiración para ser un bioplástico óptimo al momento de su utilización. (Bautista et al., 2015)

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Según datos obtenidos por la Organización de las Naciones Unidas, en el mundo alrededor de 13 millones de toneladas de plástico son desechadas al océano cada año, degradando la biodiversidad, la economía y la salud de todo el ecosistema. Cinco billones de fundas plásticas son utilizados cada año y un millón de botellas plásticas son adquiridas cada minuto, es así como el 70% de los desechos plásticos son desechados en el medio ambiente o en vertederos. (Heinrichs, 2018)

Mediante estudio bibliográfico (Sáez & Urdaneta, 2014) determinan que la generación de residuos sólidos en Latinoamérica y el Caribe es de 49.141 toneladas al día. De esto un total de 4.113,10 toneladas es plástico representando un 8,37% del total de residuos.

El Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE, 2018) presenta datos que determinan que cada persona produce 0,75 kilos de residuos al día, sumando un total de 4'139.512 Tm/año de residuos, siendo el 11% de origen plástico.

Dentro de los requisitos sanitarios que deben cumplir los envases para productos alimenticios, se establece que los materiales utilizados para su fabricación no deben presentar agentes tóxicos o que afecten a la salud de los consumidores. Los agentes que no deben interrelacionarse son tres: un agente químico, un sistema biológico y un medio, estos agentes representan un peligro significativo al utilizarse como envolturas de productos alimenticios ya que en el caso del empaque el agente químico es el contaminante cedido, el sistema biológico es el ser humano y el medio es el alimento. (Arcentales & Arcentales, 2010)

Los mayores retos para la industria de los alimentos es la conservación de los productos, evitando que sean atacados por agentes microbianos que los descompongan acarreado pérdidas y daños graves a la salud de los consumidores, también es posible enfocarse en la utilización de empaques amigables con el medio ambiente. Por ello ¿Será viable la aplicación de biopelículas desarrolladas a partir de almidón de maíz negro (*Zea mays L*) y banano (*Musa acuminata*) en productos de IV y V gama?

1.3. JUSTIFICACIÓN.

La contaminación por plásticos es un problema que muchos desean cambiar, según el grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino (GESAMP, 2015), como se cita en (Fonseca Quishpi, 2020) indican que “existen muchos tipos de plástico, pero de éstos, cinco dominan la producción mundial: polietileno, polipropileno, cloruro de polivinilo, poliestireno y tereftalato de polietileno”.

Basado en ello, el actual mercado y los consumidores exigen la innovación y aplicación de materiales alternativos mucho más amigables con el ambiente, que no perjudiquen su salud y que puedan sustituir estos materiales de forma parcial o total principalmente en los alimentos.

El impacto de los micro plásticos se ha insertado de manera exhaustiva en la cadena trófica, alterando el ciclo de vida y al ecosistema. Apenas el 9% de los residuos plásticos se recicla y el resto se arroja al medio ambiente, contaminando: agua, aire y suelo, afectando a la flora y fauna marina, una de las soluciones para disminuir la contaminación es la utilización de envases biodegradables para los empaques de los productos o acondicionándole biopelículas como fuente de recubrimiento para evitar la contaminación y alargar la vida útil en productos alimenticios. La aplicación de biopelículas es una técnica que brinda resultados positivos como son: suprime la respiración, controla la pérdida de humedad, no son tóxicos y amigables con el medio ambiente. (Heinrichs, 2018)

Por medio de esta investigación se pretende utilizar biopelículas degradables a base de almidón de banano y maíz negro, en alimentos de IV y V gama que faciliten la comercialización, eviten un acelerado crecimiento bacteriano y la contaminación del alimento, además cabe resaltar que esta investigación también pretende beneficiar al aprovechamiento del rechazo de banano y a sus productores.

1.4. OBJETIVOS.

General.

Aplicar biopelículas desarrolladas a partir de almidón de *Zea mays L.* y *Musa acuminata* en productos de IV y V gama.

Específicos.

Establecer el efecto de las biopelículas mediante los métodos casting e inmersión.

Emplear las biopelículas en alimentos de IV (fresa y uva) y V (queso fresco y carne molida) gama.

Determinar la variabilidad de los productos mediante análisis físico - químico y microbiológico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. BIOPELÍCULAS.

2.1.1. Definición de biopelículas.

Las biopelículas según (Vásquez, Vásquez, & Guerrero, 2013) son una tecnología que tiene un gran impacto en la industria alimenticia para prolongar la vida útil en los alimentos evitando el crecimiento microbiano, y actúan como una barrera contra: la humedad, disminución de firmeza y su peso, provocando cambios en el sabor y la apariencia. En la actualidad están siendo utilizadas en el ámbito agroindustrial como recubrimientos comestibles.

2.1.2. Composición de biopelículas.

La composición de una biopelícula biodegradable puede elaborarse a partir de polisacáridos, proteínas y lípidos, de forma individual o combinados, las formulaciones incluyen plastificantes y gelificantes que ayudan a mejorar las propiedades finales. (Bautista et al., 2015)

2.1.3. Ventajas y propiedades que presentan los recubrimientos comestibles.

(Bautista et al., 2015) mencionan que los recubrimientos comestibles (RC) son un material de envoltura delgada que se utilizan en la industria alimenticia y pueden ser consumidos como parte de este, ya que contiene polímeros biodegradables no tóxicos, que ayudan a incrementar la calidad de los alimentos durante su almacenamiento, sus principales ventajas y propiedades son:

- Libres de toxicidad y seguros para la salud.
- Ocupan tecnología sencilla para su elaboración.
- Defensor de la acción física, química y mecánica.
- Posee cualidades sensoriales.

- Enriquecen las características mecánicas y conservan la textura.
- Alargan la vida útil del alimento
- Reguladoras de distintas condiciones de interfase o superficiales del alimento.

2.1.4. Aplicación de biopelículas.

En los siglos XII y XIII se practicó en China la inmersión de cera en productos como naranja y limón con el objetivo de retardar la pérdida de humedad, dando como resultado la aceptabilidad en la industria. La tecnología de biopelículas se está implementando en diseño de alimentos, tanto en los países industrializados como en países desarrollados, con el objetivo de sustituir parcial o totalmente las fundas plásticas ya que es una problemática ecológica que contamina el medio ambiente. (Vasquez, Vasquez, & Guerrero, 2013)

2.2. TÉCNICAS PARA APLICAR RECUBRIMIENTOS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS.

Técnica de inmersión: Consiste en sumergir por cinco segundos el producto en una solución filmogénica preparada a continuación se procede a retirar el producto sumergido para secar al ambiente, es así como se obtiene un recubrimiento uniforme y grueso. (Iguasnia, 2021)

Técnica spray: Se basa en recubrimientos finos y uniformes para productos que son de superficies lisas o también para diferenciar componentes que presentan distintas humedades de un alimento. (Iguasnia, 2021)

Técnica casting: Se trata de elaborar una solución filmogénica que se vierte sobre una placa, se deja secar y se forma una biopelícula que se emplea para recubrir alimentos que presenten bajo contenido de humedad, ayudando al producto a prologar la vida útil. (Iguasnia, 2021).

2.3. MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE BIOPELÍCULAS.

2.3.1. Banano (*Musa acuminata*).

Pertenece a la familia de las Musáceas, es una planta herbácea perenne que presenta un rizoma corto y tallo aparente, resulta de la unión de las vainas foliares. La raíz es de color blanco con un diámetro oscilar entre 5 y 8mm, el verdadero tallo es un rizoma grande almidonoso subterráneo. Las hojas se forman en el interior del pseudotallo, las flores amarillentas, irregulares presentando seis estambres, los frutos son una baya oblonga formado por racimos. (Ortega, 2016)

Según (Montora et al., 2015) determinaron las características fisicoquímicas térmicas y reológicas del almidón de banano (*Musa acuminata*). En el análisis proximal presenta un contenido de proteína del 1,92%, grasa de 5,3%, fibra de 2,76% también presenta una temperatura de absorción de calor de (48.36°C) y su entalpía de gelatinización es de 44.627 J/g. Respecto al análisis termogravimétrico se determina que la descomposición de los carbohidratos y polisacáridos se da a temperaturas de 307.51 °C y 500.46 °C. Los gránulos del almidón presentan forma elipsoidal con un tamaño longitudinal de 39.39 µm y transversal de 29.47µm. En la viscosidad los resultados fueron de 2.087 cP.

2.3.2. Maíz Negro (*Zea mays*).

Pertenece a la familia Poaceae es conocido como maíz dentado, presenta una cantidad variable de endospermo con un tallo herbáceo recto cilíndrico, presenta nudos bien diferenciados en su base. Las hojas son simples, alternas, cortantes alargadas y estrechas, las flores son masculinas y femeninas, su fruto está formado por un solo cuerpo que contiene un solo cotiledón. (Guillén et al., 2014)

Según los análisis realizados por (Guaminga Yautibug, 2020) quien determina la composición química de los gránulos de almidón de maíz negro (*Zea mays*) presenta una humedad de 11,50%, carbohidratos de 87,39%, proteína de 0,32%, lípidos 0,69 y cenizas 0,10%. El autor también explica que los componentes fenólicos en el maíz negro actúan como antioxidantes inhibidores de enzimas fabricantes de radicales libres, por su alto contenido de antocianina retarda el envejecimiento celular y tiene un resultado significativo respecto a la

actividad del superóxido dismutasa. La temperatura de gelificación en el maíz negro es a 72°C, la cual no asegura la estabilidad interna del granulo de almidón.

2.3.3. Almidón.

Desde el punto de vista químico (Baduí, 1986) explica que el almidón es un carbohidrato que tiene dos polisacáridos: amilosa y amilopectina. La amilosa es el resultado de la concentración de D-glucopiranosas mediante enlaces glucosídicos a (1,4) que presenta largas cadenas lineales con 200 hasta 2.500 unidades y pesos moleculares hasta un millón. En cambio, la amilopectina contiene ramificaciones que le otorga forma molecular similar a un árbol, las ramas están unidas al tronco central por enlaces a-D-(1,6), localizadas cada 15-25 unidades lineales de glucosa. El peso molecular de la amilopectina es muy alto ya que algunas fracciones llegan a alcanzar hasta 200 millones de dáltones. Los almidones contienen aproximadamente 17-27% de amilosa y el resto de amilopectina.

El autor también expone que la concentración del almidón cambia según el estado de madurez, en el caso del plátano en estado verde o inmaduro, el almidón constituye la mayor cantidad de los hidratos de carbono, ya que los azúcares son muy limitados a medida que la fruta madura, el polisacárido se hidroliza por efecto de las amilasas y a través de otros sistemas enzimáticos se sintetizan la sacarosa y la fructosa que se hallan cuando llega a la plena maduración.

2.4. LOS PRODUCTOS DE IV GAMA.

Se definen como productos de IV gama a frutas u hortalizas que tienen un mínimo proceso en fresco (MPF), previo al envasado, lavado, pelado y/o troceado. No llevan ningún aditivo ni preservante y se envasan en bolsas que mantienen la atmósfera controlada. Para preservar estos alimentos se requiere mantener la cadena de frío, lo que les permite una vida útil para consumo humano de aproximadamente diez días. (Pefaur Lepe, 2014)

(Valero, 2018) define a la IV gama de frutas y vegetales como: producto lavado, cortado, son frescos y naturales que depende exclusivamente de la cadena de frío para conservar sus cualidades y condiciones de consumo.

De acuerdo con (InfoAgro, 2018) presentan una fecha de caducidad alrededor de siete a diez días.

2.4.1. Fresa (*Fragaria vesca* L.)

Planta perenne que presenta roseta basal de donde se producen las hojas y tallos florales de una misma longitud. Los tallos florales presentan en su extremo flores de cinco pétalos blancos, cinco sépalos y unos cuantiosos estambres. Los pecíolos soportan una hoja y cada hoja presenta tres folíolos ovales dentados presentando un color verde brillante por el haz y pálidos por el envés. (Valderrey, 2007)

2.4.1.1. Recolección y conservación.

La recolección de las hojas debe realizarse cuando la planta esté bien floreada, las raíces a final de estación cuando la planta esté a punto de secarse, los frutos para su recolección deben estar maduros de color rojizo o rosados conservándolos en lugares no cálidos ni húmedos. (Borja, 2010)

2.4.1.2. Propiedades Nutricionales.

Poseen un alto contenido de fibra, vitamina C, vitaminas (C, B2, B3, ácido fólico), minerales (magnesio, manganeso, potasio) y antioxidantes, aproximadamente el 90% de fresa es agua y el 7% son hidratos de carbono (fructosa, glucosa y xilitol). (Larrucea, 2017)

2.4.1.3. Los beneficios del consumo.

Por su favorable cantidad de salicilatos previene enfermedades cardiovasculares, degenerativas y cáncer. Respecto a la cantidad de ácido fólico favorece a personas embarazadas ayudando en su multiplicación de células, por su contenido en pigmentos como son la luteína y zeaxantina aportan a disminuir la degeneración muscular asociada a personas de edades avanzadas. (Larrucea, 2017)

2.4.2. Uva (*Vitis vinífera*).

La uva se siembra en cultivo de cobertura para evitar la erosión de los suelos especialmente del suelo arenoso. Los cultivos de cobertura minimizan el polvo de los racimos dicho cultivo no se siembra hasta que la raíz de las parras este bien estable esto tardaría alrededor de 4 a 5 años.

Con el objetivo de reducir la competencia por los nutrientes y el agua evitando perjudicar la productividad de la uva, las labores más importantes para el cuidado de la planta son “la poda” que significa dar forma a la parra ajustando el equilibrio entre follaje y fruto asegurando un crecimiento y producción adecuada para la planta.

La planta de uva pertenece a la familia *vitáceas* y genero *Vitis*, más conocida como planta trepadora por sus zarcillos que pueden llegar a medir 17m si no recibe cuidado de poda, presenta hojas alternas lobuladas formadas por cinco nervios principales, las flores son de tamaño pequeño y agrupadas en racimos, los pétalos se encuentran de manera libre en su base y juntos a los ápices. El fruto es una baya (esférica, elíptica, ovoide, cilíndrica o arqueada) que contiene semilla dura interna, sus tamaños varían entre 12 y 24mm dependiendo de la especie.

Las uvas están formadas un 80% de agua, tiene un alto contenido de antioxidantes, son muy ricas en fibra, hidratos de carbono, vitamina C, minerales como el potasio, cobre y el hierro, también existe presencia baja de calcio, fósforo, magnesio, manganeso, azufre y selenio. (Zambrano, 2019)

2.4.2.1. Los beneficios de consumo.

Por su contenido de antioxidante previene el envejecimiento prematuro y degradación de la piel, aporta como desintoxicante para el hígado ayudando a problemas hepáticos también a los riñones para elimina ácido úrico. El contenido de antocianina contribuye a evitar la agudez de la vista. (Zambrano, 2019)

2.5. LOS PRODUCTOS DE V GAMA.

Los productos de V gama son aquellos alimentos que se presentan listos para consumir, algunos solo necesitan ser calentados. Estos productos se han sometido a procesos higienizantes, como la esterilización y la pasteurización, que garantizan su salubridad y seguridad, y se almacenan refrigeradas. (Ali, 2017)

(Quintin , 2015) indica que la V gama son productos tratados por calor, listos para consumir, que se comercializan refrigerados necesitando únicamente de un calentamiento previo para su consumo en horno microondas u horno convencional. Generalmente se envasan en material plástico e incluyen una amplia variedad de productos desde hortalizas cocidas hasta platos preparados (como lasañas y platos de pasta, carnes, pollos asados y arroces listos para el consumo).

Se caracterizan por presentar una vida útil mayor que los de IV gama (entre uno y tres meses) pero sensiblemente inferior a los platos preparados congelados o a las conservas. Su ventaja principal frente a estos últimos es su mayor calidad organoléptica, que el consumidor asocia a un producto fresco y que ha sido elaborado artesanalmente. (Penelo, 2018)

2.5.1. Características de la carne vacuna.

La carne de vacuno es rica en minerales esenciales como son el zinc, hierro, selenio y fósforo. El hierro es indispensable para la síntesis de hemoglobina, distribución de oxígeno, reguladora del sistema nervioso y agente protector ante enfermedades. El zinc es encargado de mantener correctamente el sistema inmune (mucosas y órganos reproductivos). El fósforo aporta a la neurotransmisión de las células del cerebro y favorece al desarrollo de huesos.

A continuación, se detalla los componentes de agua, proteína, grasa, ceniza y calorías en la carne y grasa vacuna en 100g según la (FAO, 2015)

Tabla 1: Composición de la carne y grasa vacuna en 100g.

Producto	Agua	Proteína	Grasa	Cenizas	kJ
Carne de vacuno (magra)	75,0	22,3	1,8	1,2	485
Carne de ternera (magra)	76,4	21,3	0,8	1,2	410
Grasa de vaca (sub-cutánea)	4,0	1,5	94,0	0,1	3573

Fuente: (FAO, 2015)

Realizado por: Rosero & Villa, 2021

2.5.2. Características del queso fresco.

El queso fresco es un producto elaborado a partir de leche de vaca o de otras especies animales, la leche puede o no sufrir tratamiento térmico (pasteurización). Se adiciona n enzimas de caseína para el cuajado, también se puede utilizar un cultivo lácteo u ácidos orgánicos comestibles. Los procesos involucrados en la obtención de quesos son: cuajado, cortado, desuerado, moldeado, salado y prensado.

El queso fresco se caracteriza por su alto contenido de humedad, sabor suave, no contener corteza y tener un periodo de vida útil corto que comprende de 7 a 21 días. (Chavarrías, 2014) Según investigaciones realizadas por (Buendía et al., 2015) detallan la composición del queso fresco por cada 100g presentan 121 kilocalorías, proteína 8,2%, hidratos de carbono 3,1% grasa 8% agua 77,9%.

2.6. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO.

Un análisis físico químico (INNOTECH, 2019) lo define como “un método cuyo objetivo es estudiar las relaciones entre propiedades físicas y composición del sistema para establecer interacciones entre los componentes químicos” que garantiza la calidad alimenticia de los productos que se consumen, midiendo propiedades como: densidad, humedad, acidez, sólidos solubles totales evaluando los grados Brix y pH.

2.6.1. °Brix o contenido total de sólidos solubles.

Esta escala es utilizada en el sector alimenticio para medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos de fruta, vino o líquidos procesados que determina los sólidos totales. En el área agrícola se hace mención del contenido de azúcares para hacer un seguimiento continuo en la evolución de la maduración de frutos y en su óptima recolección.

Esta determinación se efectúa por medio del refractómetro, aparato que sirve para cuantificar el fenómeno físico de refracción, este cuantifica el contenido de sólidos solubles, es el índice de calidad que más se utiliza a nivel de monitoreo para alimentos como: refrescos, zumos de frutas, concentrados de tomate, aceite de corte, etc. (Ruiz & Segura Rodríguez, 2014).

2.6.2. pH o acidez activa.

Se considera una medida potenciométrica más importante utilizada en la industria agroalimentaria y sirve para cuantificar la concentración de H_3O^+ existentes en los alimentos, como en el zumo de las frutas obtenido luego del licuado, conservas, harinas, la leche, carnes, etc. Considerando esto como acidez activa.

Para su determinación se utiliza un electrodo selectivo de vidrio, este debe calibrarse para la utilización.

En la tabla 2 se describe las frutas y tipo de ácido predominante y las cantidades de acidez titulable. Según (Ruiz & Segura Rodríguez, 2014)

Tabla 2: Acidez de frutas por titulación.

Frutas/Jugos	Acidez titulable (g/100ml)	Acido predominante
Manzana, Pera	0,36-0,8	Ácido málico
Arándano rojo	1,6-3,6	Ácido cítrico
Pomelo	1,2-2,0	Ácido cítrico
Limón	4-6,2	Ácido cítrico
Mango	0,34-0,84	Ácido cítrico
Naranja	0,8-1,4	Ácido cítrico
Durazno, nectarina, cereza	0,24-0,94	Ácido cítrico
Piña	0,7-1,6	Ácido cítrico
Ciruela/guinda	0,94-1,64	Ácido málico
Fresa	0,6-1,1	Ácido cítrico
Uva	0,4-0,9	Ácido tartárico
Tomate	0,34-1,0	Ácido cítrico

Fuente: (Ruiz & Segura Rodríguez, 2014)

Realizado por: Rosero & Villa, 2021

2.6.3. El pH y la acidez en los quesos.

La acidez es uno de los parámetros más importantes que puede medirse por medio de la acidez titulable y del pH del queso. La acidez puede manifestarse como la cantidad de protones libres de átomos de H^+ que flotan en los lácteos y es más fácil de medir. La acidez es la clave para elaborar un buen queso, además se puede utilizar cultivos iniciadores de bacterias lácticas o agentes ácidos, que poseen un alto contenido de átomos de H^+ potenciales.

En la tabla 3 se presentan los valores de pH dependiendo del tipo de queso, según (HANNA, 2020).

Tabla 3: pH de quesos más comunes.

Tipo de Quesos	Valor del pH
Queso tierno	4,98
Camembert	7,44
Cheddar	5,90
Queso fresco	4,75-5,02
Crema Philadelphia	4,10-4,79
Dip	5,80
Old English	5,40
Roquefort	5,10-5,98
Parmesano	5,20-5,30
Snippy	5,18-5,21
Stilton	5,70
Gruyere suizo	5,68-6,62

Fuente: (HANNA, 2020)

Realizado por: Rosero & Villa, 2021

2.6.4. pH de la carne.

El pH del músculo vivo está adyacente a la neutralidad cuando sucede la muerte del animal pues el aporte de oxígeno a los tejidos cesa y prevalecen los procesos anaeróbicos (glucólisis anaeróbico) que generan la formación de ácido láctico a partir de glucógeno muscular, promoviendo el descenso del pH en el músculo.

En el caso de carnes que son sometidas a procesos fermentativos de maduración debe tener un pH de 5,4 a 5,6 para obtener una buena vida comercial al inhibir el crecimiento de microorganismos además de proporcionar las características fisicoquímicas adecuadas.

En la tabla 4 se identifican los valores de pH de carne en vías de alteración y putrefacta de acuerdo la especie según (Jouve & Rozier, 2020)

Tabla 4: Valores del pH en relación con la carne alterada.

Especies	Carne fresca	Carne en vías de alteración	Carne Putrefacta
Vacuno	5,4-5,8	6,2-6,7	>6,7
Cerdo	5,6-6,2	6,2-6,5	>6,5
Cordero	5,6-6,2	6,2-6,6	>6,6
Caballo	5,4-6,2	6,2-6,4	>6,4

Fuente: (Jouve & Rozier, 2020)

Realizado por: Rosero & Villa, 2021

2.7. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.

Un análisis microbiológico se encarga de verificar la presencia de microorganismos patógenos en los alimentos analizados, según la cantidad de agentes patógenos hallados y el grado de contaminación que tengan, se puede determinar si es apto o no para su posterior procesamiento y consumo en humanos o animales. (Alkemi, 2020)

2.7.1. Definición de los microorganismos implicados en el análisis microbiológico según las Normas INEN.

La norma técnica ecuatoriana (INEN1529-8, 2015) define a la *Escherichia coli* como microorganismos pertenecientes al grupo de los coliformes fecales, capaces de fermentar lactosa a 44 °C con fabricación de gas. Tiene la capacidad de producir indol a partir de triptófano, su temperatura y tiempo de incubación son de: 24 h +- 2h a 35°C.

La norma técnica ecuatoriana (INEN1529-15, 2013) indica que la *Salmonella* pertenece a la familia Enterobacteriaceae. Está formada por microorganismos que constituyen colonias típicas sobre medios sólidos, poseen particularidades bioquímicas y serológicas definidas. Generalmente son móviles, Gram negativas, fermentan la glucosa con formación de gas y no fermentan la lactosa, su incubación es de 24h+-2h a 37°C.

Según la norma (INEN1529-13, 2013) detalla que las *Enterobacterias* son bacterias de bacilos móviles Gram negativos que pueden estar encapsulados o no. Se caracterizan por ser anaerobios facultativos, su incubación es de 24h+-2h a 37°C.

La norma (INEN11290-1, 2018) define a la *Listeria* como bacilos móviles Gram positivos, anaerobios facultativos presentan catalasas positivas y oxidasas negativas. Su incubación es de 24h+-2h a 37°C, en todos los alimentos analizados debe existir ausencia de este ya que es un agente que afecta a la salud del ser humano.

La norma (INEN1529-14, 1998) determina al *Staphylococcus aureus* como una especie bacteriana perteneciente a la familia *Micrococcaceae* y al género *Staphylococcus* con la forma de cocos que se agrupan formando racimos inmóviles, son Gram positivas, anaerobios facultativos y su temperatura óptima para incubar es 37°C por 24h.

La norma (INEN1529-5, 2006) define a los *Mesófilos aerobios* como aquellos microorganismos que se desarrollan en presencia de oxígeno libre y son capaces de crecer en agar nutritivo, su temperatura óptima de incubación es de 30°C por un tiempo de 48h.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El presente trabajo de investigación fue de tipo experimental, debido a que se empleó pruebas fisicoquímicas y microbiológicas, para verificar la efectividad de las biopelículas a partir del almidón Banano (*Zea mays L.*) y Maíz negro (*Musa acuminata*) mediante el método de inmersión y casting aplicadas en los productos de IV y V gama. Esta investigación también fue cuantitativa, ya que se requiero de datos numéricos para realizar la parte estadística cuyos resultados fueron observados en los laboratorios de Ingeniería Agroindustrial y grupo de Investigación Vegetal Agroindustrial (INVAGRO).

3.2.DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

3.2.1. Técnica de recolección de datos.

Se registró los datos de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en bitácoras. El tiempo en que se realizó las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas para los productos de IV fue luego de 24 horas de haber aplicado las biopelículas mediante técnica de inmersión, y pasado los 5 días de almacenado a temperatura ambiente. Para los productos de V gama se realizó luego de 24 horas de haber aplicado las biopelículas y pasado los 15 días de almacenado a una temperatura de 4°C.

3.2.2. Unidad de estadística.

Fresas, uvas, queso fresco, carne de res molida y biopelículas.

3.2.3. Población y tamaño de la muestra.

Almidón de maíz negro y almidón de banano:

El almidón de maíz negro y el almidón de banano fue realizado en el grupo de investigación INVAGRO con técnicas empleadas y descritas en la tesis de Urquizo y Guaminga.

Carne molida:

La carne de res molida se obtuvo en el centro comercial el Rosado “MI COMISARIATO” en la ciudad de Riobamba, la cantidad correspondiente a 3Lb. Luego de pesar una cantidad aproximada de 20g, se procedió a cocer la carne a una temperatura de 65°C por 4 minutos, ya que a esta temperatura según (James, Loessner, & Golden, 2005) hay inhibición del crecimiento microbiano de: *E-coli*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella spp*.

Queso Fresco:

Para la elaboración del queso tipo fresco la materia prima fue de 5L de leche fresca de vaca raza Jersey de la finca “LA NEVERA” ubicada en el cantón Guano parroquia San Isidro comunidad Pichan Grande.

La muestra se constituye por la misma cantidad de información al tratarse de colectivos infinitos.

3.3.ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO.

Las muestras de los productos de IV gama recubiertas con las biopelículas y no recubiertas se sometieron a pruebas de: pH, acidez titulable, humedad a través del método de pérdida de peso y refractometría, mientras que para los alimentos de V gama se realizaron las pruebas de: pH, acidez titulable, humedad mediante el método de secado en estufa, y para el queso se realizó la prueba de grasa por el método Gerber, para todas las muestras se realizó análisis por triplicado.

3.4.ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.

Para realizar los análisis microbiológicos iniciales en los productos de IV y V gama se realizaron dos diluciones: 10^{-1} y 10^{-2} con 9ml de agua destilada y 1 g de la muestra triturada, se sembró ambas diluciones por duplicado. Para el análisis final al sospechar contaminación por manipulación y almacenamiento, se realizaron cuatro diluciones: 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} y 10^{-4} , se sembraron todas las diluciones por duplicado.

Las siembras microbiológicas se realizaron a superficie para: *Escherichia coli* (Agar MacConkey), *Salmonella.sp* (Shigella/Salmonella Agar), *Listeria monocytogenes* (Agar Palcam), *Staphylococcus aureus* (Agar Baird-Parker), *Enterobacterias* (Agar VRBG). A profundidad se sembró *Mesófilos aerobios* (Agar PCA).

Debido a la disponibilidad de una incubadora en el laboratorio de control de calidad de la Universidad Nacional de Chimborazo se estableció una media de temperatura que fue de 32°C. Los tiempos de incubación se respetaron según normas INEN de cada microorganismo, 24 horas para: *Escherichia coli*, *Salmonella.sp*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacterias*, *Listeria monocytogenes* 30h y *Mesófilos aerobios* 48h.

El método para determinar el número de microorganismos usado fue el recuento en placa, también se usó las normas INEN para poder identificar a los microorganismos objetivo entre todos las bacterias que se pueden desarrollar en el agar: *Escherichia coli* (Coloración rosa con forma de bacilo), *Salmonella.sp* (Color negro, bacilos con flagelos), *Listeria monocytogenes* (Color verde grisáceo con un halo negro con forma de bacilos) , *Staphylococcus aureus* (Color gris oscuro a negro con forma de cocos), *Enterobacterias* (Color purpura rojizo con forma de barrilla), *Mesófilos aerobios* (color blanco, suelen agruparse formando cadenas, grumos, racimos o pares).

3.5.MÉTODO DE ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS.

Luego del análisis exploratorio de datos se ejecutó el contraste de normalidad mediante Shapiro Wilk, una vez determinado si los datos se ajustan a una ley normal se procedió a usar el método de análisis ANOVA paramétrico-test Tukey y un análisis ANOVA no paramétrico mediante Kruskal Wallis para los que no se ajustan a una ley normal.

3.6.MATERIALES EQUIPOS Y REACTIVOS.

Tabla 5: Materiales Equipos y Reactivos.

Equipos	Materiales	Reactivos	Materias Primas
Deshidratador Marca: DEHYDRATOR Origen: Guangdong-China Serie: ST-02	Vasos precipitados de vidrio (500 mL) Vasos precipitados de vidrio (100 mL) Marca: Griffin Serie: SciLabware Origen: Italia	Carboximetilcelulosa (CMC) grado alimenticio 6% Glicerol grado alimenticio 99.7% Alcohol Cloro Agua destilada 6,9 Ph	Almidón de banana Almidón de maíz negro Leche Cuajo Sal Carne molida
Termomix Marca: Thermomi x Serie: TM31 Origen: España	Probeta de vidrio medición cilindro Capacidad 100 ml Marca: Getty Origen: Germania	Ácido sulfúrico 98% Hidróxido de sodio 0,1 N Telurito de Sodio Fenolftaleína	Fresas Uvas
Balanza analítica Marca: OHAUS Serie: YS2101 (588g) Origen: USA	Vidrio reloj con borde fundido Marca: DURAN Serie: SCOT233212409 Origen: Italia	Agar Shigella Salmonella Agar Palcam (Listeria) Agar VRBG (Enterobacterias)	
Termómetro portátil Modelo: CTH6510 Serie: versión Origen: Rusia	Espátula mediana de acero inoxidable Serie: 18/10 Marca: BOCHEM™, Origen: USA	Agar Baird Parker (Staphylococcus Aureus) Agar PCA (Mesófilos aerobios)	
Centrifuga Modelo: Gerber	Cajas petri de vidrio y plástico. Marca: CORNING Modelo: 3160	Agar MacConkey (E-coli)	
pH- Metro	Moldes para queso de PVC de 4,5 cm diámetro y 2 cm de alto. Azas de siembra Microbiológica Butiro metros Varillas de agitación Fundas Zip para alimentos (polietileno)		

3.7. FORMULACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE BIOPELÍCULAS.

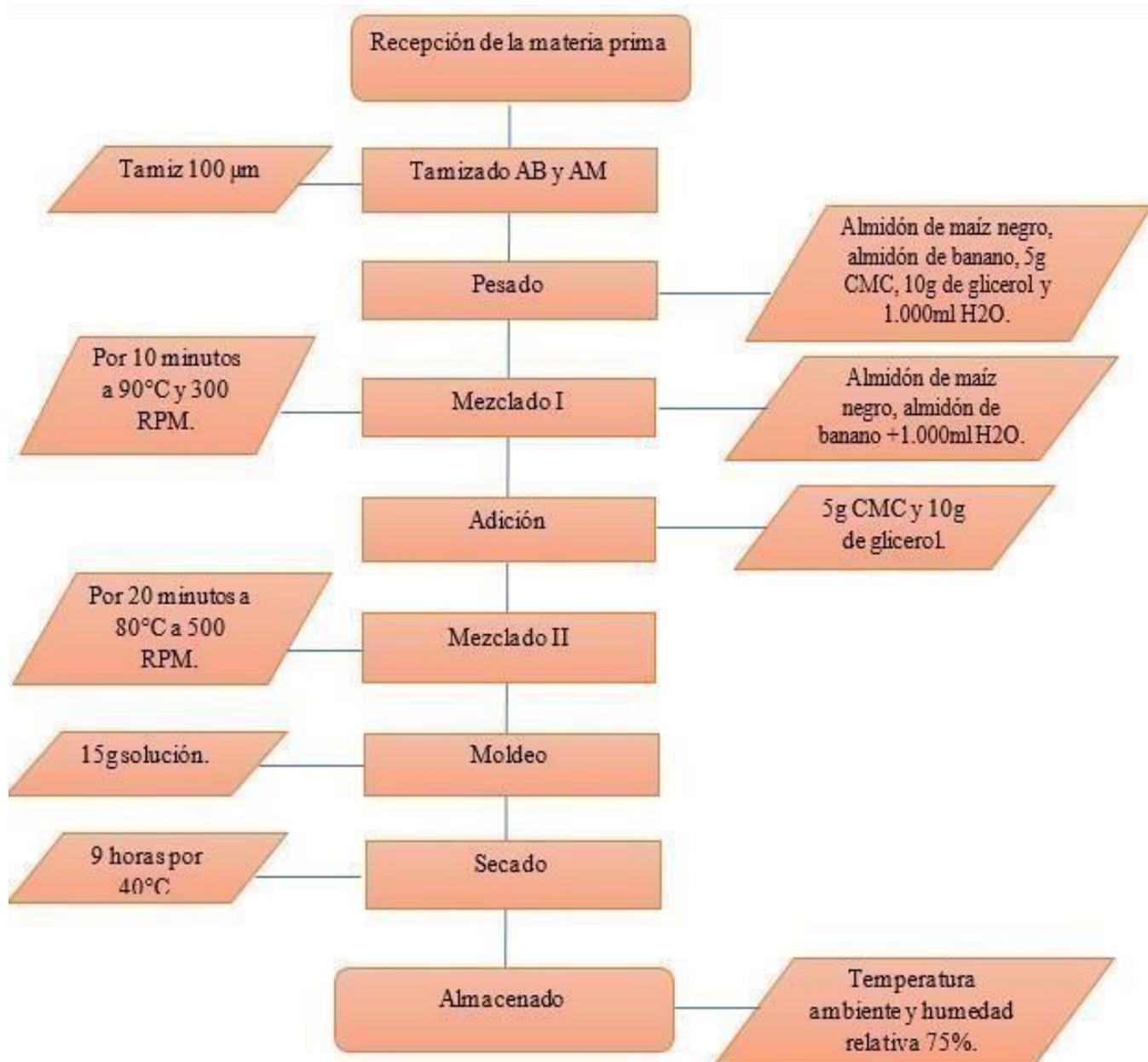
Se formularon dos tratamientos para la elaboración de biopelículas, “T₁” cuya composición fue de: 10g de almidón banano (50% AB) y 10g de maíz negro (50% AM); la formulación “T₂” corresponde a la composición de: 5g de almidón de maíz negro (25% AM) y 15g de almidón de banano (75% AB). Para los dos tratamientos se utilizó: 5g CMC, 10g glicerol y 1.000ml de agua destilada. Luego se procedió a moldear la solución filmogénica preparada y se secó a una temperatura de 40°C por 9 horas.

Tabla 6: Formulación para elaboración de biopelículas (1.000ml de agua).

TRATAMIENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
T₁ (50%AM Y 50% AB)	1.000ml	Agua destilada
	10g	Almidón de maíz negro (AM)
	10g	Almidón de Banano (AB)
	5g	Carboximetilcelulosa (CMC)
	10g	Glicerol
	1.000ml	Agua destilada
T₂ (75%AB Y 25%AM)	5g	Almidón de maíz negro (AM)
	15g	Almidón de Banano (AB)
	5g	Carboximetilcelulosa (CMC)
	10g	Glicerol

Autores: Rosero & Villa, 2021

3.7.1. Diagrama de flujo para la elaboración de biopelícula.



Autores: Rosero & Villa, 2021

Gráfico 1: Elaboración de biopelícula a partir de almidón de maíz negro (*Zea mays* L.) y banano (*Musa acuminata*) mediante el método casting.

Descripción del proceso.

Recepción de la materia prima: almidón de maíz negro y banano.

Tamizado: El almidón se tamizó para eliminar posibles impurezas a través del tamiz número 100 μm .

Pesado: Mediante la balanza analítica (BALANZA ANALÍTICA, TD20002A, China), se pesó los siguientes ingredientes: almidón de maíz negro, almidón de banano, carboximetilcelulosa (CMC), Glicerol según las cantidades detalladas en la tabla N°6. Para el agua destilada se midió 1.000 ml en una probeta.

Mezclado I: En el equipo (THERMOMIX 31 – 4C - VORWERK TYPE, 156, China) a una temperatura de 90 °C por 10 minutos a 300 rpm (revoluciones por minuto) se vertieron 1.000 ml de agua destilada, almidón de maíz negro y almidón de banano según tabla N°6, hasta obtener una mezcla homogénea.

Adición: A la mezcla homogénea se añadió 5g carboximetilcelulosa (CMC) y 10g Glicerol.

Mezclado II: Se mezcló la solución a una temperatura de 80 °C por 20 minutos a 500 rpm (revoluciones por minuto).

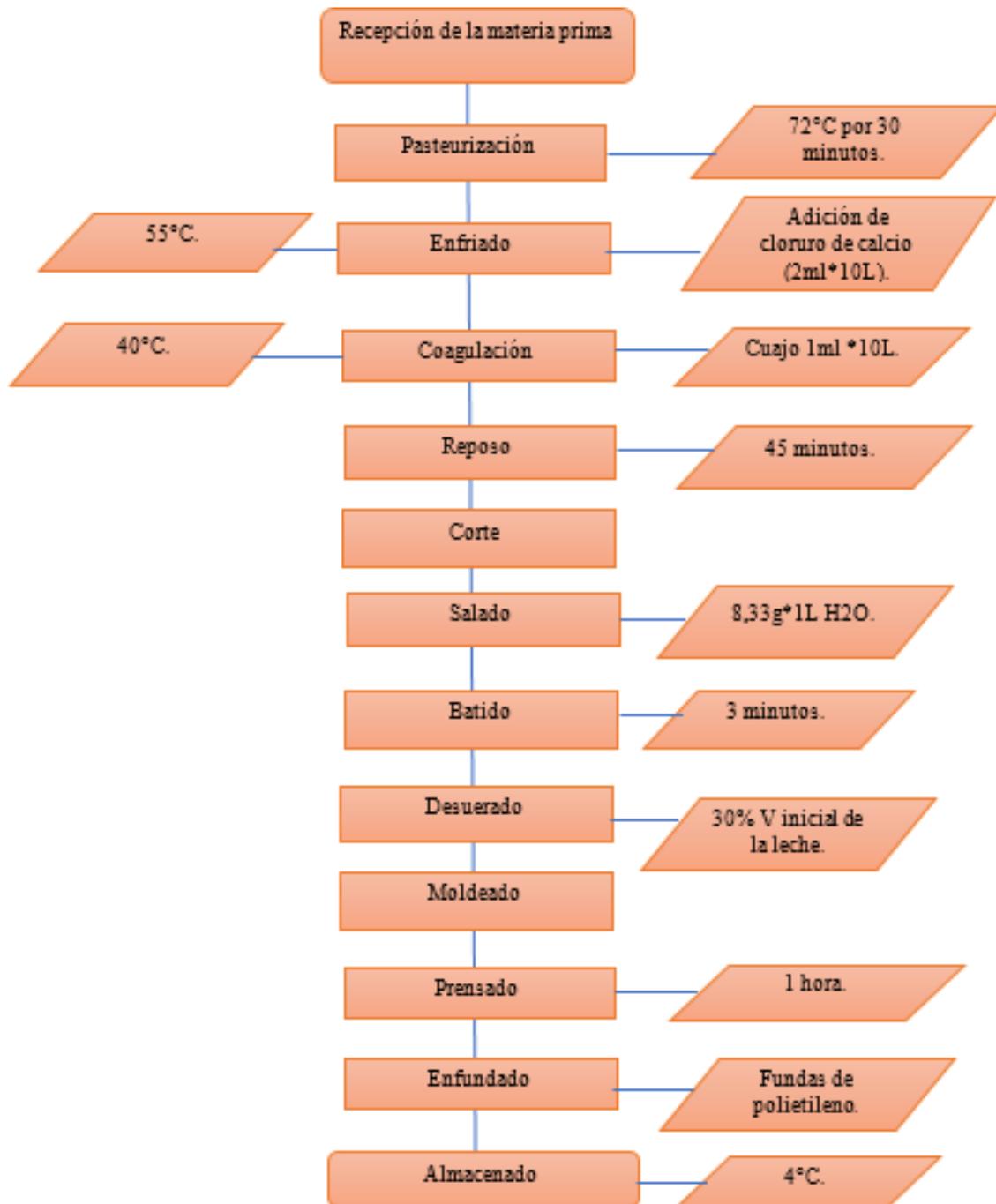
Moldeo: Se colocó 15 g de solución en las cajas Petri (con un área de 56,5 cm^2) esparciendo de manera homogénea, el secado se realizó a temperatura ambiente por un tiempo de 90 minutos hasta que se gelifique.

Secado: Posteriormente, se colocó en el deshidratador (DEHYDRATOR, ST-02, China) programado a una temperatura de 40°C por 9 horas.

Almacenado: Se retiró del deshidratador y se procedió a separar las biopelículas de las cajas Petri para ser almacenadas en fundas zíper a temperatura ambiente en un lugar fresco y seco, para posteriormente aplicar en los productos de V gama (queso fresco y carne molida).

Nota: Los pasos descritos anteriormente se aplican tanto para elaborar las biopelículas según técnica casting como para el de inmersión, la diferencia es que para el segundo método los pasos descritos se siguen solo hasta el “Mezclado II”, puesto que la biopelícula es líquida para facilitar la adhesión a las frutas con superficies irregulares. Luego de dicho paso se deja enfriar la solución filmogénica a 40°C para posteriormente sumergir las frutas.

3.8. ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO.



Autores: Rosero & Villa, 2021

Gráfico 2: Elaboración de queso tipo fresco.

Descripción del proceso.

Recepción de la materia prima: Se receptaron 5L de leche fresca de vaca raza Jersey de la finca “LA NEVERA” ubicada en el cantón Guano parroquia San Isidro comunidad Pichan Grande.

Filtrado: Se realizó la filtración o depuración con una tela de filtro de nylon, para contener impurezas que pueden haber tenido acceso a la leche en forma involuntaria.

Pasteurizado: Se realizó a temperatura de 72 °C por 30 minutos, pues no es aconsejable un tratamiento térmico muy elevado, ya que puede causar la desnaturalización de la leche afectando a la coagulación.

Enfriado: A continuación, se enfrió la leche hasta llegar a temperatura de 55°C y se procedió a adicionar cloruro de calcio 1ml en 5 L de leche.

Coagulación: Se agregó 1ml de cuajo líquido marca Marshall en los 5L de leche y se batió hasta homogenizar la solución.

Reposo: Se dejó reposar por 45 minutos hasta que se convierta en cuajada, es decir tenga la apariencia de un gel.

Corte: La división de la cuajada se realizó de manera lenta para no estropearla, el corte se realizó de forma cuadrículada (similar a un grano de Haba).

Salado: Se preparó el agua sal 8,33g en 1 L de agua pasteurizada, y se añadió en la cuajada con el objetivo de endurecer la masa.

Batido: Se agitaron los granos de la cuajada para homogenizarla con la solución salina durante 3 minutos, también es importante el batido para un correcto desuerado. Se empezó con un batido lento y se finalizó con un mezclado fuerte, esto permitió que los granos de cuajada disminuyan su volumen y aumenta la densidad.

Desuerado: Consistió en separar los granos de cuajada del suero por medio de lienzos para que no exista pérdida.

Moldeo: La cuajada se colocó en moldes de PVC de 4,5 cm diámetro y 2 cm de alto revestidos con una malla plástica para facilitar la salida del suero y formar la corteza.

Prensado: El prensado se lo realizó con el objetivo de unir los granos de cuajada y eliminación del suero dando la firmeza al queso.

Enfundado: Se empacó en fundas de polietileno para evitar contaminación en el producto hasta su posterior aplicación de biopelículas.

Almacenado: Se almacenó a temperatura de 4°C para evitar daño microbiológico.

3.9. APLICACIÓN DE BIOPELÍCULAS A PRODUCTOS DE V GAMA.

Mediante el método casting se elaboró las biopelículas según la ilustración 1, se pesó 20g de carne molida y se moldeó de forma circular para adaptar al tamaño de las biopelículas y poder adherirlas, se hizo presión en los bordes para prevenir contaminación.

Para el queso fresco se realizó el procedimiento de pesado, aplicación y adhesión de las biopelículas, los productos fueron almacenados en refrigeración a una temperatura de 4°C.

3.10. APLICACIÓN DE BIOPELÍCULAS A PRODUCTOS DE IV GAMA.

3.10.1. Desinfección de frutas antes de aplicar las biopelículas.

Se prosiguió con los pasos según el manual de desinfección de frutas y hortalizas de consumo fresco del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA, 2020); Se preparó una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 50 ppm, se lavaron las frutas bajo el chorro de agua de la llave hasta eliminar impurezas, posteriormente se introdujeron las frutas en la solución preparada de hipoclorito de sodio, se dejó actuar la solución en un lapso de 3-5 minutos, finalmente se enjuagaron las frutas bajo un chorro de agua potable corriente y se dejó escurrir.

3.10.2. Aplicación de biopelículas en fresas y uvas.

Después de la desinfección y escurrido de las frutas se procedió a preparar las soluciones siguiendo las formulaciones que se detalla en la tabla 6 y el procedimiento en el gráfico 1, hasta el mezclado II, posteriormente se dejó enfriar la solución filmogénica a temperatura de 40 °C, luego se procedió a introducir un mondadientes en cada fruta para sumergir en la solución preparada, finalmente se secó por 24 horas.

	Coefficiente de Variación	de	0,509%	0,269%	3,535%	3,331%	0,000%	0,000%	0,000%	0,838%
Uva T ₂	Media		4,123	4,140	0,225%	0,438%	22,100	24,600	100,000%	90,790%
	Varianza		0,003%	0,010%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,004%
	Coefficiente de Variación		0,140%	0,242%	0,000%	4,949%	0,000%	0,000%	0,000%	0,664%
Uva blanco	Media		4,083	4,137	0,433%	0,745%	24,467	29,000	100,000%	85,592%
	Varianza		0,063%	0,303%	0,000%	0,000%	0,333%	0,000%	0,000%	0,050%
	Coefficiente de Variación		0,616%	1,331%	4.364%	1,162%	0,236%	0,000%	0,000%	2,602%

Autores: Rosero & Villa, 2021

Según la tabla 7 los datos analizados en la presente investigación muestran valores promedios expresados en porcentajes para las medidas de dispersión, la fresa tanto como la uva con sus respectivos tratamientos “T₁” y “T₂” incluido el “blanco”, presentan un coeficiente de variación menor al 5%, lo que expresa que los datos obtenidos son aceptables. Basándose en las medias calculadas en ambas frutas con sus respectivos tratamientos al inicio y al final, se pudo identificar que existe mayor variación en los valores obtenidos de las propiedades químicas: acidez, refractometría y humedad.

Tabla 8: Análisis exploratorio de datos obtenidos de los alimentos analizados de V gama (Carne molida).

Muestras	Medidas de dispersión y tendencia central	pH		Acidez		Humedad	
		Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Carne molida T ₁	Media	6,023	6,330	0,825%	0,951%	73,209%	59,030%
	Varianza	0,043%	0,000%	0,000%	0,000%	0,092%	0,068%
	Coeficiente de Variación	0,346%	0,000%	3,149%	3,825%	4,149%	4,421%
Carne molida T ₂	Media	5,933	6,037	0,459%	0,825%	66,481%	58,036%
	Varianza	0,093%	0,093%	0,000%	0,000%	0,008%	0,008%
	Coeficiente de Variación	0,515%	0,506%	3,396%	3,149%	1,369%	1,535%
Carne molida blanco	Media	5,833	6,367	0,726%	0,615%	65,374%	63,665%
	Varianza	0,343%	0,003%	0,000%	0,000%	0,098%	0,028%
	Coeficiente de Variación	1,004%	0,091%	1,431%	4,225%	4,796%	2,612%

Autores: Rosero & Villa, 2021

Según la Tabla 8 la varianza de los datos obtenidos de la carne molida con sus respectivos tratamientos “T₁” y “T₂” incluido el “blanco” van desde un valor de 0% hasta 0,343%, presentan un coeficiente de variación menor al 5%, lo que expresa que los datos obtenidos son aceptables, además las medias calculadas con sus respectivos tratamientos al inicio y al final permiten identificar que existe variación en los valores de las propiedades químicas analizadas, pues los datos obtenidos al final de la experimentación han aumentado unos cuantos decimales, como ejemplo se puede citar el pH de la “Fresa T₁”: al inicio se obtuvo 3,507 y al final 3,857.

Tabla 9: Análisis exploratorio de datos obtenidos de los alimentos analizados de V gama (Queso fresco).

Muestras	Medidas de dispersión y tendencia Central	pH		Acidez		Humedad		Grasa	
		Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Queso fresco T ₁	Media	6,457	7,210	0,264%	0,276%	57,529%	53,680%	9,060	10,060
	Varianza	0,013%	2,080%	0,000%	0,000%	0,000%	0,006%	0,720%	0,720%
	Coefficiente de Variación	0,179%	2,000%	3,936%	3,765%	0,207%	1,470%	0,937%	0,843%
Queso fresco T ₂	Media	6,477	7,183	0,276%	0,138%	58,700%	53,708%	9,000	10,150
	Varianza	0,023%	1,083%	0,000%	0,000%	0,000%	0,041%	0,000%	0,020%
	Coefficiente de Variación	0,236%	1,449%	3,765%	3,765%	0,201%	3,768%	0,000%	0,139%
Queso fresco blanco	Media	6,660	7,053	0,270%	0,183%	61,148%	56,939%	10,125	10,075
	Varianza	0,010%	2,003%	0,000%	0,000%	0,000%	0,040%	3,125%	1,125%
	Coefficiente de Variación	0,150%	2,007%	0,000%	2,839%	0,279%	3,516%	1,746%	1,053%

Autores: Rosero & Villa, 2021

Según la Tabla 9 la varianza de los datos obtenidos del queso fresco con sus respectivos tratamientos “T₁”, “T₂” y “blanco” van desde un valor de 0% hasta 3,125%, presentan un coeficiente de variación menor al 5% lo que expresa que los datos obtenidos son aceptables, las medias calculadas al inicio y al final de cada tratamiento permite identificar que existe variaciones en los datos de las propiedades químicas analizadas.

4.2. CONTRASTE DE NORMALIDAD.

Luego del análisis exploratorio de datos, se efectuó un análisis de normalidad mediante el contraste Shapiro Wilk para cada una de las características (físico y químicas) a fin de seleccionar un modelo experimental paramétrico o no paramétrico, los resultados se muestran a continuación.

4.2.1. Hipótesis.

H_0 : Las variables siguen una ley normal

H_1 : Las variables no siguen una ley normal

4.2.2. Nivel de significancia.

$\alpha = 5 \%$

4.2.3. Región de rechazo.

Se rechaza H_0 si el valor de probabilidad p es inferior al nivel de significancia

4.2.4. Cálculo Estadístico.

A continuación, en las tablas: 10, 11,12 y 13 se muestra el análisis de normalidad para los tratamientos T_1 , T_2 y blanco, en el que incluye el valor de probabilidad de las características por variables, se realizó este contraste para determinar si los datos no tienen un ajuste de distribución normal o si se ajustan a una ley normal.

Tabla 10: Análisis de normalidad para la fresa con sus tres tratamientos (T₁, T₂ y blanco).

Análisis fisicoquímico			
Variable	Unidad	Valor de probabilidad	Decisión
pH		0,0089	No se ajusta a una ley normal
Acidez	%	0,0230	No se ajusta a una ley normal
Refractometría		0,0102	No se ajusta a una ley normal
Humedad	%	< 0,0001	No se ajusta a una ley normal

Autores: Rosero & Villa, 2021

Conforme a la Tabla 10 se evidenció cuatro variables con tres repeticiones cada una de ellas que no se ajustan a una la ley normal, esto debido a que el valor de probabilidad no es superior al nivel de significancia (5 %).

Tabla 11: Análisis de normalidad para la uva con sus tres tratamientos (T₁, T₂ y blanco).

Análisis fisicoquímico			
Variable	Unidad	Valor de probabilidad	Decisión
pH		< 0,0001	No se ajusta a una ley normal
Acidez	%	0,0153	No se ajusta a una ley normal
Refractometría		0,0007	No se ajusta a una ley normal
Humedad	%	< 0,0001	No se ajusta a una ley normal

Autores: Rosero & Villa, 2021

Conforme a la Tabla 11 se evidenció cuatro variables con tres repeticiones cada una de ellas que no se ajustan a una la ley normal, esto debido a que el valor de probabilidad no es superior al nivel de significancia (5 %).

Tabla 12: Análisis de normalidad para la carne molida con sus tres tratamientos (T₁, T₂ y blanco)

Análisis fisicoquímico			
Variable	Unidad	Valor de probabilidad	Decisión
pH		0,0050	No se ajusta a una ley normal
Acidez	%	0,0470	No se ajusta a una ley normal
Humedad	%	0,3445	Normal

Autores: Rosero & Villa, 2021

Conforme a la Tabla 12 se evidenció tres variables: pH, acidez y humedad con tres repeticiones iniciales y finales cada una de ellas, de las cuales la humedad cumple una ley normal, esto debido a que el valor de probabilidad es superior al nivel de significancia (5 %). En el caso del pH y la acidez no se ajustan a una ley normal.

Tabla 13: Análisis de normalidad para el queso fresco con sus tres tratamientos (T₁, T₂ y blanco)

Análisis fisicoquímico			
Variable	Unidad	Valor de probabilidad	Decisión
pH		0,0030	No se ajusta a una ley normal
Acidez	%	0,0470	No se ajusta a una ley normal
Grasa	%	<0,0001	No se ajusta a una ley normal
Humedad	%	0,1980	Normal

Autores: Rosero & Villa, 2021

Conforme a la Tabla 13 se evidenció cuatro variables de pH, acidez, grasa y humedad con tres repeticiones iniciales y finales cada una de ellas, de las cuales la humedad cumple una ley normal, esto debido a que el valor de probabilidad es superior al nivel de significancia (5 %). En el caso del; pH, grasa y acidez no se ajustan a una ley normal.

4.3. ANALISIS ANOVA PARAMETRICO-Modelo matemático DCA.

El modelo matemático utilizado para la comprobación de igualdad de medias de los tratamientos fue el diseño completo al azar (DCA) para las características que se ajustaron a una ley normal.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

4.3.1. Hipótesis.

H_0 : Los promedios de los tratamientos son iguales.

H_1 : Al menos uno de los promedios de los tratamientos es diferente.

4.3.2. Nivel de significancia.

$$\alpha = 5 \%$$

4.3.3. Región de rechazo.

Se rechaza H_0 si el valor de probabilidad p es inferior al nivel de significancia.

4.3.4. Cálculo Estadístico.

A continuación, en la tabla 14 se muestra el análisis de varianza mediante el test Tukey para los tratamientos T_1 , T_2 y blanco, en el que incluye el valor de probabilidad de la variable humedad del queso fresco y carne molida.

4.3.5. Análisis ANOVA - Test Tukey aplicado a la humedad para el queso fresco y carne molida.

Tabla 14: Análisis ANOVA - Test Tukey aplicado a la humedad para el queso fresco y carne molida.

ANÁLISIS ANOVA PARAMÉTRICO					
Variable	Código	Test Tukey		Valor de probabilidad	
		Medias	Grupos		
Humedad (%)	C5i	66,98	B	0,0005	
	C5f	59,03	A		
	C7i	66,48	B		
	C7f	58,04	A		
	Cbi	65,37	B		
	Cbf	63,67	A B		
	Q5i	57,53	B		<0,0001
	Q5f	53,68	A		
	Q7i	58,70	B		
	Q7f	53,71	A		
	Qbi	61,15	C		
	Qbf	56,94	B		

Autores: Rosero & Villa, 2021

C5i (Carne datos iniciales con tratamiento T₁)

C5f (Carne datos finales con tratamiento T₁)

C7i (Carne datos iniciales con tratamiento T₂)

C7f (Carne datos finales con tratamiento T₂)

Cbi (Carne datos iniciales blanco)

Cbf (Carne datos finales blanco)

Q5i (Queso datos iniciales con tratamiento T₁)

Q5f (Queso datos finales con tratamiento T₁)

Q7i (Queso datos iniciales con tratamiento T₂)

Q7f (Queso datos finales con tratamiento T₂)

Qbi (Queso datos iniciales blanco)

Qbf (Queso datos finales blanco)

Análisis y discusión de resultados:

En la tabla 14 se evidencia un p valor de: 0,0005 para la humedad de la carne molida y <0,0001 para la humedad del queso fresco, estos valores son inferiores al nivel de significancia 0,05, lo que indica la existencia de una variación nivel estadístico entre los tratamientos (T₁, T₂, y blanco). Se acepta la hipótesis alternativa “H₁” que indica que al menos uno de los promedios de los tratamientos es diferente.

Los datos obtenidos de la humedad de los productos de V gama estudiados en la presente investigación presentaron una variación estadísticamente significativa, la carne cuya formulación corresponde a T₁ presentó una pérdida de humedad del 7,95%, para la formulación T₂ se perdió un 8,44 % y en el blanco el 1,70%. Siendo el blanco el que menos humedad perdió.

Según (Avila Medina, 2018) en su investigación “Evaluación de las características físicas químicas, sensoriales y microbiológicas de dos músculos de res (*subscapularis* e *infraspinatus*) con y sin técnica de masajeo” muestra las medias del contenido variable de humedad de la carne de res que varía de 65,55% hasta el 76,18%, donde los valores iniciales de los tres tratamientos de nuestra investigación se ajustan al rango de (Avila Medina, 2018)

El queso cuya formulación corresponde a T₁ presentó una pérdida de humedad del 3,85%, en la formulación T₂ se perdió un 4,99 % y en el blanco un 4,21%, siendo T₁ el que menos humedad perdió. Según la norma INEN 1528 (INEN, 2012) menciona que el porcentaje máximo de humedad para quesos blandos es del 80%, es decir los valores obtenidos están dentro de lo estipulado en norma.

Según (Rojas Vallejo, 2018) obtuvo una humedad del 54,83% en quesos con recubrimiento activo de harina de banano y un 54,88% en quesos con recubrimiento activo de harina de banano más aceite esencial de jengibre, los valores obtenidos de los tres tratamientos no se asemejan, esto puede ser consecuencia de los distintos componentes que forman parte de las formulaciones.

4.4. ANÁLISIS ANOVA NO PARAMÉTRICO MEDIANTE KRUSKAL WALLIS- Test H.

4.4.1. Hipótesis.

H₀: Todas las muestras provienen de la misma población (distribución).

H₁: Al menos una muestra proviene de una población con una distribución distinta.

4.4.2. Nivel de significancia.

$\alpha = 5 \%$

4.4.3. Región de rechazo.

Se rechaza H₀ si el valor de probabilidad p es inferior al nivel de significancia.

4.4.4. Cálculo Estadístico.

A continuación, en las tablas: 15,16,17,18, se muestra el análisis ANOVA no paramétrico mediante el contraste de Kruskal Wallis para los tratamientos: T₁, T₂, y blanco, en el que se incluye el valor de probabilidad de las características por cada variable, se realizó este contraste para determinar si los datos provienen de la misma población o no.

4.4.5. Análisis Kruskal Wallis aplicado a la fresa.

Tabla15: Análisis ANOVA no paramétrico mediante Kruskal Wallis aplicado a la fresa.

ANALISIS ANOVA NO PARAMETRICO				
Variable	Código	Media	Promedio rango	Valor de probabilidad
pH	F5i	3,51	3,33	0,0063
	F5f	3,86	17,00	
	F7i	3,51	3,67	
	F7f	3,70	11,00	
	Fbi	3,66	8,00	
	Fbf	3,80	14,00	

Acidez (%)	F5i	0,90	5,83	0,0382
	F5f	1,54	16,17	
	F7i	0,90	7,67	
	F7f	1,45	14,83	
	Fbi	0,85	6,33	
	Fbf	0,83	6,17	
Refractometría	F5i	6,00	2,00	0,0045
	F5f	13,20	17,00	
	F7i	7,00	5,00	
	F7f	11,40	14,00	
	Fbi	10,00	9,50	
	Fbf	10,00	9,50	
Humedad (%)	F5i	100,00	14,00	0,0058
	F5f	56,25	2,00	
	F7i	100,00	14,00	
	F7f	70,77	7,33	
	Fbi	100,00	14,00	
	Fbf	65,78	5,67	

Autores: Rosero & Villa, 2021

F5i (Fresa datos iniciales con tratamiento T₁)

F7f (Fresa datos finales con tratamiento T₂)

F5f (Fresa datos finales con tratamiento T₁)

Fbi (Fresa datos iniciales blanco)

F7i (Fresa datos iniciales con tratamiento T₂)

Fbf (Fresa datos finales blanco)

Análisis y discusión de resultados:

En la tabla 15. Se evidencia un p valor de: 0,0063 para el pH, 0,0382 en la acidez, 0,0045 en la refractometría y un 0,0058 para la humedad de la fresa, estos valores son inferiores al nivel de significancia 0,05, lo que indica la existencia de una variación a nivel estadístico entre los tratamientos (T₁, T₂, y blanco), por tanto, se acepta la hipótesis alternativa “Al menos una muestra proviene de una población con una distribución distinta”.

Con respecto a la variable pH (Falconí Nobillo, 2016) en su trabajo “Empleo de recubrimientos comestibles en la conservación *Fragaria x ananassa* (fresa)”, reporta valores que corresponde a la muestra sin recubrimiento al ambiente de 3,48 en el día uno y 3,64 en el día seis, estos valores no muestran similitud con los datos obtenidos pues se determinó un valor inicial de 3,66 y 3,80; también se hallan los valores de pH de tres biopelículas las cuales tienen: gelatina, pectina y cera de abeja. Entre ellos el tratamiento con pectina es el que más se asemeja a los datos que se reportaron, con valores de 3,48 al día uno y 3,66 al día seis, pues el T₁ y T₂ poseen un pH inicial de 3,51 y terminan con 3,86 y 3,70 respectivamente; esto puede ocurrir debido a que se tratan de diferentes formulaciones.

También se puede observar que los valores del pH en todas las formulaciones (T₁, T₂ y blanco) incrementan con el paso del tiempo; esto se debe a que las bacterias y los hongos utilizan como fuente de energía y nutrientes los azúcares, aminoácidos y compuestos fenólicos, produciendo ácidos orgánicos o glucosa que causa un incremento de concentración de iones OH⁻. (Saínez Menéndez, 2006)

Con respecto a la Acidez se pudo notar que los valores obtenidos en la investigación a diferencia del trabajo de (Falconí Nobillo, 2016) han ido aumentando, se dice que el pH es inversamente proporcional al nivel de ácido, anteriormente se visualizó que los valores de pH suben con el paso del tiempo, entonces lo lógico sería que la acidez disminuya; esto podría haber sucedido por los almidones de banano y maíz o por el reactivo (NaOH) usando en la determinación de la acidez. Aun así, se establece que un aumento en la acidez va relacionado con una mejor conservación de la fruta en su madurez.

Los valores de refractometría van incrementando conforme el paso del tiempo, según norma INEN 2337 (INEN, 2008) presenta un valor mínimo de 6,00 para jugos o pulpas de fruta el valor máximo indefinido, con relación a la norma los valores se encontraron dentro de los parámetros establecidos. La formulación correspondiente a T₁ presenta una pérdida de humedad del 43,75%, para la formulación T₂ se perdió un 29,23 % y en el blanco un 34,22%, siendo T₂ el que menos humedad perdió.

4.4.6. Análisis Kruskal Wallis aplicado a la uva.

Tabla16: Análisis de Kruskal Wallis aplicado a la uva con sus tres tratamientos.

ANÁLISIS NO PARAMÉTRICO				
Variable	Código	Media	Promedio rango	Valor de probabilidad
pH	U5i	4,09	4,50	0,0350
	U5f	4,29	16,00	
	U7i	4,12	10,17	
	U7f	4,14	12,83	
	Ubi	4,08	3,67	
	Ubf	4,37	9,83	
Acidez (%)	U5i	0,35	6,17	0,0085
	U5f	0,60	13,17	
	U7i	0,23	2,00	
	U7f	0,43	9,00	
	Ubi	0,35	10,67	
	Ubf	0,85	16,00	
Refractome tría	U5i	22,10	3,50	0,0046
	U5f	25,20	14,00	
	U7i	22,10	3,50	
	U7f	24,60	11,00	
	Ubi	24,47	8,00	
	Ubf	29,00	17,00	
Humedad (%)	U5i	100,00	14,00	0,0058
	U5f	91,87	7,33	
	U7i	100,00	14,00	
	U7f	90,79	5,67	
	Ubi	100,00	14,00	
	Ubf	85,59	2,00	

Autores: Rosero & Villa, 2021

U5i (Uva datos iniciales con tratamiento T₁)

U5f (Uva datos finales con tratamiento T₁)

U7i (Uva datos iniciales con tratamiento T₂)

U7f (Uva datos finales con tratamiento T₂)

Ubi (Uva datos iniciales blanco)

Ubf (Uva datos finales blanco)

Análisis y discusión de resultados:

En la tabla 16. Se evidencia un p valor de: 0,0350 para el pH, 0,0382 en la acidez, 0,0045 en la refractometría y un 0,0058 para la humedad de la fresa, estos valores son inferiores al nivel de significancia 0,05, lo que indica la existencia de una significancia a nivel estadístico entre los tratamientos (T₁, T₂, y blanco).

Realizada la prueba Kruskal Wallis al 5% para el almacenamiento al ambiente, con respecto a la variable humedad a los cinco días se experimentó menor pérdida de contenido de agua, en la muestra T₁ con 8,13%, el blanco presento una mayor pérdida de humedad con un 14,41%. En la Investigación “Estudio sobre el comportamiento post cosecha del fruto de uva (*Vitis vinifera*), en el cantón Cevallos de la provincia de Tungurahua” (Nieto Chilá, 2010) reporta valores de 5,05% para el tratamiento “Al ambiente” y 2,89% para el tratamiento “En refrigeración” a los cinco días de almacenamiento.

Se puede determinar que en nuestra investigación existió mayor pérdida de humedad a comparación de la investigación de (Nieto Chilá, 2010), esto puede haber sido por razones como: la temperatura y la humedad relativa del lugar de almacenamiento, ya que el calor excesivo aumenta la velocidad de las reacciones enzimáticas y de otros constituyentes de los alimentos, como resultado las emulsiones se rompen, algunas vitaminas se destruyen, se pierde la humedad (se secan), también se ven afectados el color, sabor, y olor de los alimentos. (Chavarrías Ferrás, 2016)

En la variable refractometría se puede evidenciar que los valores reportados han aumentado durante los cinco días de almacenamiento, se obtuvo un valor mayor en el blanco con 24,47°Brix al inicio y 29 °Brix al quinto día, el menor para el tratamiento T₁ inicial con 22,10°C y 25,20°Brix al final. Tomando como referencia la investigación de (Pastor, y otros, 2010) quienes reportaron valores en el tratamiento de la uva con recubrimiento con propóleo durante los primeros cinco días de 18,50°Brix y al séptimo día 20°Brix, se evidencia que el índice de refractometría incrementa en ambas investigaciones puesto que la cantidad de azúcar depende de la duración de la maduración, es decir que el azúcar aumentara conforme el transcurso del tiempo. La norma CODEX STAND 255-2007 establece que la fruta para llegar a su estado de madurez deberá haber alcanzado de un índice refractométrico como mínimo de 16°brix, por tanto, los valores reportados están dentro de lo que establece la norma.

Con la variable pH se revelo que los valores para los tres tratamientos ascienden conforme el tiempo de almacenamiento, siendo el valor mayor de 4,08 para el tratamiento blanco al inicio y 4,37 al final, 4,12 para T₂ al inicio y 4,14 al final siendo este el menor valor. (Pastor, y otros, 2010) en su investigación determino un valor medio del pH de 3,67+/-0,10 existiendo una similitud con los valores reportados, tomando en cuenta a la naturaleza de los ácidos orgánicos de la fruta el descenso de la acidez no provoco cambios notables en el pH, pues la acidez hallada en los tres tratamientos descendió, siendo el valor menor para el tratamiento T₁ 0,35% inicial y 0,60% al final.

4.4.7. Análisis de Kruskal Wallis aplicado a la carne molida.

Tabla 17: Análisis de Kruskal Wallis- acidez y pH para la carne molida.

ANÁLISIS NO PARAMÉTRICO				
Variable	Código	Media	Promedio	Valor de
			rango	probabilidad
Acidez (%)	C5i	0,84	12,83	0,0244
	C5f	0,93	16,33	
	C7i	0,48	2,83	
	C7f	0,78	11,17	
	Cbi	0,63	6,33	
	Cbf	0,66	7,50	
pH	C5i	6,02	9,17	0,0064
	C5f	6,33	14,00	
	C7i	5,93	4,83	
	C7f	6,04	9,83	
	Cbi	5,83	2,17	
	Cbf	6,37	17	

Autores: Rosero & Villa, 2021

Análisis y discusión de resultados:

En la tabla 17 se evidencia un p valor de: 0,0244 para la acidez, 0,0064 para el pH de la carne molida, estos valores son inferiores al nivel de significancia 0,05, lo que indica la existencia de una significancia a nivel estadístico entre los tratamientos (T₁, T₂, y blanco). Realizada la prueba Kruskal Wallis al 5%, a los quince días se evidencio un aumento en la acidez: T₁ de 0,84% al 0,93%, T₂ 0,48% al 0,78%, blanco del 0,63% al 0,66%, al comparar los valores obtuvimos una acidez superior con respecto al trabajo de investigación de la carne bovina de (Velásquez, Siche, & Castro, 2015) cuyo análisis realizado en 35 muestrasarrojo una acidez que varía entre 0,027% y 0,065%. De igual manera se pudo notar un incremento para la variable pH: T₁ del 6,02 a 6,33, T₂ del 5,93 a 6,04, blanco del 5,83 a 6,37, según la norma INEN NTE 1347 presenta un valor máximo de pH de 6,2, los valores que se reportan al inicio de cada tratamiento llegan a cumplir con los parámetros establecidos en la norma, en cambio los valores que se consiguieron al finalizar el análisis de pH no cumplieron. De acuerdo a (Jouve & Rozier, 2020) el pH para la carne en vía de alteración presenta valores del 6,2-6,7, valores que se ajustan a T₁ y blanco, mientras que T₂ apenas llega a un pH de 6,2, lo que indica que la biopelícula no dejo que el pH incrementara aceleradamente como en los dos tratamientos. El pH de la carne aumenta durante el almacenamiento por la formación de compuestos aminoácidos resultantes de la putrefacción.

4.4.8. Análisis de Kruskal Wallis aplicado al queso fresco.

Tabla 18: Análisis de Kruskal Wallis- acidez, grasa y pH para el queso fresco.

ANÁLISIS NO PARAMÉTRICO				
Variable	Código	Media	Promedio	Valor de
			rango	probabilidad
Acidez (%)	Q5i	0,36	12,17	0,0397
	Q5f	0,24	10,33	
	Q7i	0,30	14,00	
	Q7f	0,12	3,33	
	Qbi	0,27	12,50	
	Qbf	0,15	4,67	

pH	Q5i	6,46	2,33	0,0105
	Q5f	7,21	15,00	
	Q7i	6,48	4,67	
	Q7f	7,18	14,67	
	Qbi	6,66	8,00	
	Qbf	7,05	12,33	
Grasa (%)	Q5i	9,00	3,50	0,0045
	Q5f	10,12	11,00	
	Q7i	9,00	3,50	
	Q7f	10,14	14,00	
	Qbi	10,00	8,00	
	Qbf	10,15	17,00	

Autores: Rosero & Villa, 2021

En la tabla 18. Se evidencia un p valor de: 0,0397 para la acidez, 0,0105 para EL pH, y 0,0045 para la grasa del queso fresco, estos valores son inferiores al nivel de significancia 0,05, lo que indica la existencia de una significancia a nivel estadístico entre los tratamientos (T₁, T₂, y blanco)

Realizada la prueba Kruskal Wallis al 5%, a los quince días se experimentó un descenso del pH: T₁ del 0,36% al 0,24%, T₂ del 0,30% al 0,12%, blanco del 0,27% al 0,15%, y un aumento de la acidez: T₁ del 6,46% a 7,21%, T₂ del 6,48% a 7,18%, blanco del 6,66% a 7,05%. Se observa que a medida del tiempo de almacenamiento el pH tiende a aumentar mientras que la acidez titulable disminuye durante el tiempo de almacenamiento, la disminución del pH con relación al tiempo hace que el crecimiento de microorganismos sea lento (Infoagro, 2017), el incremento de la acidez titulable puede ser por la eliminación del ácido láctico durante su almacenamiento.

4.5. ANÁLISIS DE DATOS (Pruebas microbiológicas).

Se realizó análisis microbiológico de *Escherichia coli* y *Enterobacterias* para identificar si hubo contaminación fecal, ya sea en el agua o en el mismo producto; *Listeria monocytogenes* y *Salmonella.sp* por una mala manipulación de alimentos; *Mesófilos Aerobios* por si hubo una contaminación debido al ambiente y *Staphylococcus aureus* para determinar si existió una contaminación en el agua, aire o por la mala manipulación de los alimentos.

4.5.1. Productos de IV gama.

Tabla19: Resultados del análisis microbiológico para la fresa y la uva.

Requisito	T1		T2		Blanco		Requisitos microbiológicos Digesa Minsa	
	Recuento de Colonias		Recuento de Colonias		Recuento de Colonias		n	M
	Dato inicio	Dato final	Dato Inicio	Dato final	Dato inicio	Dato final		
FRESA								
<i>Mesófilos aerobios</i> UFC/g	1,50 x10 ²	9,00 x10 ²	1,80 x10 ²	9,00 x10 ²	3,60 x10 ²	2,08 x10 ⁴	10 ⁴	10 ⁶
<i>Escherichia coli</i> UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	10	10 ²
<i>Salmonella.sp</i>	Ausencia	---- /25g						
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausencia	---- /25g						
UVA								
<i>Mesófilos aerobios</i> UFC/g	1,40 x10 ²	3,00 x10 ²	2,00 x10 ¹	4,00 x10 ²	2,60 x10 ²	1,24 x10 ⁵	10 x10 ⁴	10 x10 ⁶
<i>Escherichia coli</i> UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	7,00 x10 ¹	1,73 x10 ³	10	10 x10 ²
<i>Salmonella.sp</i>	Ausencia	---- /25g						
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausencia	---- /25g						

Autores: Rosero & Villa, 2021.

Análisis y discusión de resultados:

En la tabla 19 se observan los resultados del análisis microbiológico de la fresa, se realizó cuando se aplicó el recubrimiento como prueba inicial y al lapso de 6 días como prueba final, para sus respectivos tratamientos (T₁, T₂ y blanco). Las muestras se mantuvieron en temperatura ambiente, los datos obtenidos se compararon con la normativa DIGESA MINSA norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Así pues, se registraron valores iniciales y finales para el tratamiento T₁ de: *Aerobios mesófilos* 1,50² UFC/g y 9,00² UFC/g; para los requerimientos: *Escherichia coli*, *Salmonella.sp* y *Listeria monopcytogenes* se obtuvo ausencia de microorganismos tanto al inicio como al final. Se determinó que los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

Se registraron valores iniciales y finales para el tratamiento T₂ de: *Aerobios mesófilos* 1,80² UFC/g y 9,00² UFC/g; para los requerimientos: *Escherichia coli* *Salmonella.sp* y *Listeria monopcytogenes* se obtuvo ausencia de microorganismos tanto al inicio como al final. Se determinó que los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

Se registraron valores iniciales y finales para el tratamiento Blanco de: *Aerobios mesófilos* 3,60² UFC/g y 2,08⁴ UFC/g; para los requerimientos: *Escherichia coli*, *Salmonella.sp* y *Listeria monopcytogenes* se obtuvo ausencia de microorganismos tanto al inicio como al final. Se determinó que los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

En la tabla 19. Se observan los resultados microbiológicos de las pruebas realizadas en la uva: al inicio cuando se aplicó el recubrimiento y al lapso de 6 días de acuerdo con sus respectivos tratamientos (T₁, T₂ y blanco) que se mantuvieron a temperatura ambiente. Los cuales fueron comparados con la normativa DIGESA MINSA, registrándose así valores iniciales y finales para el tratamiento T₁ de: *Aerobios mesófilos* 1,40² UFC/g y 3,00² UFC/g; para los requerimientos: *Escherichia coli*, *Salmonella.sp* y *Listeria monopcytogenes* se obtuvo ausencia de microorganismos tanto al inicio como al final. Se determinó que los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

Se registraron valores iniciales y finales para el tratamiento T₂ de: *Aerobios mesófilos* 2,00¹ UFC/g y 4,00² UFC/g; para los requerimientos: *Escherichia coli*, *Salmonella.sp* y *Listeria*

monopcytogenes se obtuvo ausencia de microorganismos tanto al inicio como final. Se determinó que los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

Se registraron valores iniciales y finales para el tratamiento Blanco de: *Aerobios mesófilos* 2,60² UFC/g y 1,24⁵ UFC/g, *Escherichia coli* 7,00¹ UFC/g y 1,73³ UFC/g, para los requerimientos: *Salmonella.sp* y *Listeria monopcytogenes* se obtuvo ausencia de microorganismos tanto al inicio como al final. Se determinó que los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos de la norma Digesa Minsa.

4.5.2. Productos de V gama.

Tabla 20: Resultados del análisis microbiológico para la carne molida y el queso fresco.

Requisitos	T ₁		T ₂		Blanco		Requisitos microbiológicos NTE INEN 1346-2015	
	Recuento de Colonias		Recuento de Colonias		Recuento de Colonias		N	m
	Dato inicio	Dato final	Dato Inicio	Dato final	Dato inicio	Dato final		
Carne Molida								
<i>Aerobios mesófilos</i> UFC/g	Ausencia	1,13x10 ³	Ausencia	8,36 x10 ²	1,90 x10 ³	1,79 x10 ⁴	1,00 x10 ⁶	1,0 x10 ⁷
<i>Escherichia coli</i> UFC/g	1,00 x10 ¹	5,00 x10 ¹	Ausencia	1,00 x10 ¹	2,00 x10 ¹	6,00x10 ¹	1,00 x10 ¹	1,00 x10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	1,00 x10 ²	1,00 x10 ³
<i>Salmonella sp/25g</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia/2 5g	-----

	Queso Fresco						Requisitos microbiológicos NTE INEN 1528-2012	
							N	m
							<i>Enterobacterias</i> UFC/g	Ausencia
<i>Escherichia coli</i> UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	1,00x10 ¹	3,45x10 ²	<10	10
<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	10	10 ²
<i>Listeria monocytogenes</i> /25g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	-----
<i>Salmonella</i> en 25g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	-----

Autores: Rosero & Villa, 2021.

Análisis y discusión de resultados:

En la tabla 20. Se observaron los resultados microbiológicos de las pruebas realizadas en la carne molida: al inicio cuando se aplicó el recubrimiento y al lapso de 15 días de acuerdo con sus respectivos tratamientos (T₁, T₂ y blanco). Las muestras fueron almacenadas en refrigeración a una temperatura de 4°C. Los cuales fueron comparados con la norma NTE INEN 1346-2015, registrándose así valores iniciales y finales para el tratamiento T₁ de: *Aerobios mesófilos* Ausencia y 1,13³, *Escherichia coli* 1,00¹ y 5,00¹, para los requerimientos: *Staphylococcus aureus* y *Salmonella.sp* se obtuvo ausencia tanto al inicio como al final. Se determinó que los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

Para el tratamiento T₂ se registraron valores iniciales y finales de: *Aerobios mesófilos* Ausencia y 8,36² UFC/g, *Escherichia coli* ausencia y 1,00¹ UFC/g, ausencia de *Staphylococcus aureus* y *Salmonella sp*. Se determinó que los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

Para el tratamiento blanco se registraron valores iniciales y finales de: *Aerobios mesófilos* 1,90³ y 1,79⁴ UFC/g, *Escherichia coli* 2,00¹ y 6,00¹, ausencia de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp* ausencia. Se determinó que los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

En la tabla 20. Se observan los resultados microbiológicos de las pruebas realizadas en el queso fresco: al inicio cuando se aplicó el recubrimiento y al lapso de 15 días de acuerdo con sus respectivos tratamientos (T₁, T₂ y blanco). Las muestras fueron almacenadas en refrigeración a una temperatura de 4°C. Los cuales fueron comparados con la norma NTE INEN 1528-2012, registrándose así valores iniciales y finales, para el tratamiento T₁ de: *Listeria monocytogenes* presenta ausencia, es decir los parámetros se encuentran dentro de la norma NTE INEN 1528-2012.

Para los requerimientos: *Enterobacterias*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, y *Salmonella. sp* se obtuvo ausencia tanto al inicio como al final, determinándose que los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

Para el tratamiento T₂ se registró ausencia en los análisis iniciales y finales de todos los microorganismos tratados, determinándose que los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la norma.

Para el tratamiento blanco se registraron valores iniciales y finales de: *Escherichia coli* 1,00¹ y 3,45², *Listeria monocytogenes*, *Salmonella.pp*, *Enterobacterias* y *Staphylococcus aureus*: presentan ausencia de crecimiento microbiano.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

- Se formuló dos tratamientos T1(almidón de banano 50% y almidón de maíz negro 50%) y T2 (almidón de banano 75% y almidón de maíz negro 25%) y un blanco para los alimentos de V y IV gama, se empleó las biopelículas mediante el método casting para recubrir los productos de V gama (queso fresco y la carne molida) y se almaceno a 4°C por 15 días, para los productos de IV gama (fresa y uva) se empleó el método por inmersión, cuyo almacenamiento fue a temperatura ambiente por 5 días.
- El efecto de las biopelículas en los productos de IV y V gama se refleja en los resultados reportados que corresponden al cambio de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas, también se puede evidenciar en los cambios organolépticos que muestran los productos durante el tiempo de almacenamiento.
- Se concluye que para la fresa el tratamiento que presento mejores efectos fue T₂ presentando mejores valores de: pH 3,70 y un alto contenido de humedad 70,77%. Y para la uva la formulación T₂ con valores de: pH 4,14, acidez 0,43%, refractometría 24,60°Brix y un contenido de humedad del 90,79%, con respecto al análisis microbiológico para ambas frutas ningún tratamiento supero el crecimiento bacteriano establecido en la norma sanitaria de alimentos DIGESA MINSA 615-2003 SA/DM. Para la carne molida basándose en los análisis microbiológicos la formulación T₂ fue la mejor alternativa ya que presenta menor crecimiento microbiano comparado con los demás tratamientos, además de cumplir con los parámetros establecidos en la norma NTE INEN 1346-2015.

Con respecto al queso fresco la biopelícula que ofreció mejores efectos fue la formulación T₂ cuya acidez ascendió a 0,12%, su porcentaje de grasa a 10,14%, y el pH a 7,18, en cuanto al análisis microbiológico la biopelícula mantuvo al alimento libre del crecimiento de todos los microorganismos analizados tanto al inicio como al final, es decir hubo ausencia de bacterias durante los quince días de almacenamiento, llegando así a cumplir con los parámetros establecidos en la norma NTE INEN 1528-2012.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda utilizar principios activos y agentes antioxidantes de origen natural en las biopelículas para determinar si estos componentes mejoran las características fisicoquímicas en los alimentos.
- Es importante realizar un seguimiento y análisis fisicoquímico por día para evidenciar con mayor exactitud los cambios que presentan los productos hasta que lleguen a cumplir con su tiempo de vida útil.
- Se recomienda experimentar las biopelículas en otros productos alimenticios de la misma gama.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Ali, C. T. (2017). *Directo al paladar*. Recuperado el 10 de julio de 2021, de Directo al paladar: <https://www.directoalpaladar.com/otros/las-gamas-alimentarias>
- Alkemi. (2020). *alkemi.es*. Recuperado el 3 de julio de 2021, de alkemi.es: <https://alkemi.es/estudios-medioambientales/analisis-microbiologicos/>
- Ancos, B., González Peña, D., Colina Coca, C., & Sánchez Moreno, C. (2015). USO DE PELÍCULAS/RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN LOS PRODUCTOS DE. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16(1), 8-17. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/813/81339864002.pdf>
- Arcentales , C., & Arcentales, G. (Octubre de 2010). *dspace.ups.edu.ec*. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de [dspace.ups.edu.ec: https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2774/7/UPS-GT000109.pdf](https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2774/7/UPS-GT000109.pdf)
- Avila Medina, A. M. (Noviembre de 2018). *bdigital.zamorano*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2021, de [bdigital.zamorano: https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6220/1/AGI-2018-T008.pdf](https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6220/1/AGI-2018-T008.pdf)
- Badu, S. (1986). *Química de los alimentos*. Recuperado el 06 de Junio de 2021, de <https://es.slideshare.net/josedario13/carbohidratos-almidon>
- Bautista Baños, S., Fenandéz Valdés, D., Fernández Valdes, D., Ocampo Ramírez, A., García Pereira, A., & Falcón Rodríguez, A. (Julio de 2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(3), 52-57. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542015000300008
- Borja, E. (Mayo de 2010). *repositorio.uta.edu.ec*. Recuperado el 5 de Junio de 2021, de [repositorio.uta.edu.ec: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/865/1/AL427%20Ref.%203273.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/865/1/AL427%20Ref.%203273.pdf)
- Buendía, M., Gonzales, V., Mendoza, A., Muñoz, E., & Reyes, A. (2015). *Composición de quesos*. Obtenido de http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TEMA3.QUESO_2832.pdf
- Chavarrías Ferrás, M. (01 de Noviembre de 2016). *observatorio.escoladealimentacion.es*. Recuperado el 11 de noviembre de 2021, de [observatorio.escoladealimentacion.es: https://observatorio.escoladealimentacion.es/entradas/innovacion-alimentaria/porque-se-estropean-los-alimentos](https://observatorio.escoladealimentacion.es/entradas/innovacion-alimentaria/porque-se-estropean-los-alimentos)
- Chavarrías, M. (12 de Junio de 2014). *Consumer*. Recuperado el 6 de Junio de 2021, de [Consumer: https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/mayor-vida-util-para-el-queso-fresco.html](https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/mayor-vida-util-para-el-queso-fresco.html)
- Falconí Nobillo, J. (2016). *dspace.esepoch.edu.ec*. Recuperado el 11 de noviembre de 2021, de [dspace.esepoch.edu.ec: https://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/6109/1/27T0331.pdf](https://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/6109/1/27T0331.pdf)
- FAO. (05 de marzo de 2015). *FAO*. Recuperado el 30 de junio de 2021, de [FAO: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html)
- Fonseca Quishpi, E. M. (2020). *dspace.unach.edu.ec*. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de [dspace.unach.edu.ec:](https://dspace.unach.edu.ec)

- [http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6864/2/BIOPELICULAS%20EVELLY N%20FONSECA%2003-09-2020.pdf](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6864/2/BIOPELICULAS%20EVELLY%20N%20FONSECA%2003-09-2020.pdf)
- García Tejada, Y. V., Zamudio Flores, P. B., Bello Pérez, L. A., Romero Bastida, C. A., & Solorza Fera, J. (2011). Oxidación del almidón nativo de plátano para su uso potencial en la fabricación de materiales de empaque biodegradables: caracterización física, química, térmica y morfológica. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 2(3), 125-135. Recuperado el 14 de Mayo de 2021, de dialnet.unirioja.es: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3694923>
- GESAMP. (2015). *GESAMP*. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de GESAMP: https://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/pdf/GESAMP_microplastics%20full%20study.pdf
- Guaminga Yautibug, L. E. (2020). *dspace.unach.edu.ec*. Obtenido de [dspace.unach.edu.ec](http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6552/1/OBTENCI%20C3%93N%20Y%20CARACTERIZACI%20C3%93N%20FUNCIONAL%20DE%20HARINA%20Y%20ALMID%20C3%93N%20DE%20MA%20C3%8dZ%20NEGRO.pdf): <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6552/1/OBTENCI%20C3%93N%20Y%20CARACTERIZACI%20C3%93N%20FUNCIONAL%20DE%20HARINA%20Y%20ALMID%20C3%93N%20DE%20MA%20C3%8dZ%20NEGRO.pdf>
- Guillén Sánchez, J., Mori Arismendi, S., & Paucar Menacho, L. M. (2014). Características y propiedades funcionales del maíz morado. *Scientia Agropecuaria*, 5, 211-217. Recuperado el 05 de Junio de 2021, de scielo: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v5n4/a05v5n4.pdf>
- HANNA. (2020). *hannainst.es*. Recuperado el 6 de julio de 2021, de [hannainst.es](https://www.hannainst.es/blog/1520/midiendo-el-pH-del-queso): <https://www.hannainst.es/blog/1520/midiendo-el-pH-del-queso>
- Heinrichs, S. (5 de Junio de 2018). *Organización de la Naciones Unidas*. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de Organización de la Naciones Unidas: <https://news.un.org/es/story/2018/06/1435111>
- Iguasnia, A. (2021). *Técnicas utilizadas para la conservación de frutas y vegetales mediante biopelículas a partir de matrices poliméricas naturales*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo. Recuperado el 30 de Mayo de 2021, de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7891/1/TESIS%20FINAL-Alison%20Iguasnia%20Biblioteca.pdf>
- INEN. (2008). *www.normalizacion.gob.ec*. Recuperado el 11 de noviembre de 2021, de www.normalizacion.gob.ec: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2337.pdf
- INEN. (2012). *Normalización.gob.ec*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2021, de [Normalización.gob.ec](http://www.normalizacion.gob.ec): <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1528.pdf>
- INEN11290-1. (2018). *MICROBIOLOGÍA DE LA CADENA ALIMENTARIA — MÉTODO HORIZONTAL PARA LA DETECCIÓN Y RECUENTO DE Listeria monocytogenes Y DE Listeria spp. — PARTE 1: MÉTODO DE DETECCIÓN (ISO 11290-1:2017, IDT)*. Recuperado el 12 de Julio de 2021, de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_11290-1.pdf
- INEN1529-13. (2013). *CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. ENTEROBACTERIACEAE. RECUENTO EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD*. Recuperado el 12 de Julio de 2021, de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-13-1R.pdf>
- INEN1529-14. (1998). *Control microbiológico de los alimentos staphilococcus aureus recuento de placa por siembra por extension en superficie*. Recuperado el 12 de Julio de 2021, de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-14.pdf>

- INEN1529-15. (2013). *CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. SALMONELLA. MÉTODO DE DETECCIÓN*. Recuperado el 12 de Julio de 2021, de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-15-1R.pdf>
- INEN1529-5. (2006). *Control microbiano de los alimentos determinacion de la cantidad de microorganismos aerobios mesofilos*. Recuperado el 12 de Julio de 2021, de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-5.pdf>
- INEN1529-8. (2015). *www.normalizacion.gob.ec*. Obtenido de www.normalizacion.gob.ec: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-8.pdf
- Infoagro. (03 de Agosto de 2017). *mexico.infoagro.com*. Obtenido de mexico.infoagro.com: <https://mexico.infoagro.com/el-control-del-ph-y-como-analizarlo/>
- InfoAgro. (2018). *¿QUÉ SE ENTIENDE POR "CUARTA GAMA"?* Recuperado el 05 de Junio de 2021, de https://www.infoagro.com/industria_auxiliar/cuarta_gama.htm
- INNOTEC . (2019). *www.innotec-laboratorios.es*. Recuperado el 1 de Julio de 2021, de www.innotec-laboratorios.es: <https://www.innotec-laboratorios.es/analisis-de-alimentos/analisis-fisico-quimico/#:~:text=Qu%C3%A9%20es%20el%20an%C3%A1lisis%20f%C3%ADsico%20qu%C3%ADmico&text=Para%20que%20nos%20entiendas%20mejor,calidad%20alimentaria%20de%20tus%20productos.>
- James, M. J., Loessner, M., & Golden, D. (2005). *Modern Food Microbiology* (7° ed. ed.). Springer, New York. Recuperado el 12 de Julio de 2021, de <http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/10%20carnes%20rojas.pdf>
- Jimenez , A., Sánchez González, L., Desobry, S., Chiralt, A., & Arab Tehrany, E. (Marzo de 2014). Influencia de la incorporación de nanoliposomas sobre las propiedades de las dispersiones formadoras de película y películas a base de almidón de maíz y caseinato de sodio. *Elsevier*, 35, 159-169. Recuperado el 14 de Mayo de 2021, de www.sciencedirect.com: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X13001422?via%3Dihub>
- Jouve , & Rozier. (2020). *baixardoc*. Recuperado el 10 de julio de 2021, de [baixardoc](https://baixardoc.com/preview/determinacion-de-ph-y-acidez-en-carnes-de-rescerdo-pollo-gallina--5c817f5979faa): <https://baixardoc.com/preview/determinacion-de-ph-y-acidez-en-carnes-de-rescerdo-pollo-gallina--5c817f5979faa>
- Larrucea, S. (08 de marzo de 2017). *webconsultas.com*. Recuperado el 07 de junio de 2021, de webconsultas.com: <https://www.webconsultas.com/dieta-y-nutricion/alimentos-saludables/propiedades-nutricionales-de-la-fresa-y-beneficios-para-la>
- MAE. (2018). *www.ambiente.gob.ec*. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de www.ambiente.gob.ec: <https://www.ambiente.gob.ec/la-gestion-de-los-residuos-solidos-en-los-municipios-un-proyecto-prioritario-para-el-gobierno-nacional/>
- Montora Lopéz, J., Quintero Castaño, V., & Lucas Aguirre, J. (15 de mayo de 2015). Caracterización de harina y almidón de frutos de banano Gros Michel (*Musa acuminata* AAA). *Acta Agroecológica*, 64(1), 11-21. Recuperado el 01 de Junio de 2021, de <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v64n1/v64n1a02.pdf>
- Nieto Chilá, V. (2010). *repositorio.uta.edu.ec*. Recuperado el 11 de noviembre de 2021, de repositorio.uta.edu.ec: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4321/1/Tesis-44agr.pdf>
- OIRSA. (2020). *OIRSA*. Recuperado el 14 de Julio de 2021, de [OIRSA](http://www.oirsa.org): <https://www.oirsa.org/contenido/2020/Guia%20para%20uso%20de%20cloro%20como%20desinfectante%20en%20establecimientos%2023.06.2020.pdf>

- Ortega, E. (Abril de 2016). *repositorio.uta*. Recuperado el 01 de Junio de 2021, de repositorio.uta:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22874/1/AL599.pdf>
- Pastor, C., Sánchez González, L., Marcilla, A., Chiralt, A., González Martínez, C., & Cháfer, M. (2010). *webantigua.agroecologia.net*. Recuperado el 11 de noviembre de 2021, de [webantigua.agroecologia.net/](http://webantigua.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2010/ix-congreso/cd-actas/p1-calidad-agroalimentaria_PDF/1-8-aplicacion-pastor.pdf)
http://webantigua.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2010/ix-congreso/cd-actas/p1-calidad-agroalimentaria_PDF/1-8-aplicacion-pastor.pdf
- Pefaur Lepe, J. (Diciembre de 2014). *www.odepa.gob.cl*. Recuperado el 06 de Junio de 2021, de [www.odepa.gob.cl:](https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/12/AgroindustrialIVGama.pdf) <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/12/AgroindustrialIVGama.pdf>
- Penelo, L. (07 de 09 de 2018). *lavanguardia.com*. Recuperado el 12 de junio de 2021, de [lavanguardia.com:](https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20180709/45716664292/uvras-frutas-propiedades-beneficios.html) <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20180709/45716664292/uvras-frutas-propiedades-beneficios.html>
- Quintín, D. (2015). *Empleo de Extractos Naturales obtenidos de Subproductos Agroalimentarios en Productos de V Gama*. Tesis de grado, UNIVERSIDAD DE MURCIA, Murcia. Recuperado el 10 de junio de 2021, de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/348881/TDQM.pdf>
- Rojas Graü, M. A. (Diciembre de 2006). *www.tdx.cat*. Recuperado el 14 de Mayo de 2021, de [www.tdx.cat:](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8377/Trgmj1de4.pdf?sequence=1&isAllowed=y) <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8377/Trgmj1de4.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rojas Vallejo, M. (Julio de 2018). *repositorio.uta.edu.ec*. Recuperado el 11 de noviembre de 2021, de [repositorio.uta.edu.ec:](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28252/1/06%20T.AL.pdf) <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28252/1/06%20T.AL.pdf>
- Ruiz, M. D., & Segura Rodríguez, M. (septiembre de 2014). Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria. *Lideres en el negocio agroalimentario y cooperativo*(5), 5-6. Recuperado el 25 de Junio de 2021, de <https://www.cajamar.es/storage/documents/005-calidad-interna-1410512030-cc718.pdf>
- Sáez, A., & Urdaneta, J. (diciembre de 2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(3), 121-135. Recuperado el 15 de Mayo de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>
- Saíenz Menéndez, B. (2006). ALTERACIONES DEL EQUILIBRIO ACIDO BÁSICO. *Revista Cubana de Cirugía*, 45(1). Recuperado el 22 de noviembre de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74932006000100011&lng=es&tlng=es.
- Santillán, M. L. (14 de Mayo de 2018). *Ciencia UNAM*. Recuperado el 14 de Mayo de 2021, de Ciencia UNAM: <http://ciencia.unam.mx/leer/766/una-vida-de-plastico>
- Valderrey, M. J. (19 de Noviembre de 2007). Fresa (*Fragaria vesca* L.). *Asturnatura.com*(154), 5. Recuperado el 05 de Junio de 2021, de <https://www.asturnatura.com/especie/fragaria-vesca.html>. ISSN 1887-5068.
- Valero, D. (05 de mayo de 2018). *interempresas.net/Horticola/*. Recuperado el 07 de junio de 2021, de [interempresas.net/Horticola/](https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/216797-Frutas-y-hortalizas-minimamente-procesadas-o-de-IV-Gama-cambios-en-compuestos-bioactivos.html)
<https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/216797-Frutas-y-hortalizas-minimamente-procesadas-o-de-IV-Gama-cambios-en-compuestos-bioactivos.html>

- Vasquez, Vasquez, M., & Guerrero, J. (2013). *Recubrimiento en Frutas*. Recuperado el 18 de Mayo de 2021, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54233870/peliculas_comestbles.pdf?1503584676=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DRecubrimientos_de_frutas_con_biopelicula.pdf&Expires=1612126469&Signature=OIIUaiCiuwfKnWFJKbCuIMJrvhlw4vHayR3KdQhvD~1m1AW
- Velásquez, L., Siche, R., & Castro, W. (2015). *Evaluación del marmolado de carne Bovina mediante imágenes hiprespectrales*. Trujillo, Perú.: Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado el 11 de noviembre de 2021
- Zambrano, P. (2019). *Agrotendencia*. Recuperado el 05 de Junio de 2021, de Agrotendencia: <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-la-uva/>

7. ANEXOS.

Anexo 1: Elaboración de queso fresco

a.



b.



c.



d.



Gráfico: a. Desuerado, b. Moldeado, c. Salado, d. Empaquetado para posterior aplicación de biopelículas.

Anexo 2: Aplicación de biopelículas en los productos de IV Y V gama

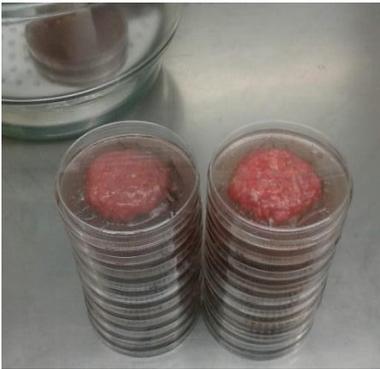
a.



b.



c.



d.



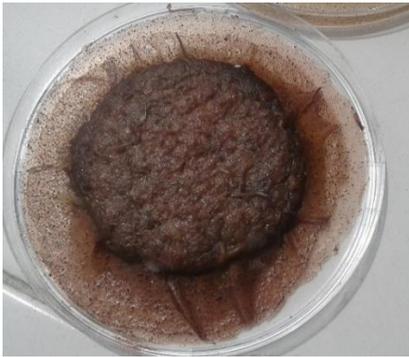
e.



f.



g.



h.



i.



j.



Gráfico: a. Preparación del queso para aplicar las biopelículas, b. Pesado de la carne molida para someter a cocción, c. Carne molida con biopelículas, d. Refrigeración, e. Carne molida después de 24 horas de haber aplicado biopelículas, f. Carne molida después de 24 horas de haber aplicado biopelículas, g. Carne con biopelículas a los 15 días de almacenado, h. Queso con biopelículas a los 15 días de almacenado, i. Productos de IV gama con biopelículas, j. Fresas sin recubrimiento a los 6 días de almacenado.

Anexo 3: Análisis físico químico de los productos V gama

a.



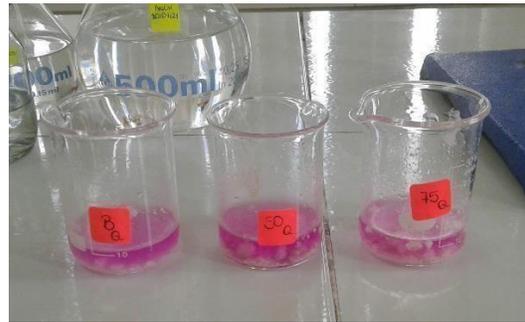
b.



c.



d.



e.



f.



Gráfico: a. Triturado de las muestras, b. Determinación del pH, c. Determinación del acidez en carne, d. Determinación del acidez en queso fresco, e. preparación de las muestras de queso para determinar el contenido de grasa, e. Determinación de Humedad.

Anexo 4: Análisis físico químico de los productos de IV gama

a.



b.



c.



d.



Gráfico: a. Determinación del pH, b. Determinación de la acidez, c. Determinación de la humedad de la uva por diferencia de pesos, d. Determinación de la humedad de la fresa por diferencia de pesos.

Anexo 5: Análisis microbiológico de los productos de IV gama

a.



b.



c.



d.



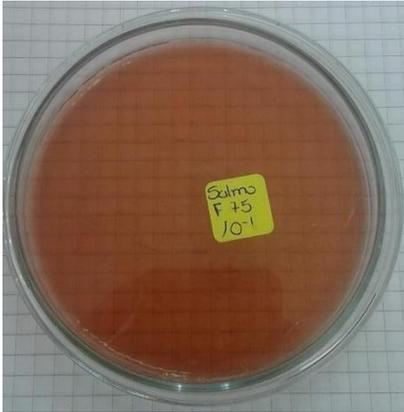
e.



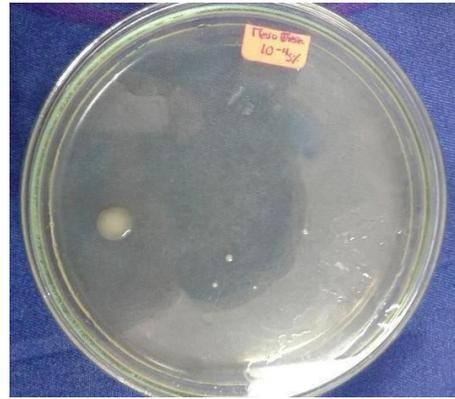
f.



g.



h.



i.



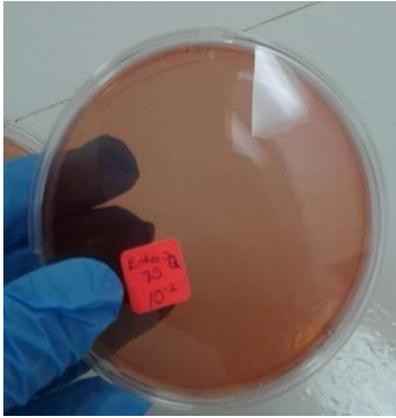
j.



Gráfico: a. Preparación del material y muestras (fresas y uvas con sus dos formulaciones y el blanco), b. reposo los agares de las siembras hasta que se gelifiquen, c. Incubación de las cajas petri con los microorganismos sembrados, d. Determinación de *Listeria monocytogenes* en uva, e. Determinación de *Mesófilos aerobios* en uva, f. Determinación de *E-coli* en uva, g. Determinación de *Salmonella* en fresa, h. Determinación de *Mesófilos aerobios* en la fresa, i. Determinación de *Listeria monocytogenes* en la fresa, j. Determinación de *E-coli* en la fresa.

Anexo 6: Análisis microbiológico de los productos de V gama

a.



b.



c.



d.



e.



f.



55.



Gráfico: a. Determinación de *Enterobacterias* en queso fresco, b. Determinación de *Staphylococcus Aureus* en queso fresco, c. Determinación de *Listeria monocytogenes* en queso fresco, d. Determinación de *E-coli* en queso fresco, e. Determinación de *E-coli* en carne molida, f. Determinación de *Salmonella* en carne molida, g. Determinación de *Mesófilos aerobios* en carne molida.

Anexo7: Normativa DIGESA MINSA norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.

(PROYECTO DE ACTUALIZACIÓN DE LA RM N° 615-2003 SA/DM)

NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO

**CAPÍTULO I
GENERALIDADES**

Artículo 1°.- Finalidad

La presente norma se establece para garantizar la seguridad sanitaria de los alimentos y bebidas destinados al consumo humano.

Artículo 2°.- Objetivo

Establecer las condiciones microbiológicas de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir los alimentos y bebidas en estado natural, elaborados o procesados, para ser considerados aptos para el consumo humano.

Artículo 3°.- Ámbito de aplicación

La presente Norma Sanitaria es de obligatorio cumplimiento en todo el territorio nacional, para efectos de:

- 1) La obtención del Registro Sanitario de Alimentos y Bebidas.
- 2) La obtención del Certificado Sanitario Oficial de Exportación.
- 3) La vigilancia y control sanitario que realiza la Autoridad Sanitaria.
- 4) La verificación o comprobación de la eficacia del Plan HACCP.
- 5) Control analítico de cada lote de producto antes de ser liberado para su comercialización, para el caso de las fábricas que aún no implementan el Sistema HACCP.
- 6) Aclarar dirimencias, inmovilizaciones, denuncias, operativos

Artículo 4°.- Base legal y técnica

La presente norma sanitaria se establece en el marco del Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas, aprobado por Decreto Supremo N° 007-98 SA y en concordancia técnica normativa con los Principios para el establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos para los Alimentos del Codex Alimentarius (CAC/GL-21(1997) y con la clasificación y planes de muestreo de la International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF)

**CAPÍTULO II
DISPOSICIONES GENERALES**

Artículo 5°.- Conformación de los criterios microbiológicos

Los criterios microbiológicos están conformados por:

- a) El grupo de alimento al que se aplica el criterio.
- b) Los agentes microbiológicos a controlar en los distintos grupos de alimentos.
- c) El plan de muestreo que ha de aplicarse al lote o lotes de alimentos.
- d) Los límites microbiológicos establecidos para los grupos de alimentos.

Artículo 6°.- Aptitud microbiológica para el consumo humano

Anexo 8: NTE INEN 1346:2015



**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 1346
Segunda revisión
2015-XX

CARNE Y PRODUCTOS CÁRNICOS. CARNE MOLIDA. REQUISITOS.

MEAT AND MEAT PRODUCTS. GROUND MEAT. REQUIREMENTS.

Anexo 9: NTE INEN 1528:2012

Republic of Ecuador

EDICT OF GOVERNMENT

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.



NTE INEN 1528 (2012) (Spanish): Norma
general para quesos frescos no madurados.
Requisitos

Anexo 10: NTE INEN 1529-8



Quito – Ecuador

NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN 1529-8
Primera Revisión
2015-xx

**CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. DETECCIÓN Y
RECUENTO DE *ESCHERICHIA COLI* PRESUNTIVA POR LA
TÉCNICA DEL NÚMERO MÁS PROBABLE**

MICROBIOLOGY CONTROL OF FOOD. DETECTION AND ENUMERATION OF
PRESUMPTIVE *ESCHERICHIA COLI* BY MOST PROBABLE NUMBER
TECHNIQUE

DESCRPTORES: microbiología de los alimentos,
ICS: 07.100.30

13
Páginas

Anexo 10: NTE INEN 1529-15



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1529-15:2013

Primera revisión

CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. SALMONELLA. MÉTODO DE DETECCIÓN

Primera edición

MICROBIOLOGICAL CONTROL OF FOODS - SALMONELLA. DETECTION METHOD

First edition

DESCRIPTORES: Microbiología de los alimentos, análisis, microbiológico, determinación de salmonella
AL 01.05-311
CDU: 614.32:539.67.576.94
CISU: 9329
ICS: 07.100.30

Anexo 11: NTE INEN 1529-13



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1529-13:2013

Primera revisión

CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. ENTEROBACTERIACEAE. RECUENTO EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD

Primera edición

MICROBIOLOGICAL CONTROL OF FOODS. ENTEROBACTERIACEAE. PLATE COUNT FOR PLANTING IN DEPTH

First edition

UCLC: 661.07(053.5): Microbiología de los alimentos, análisis microbiológico, contaje, enterobacteriaceae
AL 01.058-010
CDU: 614.31:579.67:579.84
CIS: 9320
ICS: 07.930.36

Anexo 12: NTE INEN 11290-1



NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA

NTE INEN-ISO 11290-1

Segunda edición
2018-02

**MICROBIOLOGÍA DE LA CADENA ALIMENTARIA – MÉTODO
HORIZONTAL PARA LA DETECCIÓN Y RECUENTO DE *Listeria
monocytogenes* Y DE *Listeria* spp. – PARTE 1: MÉTODO DE
DETECCIÓN (ISO 11290-1:2017, IDT)**

MICROBIOLOGY OF THE FOOD CHAIN – HORIZONTAL METHOD FOR THE DETECTION AND
ENUMERATION OF *Listeria monocytogenes* AND OF *Listeria* spp.— PART 1: DETECTION
METHOD (ISO 11290-1:2017, IDT)

Correspondencia:

Esta Norma Técnica Ecuatoriana es una traducción idéntica de la Norma Internacional ISO 11290-1:2017.

ICS: 07.100.30

34
Páginas

Anexo 13: NTE INEN 1529-14



Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1529-14:2013

Primera revisión

CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. STAPHYLOCOCCUS AUREUS. RECUENTO EN PLACA DE SIEMBRA POR EXTENSIÓN EN SUPERFICIE

Primera edición

MICROBIOLOGICAL CONTROL OF FOODS. STAPHYLOCOCCUS AUREUS. SEED PLATE COUNT BY SURFACE EXTENSION

First edition

DESCRIPCIÓN: Microbiología de los alimentos, control microbiológico, staphylococcus aureus
AL 01.05.312
CDU: 614.31.579.872.579.88
CIS: 9320
ICS: 07.100.30

Anexo 14: NTE INEN 1529-5

Republic of Ecuador

EDICT OF GOVERNMENT

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.



NTE INEN 1529-5 (2006) (Spanish): Control
microbiológico de los alimentos.
Determinación de la cantidad de
microorganismos aerobios mesofílicos. REP