

**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA**



**FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEÚTICAS Y BIOQUÍMICA**  
**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE QUÍMICO FARMACÉUTICO Y**  
**BIOQUÍMICO**

**ELABORACIÓN DE UNA PELÍCULA CONSERVANTE A BASE DE**  
**POLISACÁRIDOS DEL *Nostoc sphaericum* Vauch. (CUSHURO) Y**  
**SU APLICACIÓN EN FRUTOS DE LA POSCOSECHA DE *Fragaria***  
**vesca L. (FRESA)**

**TESISTAS:**

**Bach. DORIS MARLENY PAUCAR SARANGO**

**Bach. BERIA CONSUELO RAMIREZ CHUQUICAHUA**

**ASESOR:**

**Mg. MIGUEL ANGEL INOCENTE CAMONES**

**LIMA – PERU**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios nuestro padre creador, por darnos salud, guía y enseñarnos el camino del bien, por habernos dado fortaleza en los diferentes retos que pasamos para culminar satisfactoriamente nuestra carrera.

Con todo cariño a nuestros queridos familiares por haber sido ese apoyo continuo y darnos su amor incondicional y sobre todo a nuestros hijos por ser nuestra mayor motivación.

**Doris Marleny Paucar Sarango**

**Beria Consuelo Ramírez Chuquicahua**

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestra casa de estudios Universidad Inca Garcilaso de la Vega Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica por su formación integral, tanto académico, profesional y sólida en valores.

A todos los asesores quienes contribuyeron con su experiencia, tiempo y dedicación al desarrollo de nuestra tesis, en especial al Mg. Q.F. Miguel Ángel Inocente Camones por su paciencia, guía, consejos durante el desarrollo de la investigación logrando culminar nuestra tesis con éxito.

**Doris Marleny Paucar Sarango**

**Beria Consuelo Ramírez Chuquicahua**

**TÍTULO DE TESIS: ELABORACIÓN DE UNA PELÍCULA CONSERVANTE A BASE DE POLISACÁRIDOS DEL *Nostoc sphaericum* Vauch. (CUSHURO) Y SU APLICACIÓN EN FRUTOS DE LA POSCOSECHA DE *Fragaria vesca* L. (FRESA)**

**RESUMEN**

En la actualidad se siguen elaborando recubrimientos de protección para la preservación de frutas perecibles, es por ello el desarrollo de nuevas formas de conservación que permiten dar un nuevo uso a los polisacáridos, proteínas y grasas como base fundamental para la elaboración de nuevas películas de protección, la mayoría de ellas se encuentran en combinación con sustancias químicas, en muchos casos tóxicas y no ingeribles, por lo cual los alimentos deben ser descontaminados antes de consumo eliminando todo rastro de sustancias extrañas. El objetivo de la investigación fue elaborar una película conservante a base de polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vauch. (Cushuro) y su aplicación en frutos de la poscosecha de *Fragaria vesca* L. (fresa). La metodología usada fue por el método de recubrimiento del licuado de *Nostoc sphaericum* Vauch. (Cushuro) y preparación de soluciones a diferentes concentraciones. Las fresas fueron sumergidas por 30 minutos y luego se evaluó su estado de conservación. Los resultados demostraron que las diferentes concentraciones provocan un alargamiento en el estado de conservación de los frutos y evita la contaminación de hongos y bacterias por lo tanto se puede utilizar como conservante natural. Se concluye que la investigación ha logrado desarrollar una película con capacidad conservante que evita el ataque de hongos ambientales a base de una película elaborada de polisacáridos extraídos del alga *Nostoc Sphaericum* Vauch (cushuro), además este producto es natural e inocuo para la salud.

**Palabras clave:** *Nostoc sphaericum*, película, recubrimiento, frutos, conservación.

# ELABORATION OF A CONSERVANT FILM BASED ON POLYSACCHARIDES OF *Nostoc sphaericum* Vauch. (CUSHURO) AND ITS APPLICATION ON FRUITS OF THE POSTHARVEST OF *Fragaria vesca* L. (STRAWBERRY)

## SUMMARY

Nowadays, protective coatings are still being developed for the preservation of perishable fruits, that is why the development of new forms of conservation that allow to give a new use to polysaccharides, proteins, and fats as a fundamental basis for the elaboration of new protection films, most of them are in combination with chemical substances, in many cases toxic and not ingestible, for which the food must be decontaminated before consumption eliminating all traces of foreign substances. The objective of the research was to elaborate a preservative film based on polysaccharides from *Nostoc sphaericum* Vauch. (Cushuro) and its application in post-harvest fruits of *Fragaria vesca* L. (Strawberry). The methodology used was by the method of coating the liquor of *Nostoc sphaericum* Vauch. (Cushuro) and preparation of solutions at different concentrations. The strawberries were submerged for 30 minutes and then their conservation status was evaluated. The results showed that the different concentrations provoke an extension in the state of conservation of the fruits and avoids the contamination of fungi and bacteria therefore it can be used as a natural preservative. It is concluded that the research has managed to develop a film with preservative capacity that avoids the attack of environmental fungi based on an elaborated film of polysaccharides extracted from the seaweed *Nostoc Sphaericum* Vauch (cushuro), in addition this product is natural and innocuous for health.

**Key words:** *Nostoc sphaericum*, film, coating, fruits, conservation

## INDICE

**Agradecimiento**

**Dedicatoria**

**Resumen**

**Abstract**

**ÍNDICE**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>2</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3. Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación	4
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Antecedentes del estudio</b>	<b>6</b>
2.1.1 Nacionales	6
2.1.2 Extranjeros	8
<b>2.2. Bases teóricas</b>	<b>20</b>
2.2.1 Aspectos botánicos del alga <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro)	20
2.2.2 Distribución	22
2.2.3 Descripción botánica	22
2.2.4 Características del género <i>Nostoc</i>	22
2.2.5 Hábitat	22
2.2.6 Cosecha	23
2.2.7 Uso del alga <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro)	23
2.2.8 Composición	24
2.2.9 <i>Fragaria vesca</i> L (fresa)	
2.2.10 Factores de riesgo en frutos poscosecha	25

2.2.11 Manejo de frutos poscosecha y Técnicas actuales de tratamientos de frutas poscosechas	26
2.2.12 Crecimiento fúngico	26
2.2.13 Técnicas actuales de tratamiento poscosecha	27
2.2.13.1 Refrigeración	27
2.2.13.2 Productos químicos	28
2.2.13.3 Aplicación de tratamientos térmicos	28
2.2.13.4 Técnicas de almacenamiento atmósferas modificados (AM) y atmósferas controladas (AC)	28
2.2.13.5 Tratamiento con energía ionizante	28
2.2.13.6 Aplicación del recubrimiento tipo cera (RTC) y recubrimiento comestible (RC)	28
2.2.13.7 Uso de películas como revestimientos de frutos Poscosecha	29
<b>2.3. Hipótesis</b>	<b>30</b>
2.3.1 Hipótesis general	30
2.3.2 Hipótesis específicas	30
<b>2.4. Variables</b>	<b>30</b>
2.4.1 Tabla de operacionalización de variables	30
<b>2.5 Marco conceptual</b>	<b>31</b>
2.5.1 Alga	31
2.5.2 Poscosecha	31
2.5.3 Biopelículas o películas conservantes	31
<b>CAPITULO III: METODO</b>	<b>32</b>
3.1 Tipo de estudio	32
3.2 Diseño a utilizar	32
3.3 Población	32
3.4 Muestra	32
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
3.5.1 Aislamiento de polisacáridos	33
3.5.1.1 Técnica para obtención de polisacáridos	33
3.5.1.1.1 Selección	33
3.5.1.1.2 Lavado	33
3.5.1.1.3 Secado	34

3.5.1.1.3 Secado	34
3.5.1.1.4 Molienda	34
3.5.1.1.5 Extracción	34
3.5.1.1.6 Secado, molienda y tamizado	34
3.5.2 Desarrollo de la metodología y formulación	35
3.5.2.1 Método de recubrimiento con polisacárido en polvo obtenido de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch. (cushuro)	35
3.5.2.1.1 Selección y desinfección	35
3.5.2.1.2 Recubrimiento en muestra fresca	35
3.5.2.2 Técnica de obtención de polisacárido en polvo de muestra fresca decolorada de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch. (cushuro)	38
3.5.2.2.1 Selección	38
3.5.2.2.2 Lavado	38
3.5.2.2.3 Extracción	38
3.5.2.2.4 Decoloración	38
3.5.2.2. 5 Filtración	38
3.5.2.2.6 Secado y molienda	39
3.5.2.3 Método de recubrimiento con polisacárido en polvo de muestra decolorada de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch en muestra fresca de <i>Fragaria vesca</i> L. (fresa)	39
3.5.2.3.1 Selección y desinfección	39
3.5.2.3.2 Recubrimiento en muestra fresca por sumersión	39
3.5.2.4 Técnica y método recubrimiento en <i>Fragaria vesca</i> L. (fresa) con polisacáridos extraídos por licuado semi industrial de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro)	42
3.5.2.4.1 Selección y desinfección	42
3.5.2.4.2 Técnica y recubrimiento en muestra fresca	42
3.5.2.5 Técnica de obtención líquida de polisacáridos de muestra decolorada de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro) y método de recubrimiento directo en muestra fresca de <i>Fragaria vesca</i> L. (fresa)	45
3.5.2.5.1 Selección y desinfección	45
3.5.2.5.2 Obtención de la muestra decolorada	45
3.5.2.5.3 Recubrimiento en muestra fresca	45
3.6 Procesamiento de datos	46

<b>CAPITULO IV: PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS</b>	<b>47</b>
4.1 Presentación de resultados	<b>47</b>
4.1.1 Resultados de la conservación por el método de recubrimiento con polisacárido de polvo obtenido de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de <i>Fragaria vesca</i> (fresa)	<b>47</b>
4.1.2 Resultados de la conservación por el método de recubrimiento con polisacárido de muestra decolorada polvo obtenido de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de <i>Fragaria vesca</i> (fresa)	<b>48</b>
4.1.3 Resultados de la conservación por el método de recubrimiento con polisacárido extraído por licuado semi industrial de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de <i>Fragaria vesca</i> (fresa)	<b>49</b>
4.1.4 Resultados de la conservación por el método de recubrimiento con polisacárido de muestra fresca de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de <i>Fragaria vesca</i> (fresa)	<b>50</b>
4.1.5 Resultados de la prueba de aceptabilidad de conservación con polisacáridos extraído de <i>Nostoc sphaericum</i> Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de <i>Fragaria vesca</i> (fresa).	<b>51</b>
4.2 Contrastación de hipótesis	<b>52</b>
4.3 Discusión de resultados	<b>54</b>
<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>56</b>
5.1 Conclusiones	<b>56</b>
5.2 Recomendaciones	<b>56</b>
REFERENCIAS	<b>57</b>
ANEXO	<b>66</b>
Matriz de consistencia	<b>66</b>
Certificado Botánico	<b>67</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional del Nostoc	24
Tabla 2. Recubrimientos comestibles aplicados a frutas y hortalizas	29
Tabla 3. Operacionalización de las variables	30
Tabla 4. Códigos de muestras del método de recubrimiento con polisacárido en polvo obtenido de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro) en muestra fresca de <i>Fragaria vesca</i> (fresa).	37
Tabla 5. Códigos de muestras del Método recubrimiento por obtención de polisacárido en polvo de muestra fresca decolorada de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch. (cushuro)	41
Tabla 6. Códigos de muestras del Método recubrimiento por obtención de polisacárido por licuado semi industrial de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro)	44
Tabla 7. Códigos de muestras del Método recubrimiento por obtención de polisacárido obtención líquida de polisacáridos de muestra decolorada de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro)	46
Tabla 8 Prueba de aceptabilidad	51

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Laguna Yanco, Huaraz.	21
Grafico 2. <i>Fragaria vesca</i> L. (fresa)	25
Gráfico 3. Método de recubrimiento con polisacárido en polvo obtenido de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro) en muestra fresca de <i>Fragaria vesca</i> (fresa)	47
Gráfico 4. Método de recubrimiento con polisacárido en polvo de muestra decolorada de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro) en muestra fresca de <i>Fragaria vesca</i> (fresa)	48
Gráfico 5. Método de recubrimiento en <i>Fragaria vesca</i> L. (fresa) con polisacáridos extraídos por licuado semi industrial de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro)	49
Gráfico 6. Método recubrimiento directo en muestra fresca de <i>Fragaria vesca</i> L.	50
Grafico 7. prueba de aceptabilidad	51

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo1. Matriz de consistencia	66
Anexo 2. Certificación botánica	67
Anexo 3. Recolección de la muestra <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro) laguna de Yanco - Huaraz	68
Anexo 4. Colecta de la muestra de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro) laguna de Yanco - Huaraz	69
Anexo 5. Colecta de 8 kilos de muestra de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro) laguna de Yanco - Huaraz	70
Anexo 6. Técnica para obtención de polisacárido en polvo del <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro)	71
Anexo 7. Técnica de obtención de polisacárido en polvo de muestra fresca decolorada de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch. (cushuro)	77
Anexo 8. Maceración del polvo de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro) con peróxido de hidrogeno, etanol y ácido cítrico por una semana	78
Anexo 9. Obtención de polisacáridos en polvo de muestra decolorada de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro)	79
Anexo 10. Técnica y método recubrimiento en <i>fragaria vesca</i> L. (fresa) con polisacáridos extraídos por licuado semi industrial de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro)	80
Anexo 11. Maceración con peróxido de hidrogeno y etanol	81
Anexo 12. Obtención del polisacárido en polvo de <i>Nostoc sphaericum</i> vauch (cushuro)	82
Anexo 13. Técnica de obtención líquida de polisacáridos de muestra decolorada de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro)	83
Anexo 14. Recubrimiento con polisacáridos en forma líquida en muestra decolorada de <i>Nostoc sphaericum</i> vauch (cushuro)	84
Anexos 15 Fotos de los resultados del recubrimiento con los polisacáridos obtenidos de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (cushuro)	85
Anexo 16 Fotos de evaluación organoléptica	89

## INTRODUCCIÓN

Nuestro país se suma a la tendencia mundial de ingerir alimentos más saludables, que sean mínimamente procesados, de alto valor nutritivo, frescura, calidad y que mantengan una buena apariencia, así como que estén listos para el consumo humano, este es el caso de las frutas y hortalizas; que aportan micronutrientes básicos para una dieta balanceada según las recomendaciones de la OMS<sup>1</sup>.

La descomposición de los alimentos se da por los cambios de origen biótico y abiótico, la descomposición causada por microorganismos es el resultado de la relación ecológicas entre alimento y microorganismo, siendo los más comunes en las frutas los hongos *Aspergillus* y los *Penicillium*, debido a la capacidad que tienen de fermentar carbohidratos como sacarosa, galactosa, manosa, maltosa, refinosa y malebiosa<sup>2</sup>.

La fabricación de biopelículas o recubrimientos comestible están cobrando mayor importancia en el campo de la tecnología de conservación de alimentos puesto que prolongan y conservan de calidad de los frutos manteniéndolos frescos. La elaboración de biopelículas es una búsqueda creciente por parte de los investigadores quienes en el deseo de prolongar la vida útil de un producto perecible, ensayan con innumerables productos a fin de evitar su deterioro.<sup>3</sup>

Este es el caso del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) del cual se tiene información que puede evitar la descomposición de los alimentos alargando su tiempo de vida útil para que este puede ser empleado como un nuevo recubrimiento para alimentos. Ante ello nuestra biopelícula puede ser usada para combatir y brindar un nuevo recubrimiento para alimentos. Por tal motivo el objetivo del estudio es proporcionar una alternativa para preservar los frutos perecibles mediante un producto de bajo costo, natural y con grandes propiedades de conservación que aprovecha los recursos naturales como lo son las algas *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault dando un nuevo uso como biopelícula conservante aparte de lo nutricional<sup>4</sup>.

## CAPITULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

#### 1.1.Descripción de la realidad problemática

Es conocido que cada día en los centros de abastecimiento de alimentos se desechan alimentos los mismos por ser muy perecederos estos no podrán ser aprovechados por la población y representan una pérdida para los agricultores, comerciantes y empresas que se encargan de su venta y comercialización. Los agricultores son quienes más pierden pues no toda su cosecha podrá ser vendida y sus productos tienden a deteriorarse por que no cuentan con un soporte tecnológico para conservarlos; por lo tanto, se debe recurrir a medidas tradicionales que contemplen la conservación de los alimentos<sup>5</sup>.

Cuando los frutos son llevados al mercado y/o la planta están expuestos a deteriorarse debido a factores como las prácticas de cultivo inadecuadas, el almacenamiento incorrecto y pueden sufrir cambios en su estado físico los cuales propician procesos infecciosos, unos de los más comunes son los hongos *Aspergillus* y los *Penicillium* que al ser consumidos por el ser humano puede ser perjudicial para su salud<sup>6</sup>.

Con tal motivo cuando se recubre con películas que puedan ser consumidas y se elaboren a partir de glúcidos, grasas, polímeros, polipéptidos y se combinen entre si formando películas conservantes que buscar retrasar la senectud de los alimentos como frutos retardando procesos como deshidratación, tono de turgencia del fruto, que puede darse en el grado de maduración del fruto. También presentara propiedades como mejorar las características organolépticas, la película brindara propiedades protectoras frente a agentes y contaminantes externos<sup>7</sup>.

Las películas conservantes de frutos es una de las alternativas para dar protección a una innumerable cadena de frutos perecibles comercializados en el mercado local y es una alternativa natural libre de sustancias tóxicas<sup>8</sup>.

*Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) es utilizada generalmente como alimento, no ha sido estudiada en otras aplicaciones; es por ello, que surge el tema de investigación el cual pretende brindar un enfoque distinto al consumo del alga, el cual debido al contenido de polisacáridos forma una capa considerada como posibles propiedades conservantes, lo cual sería de beneficio al ser las frutas un alimento perecible no solo en nuestro país sino en el mundo y al ser un recurso que se encuentra en zonas alto andinas, si tiene otras aplicaciones podría aumentar su comercialización y otorgar ingresos a las poblaciones de la zona que la comercializan a menor escala y revalorar un recurso que es poco conocido por la población<sup>9</sup>.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

- ¿La película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) conservará los frutos poscosecha de *Fragaria vesca* L. (fresa)?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿Los polisacáridos obtenidos de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) generará una película en los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)?
- ¿La película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) evitará el crecimiento de hongos ambientales en los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)?
- ¿La película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) mantendrá las características organolépticas de los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

- Evaluar si la película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) conservan los frutos poscosecha de *Fragaria vesca* L. (fresa).

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- 1.- Evaluar si los polisacáridos obtenidos de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) generarán una película en los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa).
- 2.- Evaluar si la película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) evitará el crecimiento de hongos ambientales en los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa).
- 3.- Evaluar si la película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) mantendrá las características organolépticas de los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa).

### **1.4 Justificación**

Debido al escaso tiempo para elaborar los alimentos no procesados de consumo rápido como es el caso de frutas como la fresa, se requiere de nuevas formas de preservación con el objetivo de retardar el grado de deterioro de los alimentos. Un alimento procesado es diferente a un alimento conservado ya que este alimento no perderá la esencia natural, mientras que por el otro lado al procesar alimentos se transforma las características organolépticas, químicas, nutricionales y sensoriales<sup>10</sup>.

En el Perú son escasas las tecnologías para la conservación de alimentos por lo cual es necesario recurrir a recursos naturales como es la elaboración de una biopelícula de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) la cual tendrá la propiedad de mantener la vida útil en la poscosecha de muchos frutos como por ejemplo la fresa, por ser un alimento altamente perecedero; al evitar el

deterioro de los alimentos perecibles estaríamos mejorando significativamente y aumentando las probabilidades de tener un mejor rendimiento en la poscosecha al ser recubiertos los frutos y podrían almacenarse de manera más efectiva por lo cual no se perderían alimentos<sup>10</sup>.

Los beneficiados con esta investigación serán de manera directa los agricultores, quienes cultivan el producto (frutos), los comerciantes que trasladan las frutas desde el interior del país y los consumidores finales quienes son los que utilizan estos productos en diferentes formas culinarias <sup>11</sup>.

Nuestro país es uno de los principales exportadores de frutas a nivel internacional, posee una gama de frutas nativas que cuentan con un valor agregado muy aceptable en otros países, por lo cual el desarrollo de una película conservante a base de polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) con aplicación sobre frutos poscosecha, beneficiaría a una cadena de agricultores, comerciantes, exportadores y consumidores locales<sup>11</sup>.

Esta investigación provee aportes para la población, así como poner en conocimiento y otorgar mayor importancia a un recurso como el caso del alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro), la cual prevalece su importancia en el valor nutricional, posee propiedades conservantes poco conocidas, que serán aprovechadas en la conservación de frutos al desarrollar la película conservante. Con la investigación se pretende aportar un manejo conservador de alimentos en nuestro país, utilizando un recurso biológico natural como el alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (Cushuro)<sup>12</sup>.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del estudio

##### 2.1.1 Nacionales

**Palacin, et al (2017)**<sup>13</sup>, desarrollaron una investigación con el objetivo de elaborar un pan artesanal para las personas celíacas. La metodología consistió en desarrollar un producto a base de arroz y gel extraído del *Nostoc sphaericum*. se realizaron pruebas de aceptabilidad con escala hedónica con participantes de los estudiantes de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega en el cual desarrollaron pruebas de aceptabilidad, asimismo utilizaron la escala para evaluar atributos como el color, olor, sabor y textura. Los resultados demostraron que el producto es aceptado por los panelistas en color, olor, sabor y textura comparados con el pan tipo francés.

**Chávez, et al (2014)**<sup>14</sup>, realizaron una investigación con la finalidad de determinar el contenido de fenoles descrito que se presentan en las algas *Nostoc sphaericum* y obtener un producto con propiedades antioxidantes. La metodología se basó en evaluar el contenido de fenoles que están presentes en las algas. Se sometió a la prueba DPPH capacidad antioxidante. Los resultados demostraron que el *Nostoc sphaericum* contiene un 98% de humedad y 0.384 ugEq Trolox/ mg en extracto de muestra seca o 1.164 ug Eq Trolox/ mL extracto, lo cual también evidencia un alto potencial antioxidante. Se concluye que el alga *Nostoc sphaericum* contiene actividad antioxidante debida a la diversidad de compuestos fenólicos como flavonoides.

**Aredo, et al (2013)**<sup>15</sup>, evaluaron el rendimiento de dos tipos de recubrimientos (almidón y pectina) durante la deshidratación osmótica del olluco y determinaron la mejor concentración de cloruro de sodio y sacarosa para el proceso a temperatura ambiente (22°C). Aplicaron un diseño de mezclas Simplex con Centroide y utilizaron láminas de olluco de 0,5 cm de espesor. Asimismo, se evaluó el porcentaje de humedad y ganancia de sólidos para diferentes tiempos durante 48 horas. Usaron del modelo de Crank que determino la difusividad y efectiva del agua y de los sólidos. Por otro lado, determinaron que el recubrimiento con pectina genera menor ganancia de sólidos y menor deshidratación en comparación con las muestras sin recubrimiento y con recubrimiento de almidón, las que tuvieron similar comportamiento

**Domínguez, et al (2012)**<sup>16</sup>, desarrollaron una películas comestibles formuladas con polisacáridos y plastificantes de alginatos y ceras para evitar el deterioro de los alimentos. Los resultados demostraron que la película obtenida con polisacáridos es una opción activa puesto que estos elementos que se encuentran en abundancia en la naturaleza son renovables. Se demostró que la película a base de polisacáridos presenta un alto valor de permeabilidad a diferencia de las de alginato que son más estables.

**Chang, et al (2012)**<sup>17</sup>, estudiaron una película desarrollada a base de glicerina y goma de tara la cual tenía que ser usada en alimentos de tipo quesos los resultados de la evaluación demostraron que después de 40 días, la película mantenía firme los quesos y las características organolépticas permanecían constantes y después de una prueba hedónica se reportó gran aceptabilidad.

**Chili, et al (2010)**<sup>18</sup>, evaluaron el comportamiento y biología del Cushuro (*Nostoc sphaericum*), lograron determinar curvas optimas de secado a temperaturas constantes para el Nostoc, los parámetros utilizados fueron: temperatura 60°C, velocidades de aire 1m/s y 1.5m/s, humedad 0.1 kg agua/kg, tiempos 4 horas. Los componentes más abundantes del alga cushuro son: el agua, carbohidratos y proteínas, la humedad es el mayor componente del alga fresca 98.61 %, el segundo contenido de las algas son

los carbohidratos con 50.0% y el tercer componente de mayor porcentaje fue la proteína con un valor 30.54%. Los valores de cenizas 6.815, grasa 6.65% y fibra 0.85%.

**Villavicencio, et al (2007)<sup>19</sup>**, determinaron la eficiencia del *Nostoc sp* en el aspecto nutricional. Después de 3 meses para suplementar la dieta ordinaria de los niños obtuvieron como resultado la mejora en su estado nutricional, logrando disminuir la desnutrición, logrando con ello incremento de su estatura y peso en mayor puntuación con relación al grupo testigo, debido a que el estudio los niños menores de 1 año presentaban desnutrición, utilizaron métodos de observación directa, cuestionarios tipo encuesta, formularios estructurados. El alga es un alimento muy nutritivo con capacidad de tratar la desnutrición.

### 2.1.2 Extranjeros

**Trujillo, et al (2017)<sup>20</sup>**, realizaron una investigación con la finalidad de obtener un biofilm biodegradable como una estrategia adaptativa que incrementa la capacidad de supervivencia de las bacterias proporcionándoles suministros, escudo protector y su uso como estrategias para mejorar la salud y el medio ambiente biodegradable

**Rafael, et al (2016)<sup>21</sup>**, elaboraron una biopelículas con microcápsulas de *Eucalyptus camaldulensis L.* el cual actúa como agente antimicrobiano, para preservar rodajas de *Carica papaya L.* la película se preparó utilizando alginato, almidón de maíz, proteína de suero lácteo. Los resultados indicaron que es posible utilizar las biopelículas activas para la conservación de rodajas de papaya, debido a que se incrementó en 43 días la vida útil de la papaya recubierta con las biopelículas activas.

**Cuello, et al (2016)<sup>22</sup>**, desarrollaron una biopelículas a base de mezclas de k – carragenato (KC) y gelana de alto acilo (GAA) a diferentes proporciones obteniendo propiedades físico-mecánicas dentro de los parámetros normales. Los resultados son prometedores y sugieren la posibilidad de utilizar combinaciones de gelana de alto acilo (GAA) y (KC) k – carragenato y así ser considerado como una fuente de empaque biodegradable para aplicaciones

alimentarias debido a que presenta propiedades biopoliméricas adecuadas para las biopelículas.

**Ramos – Martínez (2016)**<sup>23</sup>, desarrollo y evaluó un biofilms que tiene la capacidad de inactivar los agentes desinfectantes, lo que permite la supervivencia de los microorganismos que lo componen; el biofilm se disgrega diseminando los microorganismos por la instalación, se deben mantener los estándares higiénicos adecuados en el proceso de producción.

**González, et al (2015)**<sup>24</sup>, elaboraron una biopelículas activas utilizando extracto acuoso del eucalipto rojo (*Eucalyptus camaldulensis*) en forma de microcápsulas como agente antimicrobiano con el fin de aumentar la vida útil microbiológica de rodajas de papaya (*Carica papaya* L). Para la estimación de la vida útil se estudió la cinética de crecimiento de microorganismos indicadores, modelada mediante la ecuación de Baranyi y Robert utilizando el programa DMFit con el fin de obtener los parámetros cinéticos de crecimiento microbiano. Se determinaron los componentes mayoritarios presentes en los extractos acuosos utilizando cromatografía de gases. Finalmente la ecuación de Monod-Hinshelwood fue utilizada para estimar la vida útil microbiológica. Los resultados indicaron que es posible utilizar las biopelículas activas para la conservación de rodajas de papaya, debido a que se obtuvieron incrementos de 43 días aproximadamente en la vida útil microbiológica de la papaya recubierta con las biopelículas activas.

**Fernández, et al (2015)**<sup>25</sup>, estudiaron las películas conservantes en alimentos comestibles percederos evaluaron las características organolépticas y fisicoquímicas del fruto la película tenía como compuesto principal al quitosano, demostraron poder mejorar las propiedades de los frutos evitando su degradación.

**Ancos, et al (2015)**<sup>26</sup>, evaluaron la actividad de una película conservante que pueda ser consumida con los alimentos a los cuales protege de la degradación buscando así mejorar la calidad del producto final evitando su deterioro por factores ambientales la película se usó también en verduras y se obtuvo una buena aceptabilidad.

**Andrade, et al (2014)<sup>27</sup>**, estudiaron la viabilidad de utilizar cera de laurel (*Morella pubescens* H&B ex Willd-Wilbur), como base de un recubrimiento comestible capaz de prolongar la vida útil del tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* S.). Evaluaron nueve formulaciones teniendo en cuenta la pérdida de peso de las diferentes muestras mediante un diseño factorial. El recubrimiento obtenido es un compuesto ya que su matriz estructural se compone de cera de laurel, material lipídico capaz de brindarle al recubrimiento una barrera efectiva contra la pérdida de agua; almidón como hidrocoloide, que permite constituir una barrera semipermeable al oxígeno y al dióxido de carbono y aditivos, vitales en el mejoramiento de las propiedades mecánicas, generando un revestimiento funcional y estable. El recubrimiento es una buena alternativa de conservación del tomate de árbol *Cyphomandra betacea* S. debido a sus excelentes propiedades de barrera frente a la transferencia de agua, las cuales se precio en una buena apariencia, lo que llevó a los frutos recubiertos a incrementar su vida de anaquel en un 25 % más con respecto a las muestras testigo expuestas a condiciones similares (T:18 °C +/- 2 °C, HR:68 %).

**Pereda, et al (2014)<sup>28</sup>**, desarrollaron una biopelícula proteica de caseinato de sodio orientada al envasado de alimentos. Es una alternativa valiosa y atractiva para mejorar las propiedades del producto final. En conclusión, mediante la aplicación de esta biopelícula, es posible aprovechar las interesantes propiedades para evitar la degradación de los alimentos.

**Gutiérrez, V. (2014)<sup>29</sup>**, diseñó una biopelícula para la conservación de fresa silvestre (*Fragaria vesca*), encaminada a la sustitución de empaques plásticos. A partir de la selección de la biopelícula que induce el menor índice de madurez, se corroboró que las biopelículas sintetizadas a base de k-Carragenina, glicerol, ácido oleico, miel y ácido ascórbico, conserva sin presencia de hongos el fruto y favorecen la permanencia de propiedades como el color, la apariencia y en cierta medida la firmeza. En el análisis sensorial realizado a la fresa recubierta con la biopelícula sintetizada a base de k-carragenina, glicerol, ácido oleico, miel y ácido ascórbico, biopelícula con la que se obtuvo el valor más bajo para índice de madurez del fruto, se obtuvo

un alto grado de aceptación del fruto como tal y de propiedades de color, olor y sabor.

**Ponce, et al (2014)**<sup>30</sup>, estudiaron a las algas *Codium* como una colonia de cianobacterias con un gran valor nutricional sus usos como fertilizante agrícola presento buenas características de contenido de proteínas glúcidos y grasas cenizas fosforo así como calcio puede ser usado en alimentación y también como parte de medios y películas, debido a sus textura coloide.

**Moncayo, et al (2013)**<sup>31</sup>, desarrollaron un recubrimiento comestible a partir de un biopolímero para prolongar la vida útil de frutas frescas mediante la técnica del moldeo por evaporación del solvente, evaluaron el efecto sobre las propiedades mecánicas como permeabilidad, vapor de agua, espesor y color de las películas elaboradas con la adición del biopolímero tipo dextrana a concentraciones de e 2, 3 y 5% p/v, pectina 0, 0,1, 0,4, 1 y 2 %p/v, glicerol y sorbitol al 70% p/v en concentraciones 0, 0,2, 0,5, 1 y 1,5, %v/v, polisorbato 80 en concentraciones de 0,1, 0,2, 0,5 %v/v, el aceite de canola se evaluó en concentraciones de 0,1, 0,2, 0,5%v/v y el aceite de canela en la concentración de 0,005% v/v. Aplicaron el método del recubrimiento en frutas determinaron la evaluación de características fisicoquímicas en fresas recubiertas por inmersión y aspersion durante el almacenamiento en refrigeración. Realizaron un seguimiento durante el almacenamiento de las propiedades fisicoquímicas, de textura, características sensoriales y microbiológicas. Las películas con alto contenido de dextrana fueron quebradizas. Los recubrimientos logran la protección del color de las frutas durante el almacenamiento y sensorialmente presentaron mayor aceptación las frutas recubiertas, principalmente en el parámetro de apariencia y brillo. Los recubrimientos comestibles a base de dextrana muestran potencial para prolongar la vida útil de frutas.

**Arrieta, et al (2013)**<sup>32</sup>, desarrollaron un biopolímeros capaces de proteger al alimento de ataques microbiológicos o degradación oxidativa. Los biopolimeros se desarrollaron a partir de proteínas lácteas (caseinatos) con glicerol como plastificante y un agente antimicrobiano proveniente del aceite esencial del orégano (carvacrol) como componente activo. Se estudiaron las propiedades mecánicas, térmicas, funcionales y antimicrobianas del

biopolímero. Los resultados demostraron que el polímero presenta una buena estabilidad y proporciona conservabilidad a los productos y por ende la sostenibilidad de los alimentos.

**Ruelas-Chacón, et al (2013)<sup>33</sup>**, aplicaron recubrimientos a frutas, hortalizas frescas y procesadas con la finalidad de alargar la vida útil del producto post cosecha y en el área de almacenamiento. Se realizaron estudios de calidad microbiológica, sensorial y nutricional. A algunas formulaciones se les realizaron ensayos con la finalidad de evaluar su capacidad de inhibir la actividad enzimática (polifenoloxidasas) y retardar el envejecimiento. Además, se evaluaron los recubrimientos comestibles y se demostraron que son capaces de transportar sustancias que proporcionan algunos beneficios, no únicamente al producto sino también para el consumidor, a través del encapsulamiento de componentes bioactivos, desarrollando nuevos productos con buena estabilidad microbiológica, adhesión, cohesión, humedad, solubilidad, transparencia, propiedades mecánicas, sensoriales y permeabilidad de vapor de agua y gases.

**Loera, et al (2012)<sup>34</sup>**, estudiaron como las biopelículas sirven como un medio que permite colonizar, y como interaccionan con su medio ambiente y las especies que participan, lo cual en ocasiones hace que se desarrolle una resistencia antimicrobiana. Las especies que conforman una biopelícula multi-especie viven en un tipo particular de simbiosis que ha sido denominado socio microbiología. Este fenómeno de coagregación actúa como estrategia para la adhesión entre bacterias asociadas, pero genéticamente distintas. Es mediada por interacciones fisicoquímicas y moléculas llamadas adhesinas, que emiten la agregación secuencial y sucesiva de diferentes microorganismos a una superficie. Dieron a conocer la utilización de las biopelículas como tratamiento eficaz de enfermedades que son causadas por patógenos y su utilización en el hombre en la biorremediación procesos biológicos por el cual se elimina desechos.

**Leal, et al (2012)<sup>35</sup>**, evaluaron un nuevo método de dispersión que facilite el conteo de las microalgas bentónicas en las cámaras que se utilizan para estos fines y diseñaron dos experimentos completamente aleatorizados con

diferentes sustancias químicas, a distintas proporciones (etanol, hexano, pentano, diclorometano y acetona, a concentraciones de 5, 10 y 15% (v/v) cada una, formaldehído al 0,5, 0,75, 1, 2, 4 y 6% (v/v), además de sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) a 2, 3 y 4% (p/v). En cada caso se realizaron cinco réplicas de 10 mL cada una, las que se tomaron de un cultivo de la diatomea *Amphora sp.* en fase exponencial. Los resultados obtenidos demostraron que el pentano en sus tres proporciones, así como el hexano al 5% y el diclorometano al 10% lograron dispersar las células con respecto al control, aunque ninguna de ellas logró disgregar totalmente los grumos.

**Barrera, et al (2012)<sup>36</sup>**. Empleo de un Recubrimiento Formulado con Propóleos para el Manejo Poscosecha de Frutos de Papaya (*Carica papaya* L. cv. Hawaiana. La película desarrollada se expuso durante 48 h a temperatura ambiente y en ausencia de luz luego la mezcla se centrifugó a 3.000 rpm durante 10 min y filtraron por gravedad; se adicionó agua destilada y se dejó en refrigeración hasta precipitar las ceras (12 h, aproximadamente). Utilizaron ciclo de refrigeración y observar que no se precipitaran. Después del filtrado se sometió a un proceso de evaporación al vacío y temperatura de 40 °C, hasta sequedad. Y la resina obtenida del extracto etanólico (EEP) envasaron con viales ámbar y se refrigeró a -12 °C hasta posterior utilización. Los resultados mostraron que las papayas tratadas con el recubrimiento formulado con el extracto de propóleos, presentó un menor deterioro en cuanto a su apariencia y mayor inhibición del crecimiento de microorganismos durante los primeros 6 días de evaluación en comparación con los frutos control; además, no se observaron diferencias, producto de los recubrimientos, en relación a las características fisicoquímicas de los frutos.

**López – Mata et al (2012)<sup>37</sup>**, realizaron una investigación con la finalidad de evaluar el efecto de recubrimientos comestibles de quitosano en la reducción microbiana y conservación de la calidad de fresas. Para este estudio se usó quitosano al 1 y 2 % así como aceite de canela al 0,03, 0,07 y 0,1 % y se analizaron los cambios en aceptabilidad, la concentración de fenoles totales, la capacidad antioxidante y población microbiana en fresas. Se usaron fresas sin recubrimiento como control. Los frutos tratados fueron almacenados por

15 días a 5°C y se evaluaron cambios en la calidad a intervalos de 3 días. Las fresas tratadas y control no mostraron diferencias en el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante. Todos los tratamientos redujeron significativamente la población microbiana con respecto al control. El control presentó 8 días de vida de anaquel a temperatura de 4°C; todos los recubrimientos presentaron la mayor aceptabilidad en comparación con el control. Estos resultados indican que los recubrimientos de quitosano con aceite de canela pueden prolongar la vida de anaquel de fresas por 15 días a 5°C.

**Almeida, et al. (2012)<sup>38</sup>**, realizaron una investigación con el objetivo de evaluar la aplicación de los biofilms pigmentados en queso coalho. El queso Coalho es un producto cuya elaboración es relativamente simple, su fabricación no requiere equipos sofisticados, lo que hace que la vida útil de almacenamiento sea corta, por lo que es necesario, emplearon un proceso para preservar su calidad durante el almacenamiento y el uso del recubrimiento comestible presenta buenas calidades para mejorar y aumentar la vida útil del producto, la aplicación de recubrimientos comestibles para cuajada de queso, con el fin de aumentar su vida útil, cuyas formulación incluye parafina fundida, pigmentada con 3% de azafrán y soluciones alcohólicas formadas con 3% de cártamo (solución 1) y 3% de fucsina (solución 2) y se evaluaron los análisis microscópicos en las superficies de quesos y parámetros físico-químicos, como el pH y la actividad del agua en las muestras recubiertas y de control obteniendo diferencias estadísticas no significativas. Las muestras recubiertas con soluciones alcohólicas de fucsina de cúrcuma y mostraron una buena adhesión al producto, lo que la diferencia de las muestras con recubrimiento de cera.

**Ayala, et al (2012)<sup>39</sup>**, evaluaron el efecto de un recubrimiento comestible a base de alginato de sodio y iones de calcio sobre la una película conservadora que puede consumirse. Monitorearon por once días y parámetros fisicoquímicos y se obtuvo que la acidez disminuyó en comparación con el grupo control, la versatilidad de la película se debe a la combinación de fenólicos durante los pilotos desarrollados en busca de la película estable.

**Figueroa, et al (2011)**<sup>40</sup>, realizaron una investigación para evaluar el recubrimientos comestibles en la conservación del mango y aguacate, y perspectiva, al uso del propóleo en su formulación. La metodología consistió en elaborar una película natural para la preservación de alimentos comestibles, usando palta mango y aguacate. Los resultados demostraron que estos productos tienen buena capacidad de formar recubrimientos y que los productos tratados, conservaron su vida útil por más tiempo.

**Rodríguez, et al (2011)**<sup>41</sup>, su objetivo fue la elaboración de una biopelículas a base de quitosano y pululano para ser adicionadas con extractos de cinco diferentes plantas. Elaboraron biopelículas a base de pululano adicionadas con extractos de cinco diferentes plantas y evaluaron las biopelículas en cultivos de microorganismos periodontopatógenos. Las películas desarrolladas tuvieron actividad antimicrobiana in vitro, presentando buen potencial para ser utilizadas como terapia en la enfermedad periodontal. Obtuvieron que los biopolímeros usados como quitosano y pululano con extractos acuosos de *Thymus vulgaris*, *Croton lechleri* y *Juliana adstringens Schl.* y almacenados bajo diferentes condiciones de humedad relativa, la temperatura y la luz tienen actividad antibacteriana contra *Porphyromonas gingivalis* y *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*. Pudiendo dar uso eventualmente reduciendo el costo y mejorar el cumplimiento del paciente.

**Cantilláñez, et al (2010)**<sup>42</sup>, realizaron la evaluación en ambiente natural de la biopelículas marinas en el asentamiento larval de *Argopecten purpuratus*.. Obtuvieron como resultados que el uso de estas biopelículas, no mostraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos probados y el control, respecto a las fijaciones ocurridas en un lapso de 30 días de inmersión.

**Castro, et al (2010)**<sup>43</sup>, utilizaron recubrimientos comestibles como una alternativa de conservación para aumentar la vida útil de diferentes alimentos, especialmente de frutas y hortalizas. Evaluaron fisicoquímicamente el efecto de la aplicación por inmersión y pincelado de un recubrimiento comestible, formulado a partir de dos concentraciones de gelatina (4 y 8%), con adición de aceite de orégano como agente antimicrobiano (0,25%) y fibra prebiótica

(500 ppm) como favorecedor del crecimiento de la flora bacteriana. Los resultados evidenciaron que el mejor tratamiento T2 (4% sólidos, modo de aplicación: Pintado) fue capaz de reducir la actividad metabólica en los frutos recubiertos en 36% menos con respecto a los frutos control; las pérdidas de peso disminuyeron un 17,67%; la vida útil de las bayas aumentó, en promedio, un 33% y el aporte de fibra prebiótica se incrementó un 8%, ofreciendo la posibilidad de brindar a bajo costo, un producto innovador y ser una alternativa de conservación a las atmósferas modificadas, ya que podrían proporcionar a un menor costo la cubierta protectora adicional.

**Rodríguez (2010)<sup>44</sup>**, evaluó los extractos de plantas como inhibidores de la formación de biopelícula de *Escherichia coli* O157:H7. La metodología se basó en evaluar la actividad antimicrobiana de diversos extractos de plantas comestibles y mezclas de los mismos sobre el crecimiento y la formación de biopelícula por *E. coli* O157:H7; se seleccionaron dos plantas las cuales tuvieron una concentración mínima bactericida (CMB) de 3 y 1.5 mg/ml respectivamente, se probaron concentraciones subletales (25, 50 y 75% del CMB) de estos extractos sobre la viabilidad bacteriana y no encontramos ningún efecto inhibitorio del crecimiento; sin embargo, produjeron una disminución de la formación de biopelícula. Luego analizó mezclas de estos extractos, encontrando que la formación de biopelícula se vio disminuida dependiendo de la concentración de extracto utilizada. Entre los grupos químicos presentes en los extractos destacaron los flavonoides y taninos, los cuales pudieran ser los responsables del efecto antimicrobiano e inhibidor de biopelícula producida por *E. coli* O157:H7.

**Saavedra, et al (2010)<sup>45</sup>**, evaluaron las películas como recubrimientos comestibles en base a almidón de yuca y proteína aislada de soya en la conservación de fresas, elaboraron películas comestibles por el método de casting, las cuales se caracterizaron a través de pruebas mecánicas, térmicas y morfológicas. Determinaron las propiedades sensoriales y fisicoquímicas: color, apariencia, aroma, sabor, textura, pH, acidez titulable y sólidos solubles totales a temperaturas ambiente y de refrigeración. Obtuvieron mayor elasticidad las formulaciones que contenían y una superficie más homogénea, permitiendo mejorar algunas propiedades del fruto durante su

almacenamiento como la pérdida de peso. Evaluaron sensorialmente el recubrimiento utilizando las pruebas de Kruskal Wallis y Friedman, observaron un desempeño favorable en los recubrimientos comestibles

**Navia, et al (2010)**<sup>46</sup>, estudiaron algunos microorganismos de utilidad, bacterias patógenas y la capacidad de adherirse, crecer en los alimentos y/o en las superficies que están en contacto con ellos formando biopelículas. Y dieron a conocer varios modelos de predicción para explicar el desarrollo y propiedades de las biopelículas. La primera teoría de la estructura de la biopelícula es un modelo continuo que describe las biopelículas como lisas planas y homogéneas llamado Teoría de monocapa de la biopelícula, otra teoría es la de modelo continuo estructural 3D, que fue adecuado por predicciones ingenieriles de microscopia de contraste diferencial (DIC).

**Barco, et al (2009)**<sup>47</sup>, evaluaron el efecto de la cera comercial Cerabrix de Banano (TAO QUIMICA LTDA.), un recubrimiento natural a base de almidón de yuca hidrolizado y una muestra testigo sobre el pH, la acidez, la firmeza y sólidos solubles del banano (*Musa sapientum*) en estado de madurez organoléptica bajo condiciones ambientales. Aplicaron un diseño experimental completamente al azar con 7 repeticiones por tratamiento y los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza, lo cual indicó que el pH y el índice de madurez no se vieron afectados por los tratamientos, considerando como causas de variación el tiempo y los tratamientos aplicados, con una probabilidad del 95%. Los valores promedio significativamente diferentes se compararon mediante la prueba de Duncan, para una probabilidad del 95%, dando como resultado que los bananos cubiertos con Cerabrix tuvieron mayor firmeza, en comparación con el recubrimiento natural. Los recubrimientos utilizados ayudaron a mantener la firmeza de los bananos en donde la cera comercial obtuvo buenos resultados reduciendo la intensidad de la maduración.

**Márquez, et al (2009)**<sup>48</sup>, estudiaron el efecto de los recubrimientos comestibles sobre la calidad de frutos de níspero (*Eriobotrya japonica* T.) procedentes de Callosa d'En Sarriá (España). Los recubrimientos se prepararon con soluciones comerciales de Quitosano (0.6%), sucroéster de

ácidos grasos (1%), se aplicaron en los frutos durante su maduración. Los resultados mostraron que el quitosano es más eficiente en reducir la pérdida fisiológica de peso, la tasa de respiración y la producción de etileno. Se mantuvo la firmeza de la pulpa, las características organolépticas y la presentación de los frutos. Los recubrimientos comestibles no modificaron la calidad sensorial de los frutos de níspero japonés; sin embargo, se observó una disminución de la calidad en el sabor y el aroma de los frutos al pasar el tiempo de almacenamiento.

**Sánchez-González et al (2008)**<sup>49</sup>, realizaron una revisión sobre la aplicación de componentes antimicrobianos de origen natural en la conservación de diferentes alimentos, tanto de origen vegetal como animal y de su incorporación a través de recubrimientos comestibles, formulados con materias primas de origen natural, biodegradables y por tanto respetuosas con el medio ambiente, se propone como método para mejorar la eficacia y/o abaratar los costes de aplicación de estos componentes.

**Valle- Guadarrama et al (2008)**<sup>50</sup>, desarrollaron un recubrimiento comestible a base de goma arábica (GA), carboximetilcelulosa (CMC) y glicerol (GL) como plastificante, para valorar su potencial de uso en sistemas de conservación de frutos en atmósfera modificada, mediante la evaluación de sus propiedades mecánicas, de barrera a gases y de transmisión de luz. La combinación de GA en proporción de 30%, CMC en un rango de 0.25 a 0.50% y GL en un rango de 5 a 10%, presentó un potencial adecuado para uso en conservación de frutos mediante sistemas de atmósfera modificada. El cambio de las concentraciones en GA, CMC y GL permitió regular las permeabilidades a O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, modificar sus propiedades mecánicas y obtener capacidad de transmisión de luz mayor a 80%.

**Pérez- Gago et al (2008)**<sup>51</sup>, estudiaron los recubrimientos como una herramienta que ayuda a mantener la calidad y eliminar las pérdidas en poscosecha, prolongando la vida de los productos, los recubrimientos comestibles están compuestos de ceras naturales, polisacáridos y proteínas, formando un envase ideal desde el punto de vista medioambiental. Entre los nuevos productos naturales ensayados como recubrimientos comestibles

aplicados a cítricos y frutas de hueso, destacan la goma de garrofin, la oleína, la cera de abejas y numerosos derivados de celulosa. Estos productos han mostrado ser un excelente recubrimiento de mandarinas, cerezas y albaricoques, consiguiendo alargar la vida útil de los frutos y mantener su calidad tanto nutricional como organoléptica.

**Vargas et al (2007)**<sup>52</sup>, analizaron el efecto antifúngico del uso del recubrimiento de quitosano, se realizaron dos series experimentales en la primera se evaluó la capacidad antifúngica de la disolución madre de EM (microorganismos eficaces) y de los siguientes recubrimientos comestibles: quitosano (1% p/p), quitosano (Q)+ metilcelulosa (MC) (1% y 1% p/p), y MC + EM (1% y 5% p/p). Como controles se utilizaron muestras no tratadas (C) y muestras tratadas con tiabendazol. Las naranjas (variedad Lane-Late) fueron inoculadas con *Penicillium italicum* a una dosis de 10<sup>5</sup> esporas·mL<sup>-1</sup>, Los resultados mostraron que todos los tratamientos redujeron el crecimiento fúngico en comparación con las muestras no tratadas.

**Trejo – Márquez et al (2007)**<sup>53</sup>, estudiaron el efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina y tween, glicerol y ácido acético sobre la calidad de fresa (*Fragaria vesca* L.) almacenada en refrigeración; evaluaron diferentes concentraciones de gelatina (1, 2 y 3%) y a distintos tiempos de inmersión (1, 5 y 10 minutos), obtuvieron fresas listas para consumir con los parámetros fisicoquímicos como pH, acidez y sólidos solubles dentro de los parámetros regulares y lograron disminuir la pérdida de la firmeza (79%) con respecto a las fresas sin recubrimiento de (54%) alargando la vida útil en un 50%.

**Martínez – Romero et al (2006)**<sup>54</sup>, desarrollaron un recubrimiento comestible en base al gel de aloe vera para frutas y hortalizas, usaron el gel sobre frutos de cerezas (*Prunus avium* L) y uvas (*Vitis vinifera* L) además de un grupo de control. Mediante el uso de aloe vera gel como recubrimiento comestible consiguieron retrasar los cambios relacionados con la maduración y senescencia (calidad organoléptica) así como reducir la contaminación microbiana (seguridad), y por tanto incrementar la vida útil de estos frutos.

**Rojas, (2006)**<sup>55</sup>, determino los parámetros óptimos para la manzana fresca cortada. Concluyeron con la valoración del período de vida útil de manzana recubiertos, basado en cambios fisiológicos, químicos de las frutas frescas de tipo perecible.

**Galletta, et al (2004)**<sup>56</sup>, estudiaron el aumento de la vida útil poscosecha de tomate usando una película de proteína de suero de leche, compararon con frutos en iguales condiciones (15°C, 90% de humedad) pero sin recubrir durante cuatro semanas de almacenamiento, los tomates recubiertos exhibieron menor pérdida de peso, menor desarrollo de color rojo y contenido de licopeno, menor pérdida de firmeza, y un cambio en la evolución de los ácidos málico y succínico. No observaron diferencias en la evolución de los grados Brix, pH y acidez titulable durante el período de almacenamiento observaron el aumento en la vida útil poscosecha y los cambios observados en los frutos recubiertos, concuerdan con un almacenamiento en atmósfera modificada conteniendo menor O<sub>2</sub> y mayor CO<sub>2</sub>. La vida útil poscosecha de los frutos recubiertos se extendió por 10 días en iguales condiciones de almacenamiento.

**Vásquez - Briones et al (2003)**<sup>57</sup>, evaluaron el uso de recubrimientos de tipo biopelículas consumibles como alternativa a preservar la cadena alimenticia y así poder diseñar combinaciones diversas como defensa.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1 Aspectos botánicos del alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (Cushuro)**

Las algas son organismos de naturaleza vegetal de agua dulce o agua salada, que no desarrollan flores como las plantas vasculares terrestres y acuáticas. En su mayoría las algas son capaces de elaborar sustancias orgánicas a partir del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y de sustancias inorgánicas disueltas en el agua, realizan fotosíntesis se cumple a través de la clorofila, un pigmento verde presente en las células, que actúa transformando la energía luminosa en energía química. A diferencia de las plantas terrestres, en las algas, los nutrientes y sales ingresan por toda la extensión del cuerpo. Su pared está constituida por celulosa, xilosa, manosa pectinas sílice y calcio.

Con un talo unicelular, flagelado o no flagelos, filamentos ramificados o simples y unas láminas parenquimatosas de una fila de células de espesor<sup>58</sup>.

Nombres comunes: Nostoc, Cushuro.

Identificación Botánica

DIVISION: CYANOBACTERIA

CLASE: CYANOPHYCEAE

SUB CLASE: NOSTOCPHYCIDAE

ORDEN: NOSTOCALES

FAMILIA: NOSTOCACEAE

GENERO: *Nostoc*

ESPECIE: *Nostoc sphaericum*

Fuente: Benavente <sup>59</sup>



Gráfico 1. Laguna Yanco, Huaraz

Fuente: Foto tomada por Consuelo Ramírez – 2018

### 2.2.2 Distribución

Crece de forma silvestre en la cordillera andina principalmente en Perú y Bolivia. Habita en el suelo y agua dulce, zonas húmedas, se puede observar las colonias de Nostoc en musgos y hierbas<sup>59</sup>.

### 2.2.3 Descripción botánica

Son colonias de cianobacterias, generalmente de color verde, azulado y marrones. De aspecto esférico, forman colonias de tamaños diversos desde microscópicas, con la superficie lisa y de consistencia gelatinosa y suave<sup>59</sup>.

### 2.2.4. Características del género Nostoc

El género pertenece a la división talofita de clase cianofícea, especie que puede vivir en agua dulce como lagunas y tierra junto a los musgos. Se agrupan formando colonias de forma esférica como perlas unidas de diferentes tamaños, colores y suelen estar compuestas por filamentos<sup>60</sup>.

### 2.2.5 Hábitat

Se encuentra en aguas poco profundas como lagunas, en tierra cerca a la orilla de lagos, pastos húmedos, durante la estación de verano. En condiciones ambientales saludables es posible ver que formen grandes masas gelatinosas color verde azulado<sup>60</sup>.

*Nostoc sphaericum* presenta L-ramnosa, D-frustosa, D-xilosa y D-galactosa, polisacáridos y monosacáridos, estos polímeros se usan en la industrial debido a su viscosidad y punto de gelificación. El polisacárido que contiene el *Nostoc sphaericum* está constituido por glucosa, xilosa y ácido urónico<sup>60</sup>.

### Variedades del Nostoc

- *Nostoc parmelioides*.
- *Nostoc verrucosum*.
- *Nostoc sphaericum*.
- *Nostoc commune*.
- *Nostoc pruniforme*.

### 2.2.6 Cosecha

La cosecha del nostoc puede realizarse durante todo el año sin embargo se prefiere los meses de calor para poder extraerlos ya que en temporadas muy frías, el nostoc pierde algunas de sus propiedades químicas y nutricionales, es por ello que para poder cosechar de manera correcta es importante manejar una adecuada comunicación con los compradores e informar la fecha adecuada de cosecha y venta para brindar una adecuada calidad de los productos <sup>63</sup>.

Los productores deben ser entrenados y capacitados en las técnicas de cosecha; y deberán ser supervisados para asegurar un producto de alta calidad. Deben asimismo seleccionar y clasificar los productos para asegurar una buena venta. Se debe cosechar con sumo cuidado y teniendo en cuenta las normas de higiene para no contaminar la muestra ni dañarla físicamente<sup>61</sup>.

### 2.2.7 Usos del alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)

Es usado tradicionalmente como parte de la dieta de los pobladores altiplánicos y son consumidos en nuestro país por las localidades alto andinas. Es un alimento rico en carbohidratos, proteínas y calcio<sup>63</sup>.

El Nostoc es antiquísimo y ha servido de alimento a los pueblos más antiguos del mundo como China, Mongolia y pueblos andinos en Sudamérica, lo cual nos hace referencia a su seguridad alimentaria. Ante el creciente interés del mundo en busca de suplementos que ayuden a una adecuada dieta resulta ser que pueda ser usado como un complemento nutricional económico y de gran importancia por su alto valor nutricional el cual ha sido parte de la dieta de poblaciones en nuestro país y que durante mucho tiempo ha permanecido dentro de nuestra alimentación por sus beneficios. En la actualidad el consumo de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (Cushuro) como alimento se ha revalorizado por su contenido de hierro y uso en la anemia según el estudio de Alvarado ayuda a la recuperación de la anemia<sup>63</sup>.

También se le conoce otro uso como fertilizante, puede ser usado como materia prima para producir biocombustibles como etanol<sup>63</sup>.

### 2.2.8 Composición

El alga Cushuro contiene carbohidratos, proteínas, lípidos, hierro, fósforo y calcio se encuentra en su composición con más del 90% de agua; debido a sus bondades alimenticias es un adecuado alimento para complementar la dieta y es de fácil consumo en las zonas alto andinas de nuestro país donde generalmente no hay una adquisición de vitaminas, debemos apreciar y dar mayor importancia a un recurso como lo es el *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (Cushuro)<sup>63</sup>.

Tabla 1. Composición nutricional del Nostoc<sup>63</sup>

Valor nutricional <i>Nostoc sphaericum</i> Vaucher. por cada 100 g de <i>Nostoc sphaericum</i> deshidratado	
Energía (kcal)	320.5
Proteínas (g)	30
Grasa (g)	0.5
Carbohidratos (g)	50
Agua (g)	15
Calcio (mg)	145
Fosforo (mg)	64
Hierro (mg)	83.6

Fuente. Aldave, (1989)

### 2.2.9 *Fragaria vesca* L. (fresa)

La *Fragaria vesca* L. una planta herbácea perenne que posee raíces que penetran el suelo hasta 0.60 – 0.80 metros la mayoría se encuentra a 0.30 metros. Posee un tallo en forma de corona de color verde posee yemas florales y vegetativas, es una especie de tallos rastroso, las hojas son trifoliadas, con gran cantidad de estomas. Sus flores con color blanco rosado que crecen en inflorescencia larga, y es polinizada por las abejas, el fruto que desarrolla esta planta es un aquenio que será insertado sobre un receptáculo carnoso que es la parte carnosa del fruto<sup>62</sup>.

Requiere una temperatura diurna de 18 a 25 °C y nocturna entre 8 a 13°C, su tiempo de cosecha es en octubre hasta enero<sup>62</sup>.

En cultivos con temperaturas cálidas este fruto madura mucho antes crece a una altitud de 1000 y 2000 m.s.n.m. En el Perú encontramos cultivos en el Valle de Viru y Cuzco, considerando ciertos requisitos para su desarrollo. El ph debe ser

ligeramente ácido a neutro (6.0 a 7.0) se requiere un suelo salino y con bajo porcentaje de carbonato de calcio en el suelo<sup>62</sup>.



*Grafico 2. Fragaria vesca L. (fresa)*

Fuente: Merino<sup>62</sup>

#### 2.2.10 Factores de riesgo en frutos pos cosecha

Las temperaturas óptimas para la conservación son entre 5 y 14 °C, sobre todo en frutas tropicales que son las más perecibles. Las temperaturas altas alteran el desarrollo normal del fruto, apreciándose en el producto sabores atípicos decoloración, aromas distintos y mayor susceptibilidad a plagas. Un producto suele deteriorarse más rápido a altas temperaturas. Además, la fruta en estas condiciones sufre deshidratación y pierde líquido. Pueden iniciarse procesos de fermentación debido a niveles bajos de oxígeno esto es más común cuando los almacenamientos donde son puestos los alimentos tienen sistemas de ventilación deficiente<sup>64</sup>.

Los niveles altos de dióxido de carbono suelen afectar el desarrollo normal de crecimiento de los frutos, los ablanda, disminuye su coloración e internamente los daña. La presencia de dióxido de carbono provoca deshidratación en los productos alimenticios, altera su fisiología normal y tiende a perder sus propiedades naturales y alimenticias<sup>64</sup>.

### 2.2.11 Manejo de frutos poscosecha y Técnicas actuales de tratamiento de frutas poscosecha

Una vez cosechado los frutos, estos deben ser puestos inmediatamente en refrigeración para desacelerar el proceso natural de descomposición, los productos recolectados deben ser almacenados bajo estrictas medidas de conservación y empacados cuidando que no se deterioren en el transporte. Se debe disminuir la degradación enzimática, disminuir la respiración, inhibir crecimiento bacteriano, y reducir los gases como etileno que afectan a la maduración. Para evitar también perder las características organolépticas de los frutos.<sup>64</sup>

### 2.2.12 Crecimiento fúngico <sup>65 - 67</sup>

El desarrollo fúngico está supeditado a ciertas condiciones ambientales tales como la humedad relativa, temperatura, precipitación, inversiones térmicas, contaminación, disponibilidad de sustrato y actividades humanas, las que influyen de manera determinante en la proliferación y propagación de las partículas fúngicas hacia los espacios interiores (Guerrero *et al.*, 2003).

La fruta fresca puede contaminarse en el campo, durante la cosecha, en los grandes centros de abasto debido a factores ya mencionados además de un inadecuado manejo poscosecha y/o durante el transporte. El crecimiento del moho de frutas y los hongos son causa de infecciones, alergias y problemas respiratorios, al consumir la fruta y si se inhala las esporas de los mohos. Algunos tipos de moho producen micotoxinas, que son venenosas y causan cuadros alérgicos, intestinales entre otros.

Los mohos son hongos de tipo filamentoso que crecen en forma enmarañada que se extiende rápidamente y puede cubrir una gran superficie del alimento en un periodo de tiempo de 2 a 3 días, la mayoría de mohos producen micotoxinas. Las micotoxinas se producen como metabolitos secundarios, siendo los hongos en si los metabolitos primarios. Los secundarios se forman durante el final de la fase de crecimiento exponencial.

Entre los mohos más comunes tenemos; *Botrytis cinérea* conocido como el moho gris, afecta principalmente a las uvas, las fresas y al ruibarbo; puede causar

cáncer de pulmón al viticultor y una reacción alérgica respiratoria. Entre los tipos que atacan a las frutas se encuentra el *Rhizopus arrhizus* y *Rhizopus artocarp* se desarrollan en frutas maduras generalmente en manzanas.

*Rhizopus* puede producir infecciones y se relaciona a cetoacidosis diabética, los pacientes con esta patología son susceptibles a desarrollar infección a través del contacto con el moho. Este hongo es común entre la flora y fauna es un alérgeno común llevando a producir asma, afecta a pacientes con el sistema inmunológico debilitado.

Cuando los niveles de micotoxinas se ven aumentados en la dieta pueden causar daño crónico en el organismo humano. Las micotoxinas pueden afectar diversos órganos como hígado, riñón, sistema nervioso, inmunitario y endocrino. Cuando la exposición es crónica causa toxicidad.

El *Aspergillus niger* produce principalmente la micotoxina denominada Aflatoxina además de Ocratoxina A, la patulina y el ácido penicílico, siendo la Ocratoxina A la más importante. La aflatoxina es una micotoxina mutagénica su ingesta causa vómitos, convulsiones, desnutrición, coma y muerte. El consumo de aflatoxinas se ha asociado al síndrome de Reye, carcinoma hepatocelular, y por inhalación, adenomatosis pulmonar y carcinoma de colon.

Las micotoxinas también pueden afectar el metabolismo de glúcidos y lípidos y en glúcidos actúan la ocratoxina A, la citrinina, la aflatoxina B1 y la rubratoxina, mientras que sobre los lípidos actúan las aflatoxinas, ocratoxinas, y la citrinina, presentando efectos tóxicos específicos sobre el sistema nervioso central, tracto gastrointestinal, hígado, riñón y piel.

### 2.2.1.3 Técnicas actuales de tratamiento

#### 2.2.1.3.1. Refrigeración

Sabiendo que la temperatura es uno de los factores más importantes en la vida útil poscosecha de los frutos, la refrigeración es un medio usado para prolongar el periodo de almacenamiento y venta de los productos; el proceso de refrigeración es usado como tratamiento de control en contra de agentes biológicos. Las temperaturas de conservación se dan entre 2 y 10 °C<sup>68</sup>.

#### 2.2.1.3.2 Productos químicos

Durante la poscosecha se usan productos que regulan el desarrollo de los frutos y aumentan la vida útil de los frutos como las poliamidas que poseen actividad antioxidante. Con el objetivo de controlar y prevenir las podredumbres se usan fungicidas<sup>68</sup>.

#### 2.2.1.3.3 Aplicación de tratamientos térmicos

Para la conservación de los alimentos poscosecha, se pueden utilizar diferentes procesos térmicos como es la refrigeración, la pasteurización, el curado o el calentamiento intermitente. El calentamiento intermitente genera procesos durante los cuales se dan la restauración de membranas dañadas por frío favoreciendo la síntesis de metabolitos<sup>68</sup>.

#### 2.2.1.3.4 Técnicas de almacenamiento atmósferas modificadas (AM) Y atmósferas controladas (AC)

Son técnicas que mejoran las condiciones del aire modificando la cantidad de oxígeno y CO<sub>2</sub>.<sup>68</sup>

#### 2.2.1.3.5 Tratamiento con energía ionizante

Consiste en usar rayos gamma provenientes de Cobalto y Cesio, rayos x los cuales son aplicados como irradiaciones en poscosecha para lograr la inactivación de los microorganismos patógenos, estos tratamientos aumentan la capacidad antioxidante de los frutos o vegetales en los que se aplica y esto se atribuye a una reacción enzimática producida por fenilalanina, amonío liasa y peroxidasa. También aumenta los metabolitos con los flavonoides en los cítricos<sup>68</sup>.

#### 2.2.1.3.6 Aplicación de recubrimientos tipo cera (RTC) y recubrimientos comestibles (RC)

El uso de ceras es una práctica tradicional en el medio de la industria alimentaria para preservar y mejorar su aspecto aportándole brillo algo que da la sensación de ser un fruto mucho más vistoso y agradable desde el punto de vista del comerciante. La aplicación de recubrimiento tipo cera provoca en la fruta la pérdida del proceso de intercambio gaseoso por lo que le fruto no podrá respirar,

acumulándose en su interior niveles altos de alcohol y aldehídos, lo que trae como consecuencia un cambio organoléptico en el fruto <sup>68</sup>

#### 2.2.1.3.7 Uso de películas como recubrimientos de frutos poscosecha <sup>69- 71</sup>

Debido a que existen frutos que se consumen con cascara, los recubrimiento a base de polisacáridos, proteínas lípidos y otros aditivos han ayudan a mejorar el producto. Uno de los usados es el quitosano, proveniente de los crustáceos que contiene un polímero de B- 1,4 glucosamina, que es capaz de poder formar películas semipermeables siendo uno de los más usados como recubrimiento de diversos alimentos<sup>23</sup>.

Las películas funcionan en los frutos como barreras selectivas para un mejor manejo de la transferencia de gases, humedad y nutrientes disminuyendo su deterioro en condiciones ambientales externas.

Tabla 2. Recubrimientos comestibles aplicados a frutas y hortalizas

Aplicación	Recubrimiento comestible	Función
Mango	Quitosano	Reducción en la perdida de agua, conserva las propiedades sensoriales y se inhibió el crecimiento de microorganismos.
Plátano	Ácido ascórbico , cloruro de calcio, cisteína carragenina.	Reducción del pardeamiento enzimático y mantenimiento de la firmeza.
Fresa	Mucilago de cactus  Quitosano	Mantuvo textura, color y atributos sensoriales.  Barrera de reducción de gases, humedad y efecto antifúngico.
Tomate	Metilcelulosa, cera de laurel, aceite de oliva, Twenn 80, propilenglicol, glicerol, glucosa.	Reducción del pardeamiento.  Buenas características funcionales.  Reducción de pérdida de peso.

Fuente: Fernández 2015

## 2.3. Hipótesis

### 2.3.1 Hipótesis general

- La película de polisacáridos extraídos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (Cushuro) conserva los frutos de la poscosecha de *Fragaria vesca* L. (fresa)

### 2.3.2 Hipótesis específicas

Los polisacáridos obtenidos de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) genera una película en los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)

La película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) evita el crecimiento de hongos ambientales en los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa) La película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) mantiene las características organolépticas de los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)

## 2.4. Variables

### 2.4.1 Tabla de operacionalización de variables

Tabla 3. Operacionalización de las variables

Variables		Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Independiente	-Polisacáridos extraídos del <i>Nostoc sphaericum</i> Vaucher ex Bornet & Flahault (Cushuro).	-Película obtenida a partir del <i>Nostoc sphaericum</i> Vaucher ex Bornet & Flahault (Cushuro).	-Extracción del polisacárido, decoloración, filtración, secado, tamizaje, preparación de películas. --Elaboración de la película por diferentes técnicas de obtención de polisacáridos.	-Número de pilotos de películas obtenidas a diferente concentración.
Dependiente	-Conservación de la película sobre los frutos de <i>Fragaria Vesca</i> L. (fresca).	-Conservación y comparación del crecimiento fúngico a temperaturas de 20°C y 5°C.	-Conservación frente al crecimiento fúngico en los frutos de <i>Fragaria Vesca</i> L. (fresca) de la película comparada con el control.	-Tiempo de conservación frente a hongos ambientales.

## 2.5 Marco conceptual

### 2.5.1 Alga

Las algas son organismos autótrofos de estructura simple, con escasa o nula diferenciación celular y de tejidos complejos por lo que son talofitas. Taxonómicamente se clasifican en tres grupos: *Chlorophyta* o clorofitas, *Phaeophyta* o feófitas y *Rhodophyta* o rodófitas, que corresponden a algas verdes, pardas y rojas respectivamente ya que presentan pigmentos que predominan sobre los otros<sup>72</sup>.

### 2.5.2 Poscosecha

Es la parte integral de la cadena alimenticia y se ubica desde que el producto es cosechado hasta que llega al consumidor para su consumo fresco o hasta que el producto es utilizado como materia prima para posterior procesamiento. En este sentido es la parte intermedia entre la recolección agrícola y el procesamiento alimenticio. Para llevar a cabo este proceso se requiere de logística, preparación, mantenimiento, conservación, transporte.<sup>73</sup>

### 2.5.3 Biopelículas o películas conservantes<sup>74-76</sup>

Una biopelícula comestible se define como una capa delgada de material comestible de origen biológico, formada sobre un alimento como recubrimiento. Estas pueden ser de diversos tipos de materiales, aunque se reporta que las primeras películas fueron diseñadas desde hace 50 años utilizando polímeros sintéticos. Estas biopelículas comestibles se pueden aplicar en frutos intactos y en productos mínimamente procesados; la selección de una formulación dependerá de la utilidad de la película. Para reducir la pérdida de humedad del producto se recomienda usar un lipocoloide; si se desea controlar el flujo de gases como O<sub>2</sub> o CO<sub>2</sub> es frecuente el uso de hidrocoloides; o para el control de microorganismos funcionan las películas de quitosano. Las biopelículas comestibles actualmente se encuentran en pleno desarrollo. Hoy en día muy pocos materiales se pueden encontrar comercialmente en el mercado, particularmente con aplicación en alimentos. Un ejemplo común de estos es la sacarosa, que se usa como un recubrimiento protector en nueces, almendras y avellanas para prevenirlas de la oxidación y del enranciado durante el almacenamiento.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA.**

#### **3.1 Tipo de estudio**

El estudio es longitudinal, ya que la actividad protectora de la película desarrollada fue medida en un intervalo de tiempo determinado. Esto sirvió para analizar y observar de manera secuenciada la evolución de los fenómenos que se dan dentro de la fase experimental.

Es cualitativo y descriptivo, ya que explica las características, aspectos técnicos que se desarrollan en la parte experimental a lo largo de toda la investigación.

Es prospectivo porque se realizó el seguimiento del estudio en un determinado tiempo.

#### **3.2 Diseño a utilizar**

El diseño de esta investigación es cuasiexperimental no aleatorizada. Los grupos se definieron desde antes, se evaluó un control y muestras.

#### **3.3 Población**

La muestra biológica estuvo constituida por áreas de cultivo de cianobacterias *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) de la laguna de Yanco en la cordillera negra Áncash- Perú.

#### **3.4 Muestra**

La muestra objeto de este estudio estuvo constituido por 8 kilos de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) colectadas en el mes de Setiembre en la laguna de Yanco, en el distrito de Coris, ubicado en la vertiente occidental de la cordillera negra Áncash- Perú, en la cuenca Aija-Huarmey; la recolección fue insitu, recolectamos 8 kilogramos de muestra en estación de primavera en el mes de Setiembre. La recolección se realizó a una altitud de 4800 m.s.n.m. La identificación del alga fue corroborada por el biólogo Mario Benavente

Palacios. Se realizó la selección del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (Cushuro), separando las impurezas y posibles contaminantes, se guardó en frascos de vidrio ámbar con tapa.

### 3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Esta escrito en la literatura, el uso de películas comestibles conteniendo polisacáridos como conservantes en la industria alimentaria Dominguez *et al.* , (2012)<sup>77</sup>, que edemas son inocuos para el consumo humano, investigaciones desarrolladas por Jurado *et al.*, (2014)<sup>78</sup>. En esta línea, Roldan *et al.*, (2015)<sup>79</sup> demostró la presencia de 85.54% +/- 0..34% de polisacáridos en extracto liofilizado del alga *Nostoc sphaericum*. En este trabajo de investigación, utilizamos la metodología de aislamiento y determinación de polisacáridos del alga desarrollado por Lutgardo Y. (1976)<sup>80</sup>, para la extracción de estos polisacáridos y su posterior estudio como posible conservador de alimentos. Otros investigadores como Wang *et al.*, (2014)<sup>81</sup> demostraron además sus actividades antioxidantes.

Se realizó además entrevistas a los lugareños y se realizó un registro sistemático. Los instrumentos usados para la recopilación de datos fueron validados por juicio de expertos

#### 3.5.1 Aislamiento de polisacáridos

##### 3.5.1.1 Técnica para obtención de polisacárido en polvo del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)

###### 3.5.1.1 .1 Selección

Se seleccionó tres kilogramos de algas *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) de las cuales se obtuvo dos tipos de acuerdo a su diámetro las de menor tamaño 1.5 cm y las de mayor tamaño 1.5 cm, separando la muestras de toda impureza.

###### 3.5.1.1.2 Lavado

Se realizó un primer lavado con agua potable el cual se repitió por dos veces más; un segundo lavado con agua destilada el cual se volvió a repetir por dos veces.

#### 3.5.1.1.3 Secado

Se procedió a realizar el secado de las muestras de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) para ello colocamos en placas Petri muestras tomando en cuenta el tamaño, las que miden más de 1.5cm (Placa A - 398.09 g); (Placa B - 381.68 g); (Placa C - 313.65 g); (Placa D - 299.73 g) y las menores a 1.5cm (Placa 1 - 111.43 g), (Placa 2 - 86.07 g).

Luego llevamos a estufa a 40c<sup>0</sup> por 48 horas.

#### 3.5.1.1.4 Molienda

Cuando la muestra de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) ha secado por completo se procedió a moler con molino a cuchillas.

#### 3.5.1.1.5 Extracción

Se colocó 25 g del alga de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) seca molida para la extracción de polisacáridos con un litro y medio de agua destilada, durante tres horas a temperatura constante de 90c<sup>0</sup> y dejamos enfriar. Luego procedimos al filtrado de toda la muestra obtuvimos un sólido.

Adicionamos a la muestra solida de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) un litro de agua destilada con 2.5 g de carbón activado y mediante esta reacción podamos extraer las materias pesadas, impurezas o contaminantes del alga, repitiendo por dos veces este proceso.

Una vez que se obtuvimos una muestra de mayor pureza añadimos 100 ml de agua destilada se mezcla con 10 g Na OH y luego se añadió 1 litro de peróxido de hidrogeno a la solución concentrada, asimismo se adicionó alcohol etílico un litro por cada 25 g de la muestra.

La solución se llevó a un equipo de dializado de membrana para luego ser separado por centrifugación. El polisacárido obtenido, se dejó reposar por una semana.

3.1.1.1.6 Secado, molienda y tamizado Secamos la muestra de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) luego molimos en molino a cuchillas; tamizamos para homogenizar la muestra notando el polvo blanquecino polisacárido de Nostoc.

### 3.5.2 Desarrollo de la metodología y formulación

Después del aislamiento de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro), se formularon con cada método pilotos de formación de películas a base de los polisacáridos extraídos, es por ello que se obtuvo una película por técnica de obtención de polisacárido en polvo, de muestra decolorada, por licuado semi industrial y por extracción directa. Cada formulación a diferente concentración se comparó con el control a tres temperaturas distintas para evaluar la película protectora desarrollada a partir de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) sobre los frutos poscosecha de *Fragaria vesca* L.

#### 3.5.2.1 Método recubrimiento con polisacárido en polvo obtenido de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* L. (fresa)

##### 3.5.2.1.1 Selección y desinfección

Selección de frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa), se lavó con agua potable dos veces, luego se desinfectó con 16 gotas de hipoclorito de sodio en 3,7 l litros de agua.

##### 3.5.2.1.2 Recubrimiento en muestra fresca

Se procedió a realizar el recubrimiento sobre muestras frutos frescos de *Fragaria vesca* L. (fresa) a diferentes concentraciones del alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) y a diversos tiempos de exposición con el recubrimiento, teniendo un grupo control con el cual comparar.

MUESTRA 1 concentración de 1 g por 20 minutos de sumersión

Colocamos las muestras frescas de frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa) en las placas petri A; pesamos 1 g de muestra seca molida de alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) el cual incorporamos en una solución que preparamos con 5 ml de agua destilada y se añadió 5 g de ácido cítrico, procedimos a recubrir mediante sumersión por un periodo de 20 minutos.

Obtuvimos 3 muestras (M1 TA C), (M1 TA E), (M1 R) en placas petri recubiertas las cuales se llevaron a diferentes condiciones de almacenamiento como;

recubrimiento a temperatura ambiente muestra expuesta, temperatura ambiente muestra cubierta y refrigeración a 4C ° y observamos los cambios durante el periodo de diez días.

#### MUESTRA 2 concentración 2.5 g por 20 minutos de sumersión

Luego colocamos la muestra fresca de frutos de *Fragaria vesca L.* (fresa) en las placas petri B; pesamos 2.5 g de muestra seca molida de alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) el cual incorporamos en una solución que preparamos con 5 ml de agua destilada y se añadió 5 g de ácido cítrico, procedimos a recubrir mediante sumersión por un periodo de 20 minutos.

Y obtuvimos 3 muestras recubiertas (M2 TA C), (M2 TA E), (M2 R) las cuales se llevaron a diferentes condiciones de almacenamiento como; recubrimiento a temperatura ambiente muestra expuesta, temperatura ambiente muestra cubierta y refrigeración a 4C ° y observamos los cambios durante el periodo de el periodo de diez días.

#### MUESTRA 3 concentraciones de 1 g por 30 minutos de sumersión

Realizamos también a un periodo de exposición de sumersión mayor a 30 minutos; para lo cual usamos muestra fresca de *Fragaria vesca L.* (fresa) en placa petri A; pesamos 1 g de muestra seca molida de alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) el cual incorporamos en una solución que preparamos con 5 ml de agua destilada y se añadió 5g de ácido cítrico y procedimos a recubrir.

Dispusimos de 3 muestras recubiertas (M3 TA C), (M3 TA E), (M3 R) las cuales se llevaron a diferentes condiciones de almacenamiento como; recubrimiento a temperatura ambiente muestra expuesta, temperatura ambiente muestra cubierta y refrigeración a 4C ° y observamos los cambios durante el periodo de diez días.

#### MUESTRA 4 concentración de 2.5 g por 30 minutos de sumersión

Y en la placa B usamos muestra fresca de *Fragaria vesca L.* (fresa); pesamos 2.5 g de muestra seca molida de alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) el cual incorporamos en una solución que preparamos con 5 ml de agua destilada y se añadió 5 g de ácido cítrico y procedimos a recubrir por un periodo de exposición de sumersión mayor a 30 minutos. Colocamos 3 muestras

recubiertas (M4 TA C), (M4 TA E), (M4 R) las cuales se llevaron a diferentes condiciones de almacenamiento como; recubrimiento a temperatura ambiente muestra expuesta, temperatura ambiente muestra cubierta y refrigeración a 4C ° y observamos los cambios durante el periodo de diez días.

Tabla 4. Códigos de muestras del método de recubrimiento con polisacárido en polvo obtenido de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa).

SIGNIFICADO	MUESTRAS	CÓDIGOS
Temperatura ambiente conservada (muestra en envase sellado)	M1 TAC	101
Temperatura ambiente expuesta (muestra en envase sin sellar)	M1 TAE	102
Muestra en refrigeración	M1 R	103
Temperatura ambiente conservada (muestra en envase sellado)	M1 TAC	104
Temperatura ambiente expuesta (muestra en envase sin sellar)	M1 TAE	105
Muestra en refrigeración	M1 R	106
Temperatura ambiente conservada (muestra en envase sellado)	M1 TAC	107
Temperatura ambiente expuesta (muestra en envase sin sellar)	M1 TAE	108
Muestra en refrigeración	M1 R	109
Temperatura ambiente conservada (muestra en envase sellado)	M1 TAC	110
Temperatura ambiente expuesta (muestra en envase sin sellar)	M1 TAE	111
Muestra en refrigeración	M1 R	112

3.5.2.2 Técnica de obtención de polisacárido en polvo de muestra fresca decolorada de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)

se tubo en cuenta la metodología de extracción de jurado al cual se adiciono peróxido de hidrógeno con el propósito de obtener un polvo mas blanquecino

#### 3.5.2.2.1 Selección

Seleccionamos un kilogramo de algas fresca *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) obtuvimos dos tamaños de diámetro de menor tamaño 1.5 cm y de mayor tamaño 1.5 cm, separando de toda impureza.

#### 3.5.2.2.2 Lavado

Realizamos un primer lavado con agua potable el cual se repitió por dos veces más; un segundo lavado con agua destilada el cual se volvió a repetir por dos veces.

#### 3.5.2.2.3 Extracción

Con la muestra limpia, libre de impurezas; colocamos 150 g de Na OH con un litro de agua destilada hasta conseguir una disolución homogénea, vertimos el alga fresca de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro), enseguida se agrega 2 litros de peróxido de hidrogeno, se mezcla y homogenizamos moviendo en forma circular notamos la efervescencia lo cual nos indica liberación de oxígeno.

#### 3.5.2.2.4 Decoloración

Observamos como el alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) cambia de color a uno más claro ese proceso se efectuó durante cinco minutos, luego añadimos dos litros de etanol 96<sup>0</sup> para precipitar el alga; dejamos en maceración por 7 días.

#### 3.5.2.2.5 Filtración

Luego filtramos la muestra de alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro), observamos su decoloración definitiva, procedimos a lavar la muestra con agua destilada dos veces.

Luego la muestra de alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro), se lleva a licuado semi industrial con 400ml de etanol; con la finalidad de arrastrar restos de sodio, obteniendo una muestra completamente pura. Filtramos y refrigeráramos a 8 C<sup>0</sup>.

#### 3.5.2.2.6 Secado y molienda

Colocamos la muestra de alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro), en el molino a cuchillas y procedimos a la molienda luego tamizamos con la finalidad de obtener un polvo homogéneo.

#### 3.5.2.3 Método de recubrimiento con polisacárido en polvo de muestra decolorada de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault en muestra fresca de *Fragaria vesca* L. (fresa)

##### 3.5.2.3.1 Selección y desinfección

Selección de frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa), se lava con agua potable dos veces, luego se desinfecta con 16 gotas de hipoclorito de sodio en 3,7 l litros de agua.

Lavamos la muestra de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) con agua potable el cual se repitió por dos veces más; un segundo lavado con agua destilada el cual se volvió a repetir por dos veces.

##### 3.5.2.3.2 Recubrimiento en muestra fresca por sumersión

Procedimos a realizar el recubrimiento sobre muestras frutos frescos de *Fragaria vesca* L. (fresa) a diferentes concentraciones del alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) y a diversos tiempos de exposición con el recubrimiento, teniendo un grupo control con el cual comparar.

##### MUESTRA 1 concentración de 1 g por 20 minutos de inmersión

Colocamos las muestras frescas de frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa) en las placas petri A; pesamos 1 g de muestra seca molida de alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) el cual incorporamos en una solución que preparamos con 5 ml de agua destilada y se añadió 5 g de ácido cítrico, procedimos a recubrir mediante sumersión por un periodo de 20 minutos. Obtuvimos 3 muestras (M1 TA C), (M1 TA E), (M1 R) en placa petri recubiertas

las cuales se llevaron a diferentes condiciones de almacenamiento como; recubrimiento a temperatura ambiente muestra expuesta, temperatura ambiente muestra cubierta y refrigeración a 4C ° y observamos los cambios durante el periodo de diez días.

MUESTRA 2 concentración 2.5 g por 20 minutos de sumersión

Luego colocamos la muestra fresca de frutos de *Fragaria vesca L.* (fresa) en las placas petri B; pesamos 2.5 g de muestra seca molida de alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) el cual incorporamos en una solución que preparamos con 5 ml de agua destilada y se añadió 5g de ácido cítrico, procedimos a recubrir mediante sumersión por un periodo de 20 minutos. Obtuvimos 3 muestras (M2 TA C), (M2 TA E), (M2 R) recubiertas las cuales se llevaron a diferentes condiciones de almacenamiento como; recubrimiento a temperatura ambiente muestra expuesta, temperatura ambiente muestra cubierta y refrigeración a 4C ° y observamos los cambios durante el periodo de el periodo de diez días.

MUESTRA 3 concentración de 1 g por 30 minutos de inmersión

Realizamos también a un periodo de exposición de sumersión mayor a 30 minutos; para lo cual usamos muestra fresca de *Fragaria vesca L.* (fresa) en placa petri A; pesamos 1 g de muestra seca molida de alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) el cual incorporamos en una solución que preparamos con 5 ml de agua destilada y se añadió 5 g de ácido cítrico y procedimos a recubrir.

Dispusimos de 3 muestras (M3 TA C), (M3 TA E), (M3 R) recubiertas las cuales se llevaron a diferentes condiciones de almacenamiento como; recubrimiento a temperatura ambiente muestra expuesta, temperatura ambiente muestra cubierta y refrigeración a 4C ° y observamos los cambios durante el periodo de diez días.

MUESTRA 4 concentración de 2.5 g por 30 minutos de inmersión

Y en la placa B usamos muestra fresca de *Fragaria vesca L.* (fresa); pesamos 2.5 g de muestra seca molida de alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) el cual incorporamos en una solución que preparamos con 5 ml

de agua destilada y se añadió 5g de ácido cítrico y procedimos a recubrir por un periodo de exposición de sumersión mayor a 30 minutos.

Colocamos 3 muestras (M4 TA C), (M4 TA E), (M4 R) recubiertas las cuales se llevaron a diferentes condiciones de almacenamiento como; recubrimiento a temperatura ambiente muestra expuesta, temperatura ambiente muestra cubierta y refrigeración a 4C ° y observamos los cambios durante el periodo de diez días.

Tabla 5. Códigos de muestras del Método recubrimiento por obtención de polisacárido en polvo de muestra fresca decolorada de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)

SIGNIFICADO	MUESTRAS	CÓDIGOS
Temperatura ambiente conservada (muestra en envase sellado)	M1 TAC	201
Temperatura ambiente expuesta (muestra en envase sin sellar)	M1 TAE	202
Muestra en refrigeración	M1 R	203
Temperatura ambiente conservada (muestra en envase sellado)	M1 TAC	204
Temperatura ambiente expuesta (muestra en envase sin sellar)	M1 TAE	205
Muestra en refrigeración	M1 R	206
Temperatura ambiente conservada (muestra en envase sellado)	M1 TAC	207
Temperatura ambiente expuesta (muestra en envase sin sellar)	M1 TAE	208
Muestra en refrigeración	M1 R	209
Temperatura ambiente conservada (muestra en envase sellado)	M1 TAC	210
Temperatura ambiente expuesta (muestra en envase sin sellar)	M1 TAE	211
Muestra en refrigeración	M1 R	212

3.5.2.4 Técnica y método recubrimiento en *Fragaria vesca* L. (fresa) con polisacáridos extraídos por licuado semi industrial de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)

#### 3.5.2.4.1 Selección y desinfección

Selección de frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa), se lava con agua potable dos veces, luego se desinfecta con 16 gotas de hipoclorito de sodio en 3,7 l litros de agua.

Lavamos la muestra de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) con agua potable el cual se repitió por dos veces más; un segundo lavado con agua destilada el cual se volvió a repetir por dos veces.

#### 3.5.2.4.2 Técnica y recubrimiento en muestra fresca

Procedimos a realizar el recubrimiento sobre muestras frutos frescos de *Fragaria vesca* L. (fresa) a diferentes concentraciones del alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) y a diversos tiempos de exposición con el recubrimiento, teniendo un grupo control con el cual comparar.

##### MUESTRA 1 a una concentración de 10 g por 20 minutos

Pesamos 10 g de alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en 100 ml de agua destilada procedimos a mezclar y realizar un licuado semi industrial para realizar un recubrimiento de frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa), mediante método de sumergimiento durante 20 minutos.

Obtuvimos 3 muestras (M1 TA C), (M1 TA E), (M1 R) recubiertas las cuales se llevaron a diferentes condiciones de almacenamiento como; recubrimiento a temperatura ambiente muestra expuesta, temperatura ambiente muestra cubierta y refrigeración a 4C ° y observamos los cambios durante el periodo de diez días.

##### MUESTRA 2 a una concentración de 20 g por 20 minutos

Pesamos 20 g de alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en 100 ml de agua destilada procedimos a mezclar y realizar un licuado semi industrial para realizar un recubrimiento de frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa), mediante método de sumergimiento durante 20 minutos.

Obteniendo 3 muestras (M2 TA C), (M2 TA E), (M2 R) recubiertas las cuales se llevaron a diferentes condiciones de almacenamiento como; recubrimiento a temperatura ambiente muestra expuesta, temperatura ambiente muestra cubierta y refrigeración a 4C ° y observamos los cambios durante el periodo de diez días.

MUESTRA 3 a una concentración de 10 g por 30 minutos

Pesamos 10 g de alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en 100 ml de agua destilada procedimos a mezclar y realizar un licuado semi industrial para realizar un recubrimiento de frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa), mediante método se sumergimiento durante 30 minutos.

Y obtuvimos 3 (M3 TA C), (M3 TA E), (M3 R) muestras recubiertas las cuales se llevaron a diferentes condiciones de almacenamiento como; recubrimiento a temperatura ambiente muestra expuesta, temperatura ambiente muestra cubierta y refrigeración a 4C ° y observamos los cambios durante el periodo de diez días.

MUESTRA 4 a una concentración de 20 g por 30 minutos

Pesamos 20 g de alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en 100 ml de agua destilada procedimos a mezclar y realizar un licuado semi industrial para realizar un recubrimiento de frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa), mediante método se sumergimiento durante 30 minutos.

Y obtuvimos 3 muestras (M4 TA C), (M4 TA E), (M4 R) recubiertas las cuales se llevaron a diferentes condiciones de almacenamiento como; recubrimiento a temperatura ambiente muestra expuesta, temperatura ambiente muestra cubierta y refrigeración a 4C ° y observamos los cambios durante el periodo de diez días.

Tabla 6. Códigos de muestras del Método recubrimiento por obtención de polisacárido por licuado semi industrial de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)

SIGNIFICADO	MUESTRAS	CÓDIGOS
Temperatura ambiente conservada (muestra en envase sellado)	M1 TAC	301
Temperatura ambiente expuesta (muestra en envase sin sellar)	M1 TAE	302
Muestra en refrigeración	M1 R	303
Temperatura ambiente conservada (muestra en envase sellado)	M1 TAC	304
Temperatura ambiente expuesta (muestra en envase sellar)	M1 TAE	305
Muestra en refrigeración	M1 R	306
Temperatura ambiente conservada (muestra en envase sellado)	M1 TAC	307
Temperatura ambiente expuesta (muestra en envase sin sellar)	M1 TAE	308
Muestra en refrigeración	M1 R	309
Temperatura ambiente conservada (muestra en envase sellado)	M1 TAC	310
Temperatura ambiente expuesta (muestra en envase sin sellar)	M1 TAE	311
Muestra en refrigeración	M1 R	312

3.5.2.5 Técnica de obtención líquida de polisacáridos de muestra decolorada de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) y método de recubrimiento directo en muestra fresca de *Fragaria vesca* L. (fresa)

#### 3.5.2.5.1 Selección y desinfección

Selección de frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa), se lava con agua potable dos veces, luego se desinfecta con 16 gotas de hipoclorito de sodio en 3,7 l litros de agua.

Realizamos la muestra de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) con agua potable el cual se repitió por dos veces más; un segundo lavado con agua destilada el cual se volvió a repetir por dos veces.

#### 3.5.2.5.2 Obtención de la muestra decolorada

Procedimos a liberar la recubierta del alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) con prensador hasta que obtuvimos un gel puro.

#### 3.5.2.5.3 Recubrimiento en muestra fresca

Procedimos a realizar el recubrimiento sobre muestras frutos frescos de *Fragaria vesca* L. (fresa) a diferentes concentraciones del alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) y a diversos tiempos de exposición con el recubrimiento, teniendo un grupo control con el cual comparar.

Y realizamos en recubrimiento directo usamos 2g por muestra, mediante técnica del pincel, para lo cual preparamos 3 muestras (MUESTRA 1, MUESTRA 2 y MUESTRA 3) que recubrían a la *Fragaria vesca* L.(fresa) las muestras pasaron por periodo de diez días.

Recubrimiento directo de:

MUESTRA 1 a temperatura ambiente muestra expuesta

MUESTRA 2 a temperatura ambiente muestra cubierta

MUESTRA 3 a refrigeración a 4C °

A diferentes condiciones de almacenamiento y observamos los cambios en las muestras durante un periodo de diez días.

**Tabla 7.** Códigos de muestras del Método recubrimiento por obtención de polisacárido obtención líquida de polisacáridos de muestra decolorada de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)

SIGNIFICADO	MUESTRAS	CÓDIGOS
Temperatura ambiente conservada (muestra en envase sellado)	M1 TAC	401
Temperatura ambiente expuesta (muestra en envase sin sellar)	M1 TAE	402
Muestra en refrigeración	M1 R	403

### 3.6 PROCESAMIENTO DE DATOS

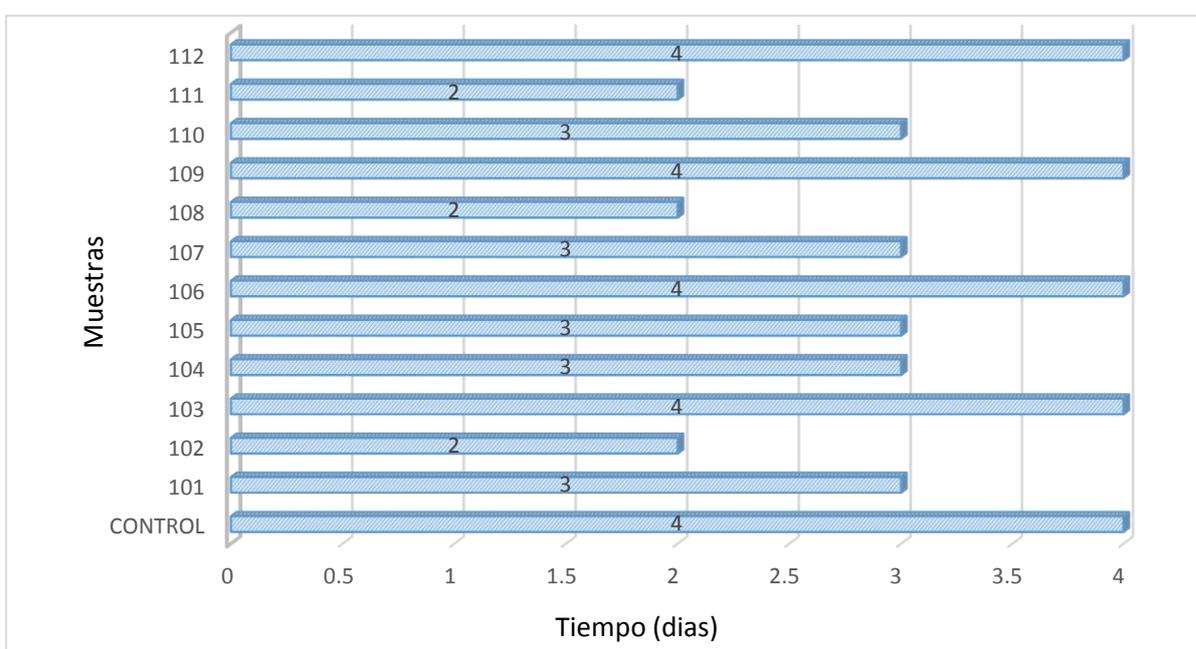
Se utilizó el programa Microsoft Excel 2016 y sistema de barras para el procesamiento de datos de las muestras obtenidas.

## CAPITULO IV

### PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 Presentación de resultados.

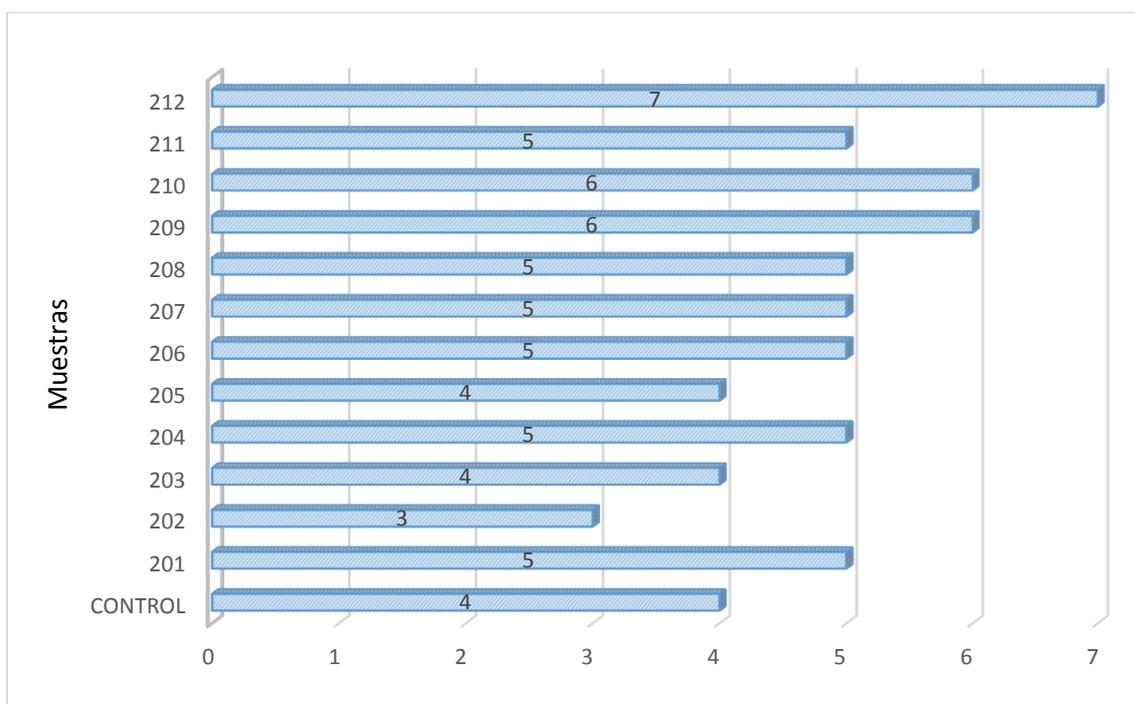
4.1.1 Resultados de la conservación por el método de recubrimiento con polisacárido de polvo obtenido de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa).



**Gráfico 3.** Resultados de método de recubrimiento con polisacárido en polvo obtenido de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa)

Mediante el método de recubrimiento con polisacárido en polvo obtenido de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa) de acuerdo al tiempo de conservación y ausencia de hongos ambientales en comparación con el grupo control, se obtuvo resultados de las muestras de códigos 103, 106, 109 y 112 que se comparan con el control.

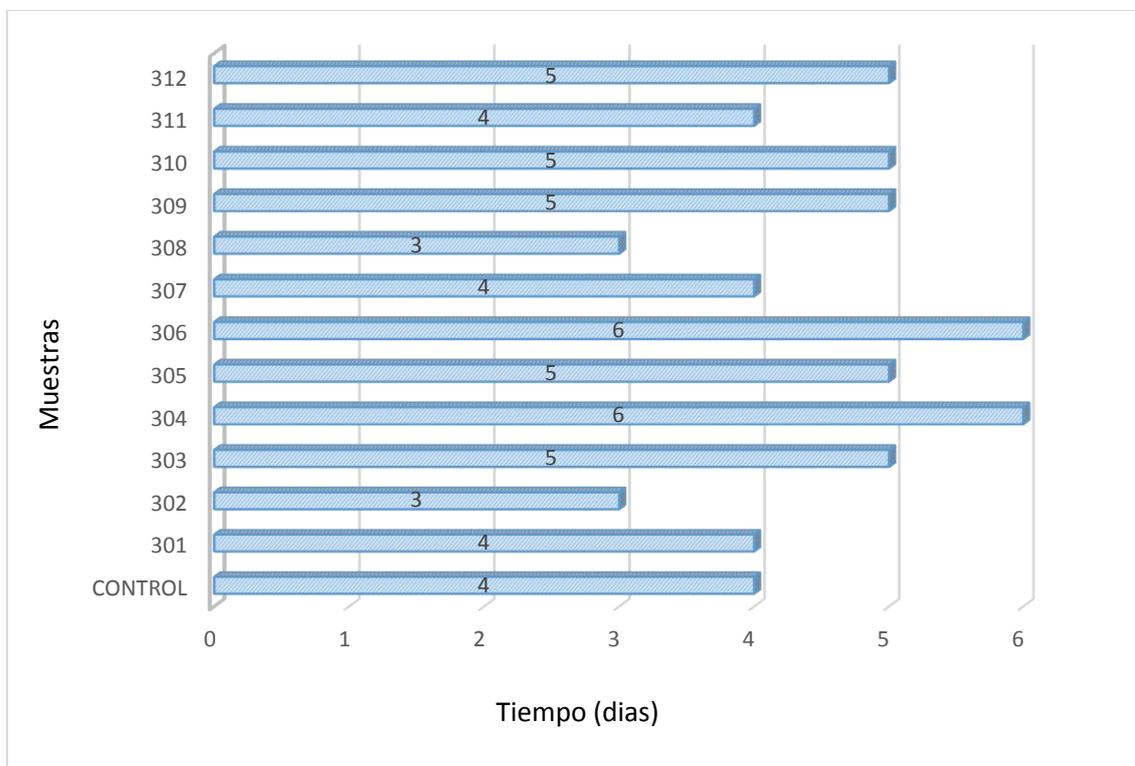
4.1.2 Resultados de la conservación por el método de recubrimiento con polisacárido de muestra decolorada polvo obtenido de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa).



**Gráfico 4.** Resultado del método de recubrimiento con polisacárido en polvo de muestra decolorada de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa)

Mediante el método de recubrimiento con en polvo de muestra decolorada de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa) de acuerdo al tiempo de conservación y ausencia de hongos ambientales en comparación con el grupo control, se obtuvo mejores resultados de la muestra de código 212 que presenta mejores condiciones en el tiempo de conservación y ausencia de hongos ambientales en comparación con el control.

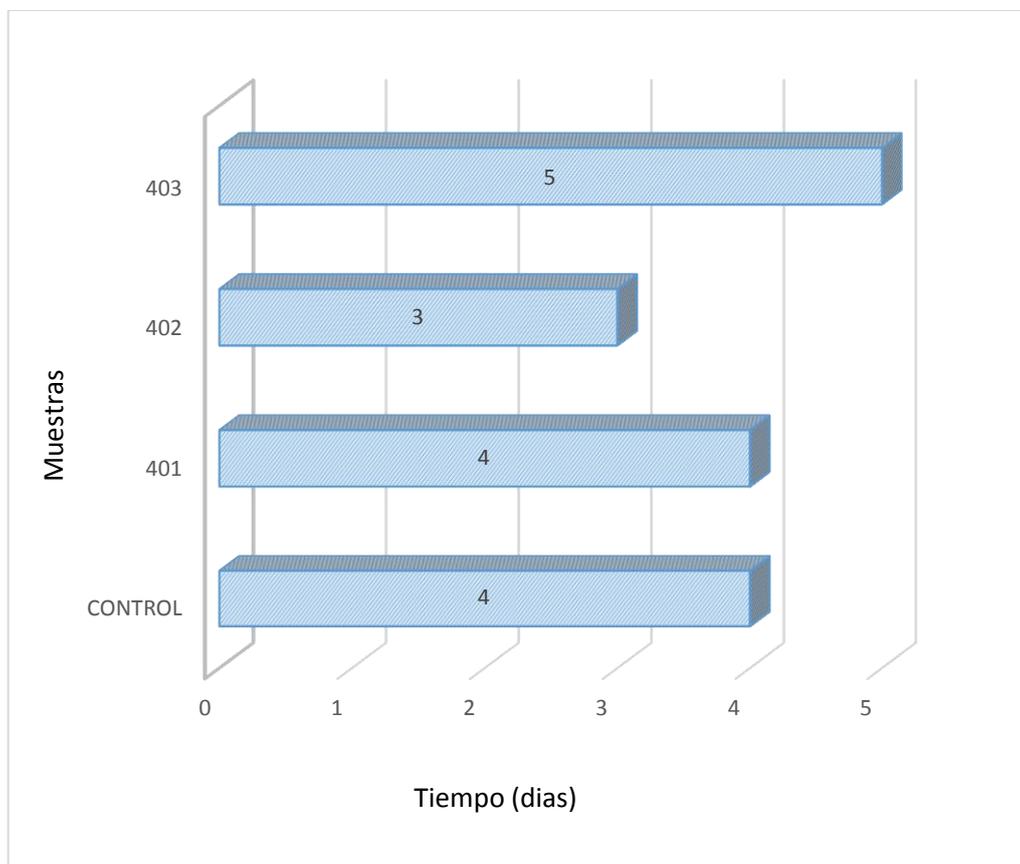
4.1.3 Resultados de la conservación por el método de recubrimiento con polisacárido extraído por licuado semi industrial de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa).



**Gráfico 5.** Resultados del método de recubrimiento en *Fragaria vesca* L. (fresa) con polisacáridos extraídos por licuado semi industrial de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro).

Mediante el método de recubrimiento en *Fragaria vesca* L. (fresa) con polisacáridos extraídos por licuado semi industrial de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) de acuerdo al tiempo de conservación y ausencia de hongos ambientales en comparación con el grupo control, se obtuvo resultados de las muestras de códigos 304 ,306 presentan mejores condiciones en el tiempo de conservación y ausencia de hongos ambientales obteniendo mejores resultados en comparación al control.

4.1.4 Resultados de la conservación por el método de recubrimiento con polisacárido de muestra fresca de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa).



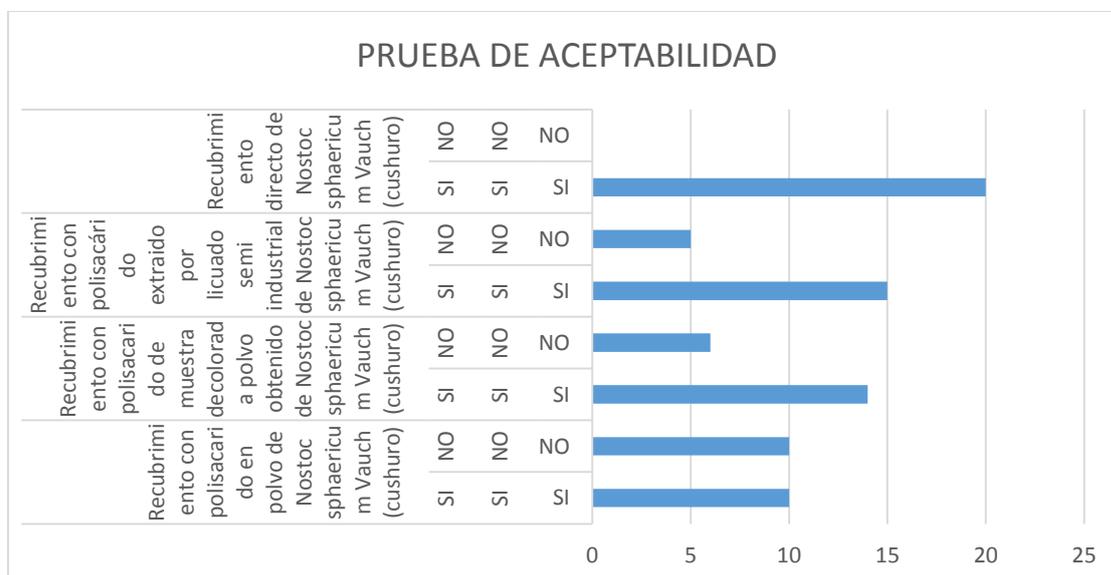
**Gráfico 6.** Resultados del método recubrimiento directo en muestra fresca de *Fragaria vesca* L.

Mediante el método de recubrimiento directo de polisacáridos extraídos de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* L. (fresca) de acuerdo al tiempo de conservación y ausencia de hongos ambientales en comparación con el grupo control, se obtuvo que la muestra de código 403 es quien obtiene mejores condiciones en comparación al control.

4.1.5 Resultados de la prueba de aceptabilidad de conservación con polisacáridos extraído de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa).

Tabla 8 prueba de aceptabilidad

PRUEBA DE ACETABILIDAD	Recubrimiento con polisacárido en polvo extraído de <i>Nostoc sphaericum</i> Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)		Recubrimiento con polisacárido de muestra decolorada polvo obtenido de <i>Nostoc sphaericum</i> Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)		Recubrimiento con polisacárido extraído por licuado semi industrial de <i>Nostoc sphaericum</i> Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)		Recubrimiento directo de <i>Nostoc sphaericum</i> Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
<b>Aroma</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
<b>Sabor</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
<b>Uso</b>	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
<b>TOTAL</b>	10	10	14	6	15	5	20	0



**Gráfico 7.** Resultados de la prueba de aceptabilidad método recubrimiento en muestra fresca de *Fragaria vesca* L. (fresa)

## 4.2 Contrastación de hipótesis

### Hipótesis específicas 1

Los polisacáridos obtenidos de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) genera una película en los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)

HO= Los polisacáridos obtenidos de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) No genera una película en los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)

HA= Los polisacáridos obtenidos de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) Si genera una película en los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)

### Resultado:

Según los resultados obtenidos en el grafico 6, del método recubrimiento directo en muestra fresca de *Fragaria vesca* L. se observa que la muestra 403 es quien mejor película protectora presenta

### Decisión:

Se rechaza la Hipótesis nula y se Acepta la hipótesis alterna: Los polisacáridos obtenidos de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) Si genera una película en los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)

### Hipótesis específicas 2

La película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) evita el crecimiento de hongos ambientales en los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)

HO= La película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) No evita el crecimiento de hongos ambientales en los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)

HA= La película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) Si evita el crecimiento de hongos ambientales en los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)

### **Resultado:**

El recubrimiento con polisacárido de polvo obtenido de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa) que mejoraron el tiempo de conservación y ausencia de hongos ambientales fueron códigos 103, 106, 109, 112, 212, 304, 306.

### **Decisión:**

Se rechaza la Hipótesis nula y se Acepta la hipótesis alterna: Los polisacáridos obtenidos de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) Si evita el crecimiento de hongos ambientales en los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)

### **Hipótesis específica 3**

La película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) mantiene las características organolépticas de los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)

HO= La película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) No mantiene las características organolépticas de los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)

HA= La película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) Si mantiene las características organolépticas de los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)

### **Resultados**

Después de realizar la prueba de aceptabilidad en 20 voluntarios en el mercado Virgen del Pilar de Carabayllo en la ciudad de Lima, se pudo determinar que todas las muestras presentan un nivel de aceptabilidad apreciable por el público encuestado.

### **Decisión**

Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. La película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) Si mantiene las características organolépticas de los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa)

### 4.3 Discusión de resultados

Se desarrollaron 4 formulaciones de películas y/o recubrimientos elaboradas de la siguiente forma: polisacárido en polvo del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro), polisacárido en polvo de muestra fresca decolorada de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro), polisacáridos de licuado semi industrial de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) y polisacáridos de muestra decolorada de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro). Los productos obtenidos se aplicaron en forma de película sobre las muestras frescas de *Fragaria vesca* L. (fresa).

La muestra de código 212 fue la que mejores características organolépticas, tiempo de conservación y ausencia de hongos ambientales presentó en comparación con el grupo control. Por tal motivo se considera que el resultado obtenido de la presente investigación es comparado con el desarrollo de biopelículas por Gutiérrez. V. presenta mejores propiedades organolépticas, características de conservación y ausencia de hongos ambientales. Respecto a la composición de la película desarrollada por Gutiérrez. V presenta en su composición k- carragenina, glicerol, ácido oleico, miel y ácido ascórbico presentando en los frutos de *Fragaria vesca* L. una coloración amarilla y presencia de hongos ambientales a diferencia de la película desarrollada en esta investigación que es natural hecha de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* como único componente sin aditivos que conservo sus características organolépticas y en ausencia de hongos ambientales.

De acuerdo a lo desarrollado por Barco el efecto de recubrimiento natural sobre la maduración del banano no fue superior al de la cera nuestro producto logro tener mejores resultados que el recubrimiento natural, los parámetros de firmeza del producto con recubrimiento de Barco no cambiaron el proceso de senescencia del fruto por lo cual nuestro producto conserva las mejores propiedades organolépticas.

Al comparar esta investigación con la de Márquez efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad en poscosecha del níspero japonés, en su desarrollo disminuyo el sabor del fruto uno de los parámetros organolépticos a considerar,

así mismo nuestro producto está hecho solo a base de polisacáridos del Nostoc con lo cual tiene menor costo de producción a lo elaborado por Márquez.

Fernández uso como recubrimiento quitosano este es secundario. uno de los polisacáridos más usados, pero tiene efectos secundarios como ya que su uso está relacionado a alergias en gestantes y niños mientras que los polisacáridos del Nostoc al ser un producto que no contiene aditivos ni plastificantes que son en realidad los que están relacionados con tales síntomas disminuirá esa posibilidad, debido a que en base las biopelículas protectoras se elaboraron teniendo como base proteínas, carbohidratos y lípidos para el recubrimiento en su mayoría usan aditivos para poder disminuir el periodo natural de senescencia pero al hacer el producto ya contiene un margen de cierta toxicidad distinto al elaborado en este proyecto donde es de origen natural sin aditivos lo cual lo hace de un valor agregado de su suma importancia para el desarrollo de nuevas biopelículas y productos a partir de lo obtenido presenta esas reacciones.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

La película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) conservó los frutos de *Fragaria vesca* L.(fresa) debido a las propiedades que le otorga su naturaleza, al formar una barrera protectora que mejora el intercambio gaseoso del fruto y su medio ambiente proporcionando una adecuada humedad que permite extender la vida útil de frutos perecederos, su capacidad conservante varía de acuerdo a la técnica desarrollada se elaboraron 4 prototipos de biopelículas conservantes elaboradas a diferentes concentraciones, en el tiempo expuestos a diferentes concentraciones y temperaturas; se obtuvo que la biopelícula de concentración de 2.5g código (212) obtenida bajo la técnica de obtención de polisacárido en polvo de muestra fresca decolorada de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) aplicada por inmersión durante 20 minutos fue la que tuvo mejor capacidad conservante de 7 días comparado con el control de 4 días; conservando sus características sensoriales, textura, color, olor, sabor y textura.

Después de evaluar la película obtenida de los polisacáridos del *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro), se pudo determinar que los productos ensayados, mantiene las características organolépticas de los frutos de *Fragaria vesca* L. (fresa) por lo tanto pueden ser una alternativa para ayudar a conservar estos alimentos perecibles.

#### 5.2 Recomendaciones

Se recomienda continuar con los estudios de la estructura de biopelículas como la teoría actual de las monocapas celulares y desarrollar nuevas biopelículas en base a polisacáridos, carbohidratos, proteínas; aprovechando así otro tipo de materia prima como lo pueden ser los residuos de frutas como cáscaras.

Se sugiere implementar una base de estudios sobre desarrollos de aprovechamiento de algas como el *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro).

## REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Alimentos y bebidas ultra procesadas en América Latina: tendencias, efecto sobre la obesidad e implicaciones para las políticas públicas 2015.
2. Sánchez et al. Factores bióticos y abióticos que influyen en la descomposición de la hojarasca en pastizales, Cuba 2008.
3. Instituto Tomás pascual Sanz para la nutrición y la salud. Nuevas tecnologías en la conservación y transformación de los alimentos. 2010
4. Nazar. Biofilms bacterianos. Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello. Vol. 67 (1) gd 2007.
5. Gustavsson J. et al. Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia 2012.
6. Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Hongos en los Alimentos. EEUU, 2010.
7. Chili, Terrazas. "Evaluación de la cinética de secado y valor biológico de cushuro (*Nostoc sphaericum*)". Universidad Nacional del Altiplano 2010.  
Disponible en:  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3364/Chili\\_Rodriguez\\_Edison\\_Terraza\\_Viza\\_Ismael.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3364/Chili_Rodriguez_Edison_Terraza_Viza_Ismael.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
8. Andrade, Acosta et al. Elaboración y evaluación de un recubrimiento comestible para la conservación poscosecha del tomate de árbol *Cyphomandra betacea* Cav. Sendt. Revista Ciencias Agrícolas 30(2) 60 -72 2013.
9. Ancos et al. Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama. Revista Iberoamericana de Tecnología Pos cosecha, vol. 16, núm. 1, 2015, pp. 8-17.
10. Espinosa A. Estudio de la eficacia de tres biopelículas flexibles para la conservación de alimentos perecederos. Universidad Autónoma de Nuevo León. México 1998.  
Disponible en:  
<http://eprints.uanl.mx/6025/1/1080087115.PDF>

11. Ocampo K. et al. Análisis y evaluación de factores que determinan el desarrollo del servicio de transporte n frío de productos alimenticios perecederos en un operador logístico. Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú 2015.  
Disponible en:  
[http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1295/1/ocampo\\_kd-zevallos\\_lp.pdf](http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1295/1/ocampo_kd-zevallos_lp.pdf)
12. Miramont S. Recubrimientos elaborados a partir de biopolímeros para el soporte de sustancias con actividad antimicrobiana: carvacrol y sorbatos. Universidad Tecnológica Nacional. Buenos Aires, Argentina 2012.
13. Palacin E. Elaboración de pan con harina de arroz y gel extraído del nostoc para el consumo de población celiaca. Universidad Inca Garcilaso de la Vega 2017.  
Disponible en:  
<http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/2086/Tesis%20Elmer%20Luis%20Palacin%20Aqui.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
14. Chávez. Composición química y actividad antioxidante in vitro del extracto acuoso de *Nostoc sphaericum* (Cushuro), laguna cushurococha – Junín. universidad nacional mayor de San Marcos 2014.  
Disponible en:  
[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3897/Chavez\\_hl.pdf;sequence=1](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/3897/Chavez_hl.pdf;sequence=1)
15. Aredo et al. Deshidratación osmótica de olluco (*Ullucus tuberosus*) con y sin recubrimiento a diferentes concentraciones de cloruro de sodio y sacarosa. Agroindustria Science (Trujillo) 2013. Vol. (3): 125-134.
16. Domínguez et al. Películas comestibles formuladas con polisacáridos: propiedades y aplicaciones. Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Temas Selectos de Ingeniería de alimentos (2012) Vol. 6(2): 110 – 121. Universidad de las Américas Puebla, México
17. Chang et al. Efecto de la concentración de goma de tara y sorbato de potasio en película comestible sobre las características fisicoquímicas, microbiologías y sensoriales en queso mantecoso. Pueblo Continente (Perú) 2012. Vol (2):382 – 390.
18. Chili et al. Evaluación de la cinética de secado y valor biológico de Cushuro (*Nostoc sphaericum*). Universidad Nacional del Altiplano. Perú 2010.  
Disponible en:

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3364?show=full>

19. Villavicencio. Efectos nutritivos del Nostoc (Cushuro) en los niños desnutridos de 1a 3 años del distrito de amarilis. Perú 2007.  
Disponible en:  
<https://docplayer.es/13481813-Investigacion-valdizana.html>
20. Trujillo et al. Biofilms microbianos. Universidad la Laguna. Islas Canarias. 2017
21. Rafael et al. Obtención de Biopelículas conteniendo Extracto Acuoso de *Eucalyptus camaldulensis* y su Incidencia en la Vida Útil Microbiológica de Rodajas de *Carica papaya* L Rev. Inf. Tecnol. 2016. Vol. 27(2): 48- 157.
22. Cuello et al. Caracterización físico mecánica de biopelículas comestibles binarias a base de K- Carragenato y gelana. Rev. Vitae. Supplement. Medellín, Colombia. 2016.Vol. 23(1): 185- 189
23. Ramos – Martínez. Formación y desarrollo de biofilms: su impacto en los sistemas de abastecimiento y distribución de agua potable. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Veterinarias Especialización en Seguridad Alimentaria.2016.
24. González et al. Caracterización Viscoelástica de Biopelículas Obtenidas a Base de Mezclas Binarias. Universidad de Cartagena. Colombia. 2015.Rev Inf. Tecnol. Vol. 26(3): 71- 76
25. Fernández et al. Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas.2015. Rev Cie Téc Agr Vol.24 (3)
26. Ancos et al. Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama. 2015. Rev. Iber. Tecnología Poscosecha. Vol 16(1):8-17
27. Andrade et al. Desarrollo de un Recubrimiento Comestible Compuesto para la Conservación del Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea* S.) Información tecnológica. (Colombia) 2014. Vol.25(6)
28. Pereda et al. Biopelículas para el envasado de alimentos: proteínas y carbohidratos. Ciencia e investigación.2014. Argentina.Vol. 64 (2): 35-50
29. Gutiérrez. V. Diseño de una biopelícula para la conservación de fresa silvestre (*Fragaria vesca*), una estrategia encaminada a la sustitución de empaques plásticos. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia. 2014
30. Ponce E. Nostoc: un alimento diferente y su presencia en la pre cordillera de Arica. IDESIA, Chile. 2014.Vol. (3): 115-118.

31. Moncayo et al. Desarrollo de un recubrimiento comestible a partir de un biopolímero para prolongar la vida útil de frutas frescas. Universidad Nacional de Colombia. 2013
32. Arrieta et al. Envases alimentarios sostenibles. Biopelículas activas obtenidas a partir de proteínas lácteas. 2013. Rev. Seguridad y medio ambiente. Vol.1 (191):46-56
33. Ruelas-Chacón et al. Conservación de frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas con recubrimientos comestibles. Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila. México 2013. Vol.5 (9): 31-37
34. Loera et al. Biopelículas multi-especie: asociarse para sobrevivir. Investigación y ciencia Número. 2012. México Vol. 54. :49-56
35. Leal et al. Método de dispersión de biopelículas en cultivos de la diatomea bentónica *Amphora* sp. para facilitar el conteo directo. 2012. Cuba. Rev. Serie Oceanológica. Vol.1(10):23- 38
36. Barrera et al. Empleo de un Recubrimiento Formulado con Propóleos para el Manejo Poscosecha de Frutos de Papaya (*Carica papaya* L. cv. Hawaiana). Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín. 2012. 65(1): 6497-6506.
37. López – Mata et al. efecto de recubrimientos comestibles de quitosano en la reducción microbiana y conservación de la calidad de fresas. Revista Biotecnia. 2012. Vol 15. (1): 33-43
38. Almeida et al. Aplicación de los biofilms pigmentados en queso coalho. Revista GEINTEC. San Cristóbal Brasil. 2012. Vol. 3(1):41-47
39. Ayala et al. Efecto de un recubrimiento comestible a base de alginato de sodio y iones de calcio sobre la calidad de mora de castilla (*Rubus glaucus benth*). Vitae (Colombia) 2012 Vol. 19. (1):129-131
40. Figueroa et al. Recubrimientos comestibles en la conservación del mango y aguacate, y perspectiva, al uso del propóleo en su formulación Rev. Colombiana Cienc. Anim. 2011. Vol. 3(2): 3-16.
41. Rodríguez et al. Elaboración de biopelículas a base de quitosano y pululano adicionadas con extractos de cinco diferentes plantas y su evaluación en cultivos de microorganismos periodontopatógenos. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 2011

42. Cantillánuez et al. Evaluación en ambiente natural, del uso de biopelículas marinas en el asentamiento larval de *Argopecten purpuratus*. 2010. Valparaíso. Chile. Rev. Lat. Am. J. Aquat. Res. Vol. 38(1). Valparaíso. Chile. 2010: 47-56.
43. Castro et al. Evaluación fisicoquímica de la efectividad de un recubrimiento comestible en la conservación de uchuva (*Physalis peruviana* L. var. Colombia) Fundación Universitaria Agraria de Colombia. 2010. No. (54) :1-18
44. Rodríguez. A. Extractos de plantas como inhibidores de la formación de biopelícula de *Escherichia coli* O157:H7. Universidad autónoma de nuevo león facultad de ciencias biológicas. 2010.
45. Saavedra et al. Evaluación de películas comestibles de almidón de yuca, proteína aislada de soya en la conservación de fresas. Ciencias biomédicas. 2010. Vol.8(14) 14:121 – 240
46. Navia et al. Las biopelículas en la industria de alimentos. Facultad de ciencias agropecuarias. Colombia, 2010. Vol. 8. (2): 110- 112
47. Barco et al, Efecto de recubrimiento natural y cera comercial sobre la maduración del banano (*Musa sapientum*). Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. (Colombia) 2009. Vol. 7 (2):70-76
48. Márquez et al. Efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad en poscosecha del níspero japonés (*Eriobotrya japonicat* T.). 2009. Rev. Vitae. Medellín, Colombia Vol.16(3):304-310
49. Sánchez-González et al. Incorporación de productos naturales en recubrimientos comestibles para la conservación de alimentos. VIII Congreso SEAE Bullas 2008.
50. Valle- Guadarrama et al. Recubrimiento comestible basado en goma arábiga y carboximetilcelulosa para conservar frutas en atmósfera modificada. Rev. Chapingo Ser. Hortíc 2008. México. Vol.14. (3).
51. Pérez- Gago et al. Recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. Rev. Horticultura 2008. :1-4.
52. Vargas et al. Estudio preliminar del uso de recubrimientos de Quitosano t de microorganismos eficaces en el control postcosecha de la podredumbre azul de naranjas. Universidad Politécnica de Valencia. España. 2007
53. Trejo – Márquez et al. Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa (*Fragaria vesca* L.) almacenada en

- refrigeración. Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y agroexportaciones. México. 2007. Pág. 230-239
54. Martínez – Romero et al. Aloe vera gel como recubrimiento comestible en frutas y hortalizas. Revista de Horticultura.EPSO. Universidad Miguel Hernández. Vol. N° 195, 2006, págs. 42-45
55. Rojas. Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: una nueva estrategia de conservación. Universidad de Lleida. Cataluña. España. 2006.
56. Galieta et al. Aumento de la vida útil poscosecha de tomate usando una película de proteína de suero de leche. Revista Iberoamericana Tecnología Poscosecha Uruguay. 2004. Vol. 6(2): 117-123
57. Vásquez – Briones. Recubrimientos de frutas con biopelículas. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental. Universidad de las Américas. Temas selectos de Ingeniería de Alimentos. Puebla México 2003. Vol. 7: 5-6.
58. Drekman et al. Manual de prácticas de Biología de algas. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.2010. 3- 8.
59. Moncayo. Caracterización morfológica, Análisis proximal y Análisis Microbiológico de una muestra de cianobacteria Nostoc sp., recolectada en el páramo de Papallacta. Universidad Central del Ecuador 2017.
- Disponible en:
- <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9327/3/T-UCE-0008-001-2017.pdf>
60. Brotel et al. Revestimento ativo de amido na conservacao pos- colheita de pera Williams minimamente processada. Ciencia rural, (40) 1840- 1842.
61. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano, cítricos).2007.
62. Kitijona. Técnicas de Manejo Poscosecha a Pequeña Escala: Manual para los Productos Hortofrutícolas (4ª Edición). Universidad de California, Davis Centro de Investigación e Información en Tecnologías Postcosecha.2002.
63. Lock, Pérez. Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta de procesamiento para fresas (*Fragaria vesca*) orgánicas congeladas de la variedad chandler para el mercado canadiense. Universidad Nacional Agraria la Molina.2015.

64. Moncayo. Caracterización morfológica, Análisis proximal y Análisis Microbiológico de una muestra de cianobacteria *Nostoc* sp., recolectada en el páramo de Papallacta. Universidad Central del Ecuador 2017.  
Disponible en:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9327/3/T-UCE-0008-001-2017.pdf>
65. Castellanos y Rodiles, Isidoro. Elementos de Botánica, Quinta Edición, Editorial Obispo 530, Minerva La Habana, 1960, pg 155-156.
66. Guerrero, T., D. Ruiz Sánchez, J. Martínez Chacón, 2003. Aislamiento de hongos en instalaciones deportivas de la UNAM. Revista de la Facultad de Medicina UNAM 46(3): 93–96.
67. Aira, M., E. Piontelli Laforet, M. Jato Rodríguez, M. Toro Santa María, 2003. Concentración atmosférica invernal de propágulos fúngicos en un mercado interior de abastos en Valparaíso. Boletín Micológico 18:29–37.
68. Brotel et al. Revestimento ativo de amido na conservacao pos- colheita de pera Williams minimamente processada. Ciencia rural, (40) 1840- 1842.
69. Pérez et al. Effect of whey protein and hydroxypropyl methylcellulose based edible composite coating on color change of fresh cut apples. Postharvest Biology and Technology, 36, 77- 55
70. Xu et al. Shelf life extension of minimally processed water caltrop (*Trapa acornis* Nakano) fruits coated with chitosan. International journal of Food Science and Technology
71. Kakde, U., H. Kakde, A. Saoji, 2001. Seasonal variation of fungal propagules in a fruit market environment, Nagpur (India). Revista Aerobiología 17(2): 177–182.
72. Quitral et al. Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. Revista Chilena de Nutrición, vol. 39, núm. 4, diciembre, 2012, pp. 196-202. Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología. Santiago, Chile
73. Kitijona. Técnicas de Manejo Postcosecha a Pequeña Escala: Manual para los Productos Hortofrutícolas (4ª Edición). Universidad de California, Davis Centro de Investigación e Información en Tecnologías Postcosecha. 2002.
74. Brotel et al. Revestimento ativo de amido na conservacao pos- colheita de pera Williams minimamente processada. Ciencia rural, (40) 1840- 1842.

75. Pérez et al. Effect of whey protein and hydroxypropyl methylcellulose based edible composite coating on color change of fresh cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, 36, 77- 55.
76. Saldarriaga, Y., 2001. *Manual de Micología Aplicada*. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín.
77. Dominguez *et al* ., (2012). Películas comestibles formuladas con polisacáridos: propiedades y aplicaciones.
78. Jurado B, Fuertes C, Tomas G, Ramos E, Arroyo J, Cáceres J, et al. Estudio fisicoquímico, microbiológico y toxicológico de los polisacáridos del *Nostoc commune* y *Nostoc sphaericum*. *Rev Per Quím Ing Quím*. 2014
79. Williams v Roldan Carbajal caracterización y cuantificación del comportamiento reológico del hidrocoloide proveniente del *nostoc sphaericum* v. 2015.
80. Evangelina V Lutgardo Yañez. Aislamiento y Determinación de la Estructura de Polisacáridos del alga *nostoc sphaericum*. 1976.
81. Wang HB, WuSJ, Liu D. Preparation of polysaccharides from cyanobacteria *Nostoc commune* and their antioxidant activities. *Carbohydr Polym* 2014;99:553-55.
82. Soriano, M., V. Bejar, P. Bonilla, 2002. Frecuencia de hongos anemófilos productores de micotoxinas en algunos mercados de Lima. Detección de patulinas en manzanas en descomposición. *Ciencia e Investigación* 5(2): 36–45.
83. Serrano et al. Micotoxicosis y micotoxinas, generalidades y aspectos básicos. *Rev CES Med* 2015;29(1):143-152
84. Kakde, U., H. Kakde, A. Saoji, 2001. Seasonal variation of fungal propagules in a fruit market environment, Nagpur (India). *Revista Aerobiología* 17(2): 177–182.
85. Bueno, D., J. O. Silva, G. Oliver, 2003. Hongos Ambientales en una Biblioteca: un año de estudio. *Anales de Documentación* 6: 27–34.

# ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TÍTULO: ELABORACION DE UNA PELÍCULA CONSERVANTE A BASE DE POLISACÁRIDOS DEL <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch. (CUSHURO) Y SU APLICACION SOBRE FRUTOS DE LA POSCOSECHA DE <i>Fragaria vesca</i> L. (FRESA)						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿La película obtenida de los polisacáridos del <i>Nostoc sphaericum</i> V. (Cushuro) conservara los frutos de <i>Fragaria vesca</i> L. (fresca)?	La película obtenida de los polisacáridos del <i>Nostoc sphaericum</i> V. (Cushuro) conservara los frutos de <i>Fragaria vesca</i> L. (fresca)?	La película de polisacáridos extraídos del <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (Cushuro) conservará los frutos de <i>Fragaria vesca</i> L. (fresca)	Polisacárido	Bioquímica	La ausencia de formación de hongos ambientales	<p>Tipo de estudio: Longitudinal, cualitativo y prospectivo.</p> <p>Diseño a utilizar: El diseño de esta investigación es experimental existe una relación entre la causa y el efecto de la variable. Es un diseño de investigación donde se observa el efecto que ha causado la variable independiente sobre la variable dependiente.</p> <p>Población. Constituida por la comunidad de cianobacterias <i>Nostoc sphaericum</i> (Cushuro) de la laguna de Coris en la cordillera negra Ancash- Perú.</p> <p>Muestra: La muestra objeto de este estudio está constituido por el <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch. (Cushuro), un alga andina, en la laguna de Coris, en el distrito de Coris está ubicado en la vertiente occidental de la cordillera negra Ancash- Perú, en la cuenca <del>Alja-Huarmey</del> la recolección fue insitu, recolectamos 8 kilogramos de muestra en estación de primavera en el mes de Setiembre.</p> <p>La recolección se realizó a una altitud de 4800 m.s.n.m. La identificación del alga fue corroborada por el biólogo Mario Benavente Palacios. Se realizó la selección del <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch. (Cushuro), separando las impurezas y posibles contaminantes, se guardó en frascos de vidrio ambar con tapa.</p> <p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Observación, entrevista como método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido de la información, instrumentos como las fichas de trabajo, en las que concentra y resume la información.</p> <p>Metodología</p> <p>Aislamiento de polisacáridos</p> <p>Técnica para obtención de polisacárido en polvo del <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (Cushuro).</p> <p>Técnica de obtención de polisacárido en polvo de muestra fresca decolorada de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch. (Cushuro).</p> <p>Técnica y Método recubrimiento en <i>Fragaria vesca</i> L. (fresa) con polisacáridos extraídos por licuado semi industrial de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (Cushuro).</p> <p>Técnica de obtención líquida de polisacáridos de muestra decolorada de <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (Cushuro) y método de recubrimiento directo en muestra fresca de <i>Fragaria vesca</i> L. (fresa)</p>
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICA	VARIABLE DEPENDIENTE		Días de conservación manteniendo características organolépticas.	
Extraer los polisacáridos de <i>Nostoc sphaericum</i> V. (Cushuro). Elaborar películas en solución a partir de los polisacáridos de <i>Nostoc sphaericum</i> V. (Cushuro).	Extraer los polisacáridos de <i>Nostoc sphaericum</i> V. (Cushuro). Elaborar películas en solución a partir de los polisacáridos de <i>Nostoc sphaericum</i> V. (Cushuro).	La película de los polisacáridos extraídos del <i>Nostoc sphaericum</i> Vauch (Cushuro) evitará el crecimiento fúngico a temperatura ambiente, en los frutos de <i>Fragaria vesca</i> L. (fresa).	Conservación de la fresa	Bromatológica		

Anexo1. Matriz de consistencia



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

### CONSTANCIA N° 371-USM-2018

EL JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (Alga - colonias), recibida de **Doris Marleny Paucar Sarango y Beria Consuelo Ramírez Chuquilcahua**; de la Universidad Particular Inca Garcilaso de la Vega, Facultad Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica ha sido estudiada y clasificada como: **Nostoc sphaericum Vaucher ex Bornet & Flahault**; y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de GUERY M. D. & GURRYGH 2018 Algae Database:

**DIVISION: CYANOBACTERIA**

**CLASE: CYANOPHYCEAE**

**SUB CLASE: NOSTOCOPHYCIDAE**

**ORDEN: NOSTOCALES**

**FAMILIA: NOSTOCACEAE**

**GENERO: Nostoc**

**ESPECIE: Nostoc sphaericum Vaucher ex Bornet & Flahault**

Nombre vulgar: "Nostoc Coshuro".

Determinado por: Bijo. Mario Benevente Palacios

Se exhibe la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 04 de Octubre de 2018



  
Mag. Asunción A. Cano Echevarría  
DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

ACE/ddb

Anexo 2. Certificado botánico

Anexo 3. RECOLECCION DE LA MUESTRA *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault  
(Cushuro)

LAGUNA DE YANCO - HUARAZ



Foto 1. Ubicación de la laguna de Yanco en Huaraz.

Anexo 4. COLECTA DE LA MUESTRA DE *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (Cushuro)

LAGUNA DE YANCO - HUARAZ

*Doris Marleny Paucar Sarango y Beria Consuelo Ramírez Chuquicahua*



Foto 2. Tesistas en Colecta de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (Cushuro)

LAGUNA DE YANCO - HUARAZ

Anexo 5. COLECTA DE 8 KILOS DE MUESTRA DE *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) LAGUNA DE YANCO – HUARAZ



Foto 3. Colecta de 8 kilos de muestra de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) LAGUNA DE YANCO – HUARAZ

Anexo 6. TÉCNICA PARA OBTENCIÓN DE POLISACÁRIDO EN POLVO DEL  
*Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Foto 4. Selección de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Foto 5. Lavado de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)

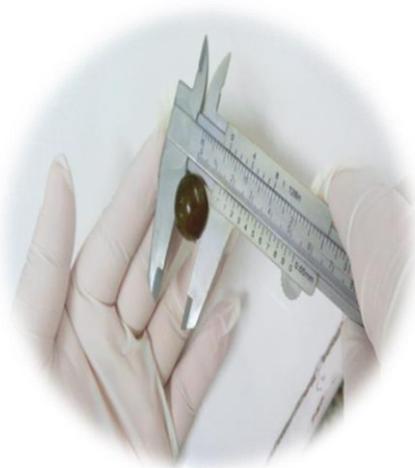


Foto 6. Medición del alga *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)

Foto 7. Pesado de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)

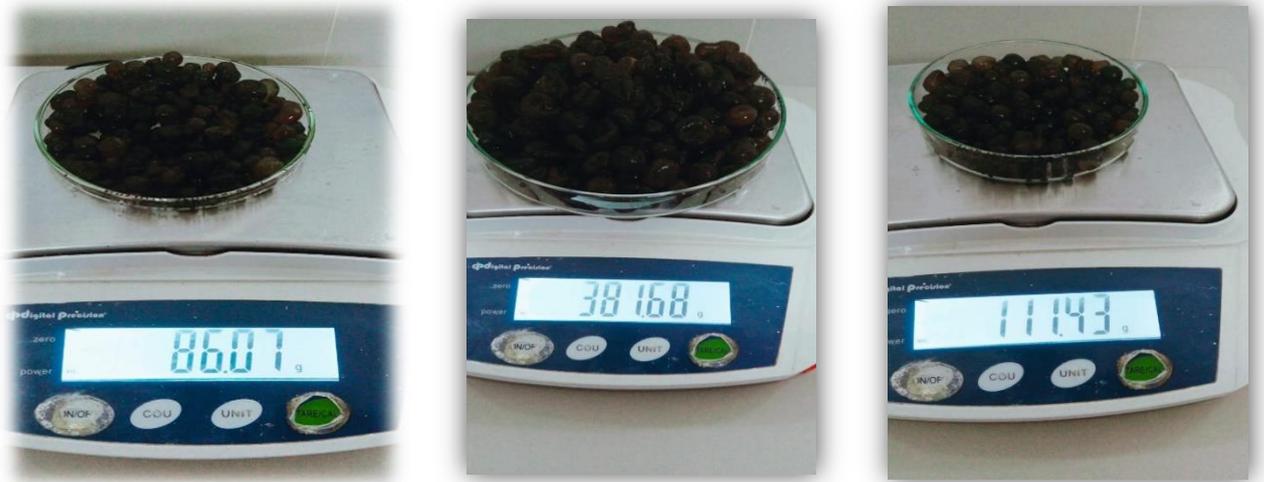


Foto 8. Secado de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Foto 9. Muestra seca de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Foto 10. Molido de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en molino a cuchillas



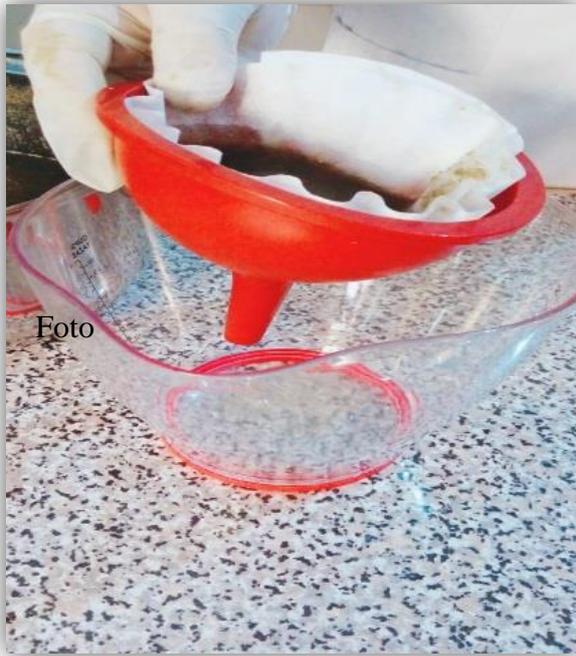
Foto 11. Pesado de muestra seca en polvo de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Foto 12. Extracción a 90°C por 3 horas de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Foto 13. Licuado de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



14. Filtrado de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Foto 15. Refrigerado de muestra de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) con etanol por 15 minutos



Foto 16. Se añade *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) a la muestra de ácido cítrico 5g, se llevó a maceración por una semana



Foto 17. Secado y obtención de los polisacáridos extraídos deL *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)

Anexo 7. TÉCNICA DE OBTENCIÓN DE POLISACÁRIDO EN POLVO DE MUESTRA FRESCA DECOLORADA DE *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Foto 18. Muestra fresca de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Foto 19. Secado de muestra *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Foto 20. Pesado de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)

Anexo 8. MACERACIÓN DEL POLVO DE *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)

CON PERÓXIDO DE HIDROGENO, ETANOL Y ÁCIDO CÍTRICO POR UNA SEMANA



Foto 21. Maceración del polvo de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) con peróxido de hidrogeno, etanol y ácido cítrico por una semana

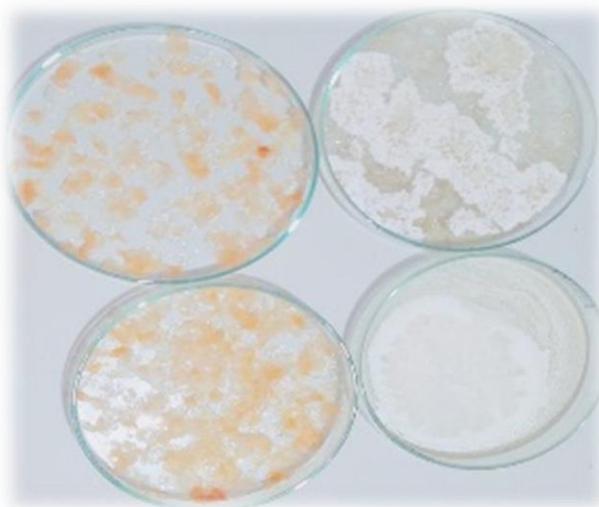


Foto 22. Polisacáridos extraídos de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) con peróxido de hidrogeno, etanol y ácido cítrico por una semana

Anexo 9. OBTENCIÓN DE POLISACÁRIDOS EN POLVO DE MUESTRA  
DECOLORADA DE

*Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Foto 23. Obtención de polisacáridos en polvo de muestra decolorada de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Anexo 10. TÉCNICA Y MÉTODO RECUBRIMIENTO EN *Fragaria vesca* L. (fresa)  
CON POLISACÁRIDOS EXTRAÍDOS POR LICUADO SEMI INDUSTRIAL DE *Nostoc*  
*sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Foto 24. Muestra fresca de  
*Nostoc sphaericum*  
Vaucher ex Bornet &  
Flahault (cushuro)



Anexo 11. MACERACIÓN CON PERÓXIDO DE HIDROGENO, ETANOL  
Y ÁCIDO CÍTRICO DE *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)  
POR UNA SEMANA

de



Foto 25. Maceración con peróxido hidrogeno, etanol y ácido cítrico de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) por una semana



Foto 26. Secado de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)

Anexo 12. OBTENCIÓN DEL POLISACÁRIDO EN POLVO DE *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Foto 27. Obtención del polisacárido en polvo de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Anexo 13. TÉCNICA DE OBTENCIÓN LÍQUIDA DE POLISACÁRIDOS DE MUESTRA DECOLORADA DE *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Foto 29. Técnica de obtención líquida de polisacáridos de muestra decolorada de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Anexo 14. RECUBRIMIENTO CON POLISACÁRIDOS EN FORMA LÍQUIDA EN MUESTRA DECOLORADA DE *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Foto 30. Recubrimiento con polisacáridos en forma líquida en muestra decolorada de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro)



Anexos 15 FOTOS DE LOS RESULTADOS DEL RECUBRIMIENTO CON LOS  
POLISACÁRIDOS OBTENIDOS DE *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault  
(cushuro)



Foto 31. Método de recubrimiento con polisacárido en polvo obtenido de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa)

Mediante el método de recubrimiento con polisacárido en polvo obtenido de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa) de acuerdo al tiempo de conservación y ausencia de hongos ambientales en comparación con el grupo control, obtuvimos resultados de las muestras de códigos 103, 106, 109 y 112 igualan al control.



Foto 32. Método de recubrimiento con polisacárido en polvo de muestra decolorada de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (Cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa)

Mediante el método de recubrimiento con en polvo de muestra decolorada de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (Cushuro) en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa) de acuerdo al tiempo de conservación y ausencia de hongos ambientales en comparación con el grupo control, obtuvimos mejores resultados de la muestra de código 212 que presenta mejores condiciones en el tiempo de conservación y ausencia de hongos ambientales en comparación con el control.

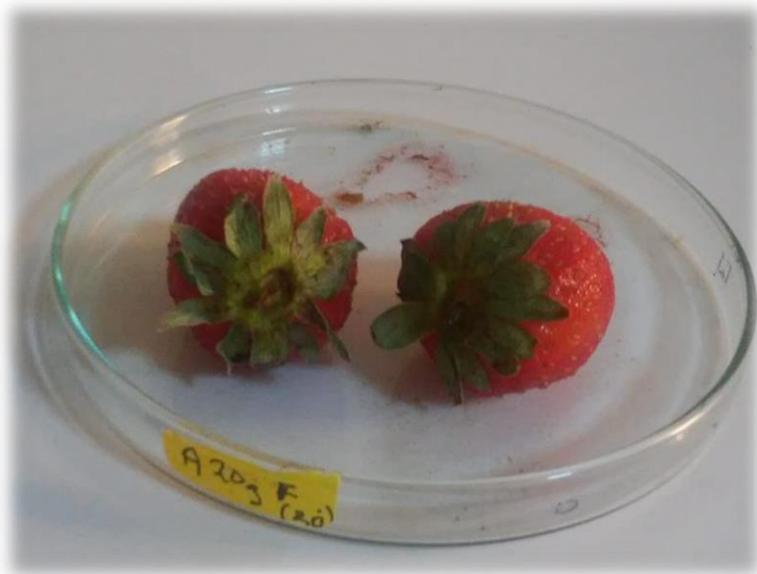


Foto 33. Método de recubrimiento en *Fragaria vesca* L. (fresa) con polisacáridos extraídos por licuado semi industrial de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (Cushuro)

Mediante el método de recubrimiento en *Fragaria vesca* L. (fresa) con polisacáridos extraídos por licuado semi industrial de *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault (Cushuro) de acuerdo al tiempo de conservación y ausencia de hongos ambientales en comparación con el grupo control, obtuvimos resultados de las muestras de códigos 304 ,306 presentan mejores condiciones en el tiempo de conservación y ausencia de hongos ambientales obteniendo mejores resultados en comparación al control.



Foto 34. Metodo recubrimiento directo en muestra fresca de *Fragaria vesca* L.

Mediante el método de recubrimiento directo en muestra fresca de *Fragaria vesca* L. en muestra fresca de *Fragaria vesca* (fresa) de acuerdo al tiempo de conservación y ausencia de hongos ambientales en comparación con el grupo control, obtuvimos que la muestra de código 403 es quien obtiene mejores condiciones en comparación al control.

Anexo 16 fotos de evaluación organoléptica y Encuesta.



ENCUESTA ORGNOLEPTICA

NOMBRE ROSA SILVA QUEVEDO

EDAD 61

FECHA DE NACIMIENTO 19-07-1958

¿Cómo percibió el aroma del producto?

Agradable

Desagradable

¿Cómo determina su sabor?

Agradable

Desagradable

¿Usaría este producto?

Si

No

NOMBRE ELIZABETH ESPINOZA AGUIRRE

EDAD 25

FECHA DE NACIMIENTO 04-11-1993

¿Cómo percibió el aroma del producto?

Agradable

Desagradable

¿Cómo determina su sabor?

Agradable

Desagradable

¿Usaría este producto?

Si

No

NOMBRE ZENAIDA JIAUALLANCA LLAVILLA

EDAD 26

FECHA DE NACIMIENTO 28-09-1992

¿Cómo percibió el aroma del producto?

Agradable

Desagradable

¿Cómo determina su sabor?

Agradable

Desagradable

¿Usaría este producto?

Si

NOMBRE MARGARITA SISNERON

EDAD 49

FECHA DE NACIMIENTO 27-08-1970

¿Cómo percibió el aroma del producto?

Agradable

Desagradable

¿Cómo determina su sabor?

Agradable

Desagradable

¿Usaría este producto?

Si

No

NOMBRE LUZ CLARITA PONCE MARTEL

EDAD: 19

FECHA DE NACIMIENTO: 01-11-2000

¿Cómo percibió el aroma del producto?

Agradable

Desagradable

¿Cómo determina su sabor?

Agradable

Desagradable

¿Usaría este producto?

Si

No

NOMBRE RUTH ROSALES MALVA

EDAD 34

FECHA DE NACIMIENTO 11-09-1985

¿Cómo percibió el aroma del producto?

Agradable

Desagradable

¿Cómo determina su sabor?

Agradable

Desagradable

¿Usaría este producto?

Si

No

