**SECCION A: DATOS GENERALES**

**Título o nombre del proyecto: Aplicación de coberturas comestibles con antimicrobianos naturales en bayas**

**Línea de investigación de la Facultad/Área: Tecnología postcosecha**

**Unidad académica: Escuela Profesional Ingeniería en Industrias Alimentarias**

**Equipo investigador:**

* **Investigador principal: Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta**
* **Co – investigador: Ing. Ms. Carla Consuelo Pretell Vásquez**
* **Colaboradora: Ing. María Luisa Hayayumi Valdivia**

**Duración: Enero – diciembre 2018**

**SECCIÓN B: PLAN DE INVESTIGACIÓN**

1. **Planteamiento y formulación del problema**

El aguaymanto, fresa, arándano, mora y frambuesa, son los denominados berries, cuya demanda mundial crece en 30% anual. Actualmente La Libertad es la región que concentra el 80% de la producción nacional, principalmente del arándano, considerado uno de los frutos bandera. Así mismo, se estima aproximadamente unas 3 mil 200 hectáreas sembradas con estos frutos. El año pasado La Libertad fue la primera región exportadora de arándanos, siguiéndole: Áncash, Lima, Ica, Piura, Cajamarca y Arequipa. En el caso del aguaymanto la primera región exportadora fue Lima, seguido de: La Libertad, Lambayeque, Cusco, Cajamarca, Junín y Arequipa (Andina, 2016).

Las frutas de baya son productos altamente perecibles y por lo tanto es necesario desarrollar estrategias para incrementar su tiempo de vida postcosecha. Uno de los principales factores responsables del acortamiento del tiempo de vida en anaquel de estos productos es la pérdida de peso, que causa el arrugamiento y la pérdida de brillantes del fruto. Así mismo la pérdida de peso en los frutos se da por la transpiración o eliminación del agua, que es producida por la diferencia entre presión de vapor y el aire de alrededor. La pérdida de peso también es afectada por la relación área/volumen, daño mecánico en la epidermis y temperatura de almacenamiento (Chiabrando y Giacalone, 2011). También existen pérdidas de frutos por la presencia de microorganismos patógenos en la postcosecha (Guerreiro y otros, 2015b).

Existe una creciente preocupación por el aumento de exigencia en las características de calidad que son más estrictas por parte de los países destino para el arándano y aguaymanto en fresco, produciendo así un mayor volumen de descarte de exportación, manejando cifras promedio que varían entre un 25 a 30% de berries no exportados de la producción a nivel de país. Motivados por la oportunidad de reducir el descarte y extender el tiempo de vida de los berries, se planteó el problema:

¿Cuál será el efecto de la cobertura comestible con antimicrobiano natural sobre la calidad (color, pérdida de peso, firmeza, recuento de bacterias aerobias mesófilas, mohos y levaduras y apariencia general) de berries?

1. **Antecedentes**

Vieira y otros (2016) evaluaron el efecto de una cobertura comestible a base de quitosano con extracto de aloe vera en la calidad postcosecha de arándanos almacenados a 1 ºC. La pulpa y el líquido del aloe vera fueron extraídos de las hojas y evaluados por su capacidad antifúngica y antioxidante. El recubrimiento con 0.5% (p/v) de quitosano + 0.5% (p/v) glicerol + 0.1% (p/v) Tween 80 + 0.5% (v/v) Aloe vera fracción liquida fueron los que presentaron las mejores características de la cobertura en la superficie del arándano. Los análisis fisicoquímicos (acidez titulable, pH, pérdida de peso) y microbiológicos en arándanos con recubrimiento (con inoculación y sin inoculación de *Botrytis* *cinerea*) fueron realizados durante 25 días. Se redujo aproximadamente 50% y 42% de crecimiento microbiano y pérdida de peso, respectivamente, en arándanos con cobertura, comparado, con arándanos sin cobertura al final del almacenamiento. Después de 15 días, los valores de pérdida de peso fueron 6.2% y 3.7% para arándanos sin recubrimiento y con recubrimiento de quitosano y Aloe vera respectivamente. Los arándanos sin recubrimiento presentaron contaminación por mohos al segundo día de almacenamiento (2.0±0.49 ufc/g) y los arándanos con recubrimiento comestible a base de quitosano y aloe vera presentaron crecimiento de mohos solo después de 9 días de almacenamiento (1.3±0.45 ufc/g). Se demostró que un recubrimiento comestible a base de quitosano y Aloe vera puede extender el tiempo de almacenamiento de arándanos, siendo un buen potencial para extender el tiempo de almacenamiento en frutas.

Duan y otros (2010) evaluaron el efecto de la cobertura comestible en la calidad de arándanos frescos en condiciones comerciales de almacenamiento, 2 °C por 7 días y luego 20 días a 20 °C. Las coberturas usadas fueron quitosano en solución ácida (2%), caseinato de calcio (2%), SemperfreshTM (50%), quitosano en solución acuosa (3%) y quitosano en solución acuosa (1.5%) + alginato de sodio (1%). Las variables analizadas fueron sólidos solubles, pH, acidez titulable, firmeza, pérdida de peso y velocidad de deterioro. Para la pérdida de peso la mejor cobertura fue la de SemperfreshTM después de los 20 días finales de almacenamiento. En la velocidad de deterioro las mejores coberturas fueron solución acuosa de quitosano y quitosano en solución ácida. En la firmeza la cobertura de caseinato de calcio fue la mejor porque mantuvo en mayor grado los valores iniciales. Para el resto de parámetros analizados no se tuvo diferencia significativa entre los tratamientos con y sin cobertura.

López y otros (2012) evaluaron el efecto de coberturas a base de quitosano (1 y 2%), almidón (0.4 y 0.75%) con o sin la adición de aceite esencial de canela (0.03, 0.07 y 0.1%) sobre los cambios en aceptabilidad, fenoles totales, capacidad antioxidante y recuento microbiano en fresas. Las fresas sin recubrimiento se utilizaron 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. Se prepararon 5 tratamientos: T1 con 1% de quitosano (Q) y 0.1% de aceite esencial de canela (AC), T2 con 1% Q más 0.75% de almidón (A) y 0.07% de AC, T3 con 1% Q más 0.4% A y 0.03% AC, T4 con 2% Q y 0.1% AC y T5 sin cobertura (control). En los resultados de la aceptabilidad después del día 5 de almacenamiento se notó una disminución en la mayoría de tratamientos menos en el T1 el cual no mostró disminución hasta el día 12, en la muestra control hubo una drástica disminución de aceptabilidad desde día 5. En el crecimiento microbiológico se evidenció que los tratamientos con coberturas tuvieron menor recuento, a comparación, que la muestra testigo, pero el T4 fue el más efectivo ya que no presentó ningún cambio en los mesófilos aerobios. El contenido de fenoles totales aumentó en el tiempo en los tratamientos T3, T4 y T5. La capacidad antioxidante tuvo un comportamiento similar a la de los fenoles totales, se evidenció que esta no cambió a pesar de haber utilizado el aceite esencial.

Guerreiro y otros (2015a) avaluaron el efecto de una cobertura comestible a base de alginato de sodio (AL), y pectina (PE) enriquecida con aceite esencial de citral y de clavo de eugenol; en el tiempo de almacenamiento de fresas. Se utilizó alginato de sodio 1% (p/v) y pectina 2% (p/w) enriquecido con aceite esencial de clavo de eugenol 0.1 y 0.2% y aceite esencial de citral 0.15 y 0.3%. Las fresas fueron sumergidas en dichas soluciones por 2 minutos, luego se almacenaron a 0.5 ºC. Se evaluó: color CIE (L\*, a\*, b\*, hº, C\*), firmeza, contenido de sólidos solubles, pérdida de peso, capacidad antioxidante equivalente al trolox (TEAC), crecimiento microbiano y el análisis; durante 0, 7 y 14 días de almacenamiento. Los recubrimientos de alginato de sodio 2% + aceite esencial de eugenol 0.1%; alginato de sodio 2% + aceite esencial de citral 0.15% + aceite esencial de eugenol 0.1% y pectina 2% + aceite esencial de eugneol 0.1%; pectina 2% + aceite esencial de citral 0.15% se consideraron como los mejores recubrimientos para mantener la calidad durante el tiempo de almacenamiento de fresas. Se concluye que no se observó diferencia significativa en los parámetros de calidad evaluados en la mayoría de los recubrimientos y en el control del almacenamiento, los recubrimientos redujeron el crecimiento microbiano en fresas frescas. El análisis sensorial demostró que las fresas frescas mantienen un buen perfil sensorial hasta los 7 días de almacenamiento, pero después de los 14 días de almacenamiento los panelistas indicaron pérdida de calidad sensorial. No hubo una diferencia significativa al usar AL o PE como polisacárido en la cobertura comestible. Los mejores recubrimientos para mantener la calidad durante el tiempo de almacenamiento de fresas se usarán en futuros experimentos donde se evaluará parámetros de calidad nutricional.

Ramírez (2012) investigó la aplicación de coberturas a base de gel mucilaginoso de penca sábila (50%) p/p sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la mora Castilla almacenada a 5 °C durante 10 días. Se evaluó la firmeza, el color, características microbiológicas (bacterias mesófilas y mohos y levaduras) y sensoriales, los lotes de frutos con recubrimiento y control se evaluaron durante los 1, 3, 5, 7 y 10 días. Se observó que al final del almacenamiento. Hubo mayor firmeza en los frutos con recubrimiento pese a su disminución en el tiempo. Para el color se manifestó una diferencia marcada a partir del día 3, las coordenadas L\* y b\* disminuyeron pero en menor grado la mora que tuvo cobertura, a comparación, de la muestra testigo. En el recuento de bacterias mesófilas que tanto para la muestra testigo como para la con cobertura existió crecimiento denotándose al final del almacenamiento, valores de 40.3x103 ufc/g y 12.5x103 ufc/g, respectivamente. En el recuento de mohos y levaduras se obtuvo en la mora con cobertura (2.7x 104 ufc/g), en comparación, de la muestra testigo (6.7x 104 ufc/g). Para la evaluación del sabor se presentó una tendencia a la disminución de la percepción de los jueces en ambos tratamientos, en los días 3, 5 y 7 se apreció mejores resultados para las moras con cobertura y para el día 10 se tuvo una gran diferencia en la percepción de sabor siendo la mejor la del fruto tratado.

1. **Justificación**

Uno de los aspectos básicos para el desarrollo de los cultivos de frutales es el aumento de la demanda de frutas frescas y mínimamente procesadas por parte de los consumidores (Rincón y otros, 2012). Las frutas son ricas en antioxidantes naturales, nutrientes, vitaminas y fibra. Por lo que el mayor consumo de frutas en la dieta lo hace interesante para convertirse en una fuente natural de ingesta de estos compuestos (Guerreiro y otros, 2015a).

La aplicación de coberturas comestibles está incrementando su interés debido a su capacidad para reducir la velocidad de respiración y transpiración, mientras aumenta los periodos de almacenamiento y la retención de la firmeza en las berries. Las coberturas también proporcionan buenas propiedades mecánicas, no son tóxicas y no contaminan el medio ambiente, además pueden ser utilizadas a bajo costo (Guerreiro y otros, 2015b).

Las coberturas comestibles hechas de polisacáridos o proteínas, usualmente tienen la propiedad de barrera a los gases, pero muestran alta permeabilidad a la humedad y pobre barrera al vapor de agua. Además, las coberturas compuestas por lípidos (ceras u otros lípidos) presentan buena barrera al vapor de agua, pero muestran pobre resistencia mecánica y alta permeabilidad al oxígeno. Así mismo, cuando los ingredientes son combinados, pueden interactuar físicamente y químicamente y dar como resultado coberturas con propiedades mejoradas. La superficie de la cobertura puede disminuir la permeabilidad de la fruta, modificar la atmósfera interna, reducir la pérdida de agua y disminuir la velocidad de respiración (Tanada y Grosso, 2005).

La incorporación de ingredientes activos a las coberturas comestibles, permite que puedan ser consumidos con el alimento, mejorando la calidad nutricional y seguridad debido a su actividad antimicrobiana (Hassanpour, 2015). Las coberturas comestibles con antimicrobianos, que mantienen altas concentraciones de los conservantes en la superficie del alimento, son una forma de envasado activo que pueden extender el tiempo de vida de productos frescos mientras proporcionan seguridad microbiológica a los consumidores (Márquez y otros, 2013).

Diferentes componentes han sido propuestos como antimicrobianos, entre ellos tenemos: ácidos orgánicos, enzimas, aceites esenciales y extractos naturales de plantas. La influencia de los antimicrobianos usados dependerá de su concentración, estructura química, grado de dispersión en la cobertura y grado de interacción con los polímeros. Si hay una adecuada homogenización del sistema es posible mejorar la uniformidad de la cobertura de acuerdo al tamaño y distribución de las partículas en la fase dispersa, mejorando así la funcionalidad de la barrera. Las plantas son una fuente invaluable de nuevas moléculas biológicamente activas. Ellas producen diversos metabolitos secundarios, muchos de los cuales presentan actividad antifúngica. El extracto de molle constituye una fuente rica de monoterpenos, sesquiterpenos y triterpenos, los cuales se emplean como fungicidas naturales y se encuentran principalmente en las hojas. Asimismo, tenemos el extracto de mático el cual presenta actividad antifúngica y antibacteriana, teniendo como ingredientes activos alcaloides, amidas, pironas, dihidrochalconas, flavonoides, fenilpropanoides, lignanos y neolignano. Estas amidas han generado interés debido a sus potentes propiedades insecticidas y antifúngicas aplicadas en frutas y hortalizas (Márquez y otros, 2013).

La aplicación de aceites esenciales como agentes antimicrobianos ha ganado interés considerablemente, como una alternativa de conservadores químicos (Azarakhsh y otros, 2014). Los aceites esenciales son el producto final del metabolismo secundario de las plantas aromáticas. Se tiene amplia evidencia que estos presentan inhibición contra hongos y bacterias. La actividad antifúngica de los aceites esenciales se asocia al contenido de fenoles monoterpenos especialmente el de tomillo, orégano y clavo de olor (Márquez y otros, 2013).

1. **Objetivos**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Objetivo General(Propósito del proyecto ) | Resultados Finales | Medios de Verificación |
| Evaluar el efecto de las coberturas comestibles con antimicrobianos naturales y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de los frutos de bayas. | R1 Prueba análisis de varianza | MV1 análisis estadístico que permite determinar el efecto que tuvieron los antimicrobianos naturales usados  |
| Determinar la cobertura y concentración de antimicrobiano natural que permita obtener las mejores características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en bayas durante el almacenamiento. | R1 Medición de velocidad de respiración, color, firmeza, pérdida de peso, fenoles totales, antocianinas totales  | MV1 Análisis de gases (emisión de CO2 y O2), colorímetro escala cielab, texturómetro escala Newton, balanza escala gramos, espectofotometría expresado en mg acido gálico por 100 g de peso fresco, espectofotometría expresado en mg of cianidin 3-glucosido por 100 g peso fresco |
| R2 Medición recuento de bacterias aerobias mesófilas viables y de mohos y levaduras | MV2 Por siembra en agar PCA expresado en ufc/g muestra fresca |
| R3 Medición de la aceptabilidad general de los frutos  | MV3 Prueba de escala hedónica con 7 puntos |
| R4 Prueba Duncan | MV4 análisis estadístico que permite determinar que dosis es la que mejor resultados obtiene de acuerdo a cada variable |
| Objetivos Específicos(Componentes) | Resultados Intermedios: | Medios de Verificación |
| Caracterizar cobertura comestible en berries | P1 Medición de resistencia a la tensión, permeabilidad a vapor de agua, espesor, opacidad, solubilidad de cobertura | MV1 por texturómetro escala Newton, por isotermas de absorción, por vernier escala mm, por espectrofotometría (absorbancia), por diferencia de peso expresado en g  |

1. **Marco Teórico**

**5.1 Características de las berries**

Los berries tienen características muy distintas, las cuales se debe conocer para manejarlos en forma adecuada. Estas frutas son muy saludables y se caracterizan por su alta actividad antioxidante, debido a un alto contenido de compuestos bioactivos, en especial los pigmentos como antocianinas, flavonoides, y otros compuestos fenólicos responsables del color. Estos compuestos bioactivos son de gran importancia para la salud humana evitando diferentes tipos de enfermedades. Este grupo de frutos son muy perecederos y se caracterizan por tener una vida muy corta después de la cosecha en condiciones óptimas de manejo. Por ejemplo, la vida máxima de zarzamora y frambuesa es de 2-5 días, fresa de 7 a 10 días, arándano azul de 1-2 semanas y arándano rojo de 2-4 meses (Yahia, 2016).

Los berries con excepción del arándano son no-climatéricas, indicando que no son capaces de seguir madurando después de la cosecha, por lo que es importante no cosecharlas antes de alcanzar su estado óptimo de consumo. Todas estas frutas producen cantidades muy pequeñas de etileno (< 0.1 a 1.0 ppm por kg por hora a 20°C) y el etileno no estimula la maduración de la fresa, frambuesa y zarzamora. Siendo climatérico, el arándano responde al tratamiento con etileno. Los berries son insensibles al daño por frío después de la cosecha y por lo tanto es importante mantenerlos siempre en las más bajas temperaturas posibles (arriba de la temperatura de congelación). Además, son muy resistentes a altas concentraciones de dióxido de carbono, la cual es una gran ventaja para utilizarla en el control de pudriciones. Las causas de deterioro son la pudriciones (especialmente causados por *Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifer*), daños físicos y mecánicos, perdida de agua y daños causados por concentraciones extremas de gases (bajas concentraciones de oxígeno y muy altas de dióxido de carbono) (Yahia, 2016).

**Índices de calidad.** Los índices más importantes de calidad son: la apariencia de la fruta (color, tamaño, forma, ausencia de defectos y firmeza); el sabor (sólidos solubles, acidez titulable y compuestos volátiles aromáticos); y el valor nutritivo que abarca el contenido de vitaminas A y C. Para un sabor aceptable es necesario un mínimo de 7 % de solidos solubles y/o un máximo de 0.8% de acidez titulable (Yahia, 2016).

**Índices de madurez y cosecha.** Todos los berries se deben de cosechar maduras o casi maduras, ya que no siguen madurando después de la cosecha. El color de la superficie de la fruta es lo más importante. Por ejemplo, la fresa se debe cosechar con más del 50% de color. Los sólidos solubles y la acidez titulable pueden considerarse en algunas frutas (Yahia, 2016).

**5.2 Daños postcosecha**

**Pérdida de agua**. Los berries son frutos muy susceptibles a la pérdida de agua, causando deshidratación, arrugamiento, pérdida de brillo y también perdida de algunos compuestos bioactivos (aquellos que son solubles en agua como la vitamina C). Para minimizar la pérdida de agua, es importante enfriar la fruta lo más rápido posible, mantenerla en la temperatura y la humedad relativa óptimas. La humedad relativa óptima para todos los frutos de berries es de 90-95%. El uso de envases adecuados ayuda a mantener una alta humedad relativa. La máxima cantidad de perdida de agua permitida en frambuesa y zarzamora antes de convertirse en no comercializable es de 6% (Yahia, 2016).

**Daño por frío en arándanos rojos**. Los berries no son normalmente sensibles al frío, con excepción a los arándanos rojos que pueden presentar una apariencia deslustrada, una textura gomosa y una mayor susceptibilidad a la pudrición como respuesta a temperaturas muy bajas (Yahis, 2016).

**Desórdenes por extremas concentraciones de gases.**Concentraciones de oxígeno menores de 2% y/o mayores a 25% de dióxido de carbono pueden causar el desarrollo de una decoloración parda y sabores desagradables dependiendo del cultivar, la duración de la exposición y la temperatura (Yahia, 2016).

**Enfermedades.** Las pudriciones son las causas más importantes de pérdidas en postcosecha de los berries. En los arándanos rojos cosechados en agua producen mayores pudriciones y más degradación fisiológica que en los que son cosechados a mano, especialmente si la fruta es conservada en agua por más de 12 a 24 horas. Las enfermedades más importantes de los frutos de berries incluyen:

**Pudrición por *Botrytis*** (pudrición gris): causada por el hongo *Botrytis cinérea* y es muy común en todos los berries, en donde la infección ocurre comúnmente en el campo y se mantiene en forma latente. Este hongo puede crecer a temperatura de 0 °C, aunque muy lentamente.

**Pudrición por *Rhizopus*:** causada por el hongo *Rhizopus stolonifer*, las esporas de este hongo generalmente se encuentran presentes en el aire, especialmente en los cuartos de almacenamiento y se propagan fácilmente. El hongo no crecerá a temperaturas inferiores a 5°C, por lo que el método más importante de su control es el manejo de la temperatura (Yahia, 2016).

* 1. **Coberturas comestibles**

Una cobertura comestible es definida como una sustancia aplicada en el exterior de los alimentos de manera que el producto final sea apto para el consumo. Estos recubrimientos deben ser legales, inocuos, aceptables sensorialmente proporcionar un valor agregado al alimento (Baldwin y otros, 2012). Las coberturas comestibles de diferente composición han sido probadas y usadas para prolongar el tiempo de vida de frutas enteras y procesadas, reduciendo el proceso metabólico y retardando el crecimiento microbiano. Así mismo, permite crear una barrera protectora para reducir la velocidad de respiración y transpiración, retardando la senescencia mientras prolonga la calidad (Azarakhsh y otros, 2014; Guerreiro y otros, 2015a).

Para que la aplicación sea exitosa en el producto, la cobertura debe secar rápidamente, no debe producir espuma y se debe remover fácilmente de los equipos. Una vez aplicado, no debe agrietarse, decolorarse o caerse durante la manipulación. No debe reaccionar de manera adversa con los alimentos ni poner en riesgo la calidad sensorial del producto, pero debe restringir el paso de gases como oxígeno y dióxido de carbono. Durante el almacenamiento de los productos, el recubrimiento no debe fermentar, coagular, separase, desarrollar aromas desagradables, entre otras anormalidades (Baldwin y otros, 2012).

Los ingredientes básicos de una cobertura comestible son proteínas, polisacáridos y lípidos; mientras que los ingredientes activos incluyen otros generalmente considerados como compuestos seguros (GRAS) y de grado alimentario por cumplir con las regulaciones internacionales que considera a las coberturas comestibles como parte del alimento (Sanchís y otros, 2016).

Los ingredientes activos son agregados durante el proceso de elaboración de las coberturas comestibles y pueden ser agentes antioxidantes, agentes antimicrobianos (lisozimas, nisina, ácidos orgánicos, aceites esenciales, extractos de plantas), agentes aromatizantes, pigmentos o nutrimentos (Pascall y Lin, 2013, Sanchís y otros, 2016). Los residuos agroindustriales están siendo promovidos como ingredientes funcionales y/o nutraceuticos, pudiendo ser utilizados como agentes antibacterianos, antifúngicos y antioxidantes (Khalifa y otros, 2017).

**5.4 Biopolímeros usados en coberturas comestibles**

Los biopolímeros se generan por sistemas biológicos o pueden ser sintetizados a partir de materiales renovables; por lo que su degradación llega a darse en dos semanas o pocos meses. Los biopolímeros naturales provienen de cuatro grandes fuentes: origen animal (colágeno/ gelatina), origen marino (quitina/quitosano), origen agrícola (lípidos e hidrocoloides) y origen microbiano (goma xantana) (León-López y otros, 2017).

**Polisacáridos**

Son polímeros que forman redes moleculares cohesionadas por una alta interacción, entre sus moléculas (puentes de hidrógeno, fuerzas de Van der Walls, London, Debye, de cristalización o de valencia primaria). Su cohesión molecular les confiere buenas propiedades mecánicas, pudiendo ejercer de matriz estructural de la cobertura comestible (Anchundia y otros, 2016).

Los polisacáridos empleados son derivados de la celulosa como la Metilcelulosa (MC), hidroximetilcelulosa (HMC), hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) y carboximetilcelulosa (CMC), pectinas, derivados del almidón, alginatos, carragenina, quitosano y gomas (Arnon y otros, 2014).

Las coberturas elaboradas a partir de almidón son claras, flexibles, transparentes y presentan excelente barrera al oxígeno. Sin embargo, sus propiedades de barrera contra la humedad, no son tan buenas. La matriz o red es normalmente formada durante el secado de una dispersión gelatinizada debido a los puentes de hidrógeno que se establecen entre los grupo hidroxilo (Anchundia y otros, 2016).

El gel de aloe vera presenta un gran interés en la industria alimentaria para su uso como un ingrediente funcional. En los últimos años se ha establecido un protocolo de obtención y procesado de este gel con el fin de garantizar la calidad y seguridad, y evitar así mismo el fraude en este tipo de producto. El gel de aloe vera contienen más de 75 nutrientes y 200 compuestos activos, incluyendo el polisacáridos (acemanano), antraquinonas, saponinas, vitaminas, enzimas, minerales, lignina, ácido salicílico y aminoácidos. Así mismo, se han realizado trabajos que han demostrado que el uso del gel de aloe vera como cobertura comestible es capaz de prolongar la vida útil de frutas como cerezas, uvas de mesa y nectarinas, retrasando los parámetros relacionados con el deterioro desde el punto de vista de calidad y mejorando sus propiedades funcionales. Además, se ha visto que tiene una gran capacidad para el control de microorganismos causantes de podredumbres en frutas como *Botrytis cinérea*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium expamsum*, *Alternaria alternate* y otros. La actividad antifúngica del aloe vera está basada en la supresión de la germinación y la inhibición del crecimiento del micelio, y ha sido atribuida a la presencia de más de un compuesto activo con acción antifúngica, aunque el mecanismo de acción específico aún se desconoce (Sánchez, 2014)

**Proteínas**

Las proteínas forman coberturas con barreras más débiles que los polisacáridos al vapor de agua por su naturaleza hidrofílica, pero por otro lado, desarrollan muy buenas propiedades de barrera al oxígeno, lo que ayuda a controlar el intercambio de gases entre el fruto y el medio ambiente. La capacidad de diferentes proteínas para formar coberturas depende de su peso molecular, conformaciones, propiedades eléctricas y estabilidad térmica. Las proteínas de leche son la fuente más común para obtener recubrimientos. Las proteínas y polisacáridos son biopolímeros hidrófilos y se han combinado para formar coberturas comestibles compuestas (Vásquez-Briones y Guerrero-Beltrán, 2013).

La gelatina es una proteína extraída del colágeno de los animales, tiene diferentes propiedades, se funde de forma reversible por debajo de la temperatura corporal y contiene un gran número de aminoácidos tales como la alanina, glicina, prolina, 4-hidroxiprolina, etc. La estructura típica de la gelatina es -Ala-Gly-Pro-Arg-GlyGlu-4Hyp-Gly-Pro- y su peso molecular es de 15000 a 250000 g/mol; es soluble en agua, ácido acético y en la mayoría de los disolventes orgánicos y es totalmente biodegradable. Gracias a sus propiedades y características de gelificación es uno de los biomateriales usados para la formación de coberturas y películas debido a su gran abundancia, su bajo costo de producción, su alta disponibilidad y principalmente a sus excelentes propiedades para formar películas claras, flexibles, fuertes y con una alta permeabilidad al oxígeno (León-López y otros, 2017).

**Lípidos**

Las coberturas a base de lípidos presentan una excelente barrera a la humedad debido a su naturaleza hidrofóbica, lo que reduce la pérdida de agua en las frutas y además mejoran el brillo en el fruto. Así mismo estas coberturas son menos permeables a los gases por lo que puede fomentar la acumulación de dióxido de carbono y etanol, causando el desarrollo de sabores y olores fuera de lo común. Debido a que las coberturas a base de lípidos son relativamente frágiles, frecuentemente están soportadas por componentes auxiliares como polisacáridos, que proporcionan resistencia mecánica y mejora las características de barrera a la humedad (Arnon y otros, 2015).

**Plastificantes**

Son sustancias no volátiles de bajo peso molecular que se adiciona a un material polimérico para modificar propiedades físicas y mecánicas; tiene como efecto principal abatir la temperatura de transición vítrea (Tg), la cual se define como la temperatura a la cual las propiedades mecánicas cambian debido a los movimientos internos de las cadenas poliméricas. Para que un plastificante pueda ser utilizado debe tener una Tg baja y debe ser completamente miscible en el biopolímero. La adición de plastificantes permite la obtención de películas menos frágiles, más flexibles y dóciles, dado que estos compuestos debilitan las interacciones moleculares del biopolímero favoreciendo la formación de una red estructural más homogénea (León-López y otros, 2017).

**Aditivos usados en coberturas comestibles**

Las coberturas y películas comestibles pueden llevar varios agentes activos, tales como emulsionantes, antioxidantes, antimicrobianos, nutracéuticos, saborizantes y colorantes, y pueden mejorar la calidad y seguridad de los alimentos, hasta el nivel en el que los aditivos interfieran con las propiedades físicas y mecánicas de las coberturas y películas. Los emulsionantes son agentes tensoactivos de naturaleza anfifílica que son capaces de reducir la tensión superficial de la interfaz agua-lípido o agua-aire. La energía superficial modifica el control de la adherencia y humectabilidad de la superficie de la cobertura. Aunque muchos biopolímeros poseen ciertos niveles de capacidad emulsionante, es necesario incorporar emulsionantes en las soluciones formadoras de coberturas. En el caso de proteínas, algunas tienen suficiente capacidad emulsionante debido a su estructura anfifílica. Además de los emulsionantes, agentes antioxidantes y antimicrobianos también se pueden incorporar en las coberturas y películas comestibles para lograr obtener películas activas o coberturas funcionales, permitiendo proteger a los productos alimenticios de la oxidación y el deterioro microbiano, dando como resultado un mejoramiento de la calidad y una mayor seguridad. Cuando las sustancias nutracéuticas y farmacéuticas se incorporan en una cobertura o películas comestibles, el sistema puede usarse para transportar las sustancias activas. La adición de sabores y colorantes incorporados pueden mejorar la preferencia organoléptica y la percepción visual de la calidad, respectivamente. Debido a las diferentes características químicas que presentan los aditivos activos que se incorporan a la solución formadora de cobertura o película, es importante modificar la composición de la película, logrando mantener una estructura homogénea y una propiedad física adecuada (Han, 2014)

**5.5 Métodos para aplicar las coberturas comestibles**

Para las frutas con superficies irregulares, el método más adecuado es el de inmersión, debido a que se requiere una cobertura uniforme. La fruta debe ser lavada y secada previamente, luego se sumerge directamente en la formulación de la cobertura, posteriormente se deja drenar al material sobrante y se procede al secado, este método es muy aplicado en las coberturas comestibles con cera en frutas enteras, garantizando un impregnado completo para formar una película membranosa delgada sobre la superficie de la fruta. En frutas de superficies lisas y uniformes, el método más utilizado es el de aspersión, ya que se obtienen recubrimientos más delgados y uniformes que los obtenidos por inmersión. La solución se aplica presurizada, mediante la regulación de la presión, para conseguir diferentes tamaños de gota. La aplicación de la cobertura se realiza con aspersores de alta presión que permiten emplear menos material de cobertura. Otros métodos son la aplicación mecánica o manual con brochas (Vásquez-Briones y Guerrero-Beltrán, 2013).

1. **Hipótesis**

La adición de antimicrobianos naturales en la cobertura comestible permitirá conservar mejor las características de calidad y extender la vida útil en bayas durante su almacenamiento.

1. **Metodología**
	1. **Lugar de ejecución**

Las pruebas experimentales y los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales se realizarán en el Laboratorio de Tecnología y Microbiología de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

* 1. **Materia prima**

Arándano variedad Biloxi adquirido en el fundo Armonía 3 en la localidad de Salaverry- Trujillo- La Libertad. Proporcionados por la empresa Tal S.A.

Fresa variedad California adquirido en el fundo Armonía 3 en la localidad de Salaverry- Trujillo- La Libertad. Proporcionados por la empresa Tal S.A.

Frambuesa variedad adquirido en el fundo Armonía 3 en la localidad de Salaverry- Trujillo- La Libertad. Proporcionados por la empresa Tal S.A.

Aguaymanto variedad Corpoica Andina adquirido en la localidad de San Pablo-Cajamarca.

**7.3 Insumos**

* Pencas de Aloe vera
* Aceite esencial de canela. Marca Aromas del Perú
* Aceite esencial de limón. Marca Aromas del Perú
* Gelatina, 280 Bloom. Marca Gel Base.
* Bandejas de plástico pequeñas tipo “clamshell” de 170 g de capacidad, proporcionadas por la empresa Tal S.A.
* Desinfectante: dióxido de cloro al 10%. Marca Linros E.I.R.L
* Ácido cítrico. Grado Alimenticio. Marca NorBright.
* Agua de mesa. Marca Agua Fiel

**7.4 Equipos e instrumentos de laboratorio**

- Refrigeradora. Marca Bosch. Modelo Frost 44. Rango 0 a 8 ºC. Precisión + 2 ºC.

* Ventilador box. Marca IMACO. [Modelo](http://www.ostervenezuela.com/ProductDetail.aspx?cid=2726&pid=6632) IVA 13
* pH-metro. Marca Oakon. Modelo PHTESTR30. Precisión 0.01. Rango 0-15.
* Balanza semianalítica. Marca OHAUS. Modelo spj6001. Capacidad 0 – 600 g, sensibilidad aprox. 0.1 mg.
* Colorímetro Konica Minolta. Modelo CR – 400.
* Termómetro digital. Marca Multidigital. Rango de 50 a 200 ºC. Precisión + 0.01 ºC.
* Texturómetro INSTRON 3342. Fuerza 50 N
* Secador híbrido (solar-eléctrico). Capacidad 30 kg/batch.
	1. **Método experimental**

Se desarrollará en dos fases, en la primera fase se procederá a elaborar una cobertura comestible a base de gelatina y gel aloe vera, para cada fruto baya en función a su necesidad de respiración, haciendo uso como apoyo de un agente plastificante. Posteriormente a las coberturas desarrolladas para cada fruta se les incorporará los antimicrobianos naturales aceite esencial de canela y aceite esencial de limón, y caracterizará la cobertura con los análisis indicados en la parte inferior. En la segunda fase se sumergirá las bayas en la cobertura con diferentes concentraciones de antimicrobiano para evaluar sus características de calidad, el tiempo de evaluación será para el arándano y aguaymanto 28 días tomando muestras cada 7 días, en el caso de la fresa y frambuesa se evaluará 09 días tomando muestras cada 03 días.

 **Elaboración de cobertura comestible**

Se eliminará el yodo de las hojas de aloe vera sumergiéndolas en agua potable un día anterior a la preparación de la cobertura. Se pelará y el gel carnoso se triturará en una licuadora por aproximadamente 30 segundos. La mezcla resultante se filtrará para eliminar las fibras. Se preparará una solución acuosa al 25% de gel Aloe vera. Se adicionará ácido cítrico solo si es necesario para regular el pH de la solución a 4. Se adicionará la gelatina al 2% calentándose a 90 °C durante 10 minutos, se adicionará el plastificante glicerol al 27% en función de la cantidad gelatina, dejándose enfriar a 30 °C para su utilización. La cobertura se dividirá en frascos color ámbar para evitar la oxidación del gel, y en ellos se adicionará las concentraciones correspondientes de aceite esencial de canela y limón al 0.01 y 0.03%, posteriormente puede almacenarse en refrigeración hasta su aplicación (Adetunji y otros, 2014).

* 1. **Métodos de análisis**

**Análisis de caracterización de la cobertura comestible**

**Resistencia a la tensión (RT)**

La RT se determinará mediante un ensayo de tracción con un texturómetro Instron. Se elaborarán coberturas con dimensiones de 5 x 2 cm las cuales serán cargadas al equipo. La velocidad de la cruceta se ajustará a 10 mm/s. Los resultados serán obtenidos directamente mediante el uso del software del equipo (Anchundia y otros, 2016).

**Permeabilidad al vapor de agua (PVA)**

La permeabilidad al vapor de agua de las coberturas se determinará gravimétricamente, a 25°C, adaptando el procedimiento recomendado por la norma ASTM E96-00 (2000). Para realizar el ensayo de permeabilidad se utilizaran celdas de acrílico con las siguientes dimensiones: 4.4 cm de diámetro interno, 8.4 cm de diámetro externo, resultando en un área expuesta de 15,205 cm2. La profundidad de las celdas será de 3.5 cm y la cobertura se colocará entre el cuerpo principal de la celda y su tapa. Las celdas se llenarán con CaCl2 en su interior, y manteniendo un espacio de cabeza de 10 mm entre el desecante y la cobertura, poseían una presión parcial de vapor de agua ≅ 0 Pa. La hermeticidad del cierre de las celdas, se asegurará aplicando grasa de vacío a las planchas de goma adheridas en la tapa y el cuerpo principal de la celda, así como mediante cuatro tornillos equidistantes. La celda será ubicada en una cámara de humedad y temperatura controlada, ajustada a 25°C y 70% de H.R. (presión parcial de vapor de agua ≅ 2288 Pa). Luego de, aproximadamente, 12 horas se alcanzará el estado estacionario y se registrará los incrementos de peso de las celdas. Se registrará el cambio de peso dos veces al día (9 y 17 horas) durante tres días. Utilizando un ajuste por regresión lineal de los datos de variación de peso versus el tiempo, se calculará la velocidad de trasmisión de vapor de agua (VTVA) según la ecuación: VTVA=G/t x A, donde G es el cambio de peso del material en gramos, t es el tiempo trascurrido en horas y A es el área de película expuesta en m2.

Luego, se obtendrá la permeabilidad al vapor de agua utilizando las ecuaciones: P’=VTVA/ ∆p, donde P’ es la permeanza, ∆p es la diferencia de presión de vapor de agua en la cámara y VTVA es la velocidad de trasmisión de vapor de agua. PVA=P’ x e, donde PVA es la permeabilidad al vapor de agua, P’ es la permeanza y e es el espesor del material. Para dichos cálculos se determinará el espesor de las coberturas utilizando un micrometro. Una vez obtenido el valor de PVA, se efectuará la corrección recomendada por Miramont (2012). Todos los ensayos serán realizados, al menos, por triplicado.

**Espesor**

El espesor de la cobertura será obtenido por medida directa en tres secciones diferentes de la cobertura (extremos y parte central), para ello se utilizará un micrómetro (Mitutoyo, Japón) (Anchundia y otros, 2016).

**Opacidad**

Mediciones de opacidad se realizarán según Anchundia yotros (2016). Una porción de cobertura se cargará en un espectrofotómetro (UV-VIS, Jenway, Reino Unido) y se determinará la absorbancia a 600 nm. La opacidad se determinará de acuerdo con la ecuación 1:

Opacidad = absorbancia/X Ecuación 1

Donde X es el espesor de la película en mm.

**Solubilidad**

La solubilidad en agua de las coberturas se determinará de acuerdo con el método de Anchundia y otros (2016). Las coberturas se secarán hasta peso constante a 100 °C (peso inicial). Cada muestra se colocará en un vaso precipitado que contiene 50 ml de agua destilada y se agitará por medio de un agitador orbital (mrc, Alemania) a temperatura ambiente durante 24 h. La cobertura remanente (sin disolver), se colocará en una estufa a 100 °C durante 24 h luego de lo cual se determinará su peso (peso final). El porcentaje de solubilidad será calculado mediante la ecuación 2:

% solubilidad = ((peso inicial seco – peso final seco)/peso inicial seco)\*100 Ecuación 2

**Análisis fisicoquímicos de las bayas con cobertura comestible**

**Velocidad de respiración**

Las muestras serán enviadas a laboratorios de Universidad Nacional de Trujillo.

**Pérdida de peso**

Se determinará periódicamente pesando antes y después de cada periodo de almacenamiento. Los resultados serán expresados como porcentaje de pérdida de peso respecto al peso inicial (Guerreiro y otros, 2016)

**Color**

Se utilizará el sistema CIELAB, usando el colorímetro Kónica-Minolta, modelo CR-400. El equipo se calentará durante 10 minutos y se calibrará con un blanco estándar. Luego se determinará el valor de luminosidad (L\*) (L\*=0 para negro y L\*=100 para blanco), reportándose el promedio de 5 valores (Guerreiro y otros, 2016)

**Firmeza**

La firmeza se determinará de manera instrumental considerándose el uso de un texturómetro Instron modelo 3342, reportándose el promedio de 5 mediciones. Los parámetros del ensayo consideraran, modo: medida de fuerza en compresión, opción: retorno al inicio, velocidad de test: 1.0 mm/s, velocidad de post-test: 10.0 mm/s, (Guerreiro y otros, 2015a).

**Contenido de fenoles totales**

Será determinado de acuerdo al método colorimétrico de folin ciocalteu. Una muestra de 80 mL de jugo de berries y 20 mL de carbonato de sodio (75g/L) serán adicionados a 100 mL de folin ciocalteu (10% w/v). Después de 30 min de reacción a temperatura ambiente (23 ºC), la absorbancia será medida a 765nm. El ácido gálico será usado para elaborar una curva estándar de calibración (Guerreiro y otros, 2016)

**Contenido de flavonoides totales**

Al extracto similar al obtenido para la determinación del contenido de fenoles totales (1 mL) se mezcló con 4 mL de agua destilada y, al tiempo inicial se adicionó 0,3 mL de nitrito de sodio (5% p/v), después de 5 min se adicionó 0,3 mL de cloruro de aluminio (10% p/v). Un minuto después, fue adicionado 2 mL de hidróxido de sodio 1 M. Luego, el volumen fue enrazado a 10 mL con 2,4 mL de agua destilada. La mezcla fue agitada y su absorbancia fue medida a 510 nm en un espectrofotómetro de luz visible, usando catecol como estándar. Los resultados fueron expresados como mg catecol/ 100 g de peso fresco (Márquez y Pretell, 2013).

**Análisis microbiológicos de las bayas con cobertura comestible**

**Recuento de bacterias aerobias mesófilas viables**

Se separarán asépticamente 10 g de cada muestra que serán homogenizadas en 90 mL de agua peptonada al 0.1%. Otra solución de 10-1 fue preparada. El recuento de bacterias aerobias mesófilas viables se determinará usando el método de siembra en superficie en Agar Cuenta gérmenes (PCA) como el medio, por duplicado. Las placas se incubaron a 35 °C durante 48 h. Los resultados se expresarán en unidades formadoras de colonia (ufc/g) (Guerreiro y otros, 2016).

**Recuento de mohos y levaduras**

Se separarán asépticamente 10 g de muestra que se homogenizarán en 90 mL de agua peptonada al 0.1%. Se prepararan una serie de diluciones en 9 mL de agua peptonada con 1 mL de alícuota. El recuento de mohos y levaduras se realizará en agar Sabouraud a 30 ºC por 3 días. Los resultados se reportarán en ufc/g (Guerreiro y otros, 2016)

**Análisis sensorial de las bayas con cobertura comestible**

Se analizarán sensorialmente para evaluar la apariencia general usando una escala hedónica estructurada de 9 puntos, donde 9: me gusta muchísimo, 8: me gusta mucho, 7: me gusta bastante, 6: me gusta ligeramente, 5: ni me gusta ni me disgusta, 4: me disgusta ligeramente, 3: me disgusta bastante, 2: me disgusta mucho y 1: me disgusta muchísimo. En cada día de evaluación se trabajará con 30 panelistas no entrenados, eventuales consumidores de frutos tipo berries que representarán al público objetivo (Guerreiro y otros, 2016)

**Análisis estadístico**

El diseño estadístico aplicado para la evaluación paramétrica de las características fisicoquímicas (velocidad de respiración, pérdida de peso, color, firmeza, contenido de fenoles y contenido de antocianinas) y características microbiológicas (bacterias aerobias mesófilas viables, mohos y levaduras) corresponde a un arreglo factorial 2\*4, con 3 repeticiones, para lo cual se utilizará un análisis de varianza. Así mismo, se aplicará la Prueba de Levene para evaluar homogeneidad de varianzas, finalmente la Prueba de comparaciones múltiples de Duncan, todas con un nivel de confianza del 95%.

Los datos obtenidos en la evaluación de la aceptabilidad general serán evaluados mediante las pruebas no paramétricas de ManWhitney y Kruskal Wallis, ambas con un nivel de confianza de 95%. Se utilizará el software SPSS (Statistical Package for the Social Science) versión 22.

1. **Bibliografía**

Adetunji, C.; Fadaji, A.; Aboyiji, O. 2014. Effect of chitosan coating combined aloe vera gel on cucumber (*Cucumis sativa* L.) post-harvest quality during ambient storage. Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences 5(6): 391-397.

Anchundia, K.; Santacruz, S.; Coloma, J. 2016. Caracterización física de películas comestibles a base de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*). Revista chilena de nutrición 43(4): 394-399.

Andina. 13 mayo del 2016. Reportado en: <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia->sierra-exportadora-arandano-seria-tercera-fruta-mas-exportada-2017-612478.aspx

Arnona, H.; Zaitsev, Y.; Porat, R.; Poverenov, E. 2014. Effects of carboxymethyl cellulose and chitosan bilayer edible coating on postharvest quality of citrus fruit. Postharvest Biology and Technology 87: 21–26

Arnona, H.; Granit, R.; Porat, R.; Poverenov, E. 2015. Development of polysaccharides-based edible coatings for citrus fruits: A layer-by-layer approach. Food Chemistry 166: 465–472

Azarakhsha, N.; Osmana, A.; Mohd, H.; Pin, C.; Adzahanb, N. 2014. Lemongrass essential oil incorporated into alginate-based edible coating for shelf-life extension and quality retention of fresh-cut pineapple. Postharvest Biology and Technology 88: 1–7.

Baldwin, E., Hagenmaier, R.; Bai, J. 2012. Edible coatings and films to improve food quality. Boca Raton: CRC Press.

Chiabrando, V.; Giacalone, G. 2011. Shelf-life extension of highbush blueberry using 1-methylcyclopropene stored under air and controlled atmosphere. Food Chemestry 126: 1812–1816.

Duan, J., Wu, R., Strik, B.; Zhao, Y. 2010. Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. Postharvest Biology and Technology 59: 71-79.

Guerreiroa, A.; Gagoa, C.; Faleiro, M.; Miguela, M.; Antunesa, M. 2015a. The effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on Arbutus unedo L. fresh fruit storage. Postharvest Biology and Technology 100: 226–233.

Guerreiroa, A.; Gagoa, C.; Faleiro, M.; Miguela, M.; Antunesa, M. 2015b. Raspberry fresh fruit quality as affected by pectin- and alginate-basededible coatings enriched with essential oils. Scientia Horticulturae 194: 138–146

Han, J. (2014). Edible Films and Coatings: A review. Han, J. (2nd Ed.), Innovations in Food Packaging (p. 213-241). Texas: Elsevier.

Hassanpour, H. (2015). Effect of Aloe vera gel coating on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activities and decay in raspberry fruit. LWT Food Science and Technology 60(1): 495–501.

Khalifa, I.; Barakat, H.; El-Mansy, H.; Soliman, S. 2017. Preserving apple (Malus domestica var. Anna) fruit bioactive substances using olive wastes extract-chitosan film coating. Information processing in agriculture 4: 90–99.

León-López, A.; Aguirre-Álvarez, A.; Jiménez-Alvarado, R.; Campos-Montiel, R., Reyes-Munguía, A. 2017. Películas a base de gelatina adicionadas con compuestos bioactivos. Boletín de ciencias agropecuarias de ICAP 3(5): 7-10.

López, M; Ruiz, S; Navarro, C; Ornelas, J; Estrada, M; Gassos, L y Garcia, R. 2012. Efecto de recubrimientos comestibles de quitosano en la reducción microbiana y conservación de la calidad de fresas. Revista Biotecnia 14: 33 – 43.

Márquez, L.; Pretell, C.; Minchon, C. 2013. Efecto del agente Antimicrobiano en la cobertura biodegradable y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras y apariencia general en palta (*Persea americana* Mill) Hass. Revista Pueblo Continente 24(2): 395-405.

Márquez, L.; Pretell, C. 2013. Irradiación UV-C en frutas tropicales mínimamente procesadas. Scientia Agropecuaria 4: 147 - 161

Miramont, S. 2012. Recubrimientos elaborados a partir de biopolímeros para el soporte de sustancias con actividad antimicrobiana: carvacrol y sorbatos. Tesis Maestría en Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma de Buenos aires.

Pretell, C.; Márquez, L.; Siche, R. 2016. Efecto del ozono gaseoso sobre las características fisicoquímicas, microbiologicas y apariencia general de *Punica Granatum L.* wonderful fresca. Scientia Agropecuaria 7 (3): 173 – 180.

Ramírez, J. 2012. A. Conservación de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth*)* mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila (*Aloe barbadensis* Miller). Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.

Rincón, M.; Buitrago, C.; Ligarreto, G.; Torres, W.; Balaguera, H. 2012. Comportamiento del fruto de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) cosechado en diferentes estados de madurez y almacenado en refrigeración. Revista Facultad Nacional Agraria de Medellín 65(2): 6615-6625.

Tanada, P.; Grosso, C. 2005. Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on

refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. Postharvest Biology and Technology 36: 199–208

Sánchez, Y. 2014. Efecto de la aplicación de coberturas biodegrabales y la temperatura sobre el color, firmeza, pérdida de peso y la aceptabilidad general en la palta (*Persea* *americana* Mill) variedad fuerte, durante el almacenamiento. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo-Perú. Pp 149.

Sanchís, E.; González, S.; Ghidellia, C.; Sheth, C.; Mateos, M.; Palou, L.; Pérez-Gago, M. 2016. Browning inhibition and microbial control in fresh-cut persimmon (Diospyros kaki Thunb. cv. Rojo Brillante) by apple pectin-based edible coatings. Postharvest Biology and Technology 112: 186–193.

Yahia, E. 2016. Manejo y tecnología postcosecha de berries. Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura p. 1–5. <https://www.researchgate.net/publication/311321485_Manejo_y_Tecnologia_Postcosecha_de_Berries>

Vásquez-Briones, M.; Guerrero-Beltrán, J. 2013. Recubrimiento de frutas con biopelículas. Temas selectos de ingeniería de alimentos 7(2): 5-14.

Vieira, J., Flores-López, M., Jasso De Rodríguez, D., Soussa, M., Vicente, A.; Martins, J., 2016. Effect of chitosan–aloe vera coating on postharvest quality of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) fruit. Postharvest Biology and Technology 116: 88–97.

**SECCIÓN C: CRONOGRAMA DE INVESTIGACIÓN**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N° | Actividad | Meses |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Elaborar y caracterizar cobertura comestible con las condiciones ideales para que extiendan el tiempo de vida en los berries |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Aplicación de coberturas comestibles en berries |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | Análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales en berries |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | Análisis estadísticos de los datos obtenidos |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | Redacción de artículo científico |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | Presentación de trabajo final |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**SECCIÓN D: PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

|  |  |
| --- | --- |
| **Partida Presupuestaria** | **Total (S/.)** |
| Materiales e Insumos | 4305 |
| Pasajes y viáticos | 240 |
| Equipos y bienes duraderos | 5000 |
| TOTAL S/. | 9545 |

**Cuadro 1. Material e Insumos**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Descripción** | **Cantidad** | **Precio por unidad (S/.)** | **Total (S/.)** |
| Arándano | 20 kg | 40.00 | 800 |
| Frambuesa | 20 kg | 60.00 | 1200 |
| Fresa | 60 kg | 8.00 | 480 |
| Aguaymanto | 20 kg | 12.00 | 240 |
| Gelatina neutra | 5 kg | 10.00 | 50 |
| Almidón | 2 kg | 10.00 | 20 |
| Sábila  | 15 kg | 8.00 | 120 |
| Glicerol | 1 kg | 15 | 15 |
| Agar saboroud | 1 fco =0.5 kg | 230 | 230 |
| cloranfenicol | 0.02 kg | 50 | 5 |
| Agua peptonada | 1 fco =0.5 kg | 220 | 220 |
| Agar PCA | 1 fco=0.5 kg | 280 | 280 |
| Placas petri vidrio | 100 unid | 0.465 | 465 |
| Placas Petri acrílico  | 20 unid | 1.50 | 30 |
| Agua destilada | 100 L | 1.50 | 150 |

**Cuadro 2. Pasajes y viáticos**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Descripción** | **Cantidad** | **Precio por viaje (S/.)** | **Total (S/.)** |
| Traslado fresa | 60 kg | 30 | 60 |
| Traslado arándano | 20 kg | 30 | 60 |
| Traslado aguaymanto | 20 kg | 30 | 60 |
| Traslado frambuesa | 20 kg | 30 | 60 |

**Cuadro 3. Equipos y bienes duraderos**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Descripción** | **Cantidad** | **Precio por viaje (S/.)** | **Total (S/.)** |
| Equipo permeabilidad de gases | 01 unid | 1000 | 1000 |
| Dispositivo para medir resistencia a la tensión | 01 unid | 4000 | 3000 |