UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL

"APLICACIÓN DE ALOE VERA COMO RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN ARÁNDANO *(vaccinium Corymbosum L.)*"

Tesis para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Sally Elizabeth Atencia Jara

HUARAZ - PERÚ

2015

ACTA DE SUSTENTACIÓN

MODALIDAD: PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL, VIA TESIS GUIADA

Los miembros del Jurado que suscriben, se reunieron en acto público para calificar la sustentación de la Tesis Guiada presentado por el Bachiller en Ingeniería de Industrias Alimentarias:

Bach. ATENCIA JARA, SALLY ELIZABETH

TITULADO

"APLICACIÓN DE ALOE VERA COMO RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN ARÁNDANO (Vaccinium Corymbosum L.)"

Después de haber escuchado el informe y las respuestas a las preguntas formuladas lo declararon **APTA** para optar el **TÍTULO PROFESIONAL** con el calificativo de:

Bach. ATENCIA JARA, SALLY ELIZABETH Con la nota de: CATORCE (14)

En consecuencia la sustentante de acuerdo a la Ley Universitaria y las normas estatutarias queda en condición de recibir el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Huaraz, 14 de Julio de 2015.

Mag. JORGE RAMIREZ RODRÍGUEZ
PRESIDENTE

Ing. MARÍA SALOME GONZALES LIZARME
VOCAL

Ing. ÁNGEL NOÉ QUISPE TALLA
PATROCINADOR

FAAZ/bpcl.
Archivo.

DEDICATORIA

Con todo cariño, estima, respeto y amor a mis padres: Liverata y Antenor, por su apoyo constante, siendo parte fundamental de mi vida con sus invaluables consejos, por su predisposición durante mi formación académica, por ser el pilar principal de este logro con su amor incondicional, palabras de aliento y entrega total conmigo.

A quienes en la paz y la tormenta enternecen mi corazón y me brindan lo mejor mis hijos: Said y Helen.

A todas aquellas personas que contribuyeron con su motivación y colaboración para culminar esta etapa de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiarme siempre en el camino de la vida, ayudándome a cumplir con mis metas y anhelos.

A la Universidad nacional "Santiago Antunez de Mayolo", en especial a la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias, al personal docente y administrativo que labora en la misma, que con su experiencia, nobleza y entusiasmo me supieron guiar por el camino que conduce a la formación profesional.

A mi familia que con sacrificio, cariño, apoyo y confianza brindada hacia mí, supieron guiarme y levantarme en los momentos en que más los necesitaba.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS.....IX

ÍNDICE DE GRÁFICAS.....X

ÍNDICE DE ANEXOS.....XI

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN.....01

II. MARCO TEÓRICO.....04

2.1. Fruto de Arándano.....04

2.1. 1.Clasificación botánica del arándano.....05

2.1.2. Descripción botánica.....05

2.1.3. Manejo agronómico.....06

2.1.4. Tipos de arándanos.....08

2.1.5. Composición nutricional del arándano.....09

2.1.6. Características físico químicas del fruto.....10

2.1.7. Fisiología de la maduración y deterioro del arándano.....13

2.1.8. Índices de calidad y manejo postcosecha.....15

2.1.9. Producción de arándano.....16

2.1.10. Aplicación de tecnologías postcosecha.....19

2.1.11. Usos y beneficios.....22

2.2. Aloe vera.....23

2.2.1. Clasificación botánica del aloe vera.....23

2.2.2. Descripción botánica.....24

2.2.3. Tipos de aloe vera.....26

2.2.4. Manejo agronómico.....28

2.2.5. El gel de aloe vera.....30

2.2.6. Proceso de obtención del gel de aloe vera.....31

2.2.7. Composición química del aloe vera.....34

2.2.8. Producción de aloe vera.....36

2.2.8.1. Producción de aloe vera en américa.....36

2.2.8.2. Producción de aloe vera en el Perú.....37

2.2.9. Usos y beneficios.....39

2.3. Recubrimientos comestible (RC).....41

2.3.1. Definición.....41

2.3.2. Tipos de recubrimientos comestibles.....43

2.3.2.1. Hidrocoloides.....45

2.3.2.1.1. Polisacáridos.....45

2.3.2.1.2. Proteínas.....47

2.3.2.2. Lípidos.....47

2.3.2.2.1. Ceras y parafina.....47

2.3.2.3.Recubrimientos comestibles compuestos.....48

2.3.3. Principales propiedades de los recubrimientos comestibles (RC).....48

2.3.4. Mecanismos de formación de PC y RC.....52

2.3.5. Acción de recubrimientos comestibles en los cambios físicos químico de frutas y hortalizas.....54

2.3.6. Factores que afectan la calidad de los frutos recubiertos.....57

2.3.7. Propiedades funcionales.....59

2.3.8. Modo de empleo.....60

2.3.9. Uso de recubrimientos comestible en frutas 61

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de Ejecución.....64

3.2. Materiales y equipos.....64

3.2.1. Materia prima.....64

3.2.2. Insumos.....64

3.2.3. Equipos y materiales.....65

3.3. Metodología.....66

3.3.1. Caracterización de la materia prima.....67

3.3.1.1. Análisis químico proximal.....67

3.3.1.2. Análisis físico - químico.....68

3.3.2. Obtención y aplicación de aloe vera como recubrimiento comestible (RC).....69

4.3.4. Evolución de la acidez (% ácido cítrico).....91

4.3.5. Evolución del pH.....92

4.4. Evaluación del producto final.....95

4.4.1.Análisis microbiológico.....95

4.4.2. Análisis sensorial.....97

4.4.3. Análisis estadístico.....99

V. CONCLUSIONES.....105

VI. RECOMENDACIONES.....107

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....108

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 01: Composición nutricional del arándano.....10

Cuadro 02: Producción de arándanos en Sudamérica (millones de kilos).....17

Cuadro 03: Evaluacion de las exportaciones de arandano deshidratado 19

Cuadro 04: Producción de aloe vera en el Perú.....38

Cuadro 05: Factores que afectan la calidad de los frutos recubiertos..... 58

Cuadro 06: Recubrimientos comestibles aplicados a fruta..... 63

Cuadro 07: Análisis químico proximal del arándano.....78

Cuadro 08: Análisis físico químico del arándano.....79

Cuadro 09: Análisis químico proximal del aloe vera.....80

Cuadro 10: Análisis físico químico del aloe vera.....81

Cuadro 11: Balance de materia en el recubrimiento del arándano.....82

Cuadro 12: Análisis microbiológico para T_0 (control).....95

Cuadro 13: Evaluación microbiológica para T_2 (30% de aloe vera).....95

Cuadro 14: Promedio de las calificaciones en estudio 97

Cuadro 15: Análisis estadístico del índice de madurez.....100

Cuadro 16: Análisis estadístico para la pérdida de peso.....101

Cuadro 17: Análisis estadístico para los °Brix.....102

Cuadro 18: Análisis estadístico para la acidez.....103

Cuadro 19: Análisis estadístico para el pH.....104

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 01: Bayas de arándano de la variedad azul.....04

Gráfica 02: Fisiología de la maduración y deterioro de las frutas.....15

Gráfica 03: Producción y proyección de la producción de arándanos en el Perú.....18

Gráfica 04: Corte Transversal de la hoja de aloe vera.....26

Gráfica 05: Diagrama de flujo para la producción común de gel de aloe vera.....34

Gráfica 06: Cultivos de aloe vera en América.....37

Gráfica 07: Recubrimientos comestibles.....43

Gráfica 08: Tipos de recubrimientos comestibles.....44

Gráfica 09: Diagrama de flujo para la obtención del recubrimiento comestible.....70

Gráfica 10: Diagrama de flujo para el recubrimiento del arándano.....74

Gráfica 11: Diagrama de flujo para la obtención del recubrimiento comestible.....83

Gráfica 12: Diagrama de flujo para el recubrimiento del arándano.....84

Gráfica 13: Evolución del índice de madurez (IM).....86

Gráfica 14: Evolución del porcentaje de pérdida de peso (%pp).....88

Gráfica 15: Evolución de solidos solubles (°Brix).....90

Gráfica 16: Evolución de la acidez (% ácido cítrico).....91

Gráfica 17: Evolución del pH.....93

Gráfica 18: pH y % Acidez.....94

Gráfica 19: Perfil de características de los tratamientos.....99

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01: Resultados de la evaluación sensorial asignados por los jueces.....118

ANEXO 02: Planilla de evaluación sensorial Test de Perfil de Característica.....119

ANEXO 03: Etapas del trabajo experimental.....121

ANEXO 04: Glosario de términos.....122

ANEXO 05: Informe del ensayo de la calidad microbiológica.....124

ANEXO 06: MINSA 2008.....126

ANEXO 07: Imágenes del trabajo realizado.....128

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó tres formulaciones de aloe vera como recubrimiento comestible en arándano (*Vaccinium Corymbosum L.*), conservados a temperatura ambiente y refrigeración con el fin de desacelerar los procesos fisiológicos (madurez) del arándano.

El desarrollo de la investigación, se inició con la obtención y caracterización químico proximal y físico químicas del arándano y del aloe vera, seguido por la formulación elaboración y aplicación del recubrimiento comestible para ser conservado a temperatura ambiente (17±2°C) y refrigeración (4°C) donde se evaluaron las variables físico químicas como:índice de madurez (IM), pérdida de peso (%pp), Sólidos solubles (°Brix), Acidez (% ácido cítrico) y pH, los días: 0, 5, 9, 12 y 15, posteriormente se realizó la evaluación del producto final al que se le realizaron el análisis microbiológico, análisis sensorial seguidamente del respectivo análisis estadístico de datos para lo cual se utilizó el programa Statgraphics Plus versión 5, al término de 15 días de conservación, el mejor tratamiento fue T_2 (30% de aloe vera) cuyos valores fueron: índice de madurez 27.05°Brix/ácido cítrico, pérdida de peso 3.6%, sólidos solubles 13.8°Brix, acidez 0.50% ácido cítrico y pH 3.55 en comparación a los valores del fruto control T_0 cuyos valores fueron: Índice de madurez (IM) 31.77°Brix/ácido cítrico, pérdida de peso 4.4%, sólidos solubles 14.3 °Brix, acidez 0.45 y pH 3.70, respectivamente.

Palabras clave: Arándano, aloe vera, recubrimiento comestible.

ABSTRACT

In this research three formulations of aloe vera as an edible coating blueberry (*Vaccinium Corymbosum* L.) preserved and cooling to room temperature in order to slow the physiological processes (maturity) Blueberry evaluated.

The development of research began with the proximal and obtaining physical and chemical characterization and chemical cranberry aloe vera, followed by the development and application of edible coating to be stored at room temperature 17 ± 2 ° C and cooling formulation 4th maturity índex (IM) weight loss (% pp), soluble solids (° Brix), acidity (%) and pH days: 0, 5, 9, 12 and 15, where the physical and chemical variables were evaluated as 15, subsequently assessing the final product for which he underwent microbiological analysis, sensory analysis then the respective statistical analysis of data for which the Statgraphics Plus Version 5 software was used was performed, at the end of 15 days of storage, the best treatment was T_2 (30% aloe vera) whose values were: maturity index 27.6 °Brix /citric acid, 3.6% weight loss, soluble solids, 13.8 ° Brix, acidity 0.50% citric acid and pH 3.55 compared to values of control T_0 fruit, whose values were maturity index (MI) 31.1 °Brix /citric acid weight loss 4.4%,Soluble solids 14.3° Brix, 0.45% acid, citric acid and pH 3.70 respectively.

Key words: Blueberry, aloe vera, edible coating.

I. INTRODUCCIÓN

Las frutas frescas constituyen fuentes importantes de antioxidantes minerales, proteínas, vitaminas y fibra son tejidos vivos que están sujetos a continuos cambios después de la cosecha se estiman considerables pérdidas en cantidad y calidad de la producción anual de frutas ocasionadas básicamente por condiciones tales como: producción inadecuada, causas mecánicas, desórdenes fisiológicos, enfermedades por microorganismos y desconocimiento del uso de tratamientos postcosecha para la conservación de la fruta, el creciente consumo de alimentos ricos en antioxidantes como los arándanos ha incentivado notablemente el cultivo en nuestro país que surge como una nueva alternativa de producción orientada fundamentalmente a la exportación.

Los arándanos son frutos climatéricos, es decir que cosechados a partir de la madurez fisiológico son capaces de adquirir características similares a los que maduraron unidos al arbusto sin embargo, una vez alcanzado el estado de máxima calidad, sobreviene muy rápidamente el de sobre madurez, asociado a un excesivo ablandamiento, pérdida de sabor y de color lo cual debe ser evitado (Barceló *et al.*2001).

Bourtoom (2008), como alternativa a estos métodos de conservación tradicional surge la utilización de recubrimientos comestibles (RC) aplicando bajas temperaturas como medio que permita reducir la velocidad de deterioro en los atributos de calidad de los frutos durante su almacenamiento.

Martínez *et al.* (2003), siendo de vital importancia el desarrollo de esta investigación al permitir aplicar tecnologías como el uso de un recubrimiento comestibles (RC) a base de gel de aloe vera que ayude a conservar las propiedades del producto ya cosechado

contribuyendo de esta forma a reducir pérdidas poscosecha de la fruta a reducir pérdidas económicas a los productores.

Se han evaluado la aplicación de aloe vera como recubrimiento comestible en cereza dulce y en uva de mesa, con resultados bastante satisfactorios con relación a la conservación de las características sensoriales, el control de la actividad respiratoria, la pérdida de humedad, el pardeamiento enzimático y la reducción en la proliferación de microorganismos a los 16 y 35 días respectivamente (Martínez *et al.* 2003) y (Serrano *et al.* 2006).

Se han reportado en arándanos con RC, a base de Quitosano, caseinato de calcio y alginato sódico en 15 días de almacenamiento (2°C) y luego sometidos a temperatura ambiente, provocaron un retraso en la maduración del fruto, descenso en el pH y mejor firmeza que el control; además no afecto la capacidad antioxidante. Los investigadores agregan que los frutos recubiertos tienen potencial suficiente para el almacenamiento y el consumo (Duan *et al.* 2011).

Teniendo en cuenta estas consideraciones se propone la aplicación de aloe vera como recubrimiento comestible en arándano para lo cual el objetivo principal del presente trabajo de tesis es evaluar el efecto del uso de aloe vera como recubrimiento comestible en la calidad del arándano (*Vaccinium Corymbosum L.*) durante la conservación a temperatura ambiente y refrigeración para lo cual se tienen los siguientes objetivos específicos:

- Caracterización químico proximal y físico químico del arándano y del aloe vera.

- Analizar estadísticamente las variables físico químicas que permitan determinar las pérdidas postcosecha del arándano en conservación a temperatura ambiente y refrigeración.
- Evaluar el efecto del uso de aloe vera como recubrimiento comestible en la calidad microbiológica y sensorial del producto final.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Fruto de arándano

Benavides (2012), el fruto del arándano también conocido como baya azul o blueberries conforma el grupo de las frutas denominadas comercialmente en el ámbito internacional como berries entre las que además se encuentran la frutilla, frambuesa (roja, negra, púrpura y amarilla), grosella, mora, "baby kiwi", "cranberry", etc.

Es una baya casi esférica que dependiendo de la especie y cultivar puede variar en tamaño de 0,7 a 1,5 centímetros de diámetro y en color desde azul claro hasta negro, la epidermis del fruto está cubierta por secreciones cerosas que le dan una terminación muy atractiva y que tiene importancia a la hora de su comercialización, tiene un sabor particular difícilmente comparable: dulce y ligeramente ácido a la vez (Perkins *et al.* 1995). En la gráfica 01 se muestra el fruto de arandano de la variedad azul.

Gráfica 01: Bayas de arándano de la variedad azul
Fuente: Benavides, (2012).

2.1.1. Clasificación botánica del arándano (Sapers *et al.* 1991).

Orden : Ericales

Familias : Ericáceas

Género : Vaccinium

Especies : V.angustifoliun

V.corymbosum

V.corymbosum forma ashei

2.1.2. Descripción botánica

a) Raíces: Las raíces de los arándanos tienen un aspecto fibroso y se distribuyen superficialmente, lo que las vuelve dependientes de una provisión constante de humedad y de la necesidad de contar con una capa superficial de suelo suelto y bien aireado que permita el desarrollo de una abundante cabellera, en condiciones naturales las raíces están asociadas a micorrizas específicas con las cuales mantienen una relación de mutuo beneficio simbiosis (Spencer y Scherz, 1999).

b) Hojas: Son alternas con pecíolos cortos las especies domésticas poseen hojas caedizas, durante el otoño las variedades ojo de conejo y alto, desarrollan una coloración rojiza (Spencer y Scherz, 1999).

c) Tallo: Nacen de la base de la planta son de color marrón anaranjado (según a la variedad) y llevan las yemas vegetativas y florales su grosor depende de la edad de la planta y de su ubicación dentro de ella, la ramificación es abundante (Spencer y Scherz, 1999).

d) Flores: Poseen corola blanca o rosada se disponen en racimos generalmente axilares las flores se diferencian en las yemas terminales de las ramillas cuando se detiene el crecimiento vegetativo al inicio del otoño y probablemente en respuesta al fotoperiodo (Spencer y Scherz, 1999).

2.1.3. Manejo agronómico

a) Climas: Este cultivo necesita de mucha luz y no soporta muchos vientos, si se pretende plantar en lugar donde estos son habituales, deberá hacerse en un sitio resguardado o deberá proteger con empalizadas, setos realizados con plantas resistentes contra el aire, otra técnica cosiste en plantar estos arbustos entre árboles que los protejan (Sapers *et al.* 1991).

Los arándanos prefieren los climas húmedos, pueden resistir fuertes heladas estas plantas prefieren los inviernes fríos porque las bajas temperaturas en invierno aseguran que no se adelante la floración y la hacen más abundante y uniforme sin embargo las heladas no deben presentarse cuando comienzan a brotar las flores y/o cuando los frutos están creciendo (Mitcham, Crisosto y Kader, 2003).

b) Suelos: La materia orgánica en el suelo ayuda a retener humedad, reduce la lixiviación de los nutrientes ya que quedan retenidos por cationes en sitios de intercambio negativos incrementa la disponibilidad de algunos nutrientes (especialmente hierro) por la acidificación del suelo durante su descomposición la materia orgánica provee energía a los microorganismos del suelo, las bacterias que digieren las partículas orgánicas producen los complejos de carbohidratos formando los

agregados esto incrementa los complejos de carbohidratos formando los agregados esto incrementa la porosidad y la soltura del suelo (Sapers *et al.* 1991).

c) Siembra: Las plantas se reproducen estacionalmente la propagación comercial de plantas puede realizarse por micro propagación in vitro ´o por medio de enraizamiento de estacas estas pequeñas plantas son luego criadas en viveros ya sea en canteros o en macetas hasta lograr el tamaño necesario para plantación definitiva se recomienda realizar la plantación a campo desde junio hasta la primavera (Sapers *et al.* 1991).

La planta de arándano presenta una curva de producción creciente hasta que alcanza su madurez entre los 8-10 años de edad se considera que la vida productiva de una plantación comercial es de alrededor de 30 años (Duan *et al.* 2011).

d) Fertilización: Se debe mantener un adecuado contenido de materia orgánica caso contrario hay que corregirlos se debe proporcionar una correcta nutrición de las plantas con la aplicación de fertilizantes sólidos o por medio de fertiirrigación, el arándano a diferencia de la mayoría de las plantas, absorbe y utiliza más eficientemente el nitrógeno en la forma amonio que en la forma nitrato, este último puede además ser lavado por las lluvias o el riego y quedar en profundidad, fuera de la zona donde se encuentran las raíces, por lo tanto se recomienda la utilización de Fertilizantes que contengan nitrógeno amoniacal (sulfato de amonio, sulfato, etc.) (Sapers *et al.* 1991).

e) Cosecha: Para lograr una buena producción sostenida en el tiempo es necesario realizar podas anuales, la poda es específica para arándanos y depende de los objetivos de la misma la poda debe favorecer la producción de yemas floríferas y la producción de nuevas ramas en la planta y la más severa se realiza en invierno, la polinización es

otro aspecto fundamental ya que el arándano es una especie de polinización cruzada es por ello que los lotes no se plantan con una sola variedad sino con varias, dependiendo del tipo de arándano que se esté cultivando, hay variedades que requieren mayor cantidad de polinizadores que otras, los agentes polinizadores son insectos especialmente los abejorros y abejas melíferas (Sapers *et al.* 1991).

f) Plagas: El aspecto sanitario de la planta también merece una atención especial hay plagas y enfermedades que atacan el cultivo y que pueden producir un nivel de daño importante tanto en la cantidad como en la calidad de la fruta, el uso de herbicidas para controlar las malezas debe ser realizado con mucha precaución porque el arándano es sensible a la mayoría de los principios activos y el daño puede ser irreversible provocando la muerte de la planta (Sapers *et al.* 1991).

2.1.4. Tipos de Arándanos

a) Arándano negro/ arándano uliginoso (*Vaccinium liginosum)*: Se encuentra en el hemisferio sur, muy abundante en regiones más frías de Europa, Asia y América, hasta más de 3000 metros en las montañas del sur de estas regiones, se trata de un arbusto que difícilmente, llega a medio metro de altura, siendo 15 a 20cm su altura habitual, crece en suelos ácidos, zonas pantanosas y bosques de coníferas sus frutos son negras con pulpa blanca y sus flores rosa pálido, florece en primavera (Duan *et al.* 2011).

b) Arándano Azul (*Vaccinium corimbosum*): Se caracteriza por sus hojas caducas que adquieren un tono escarlata, al llegar el otoño, es un arbusto de aspecto vertical, que alcanza 1.8 metros de altura, con flores rocosas e inflorescencias péndulas de color rosa palo pálido, destaca por sus frutos de color negro azulado, bastantes grandes y sabrosos,

es la especie más ampliamente cultivada, el arándano azul, es la cuarta frutilla de interés económico en el mundo, debido al contenido de antioxidantes y a la resistencia del cultivo a diversas condiciones ambientales adversas, sus propiedades antioxidantes se atribuyen al contenido de flavonoides, antocianinas, polifenoles y ácido ascórbico (Duan *et al.* 2011).

c) Arándano Rojo (*Vacciniumvitis – idea)*: Es otro tipo de arándanos cuyos frutos suelen recoger de las plantas silvestres crece en la zona norte de América, Asía y en las montañas del hemisferio norte normalmente aparece formando un bulto por debajo de los árboles de 10 y 30 cm de altura, aunque es muy similar al ráspano se diferencian porque las flores son rosadas mientras que este arándano presenta tonos rosados y estambres incluidos dentro de la corola, los frutos son redondeados y rojizos que aparecen a finales de otoño, su sabor es muy ácido por lo que se utiliza fundamentalmente en la elaboración de compotas y mermeladas (Duan *et al.* 2011).

2.1.5. Composición nutricional del arándano

Las propiedades nutraceúticas del arándano son constantemente investigadas y promovidas, su consumo ha sido recomendado para todo tipo de personas, destacando su bajo aporte calórico, su contenido de fibra, su elevado aporte de potasio y por ser buena fuente de vitamina A y C (USDA, 2002). En el cuadro 01 se reporta la composición nutricional del arándano respectivamente.

Cuadro 01: Composición nutricional del arándano

Nutriente	Unidad / 100g
Agua	83.2
Carbohidratos	14
Fibras	1.5
Proteínas	0.7
Grasas	0.5
Pectinas	0.5
Azúcares totales	10-14
Sacarosa	0.24
Fructosa	4.04
Glucosa	3.92
Contenido de solubles solubles	10.1-14.2
Acidez titulable	0.3-0.38
Vitamina A (U.I.)	100
Ácido ascórbico (mg/100 g)	14

Fuente: USDA, 2002.

2.1.6. Características físico químicas del arándano

a) Relación sólidos solubles solubles/acidez titulable.

Galleta *et al.* (1990), cuando los frutos han alcanzado su madurez, el azúcar total y los sólidos solubles contenidos en ellos aumenta y la acidez titulable disminuye otros

indicadores de la pérdida de acidez durante el desarrollo son incrementos en el pH de los frutos o en la relación sólidos solubles/acidez la mayor parte del azúcar está presente antes de que el color rojo se desarrolle en el fruto en cambio, el contenido de acidez titulable disminuye continuamente a medida que el desarrollo progresa los cambios en la acidez titulable son mayores que en otros constituyentes durante el desarrollo y por esto podría ser más útil como indicador de cosecha.

Mitcham, Crisosto y Kader (2003), establecieron que la relación entre el nivel de sólidos solubles y acidez titulable es un indicador simple de la calidad de la fruta ya que bajas relaciones ss./at se asocian a una buena calidad de postcosecha y al contrario altos índices se asocian con una mayor incidencia de hongos que causan pudrición durante el almacenamiento al respecto, señalan que los ácidos presentes en los frutos de arándanos son un mecanismo de resistencia a los organismos patógenos, por lo tanto ésta condición puede transformarse en un buen elemento para seleccionar cultivares con una alta calidad de almacenamiento con un elevado nivel de acidez además el cociente entre sólidos solubles y acidez titulable es útil si se considera que el sabor de las frutas no se determina por la cantidad efectiva de azúcares y ácidos presentes sino por la relación entre ellos de esta manera una mayor cantidad de ácido puede producir un sabor poco agradable a frutas que estén bajas de azúcar y un sabor agradable a aquellas que tengan mucho azúcar.

Perkins *et al.* (1995), señalan que los principales responsables en el incremento en la relación sólidos solubles/acidez titulable son aumentos en el contenido de glucosa y fructosa y una disminución del contenido de ácido cítrico cambios en algunos otros

ácidos orgánicos como el ácido málico y químico poseen poca influencia.

b) Sólidos Solubles.

Son aquellos componentes que son solubles en agua en el caso de algunos productos tales como el jugo de frutas los sólidos solubles están constituidos principalmente por azúcares tales como glucosa, fructosa y sacarosa y en menor grado por ácidos orgánicos y algunas proteínas el contenido de sólidos solubles se mide con un refractómetro, expresando su resultado en % °Brix en los frutos maduros, los sólidos solubles totales tienen importancia por estar formados de compuestos orgánicos que determinan el sabor, color y en general la calidad de las frutas en el caso de los arándanos estos sólidos solubles pueden variar entre 10 a 17% al momento de la cosecha (Galleta *et al.* 1990).

c) Acidez Titulable

En el caso de jugo de frutas la acidez titulable indica el porcentaje de ácidos orgánicos contenido en él se determina por titulación con una base fuerte de concentración conocida generalmente NaOH 0.1 N y se expresa en el % de ácido orgánico predominante cada fruta tiene un ácido orgánico predominante en general los más abundantes son el ácido cítrico y el ácido málico, los principales ácidos orgánicos presentes en arándanos son: el ácido cítrico, ácido málico, ácido químico y trazas de ácido succínico (Galleta *et al.* 1990).

El sabor de los arándanos depende, del balance entre el dulzor, la acidez y el aroma estos mismos autores señalan que en el pasado, los arándanos ácidos y aromáticos eran considerados de mayor calidad, sin embargo en la actualidad los arándanos para

consumo fresco deberían ser seleccionados por poseer un nivel balanceado de sólidos solubles y acidez combinados con un agradable aroma y textura para arándanos señalan valores de acidez titulable que varían entre 0,40 y 1,31 % ácido cítrico (Sapers *et al.* 1991).

d) Antioxidantes en Arándanos

Los antioxidantes son sustancias que ayudan a neutralizar la acción de los radicales libres que son moléculas inestables las frutas y vegetales son fuentes naturales de antioxidantes y entre ellas los arándanos poseen uno de los más altos niveles de actividad antioxidante dentro de las sustancias con capacidad antioxidante que se pueden encontrar en arándano se pueden señalar betacaroteno, vitamina C, antocianinas, fenoles, ácido eleágico y ácido fólico (USDA, 2002).

e) Compuestos fenólicos

Por su metabolismo secundario las plantas biosintetizan una serie de compuestos fenólicos que constituyen un grupo químico heterogéneo de más de 10.000 compuestos en concordancia con esta diversidad química estos compuestos cumplen en las plantas múltiples funciones algunos son indispensables para sus funciones fisiológicas y otros pueden ser útiles para defenderse ante situaciones adversas (Dinamarca, 2006).

2.1.7. Fisiología de la maduración y deterioro de arándano

Yommi y Godoy (2002), refieren cuando los frutos alcanzan la madurez fisiológica comienzan a sufrir numerosos cambios: color, firmeza y sabor relacionados con la maduración organoléptica que los hace finalmente más atractivos para el consumo,

los arándanos son frutos climatéricos, es decir que cosechados a partir de la madurez fisiológica son capaces de adquirir características similares a los que maduraron unidos al arbusto sin embargo, una vez alcanzado el estado de máxima calidad sobreviene muy rápidamente el de sobre madurez asociado a un excesivo ablandamiento, pérdida de sabor y color lo cual debe ser evitado, la velocidad con la que ocurre la pérdida de calidad posterior a la cosecha está relacionada fundamentalmente con la temperatura, y por ello, un adecuado manejo de la misma desde la cosecha en adelante contribuye notablemente con el mantenimiento de la calidad de la fruta a 4 y 5°C.

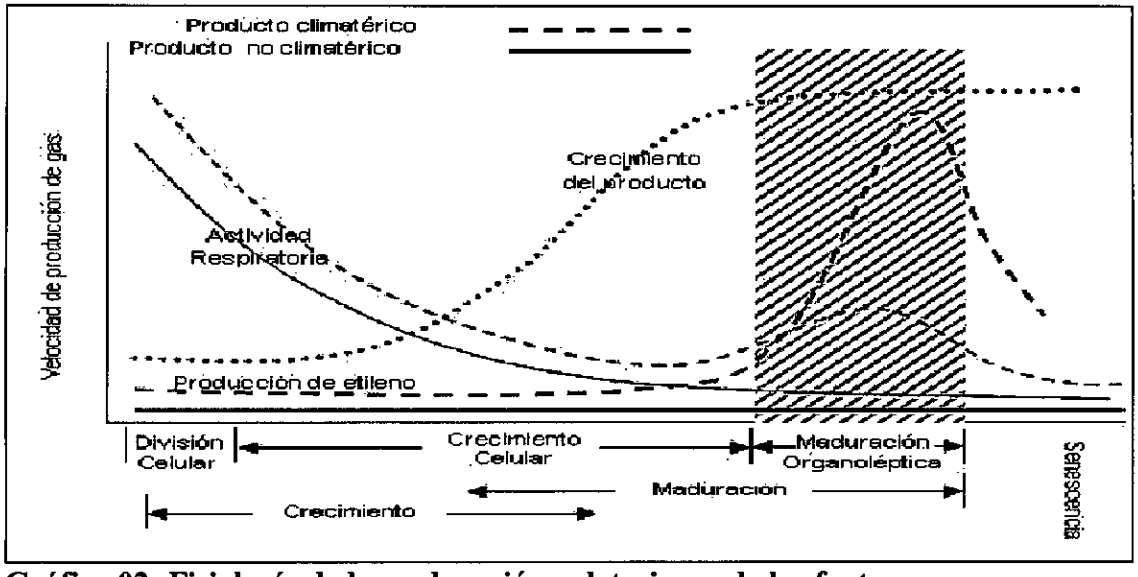
USDA (2002), los arándanos tienen una tasa respiratoria considerada baja a moderada, pero la misma se eleva considerablemente a temperatura ambiente, cuanto mayor es la tasa respiratoria más rápido se producen los cambios involucrados en la maduración y en la pérdida de calidad.

Senser y Scherz (1999), en comparación con otros "Berries, los arándanos presentan menor tasa de deterioro son susceptibles a la deshidratación, siendo 3% el valor de pérdida de peso máximo admisible entre los procesos que ocurren durante la maduración, el más evidente es el cambio de color externo, desde el verde al rosa y finalmente al azul a medida que el color cambia, se produce un aumento en el contenido de sólidos solubles (azúcares) y una disminución de la acidez, también se observa un progresivo ablandamiento de la pulpa, lo cual constituye una de las principales causas de descarte, pero es dependiente de la variedad utilizada.

Los arándanos son altamente susceptibles al desarrollo de enfermedades durante la postcosecha, pudiéndose observar síntomas apenas transcurridas 12 horas de

permanencia a temperatura ambiente principalmente si se encuentran húmedos se ha encontrado que las frutas más ácidas y por lo general menos maduras son menos susceptibles al desarrollo de las enfermedades causadas por *Alternaria* sp y *Botrytis* sp (Benavides, 2012).

Yommi y Godoy (2002), los frutos climatéricos la intensidad respiratoria alcanza un mínimo (pre-climatérico) o madurez fisiológica, luego aumenta a un máximo (climatérico) donde alcanza la madurez de calidad y consumo, finalmente el descenso de la respiración (post-climaterio) indica la fase de senescencia y muerte celular contrario en frutos no climatéricos la respiración es decreciente y no se modifica significativamente durante la maduración, como se muestra en la gráfica 02.



Gráfica 02: Fisiología de la maduración y deterioro de las frutas
Fuente: Yommi y Godoy, (2002).

2.1.8. Índices de calidad y manejo postcosecha

Los tratamientos postcosecha implican la aplicación de un conjunto de técnicas tendientes al mantenimiento de la calidad obtenida en el campo, para posibilitar que los

productos perecederos se encuentren disponibles al consumidor con su máximo grado de frescura, sabor y valor nutritivo, los principales tratamientos postcosecha aplicados a arándanos son la refrigeración y la aplicación de atmósferas modificadas o controladas, los frutos de arándanos por su alto contenido de agua y comúnmente piel delgada, son altamente susceptibles a daños mecánicos en postcosecha, aunado a los cambios fisiológicos por la maduración lo anterior afecta la vida postcosecha directamente a través de las pérdidas de agua y entrada de microorganismos patógenos que influyen en la calidad del producto fresco (Galleta *et al.* 1990).

El índice de cosecha del arándano azul se basa en el color de la superficie de la fruta que durante el proceso de maduración se torna rojizo-purpúreo para convertirse en azul cuando está completamente maduro, debido a la formación de antocianinas y fenoles el índice de calidad refiere a la apariencia (color, tamaño, forma y ausencia de defectos), firmeza, sabor (sólidos solubles totales, acidez titulable, contenido de almidón y compuestos volátiles aromáticos) y valor nutritivo (vitaminas A y C), el nivel de sólidos solubles no puede ser considerado un parámetro indicador del estado óptimo de desarrollo a cosecha, dada su poca variación y diferenciación entre estados y durante la poscosecha, los arándanos azules aun siendo no climatéricos, responden al etileno, pero se deben cosechar casi o totalmente maduros ya que el sabor no mejora tras la cosecha (Dinamarca, 2006).

2.1.9. Producción de arándanos

a) Producción de arándanos en Sudamérica

La industria sigue siendo destinada principalmente a la producción fresca para el

mercado de exportación, aunque está creciendo la alternativa de fruta para proceso, (Cuadro 02) de la misma forma el país con mayor producción y que más creció es Chile (41%) a nivel de Sudamérica actualmente los productores chilenos están tratando de adelantar su oferta para evitar llegar en los meses de enero y febrero al mercado en el año quedan dos momentos en que la demanda tiene poca oferta y muy buenos precios: octubre/ noviembre y fines de febrero/ marzo, Argentina concentra su producción en estos meses logrando así mayores precios (Dinamarca, 2006).

Cuadro 02: Producción de arándanos en Sudamérica (millones de kilos)

Producción en Sudamérica	**Producción 2008**			**Producción 2010**		
País	**Fresco**	**Procesado**	**Total**	**Fresco**	**Procesado**	**Total**
Chile	30.917	8.802	39.719	49.687	6.352	56.039
Argentina	10.073	1.361	11.434	11.180	0.907	12.087
Uruguay	0.726	0.272	0.998	1.216	0.150	1.366
Perú	0.014	0.005	0.018	0.014	-	0.014
Brasil	0.054	0.005	0.064	0.091	-	0.091
Colombia	0.005	0.005	0.009	0.005	-	0.005

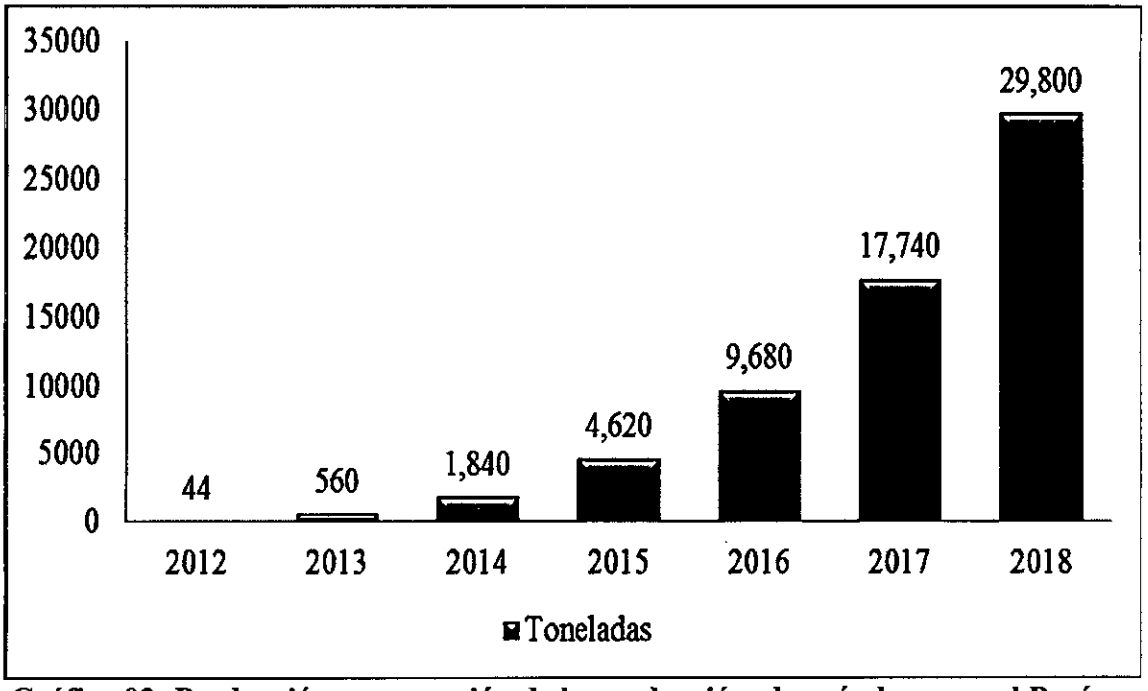
Fuente: Dinamarca, (2006).

b) Producción nacional por regiones en el Perú

El Perú ha crecido de manera importante en sus exportaciones y gran componente de estas se debe a productos de agro exportación, es así que durante el año 2012 había

aproximadamente 280 hectáreas de arándanos en el Perú, se cree que para este año esa cifra aumente a cerca de 600 a 800 hectáreas y se espera que al 2018 alcancen cerca de 3,000 hectáreas, en la pasada temporada exportaron 44 toneladas, los principales destinos fueron Reino Unido, Holanda y Bélgica, lo ideal sería lograr una ventana entre las semanas 35 y 47 que reemplace la producción Argentina.

Las principales zonas pioneras en la plantación de arándanos en Perú son: Lima, La Libertad, Ancash, Arequipa y Cajamarca. En la gráfica 03 muestra en la producción y proyección de la producción de arándanos en toneladas entre el año 2012 y 2018 respectivamente (Benavides, 2012).



Gráfica 03: Producción y proyección de la producción de arándanos en el Perú Fuente: Benavides, (2012).

Según el cuadro 03 se muestran las exportaciones de arándanos deshidratados en valor FOB, en el 2011 año se despacharon US$ 63, 681, monto equivalente a 14, 341.44 kg y

para el año 2012, se enviaron un total de US$ 5,472, pertenecientes a 1,532.76 kg registrando un déficit de 91.41%, la única empresa exportadora de arándano deshidratados en el Perú es L'Onda Beverage Company SAC, la cual registra envíos en el último quinquenio, realizando envíos por US$ 2, 184, equivalentes a 1, 354 kg, en el año 2010 y en el año 2012 solo exportó US$ 5.472.

Cuadro 03:Evaluacion de las exportaciones Peruanas de arándano deshidratado

Partida arancelaria	**2010**	**2011**	**2012**	**VAR.%**
Fob(US$)	2,184	63,681	5,472	-91.41%
Peso(KG)	1, 353 94	14,341.44	1,532.76	-89.31%

Fuente: Benavides, (2012).

2.1.10. Aplicación de tecnologías postcosecha

a) Almacenamiento a bajas temperaturas

En la actualidad, el método más utilizado para conservar alimentos a largo plazo es el almacenamiento a baja temperatura (4-8°C) especialmente para alimentos ligeramente procesados, la reducción de la temperatura generalmente disminuye reacciones enzimáticas indeseables, aunque la temperatura disminuye hasta 0-5°C en realidad puede llevar a aumentos en la tasa de respiración y producción de etileno.

Por debajo de 0°C, el crecimiento de mohos se inhibe, pero incluso esta baja de temperatura no elimina completamente cambios químicos indeseables y reacciones físico-químicas, la refrigeración constituye la base de la conservación de los frutos y si se combina con otras técnicas postcosecha como atmósferas modificadas y controladas,

tratamientos químicos y radiación, se mejorarán los resultados (Mitcham, Crisosto y Kader, 2003).

b) Atmósferas controladas o modificadas

La composición del aire que rodea al fruto con el fin de retrasar su deterioro generalmente se modifica, la atmósfera con un incremento en la concentración de CO2 y un descenso de O2, aunque también se trabaja a altas concentraciones de O2 y ausencia de CO2 y se modifican los niveles de nitrógeno, etileno y monóxido de carbono algunas ventajas de las atmósferas modificadas son la reducción de la tasa respiratoria, la disminución de los efectos del etileno en la senescencia, la retención de firmeza y la reducción del desarrollo de hongos, las atmósferas controladas tienen, además, propiedades fumígenas e insecticidas cuando se aplican a altos niveles de CO2 (superiores al 50%) y muy bajos de O2 (inferiores al 1%) como desventaja cabe señalar el desarrollo de malos sabores y los desordenes en la maduración por intolerancia a bajas concentraciones de O2 y/o altas concentraciones de CO2 las frutas presentan diferente tolerancia al O2 y CO2 según la especie y cultivar, de acuerdo con su tasa respiratoria y permeabilidad de la piel (Bourtoom, 2008).

c) Aplicación de radiación

Mitcham, Crisosto y Kader (2003), la aplicación de radiaciones en postcosecha tiene por objeto la desinfestación de plagas por destrucción de larvas y huevos la inactivación de organismos patógenos, algunos trabajos muestran la aptitud de esta técnica para mejorar y alargar la conservación de ciertas frutas y hortalizas, otros muestran un efecto negativo de la radiación en algunos cultivares de fresas que se manifiestan con una

reducción de firmeza.

d) Tratamientos químicos

López (2012), dentro de los tratamientos químicos encontramos la aplicación gaseosa de 1– metil ciclopropeno que inhibe la acción del etileno retrasando la maduración de algunos frutos climatéricos.

e) Aplicación de recubrimientos comestibles (RC)

Otro método que está incursionando en la industria alimenticia es la aplicación de recubrimientos comestibles a partir de compuestos orgánicos, este tratamiento ayuda a mantener la inocuidad de los alimentos y aumentar su tiempo de vida útil, ya que reduce la pérdida de humedad (Bourtoom, 2008).

Las películas comestibles no están diseñadas con la finalidad de remplazar los materiales de empaque sintéticos ni a las películas no comestibles, la importancia de los recubrimientos comestibles recae en la capacidad de actuar como un conjunto para mejorar la calidad del alimento y extender el tiempo de vida útil de anaquel (Day, 2000).

La aplicación más importante de los recubrimientos comestibles es la reducción de pérdida de humedad debido a que se debe mantener ciertos niveles de actividad de agua ya que es un factor de suma importancia en la calidad y seguridad del alimento (Embuscado y Huber, 2009).

2.1.11. Usos y beneficios

a) Usos

El 80% de la producción de arándanos se destina al mercado de exportación como producto fresco para consumo final, mientras que el 20% restante (descarte, porque no cumple con requerimientos internacionales) se comercializa de la siguiente manera: Alrededor de un 15% se industrializa para la elaboración de jugos, mermeladas, tortas, postres, lo restante de la producción se destina hacia casas de repostería y consumidores particulares y mercado de consumo institucionalizado a nivel local (principalmente restaurantes de alta gama), su utilización es de nivel intermedio para la preparación de tortas y/o postres (Benavides, 2012).

b) Beneficios

Yommi y Godoy (2002), últimamente desde el ámbito científico se promociona el arándano como un poderoso antioxidante, reductor del colesterol y protector de riesgos cardiovasculares, las antocianinas son pigmentos que imparten la coloración característica a los arándanos y están asociadas a las propiedades antes mencionadas:

- Muy rico en Vitamina C
- Buena fuente de fibra, potasio, hierro y calcio
- Gracias a sus propiedades está considerado como un buen: antioxidante, antibiótico, desinflamatorio y desinfectante
- Previene infecciones de la vejiga ya que evita la acumulación de ciertas bacterias relacionadas con infecciones en el tracto urinario

- Funciona para el tratamiento de ciertas úlceras estomacales
- Reduce el denominado colesterol malo
- Puede disminuir el riesgo de enfermedades en las encías y estomacales
- Reduce riesgo de sufrir enfermedades cardiacas
- Retrasa el envejecimiento
- Ayuda a controlar el estreñimiento

2.2. Aloe Vera

Sánchez (2006), es una planta con virtudes curativas, las que han sido utilizadas por un gran número de civilizaciones antiguas de algunas partes de Europa, la India y el Continente Africano desde hace más de 3000 años, técnicamente conocida como Aloe vera. Su nombre común Sábila, procede de la voz árabe "sabaira" que significa amargo y el género científico Aloe proviene de otra palabra árabe "Alloeh" que significa sustancia brillante amarga.

2.2.1. Clasificación botánica de aloe vera (Ramachandra y Srinivasa, 2008).

Reino	: Vegetal
Tipo	: Fanerógama
Subtipo	: Angiosperma
Clase	: Monocotiledóneas
Orden	: Lilifloras
Familia	: Liliáceas
Subfamilia	: Liliodeas o Asfodeloideas

Género : Aloe

Especie : Vera

Nombre científico : Aloe vera

Nombre Vulgar : Sábila

2.2.2. Descripción botánica

Eshun y He (2004), el aloe vera es una planta que forma parte del género aloe y se caracteriza por tener hojas erectas y rígidas largas de constitución carnosa, rectinervias y acanaladas es de ambiente xerofítico teniendo la facultad de cerrar sus poros para retener mejor en su interior el agua.

a) El Tallo: Es corto y grueso, alrededor de él van creciendo las hojas en forma de rosetón hasta alcanzar la altura de un metro puede vivir hasta dos años de edad (Eshun y He, 2004).

b) Las Hojas: Están agrupadas hacia el extremo, son simples, triangulares, con punta estrecha de 30 a 60 cm de largo, de 5 a 12 cm de base y de 0.8 a 3 cm de espesor los bordes de las hojas tienen dientes afilados, triangulares alrededor de 2 mm de largo (Eshun y He, 2004).

Sánchez (2006), la estructura de la hoja está compuesta por los siguientes tejidos de fuera hacia dentro:

- **Capa externa o corteza**

Está formada por un tejido epitelial o piel de la hoja, son células flexibles y resistentes separadas por estomas que permiten el intercambio líquido y gaseoso con el exterior.

- **Vainas vasculares**

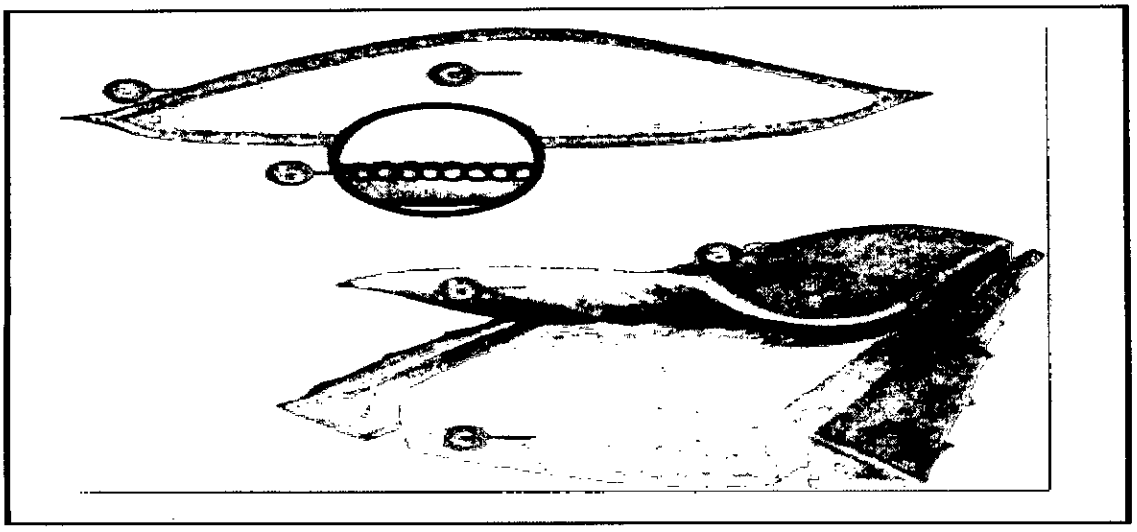
Las vainas vasculares están dispuestas a modo de nervios en la parte más exterior de la hoja pegando con la capa externa, ricas en aloína, las vainas vasculares intermedias están formadas por haces de células poligonales.

- **Centro de la hoja**

El centro de la hoja consiste en un tejido celular esponjoso que ocupa la mayor parte de la hoja y a través de cual un líquido mucilaginoso donde se encuentran la mayoría de los principios activos de la planta la misión de este gel es sellar cualquier corte que se produzca en la planta.

Ferlley y Villa (2006), dentro de las características generales del aloe vera se hace necesario resaltar su proceso fotosintético, puesto que es contrario a las plantas del común, lo que permite un mayor almacenamiento de agua en su estructura.

Dando un corte transversal a la hoja se pueden distinguir claramente tres zonas: **(a)** Capa exterior o corteza, **(b)** Observando con un microscopio, se aprecia además una capa intermedia entre las anteriores (corteza y tejido esponjoso) formada por una especie de vainas vasculares de minúsculo tamaño, **(c)** El cuerpo interior o tejido esponjoso (Sánchez y Santa, 2009).En la gráfica 04 se aprecia las partes de la hoja de aloe vera.



Gráfica 04: Corte transversal de la hoja de aloe vera
Fuente: Sánchez y Santa, (2009).

c) Las Flores: Son de 2.5 a 3 cm de largo, agrupadas en racimos en un solo tallo vertical aproximadamente de 1m de largo poseen una coloración amarillo-limón colores que cambian a medida que transcurren los distintos estados de maduración. Sus corolas se componen de 6 pétalos, que forman la cubierta floral (Eshun y He, 2004).

d) El fruto y semillas: Es una cápsula oblonga, marcada con tres ranuras de tres celdas con granos aplanados sus semillas no son fértiles, por lo que no se pueden usar para propagar la planta (Eshun y He, 2004).

e) La raíz: Es de 4 a 10 cm de largo y 4 a 5cm de diámetro, formando un rizoma que puede ser dividido para propagar la planta (Eshun y He, 2004).

2.2.3. Tipos de aloe vera

Saavedra y Rondón (2008), se ha demostrado científicamente que son cuatro tipos los que presentan mayores propiedades medicinales: Aloe barbadensis Miller, Aloe succotrina, Aloe ferox Miller y Aloe arborescens Miller.

a) Aloe arborescens

Saavedra y Rondón (2008), tiene un tallos de 1-3 m, hojas numerosas en forma de rosetas terminales, curvadas, lanceoladas, de color verde con dientes firmes en el margen con pedicelos florales de 3-4cm perigonio cerca de 4 cm de longitud cilíndrico ligeramente comprimido sobre el ovario de color naranja- rojo con los lóbulos externos libres en la base.

b) Aloe succotrina

Planta caulescente con tallo erecto corto hojas en forma de rosetas lanceoladas de color verde a gris-verde en ocasiones con unas pocas manchas blancas espinas marginales de 2-4 mm firmes blancos distanciados hasta 10 mm, inflorescencia de aproximadamente 1 m, racimos cilíndrico-acuminados de 25-35 cm flores de color rojo con ápice verde tépalos libres hasta la base (Saavedra y Rondón, 2008).

c) Aloe ferox Miller

Arbusto con un tallo de 2-3m de altura tiene numerosas hojas en forma de rosetas que son de color verde claro ovaladas de 40-60 cm de largo espinoso en las cimas y en los bordes inflorescencia en racimo erecto de 60 cm de altura; con flores de 2,5cm de longitud de color rojo, amarillo o naranja (Saavedra y Rondón, 2008).

d) Aloe barbadensis Miller

Planta con tallo erguido, bien desarrollado de 30-40 cm de longitud hojas elongadas, carnosas y ricas en agua, alcanzan una altura de 50 - 70 cm presentan un ancho en la base de 5–7cm una coloración de verde oscuro a verde azulado de márgenes con dientes

curvados hacia delante de 3–5 mm de longitud y 5 – 20 mm de distancia las flores son tubulares colgantes y amarillas es la variedad más utilizada en todo el mundo en la medicina curativa esta planta es xerófila se adapta a vivir en áreas de poca disponibilidad de agua (Saavedra y Rondón, 2008).

2.2.4. Manejo Agronómico

a) Preparación del Suelo

Torres y López (2006), esta especie no requiere de condiciones especiales de preparación del suelo, por lo que se puede utilizar cualquier sistema donde se logre crear el lugar adecuado que asegure el enraizamiento y contribuya a su crecimiento y desarrollo, esto se logra conservando la estructura del suelo, el mantenimiento sus condiciones físicas, químicas y biológicas, evitando todo tipo de erosión.

b) Sembrado y espaciamiento

Aunque esta planta es poco exigente en cuanto a los tipos de suelos, si requiere ser plantada a plena exposición solar pues necesita alta luminosidad para su desarrollo ,estudios realizados mostraron mayores rendimientos de hojas por planta con espaciamientos de 70 cm entre hileras y 50 cm entre plantas equivalentes a 28,570 plantas/ha, si bien los rendimientos fueron altos con esta densidad de plantación la recolección se hizo difícil por la longitud que alcanzan sus espinosas hojas (hasta 50 cm de largo) la experiencia demostró que era necesario ampliar la distancia entre surcos para facilitar esta operación (Torres y López, 2006).

c) Fertilización

La planta no es muy exigente en nutrientes es apropiado efectuar riegos espaciados, en ausencia de precipitaciones aunque cuidando que el agua no se acumule dada la susceptibilidad de estas plantas a su exceso estudios realizados (Torres y López, 2006).

En Venezuela han permitido constatar que un nivel elevado de fertilidad acompañado de un nivel bajo de humedad, determinaron la mayor acumulación de biomasa, mientras que el rendimiento de látex y gel seco fue elevado cuando las plantas recibieron una combinación de baja frecuencia de riego y alta fertilidad o frecuente riego sin aplicación de fertilizante (Anderson, 1999).

d) Adaptabilidad

La planta de aloe presenta una gran adaptabilidad en cuanto altura sobre el nivel del mar incluso hasta los 2500 msnm suelo y clima, presentando un mejor desarrollo en climas cálidos y secos, temperaturas de 18 a 40° C y en alturas de 0-1500 msnm también se ha encontrado que las bajas temperaturas, el exceso de humedad y terrenos mal drenados afectan considerablemente el desarrollo de la planta manifestándose en la necrosis de las hojas y raíz (Torres y López, 2006).

e) Control de plagas

Torres y López (2006), el tratamiento que se utiliza para el control de la pudrición radicular es la erradicación de plantas enfermas, tratamiento del suelo con calor (agua caliente y/o solarizados) y resiembra entre los síntomas que se presentan debido a un mal cuidado de la planta, podemos mencionar los siguientes:

evitar esta degradación, es necesario encontrar un método de estabilización adecuado, pero independientemente del método y de la calidad relativa del gel de la planta, los mejores resultados se obtendrán cuando las hojas sean procesadas inmediatamente después de ser cortadas esto es debido a que la degradación del gel, comienza por reacciones enzimáticas naturales y también al crecimiento de bacterias ante la presencia de oxígeno, actualmente existen diferentes técnicas de estabilización, pero todas coinciden en los siguientes pasos: lavado de la hoja recién cortada con un bactericida, separación mecánica del gel de la corteza exterior.

Barahona, Flores y Rosero (2006), la separación del gel podría facilitarse con la filtración del gel obtenido, estabilización mediante el empleo de frio o calor y/o la adición de conservantes u otros aditivos, como el ácido cítrico, ácido ascórbico o ácido fosfórico, aunque los más utilizados son los dos primeros, en la estabilización por frio todo el proceso se realiza a baja temperatura otra medida de esterilización en el proceso en frio consiste en exponer el gel a luz ultravioleta, seguido de una micro filtración por otro lado la estabilización por calor se logra sometiendo el gel de aloe a un tratamiento de pasteurización a alta temperatura.

2.2.6. Proceso de obtención del gel de aloe vera

Ramachandra y Srinivasa (2008), todo el proceso consiste en lavar las hojas de sábila recién cosechadas con un bactericida adecuado, seguido por el procesamiento de separar mecánicamente, el gel resultante se somete a diversas etapas de homogenizado, filtracion y estabilización.

Independientemente de la calidad de la planta por sí misma, los mejores resultados se obtienen cuando las hojas se procesan inmediatamente después de la cosecha esto es debido a que el gel sufre una descomposición provocada por reacciones enzimáticas, así como el crecimiento de bacterias, debido a la presencia de oxígeno, elevada actividad de agua y alto contenido de azúcares (Alves *et al.* 2004).

Ramachandra y Srinivasa (2008), el gel puede ser removido mecánicamente de las capas exteriores por medio de una operación conocida como fileteado, pero existen otros métodos para la obtención del gel tales como:

a) Escurrimiento simple

Con este procedimiento se obtiene un gel de excelente calidad, se realizan cortes en la planta y por gravedad se recoge el gel liberado la desventaja de este método radica en que el tiempo de obtención es muy lento y posee muy bajo rendimiento.

b) Escurrimiento con adición de calor

El rendimiento es mayor que con el escurrimiento en frio o simple ya que al calentar la viscosidad del gel disminuye y se facilita el escurrimiento, pero existe un mayor daño en los componentes bioactivos y un incremento en las reacciones de oxidación debidas al tratamiento térmico se ha reportado que la actividad biológica del gel permanece esencialmente intacta cuando el gel es calentado a 65 °C por periodos menores a 15min.

c) Separación mecánica por prensado

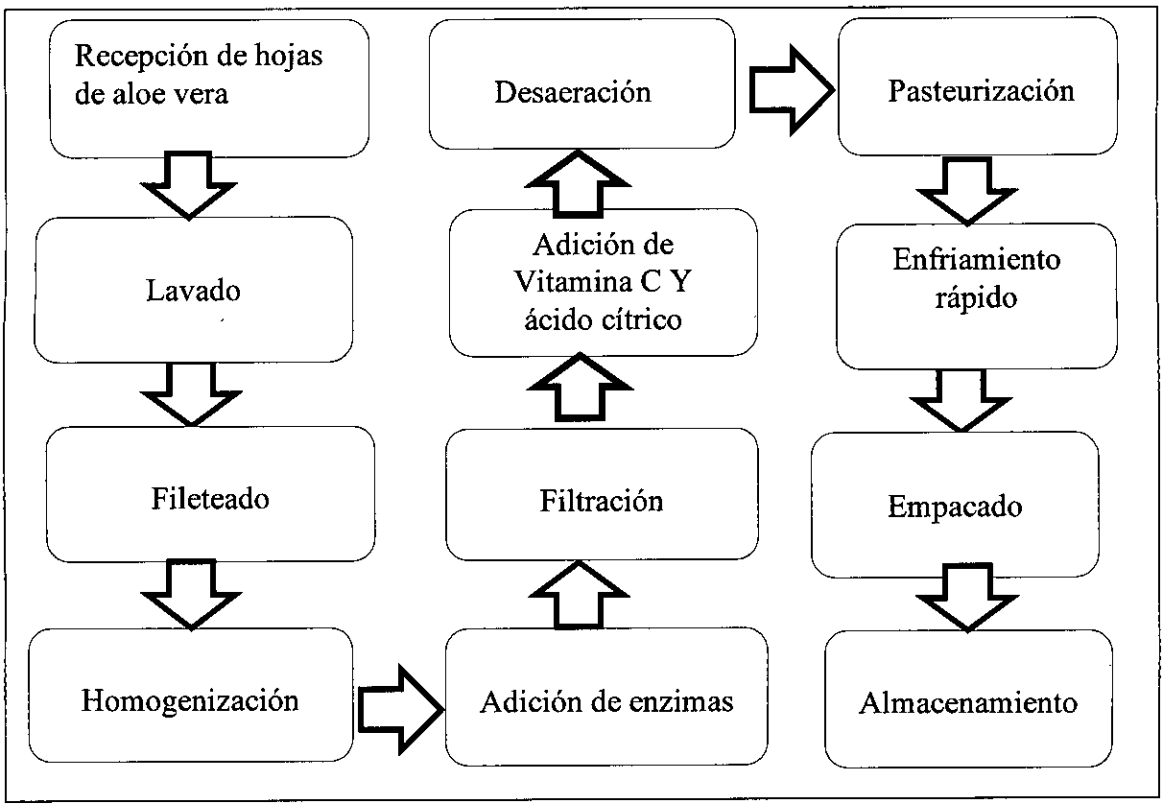
Con este método se obtienen geles con restos de paredes vegetales de la planta se ha encontrado que estos restos catalizan una coloración roja en el gel.

d) Separación mecánica manual y frotación de las hojas

En este método las hojas de aloe son cortadas por sus orillas y se separa en forma manual una de las caras, así la hoja con el gel se raspa con una malla de acero para extraerlo este procedimiento es de bajo rendimiento y complicado la separación provoca que en ocasiones, material vegetal de las paredes de las hojas se pasen al gel disminuyendo la calidad del producto.

e) Separación manual por fileteado

Se realiza fileteando la hoja con un cuchillo a partir de aproximadamente 2.5 cm desde la base de la hoja abarcando su extremo superior y las partes laterales, el gel obtenido se licúa con aspas de acero, este es el método más utilizado y que provee mejores rendimientos y una mejor calidad del gel, pero se requiere una mayor mano de obra para realizar esta operación. En la grafica 05 presenta el proceso de obtención del gel aloe vera.



Gráfica 05: Diagrama de flujo para la producción común de gel de aloe vera
Fuente: Ramachandra y Srinivasa (2008)

2.2.7. Composición química del aloe vera

El gel de aloe vera contiene dos fuentes liquidas principales: un látex amarillento (exudado) y un gel claro (mucílago), el látex amarillo está compuesto principalmente por derivados de antraquinonas (aloína y aloe emodina) y cromonas, que son componentes bioactivos en fuentes naturales, siendo la aloína el principal constituyente activo del aloe vera, estos derivados se utilizan como antiinflamatorios y antibióticos, dentro de ellos podemos encontrar aloesin, también denominada resin A y resin B mientras que el gel mucilaginoso contiene fundamentalmente 98.5% de agua y polisacáridos caracterizándose por estar formados de ácidos galacturónicos y unidos a azúcares como glucosa, galactosa y arabinosa, con el efecto de dar una explicación de

las numerosas aplicaciones que tiene el aloe vera es necesario examinar las propiedades físicas y químicas de la planta. La planta contiene entre el 99 y 99.5 por ciento de agua con un pH promedio de 4.5 la materia sólida remanente contiene aproximadamente 75 ingredientes diferentes donde se incluyen vitaminas, minerales, enzimas, azúcares, antraquinonas o compuestos fenólicos, lignina, saponinas, esteroles, aminoácidos y ácido salicílico.

a) Vitaminas: La planta contiene muchas vitaminas, excluyendo la vitamina D pero incluye importantes antioxidantes como las vitaminas A, C y E, la Vitamina B (Tiamina), niacina, vitamina B2 (Rivoflamina), colina y ácido fólico, están también presentes algunos autores sugieren que también contiene trazas de vitamina B12 (Ramachandra y Srinivasa, 2008).

b) Enzimas: Las enzimas que se encuentran en el gel de aloe vera son: la lipasa, amilsa, catalasa, oxidasa, fosfatasa alcalina. La catalasa integra parte del sistema antioxidante y es importante ya que su funcion es destruir el H2O2 generado durante el metabolismo celular. Cuando es tomada oralmente, varios de estos catalizadores bioquímicos, tales como la amilasa y lipasa, pueden ayudar en la digestión rompiendo grasas y azúcares, una importante enzima, la carboxipeptidasa inactiva la bradykinina (que es una hormona que produce dolor asociado con vasodilatación durante el proceso inflamatorio) y produce un efecto anti-inflamatorio por tanto, su hidrólisis reduce el dolor y vasodilatación y de allí su efecto analgésico (Ramachandra y Srinivasa, 2008).

c) Minerales: Se encuentran en la planta: sodio, potasio, calcio, magnesio, manganeso, cobre, zinc, hierro y cromo, el lactato de magnesio inhibe la descarboxilación de la

histidina y previene la formación de la histamina del aminoácido histidina, la histamina es liberada en muchas reacciones alérgicas y causa intensa picazón y dolor, la prevención de su formación podría explicar el efecto antipurítico del aloe vera (Saavedra y Rondón).

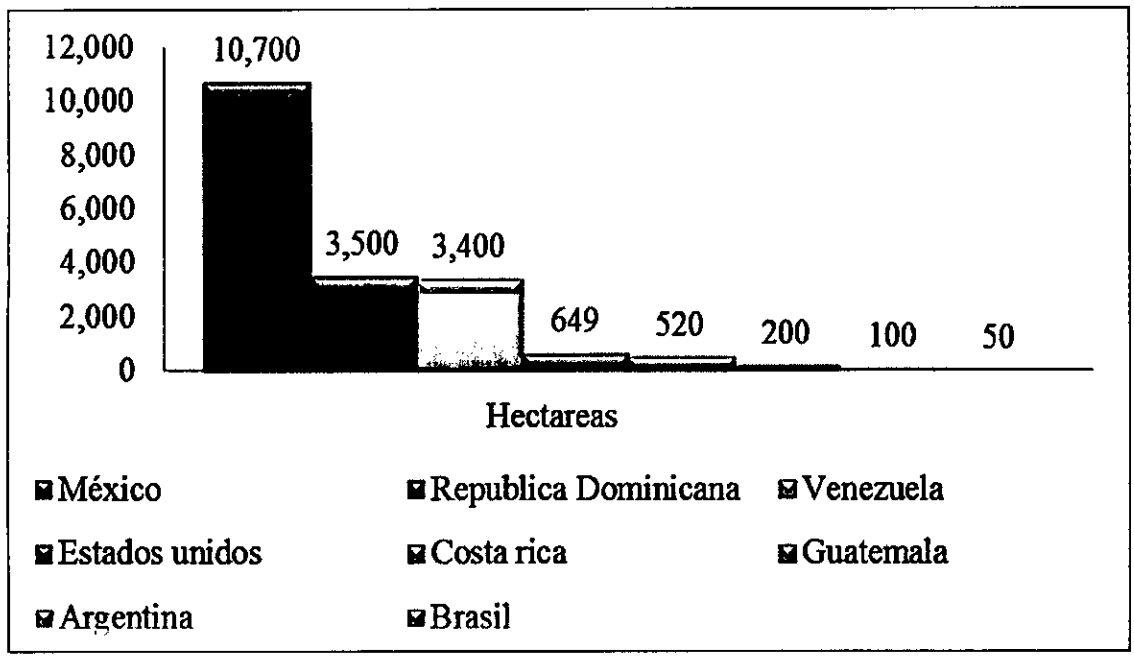
d) Aminoácidos: Lisina, valina, cisteína, glicina, fenilalanina, metionina, leucina, ácido aspártico, ácido glutámico, arginina y serina el aloe vera proporciona 20 de los 22 aminoácidos requeridos por el cuerpo humano y 7 de los 8 aminoácidos esenciales que el cuerpo no sintetiza (Barahona, Flores y Rosero, 2006).

Torres y López (2006), los aminoácidos ejercen una amplia gama de actividades biológicas como: antifúngicos, antimicrobiano, anticancerígeno y antioxidante, funcionan como analgésicos y poseen potentes propiedades antibióticas, tanto para virus como para bacterias.

2.2.8. Producción de aloe vera

2.2.8.1. Producción de aloe vera en América

México aporta el 56% de las hectáreas cultivadas en la región y se posiciona también como el mayor cultivador de sábila en el mundo, República Dominicana y Venezuela aportan superficies cultivadas muy similares para el año estudiado y obtienen a nivel mundial el segundo y tercer puesto en hectáreas cultivadas respectivamente, como se muestra en la gráfica 06 (ASC, 2009).



Gráfica 06: Cultivos de Aloe vera en América
Fuente: ASC, (2009).

2.2.8.2. Producción de aloe vera en el Perú

Obregón (2006), es escasa la información oficial respecto del cultivo de plantas medicinales que incluye el aloe vera, dado que la mayor parte proviene de la colecta silvestre, así mismo, en algunos registros departamentales, hay un rubro general denominado "hierbas medicinales" que no permite distinguirlas individualmente ni siquiera por nombre común, así como el uso de unidades de medida no oficiales, por otro lado, las plantaciones de las diferentes especies vegetales de uso terapéutico, se realiza muchas veces de forma artesanal, como cultivos asociados y sin ningún tipo de registro como es el caso del aloe vera.

Dada la importancia de las plantas medicinales y el creciente potencial que tienen, los gobiernos regionales a través de los Planes Estratégico Regionales de Exportación (PERX), han identificado algunas plantas medicinales y nutraceúticas como cultivos

promisorios entre los que se encuentran las hojas de aloe vera, adicionalmente, es necesario difundir actividades relacionadas con la investigación, producción, comercialización y financiamiento de proyectos de investigación y extensión realizados por instituciones del Estado, empresa privada y Organismos No Gubernamentales entorno a las plantas medicinales (Obregón, 2006).

De la flora medicinal, pocas especies son cultivadas y de ellas alguna información dispone el Ministerio de Agricultura (MINAG) que tiene a las Plantas Medicinales como una de sus principales Líneas de Cultivos emergentes, encontrándose dentro de la oferta exportable peruana el aloe vera (Obregón, 2006).

Es necesario difundir actividades relacionadas con la investigación, producción, comercialización y financiamiento de proyectos de investigación y extensión realizados por instituciones del Estado, empresa privada y Organismos No Gubernamentales entorno a las plantas medicinales (Obregón, 2006). En el cuadro 04 se reporta la producción de aloe vera en kg respectivamente.

Cuadro 04: Producción de aloe vera en el Perú

Producto	**Unidad**	**Producción**	
	kg	**2004**	**2005**
Sábila	Kg	300,00	300,00

Fuente: Ministerio de Agricultura – INRENA Anuario Forestal 2004 y 2005 citado por Obregón, (2006).

2.2.9. Usos y beneficios

a) Usos

El gel extraído de las hojas con bajo contenido de antraquinonas, los hace ideal para la preparación de bebidas o alimentos sólidos que presentan propiedades benéficas debido a su buena acción reguladora del sistema digestivo, se debe aclarar que para esto se debe lavar exhaustivamente para reducir hasta los límites permitidos por la ley el contenido de antraquinonas tóxicas y laxantes que se encuentran en los productos terminados y aprovechar la gran cantidad de glucósidos medicinales presentes en este (glucomanano) (Alves *et al.* 2004).

Anderson (1999), el gel de aloe vera con alto contenido de antraquinonas lo cual lo limita altamente para la preparación de productos para consumo humano; pero igualmente sigue siendo útil para la preparación de otro tipo de productos cosméticos y medicinales tópicos.

El gel de aloe vera puede ser usado como antiinflamatorio y como un poderoso cicatrizante del tejido epitelial, debido a la actividad de sus aminoácidos que estimulan la producción de nuevas células y la habilidad de sus enzimas para promover la regeneración de la piel, puede ser usado en el tratamiento de heridas, quemaduras e irritaciones en la piel en general, usando la planta como tal o algún preparado, tiene extensa aplicación en la industria cosmética donde es considerado como un emoliente efectivo, tanto para la piel como para el cabello, puede ser útil además, en el campo de la medicina veterinaria (Barahona, Flores y Rosero, 2006).

Álvarez y Varón (2006), el extracto del gel ha sido usado en el tratamiento de muchos animales en casos externos tales como alergias, abscesos, infecciones por hongos, varios tipos de inflamaciones, dolores y comezón, cuando el mucílago es tomado oralmente, algunos de los azúcares presentes se unen a sitios receptores recubriendo el intestino; esto posiblemente ayuda a prevenir el síndrome de "intestino agujerado", otros son ingeridos enteros por un método de absorción celular conocido como pinocitosis.

A diferencia de otros azúcares que se descomponen antes de su absorción, los polisacáridos son absorbidos completos y aparecen en el torrente sanguíneo sin ningún cambio allí, ellos actúan como inmuno-moduladores capaces de aumentar y retardar la respuesta inmunológica (Barahona, Flores y Rosero, 2006).

b) Beneficios

- **Estimulante del crecimiento de los tejidos**

En la composición química del gel de aloe vera, se encuentra el fosfato de manosa, su principal función es que actúa como agente de crecimientos de los tejidos el ácido ascórbico se considera benéfico para el crecimiento ya que puede retrazar la formación de sustancias semejantes a la melanina, que inhiben el crecimiento (Anderson, 1999).

- **Regenerador Celular**

Los polisacáridos contenidos en el gel de aloe, entre los que se encuentran los glucomananos, los cuales constituyen alrededor del 0.2 – 0.3 % del gel fresco y otros con elevados contenidos de galactosa, pentosa y ácidos urónicos, los hacen casi

insustituibles como regeneradores titulares (Álvarez y Varón, 2006).

- **Antioxidante**

Se ha encontrado que algunos polisacáridos del gel de sábila poseen propiedades antioxidantes y efectos protectores en células de origen animal las propiedades antioxidantes dependen del grado de acetilación, el peso molecular, el tipo de azucares y el enlace glucosídicos de los polisacáridos presentes en el aloe vera (Álvarez y Varón, 2006).

- **Propiedades antimicrobianas**

Vega *et al.* (2010), los áloes muestran una actividad inhibitoria de algunos Bacillus, bloqueando la síntesis de los ácidos nucleicos en las bacterias, acción debida probablemente a las antraquinonas, el conjunto de antraquinonas (aloin, barbaloin y ácido aloético) produce un efecto antibiótico y antiviral.

La saponina y aloesina presentan un carácter antiséptico y un amplio espectro antimicrobiano (bactericida y antivirosa) estos compuestos neutralizan el efecto de las toxinas microbianas. Se ha demostrado que desde el punto de vista biológico los taninos están relacionados con la resistencia de las plantas a las infecciones y se consideran potentes agentes antifúngicos (Álvarez y Varón, 2006).

2.3. Recubrimientos comestibles (RC)

2.3.1. Definición

Quintero y Muños (2010), un recubrimiento comestible (RC) se puede definir como una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento generalmente

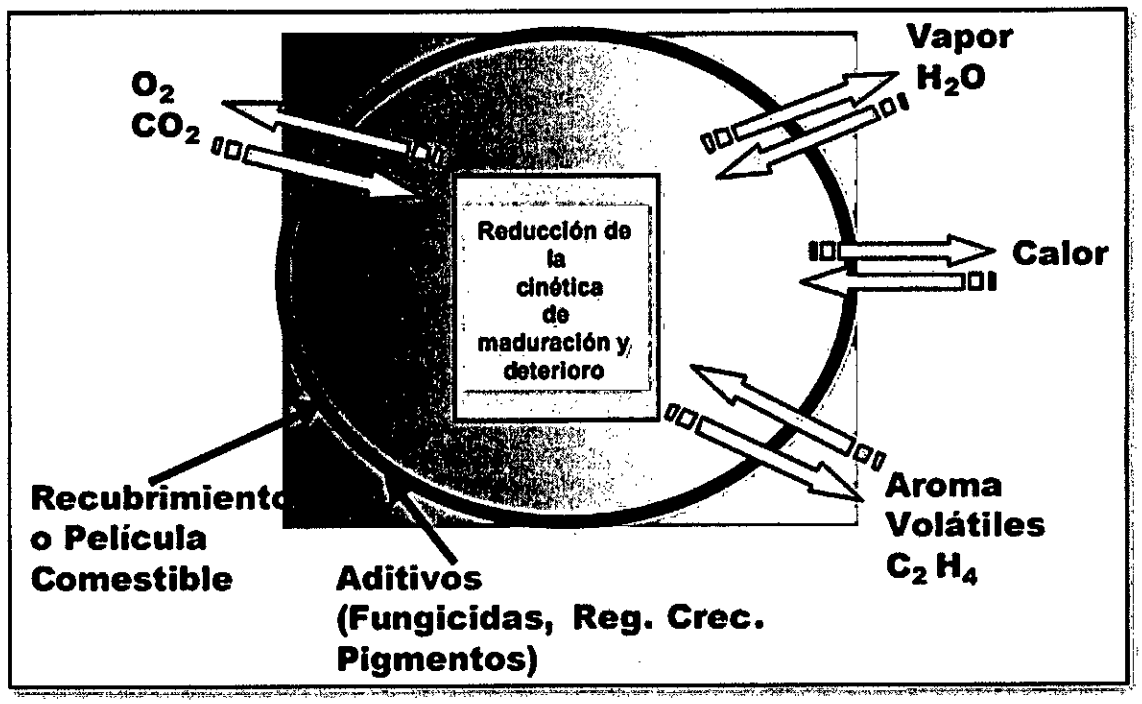
mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento los recubrimientos comestibles, aparte de actuar como barrera a los gases, pueden servir para mejorar la seguridad de los alimentos mediante la inhibición o retraso en el crecimiento de los microorganismos, dando un paso más en el concepto de envasado inteligente.

Los recubrimientos comestibles proveen una barrera protectora entre el producto y el ambiente que lo rodea, moderando a su vez el intercambio de gases (O2, CO2, etileno, compuestos aromáticos).Además dan soporte estructural al alimento, ayudando a conservar su textura, limitando la pérdida de humedad y salida de fluidos del producto fresco (Montero *et al.* 2009).

Los recubrimiento comestible (RC) han sido desarrollados con diferentes materiales como: proteínas, almidones hidrolizados, lípidos, gomas, pectinas, polisacáridos, carragenano, carboximetilcelulosa y alginatos entre otros los recubrimientos que se complementan con ingredientes lipídicos para aumentar la barrera al vapor de agua y agentes plastificantes como el glicerol, que contribuye a mejorar las características elásticas y de permeabilidad de esa delgada capa sobre la superficie externa de los trozos de futas u hortalizas frescas cortadas (Quintero y Muños, 2010).

La aplicación de recubrimientos en frutas y hortalizas tiene como objetivo realzar el aspecto externo, devolver la capa de cera natural que los frutos pierden durante el lavado y manipulación poscosecha, además evita las deshidrataciones durante el proceso de conservación prolongado, evitando alteraciones fisiológicas que permitan la entrada de hongos causantes de podredumbres. Sin embargo, una utilización inadecuada

de recubrimientos puede otorgar a las frutas sabores desagradables por la generación de compuestos volátiles propios del metabolismo de los productos hortofrutícolas (Montero *et al.* 2009). En la gráfica 07 se muestra las funciones selectivas de las películas y recubrimientos comestibles.

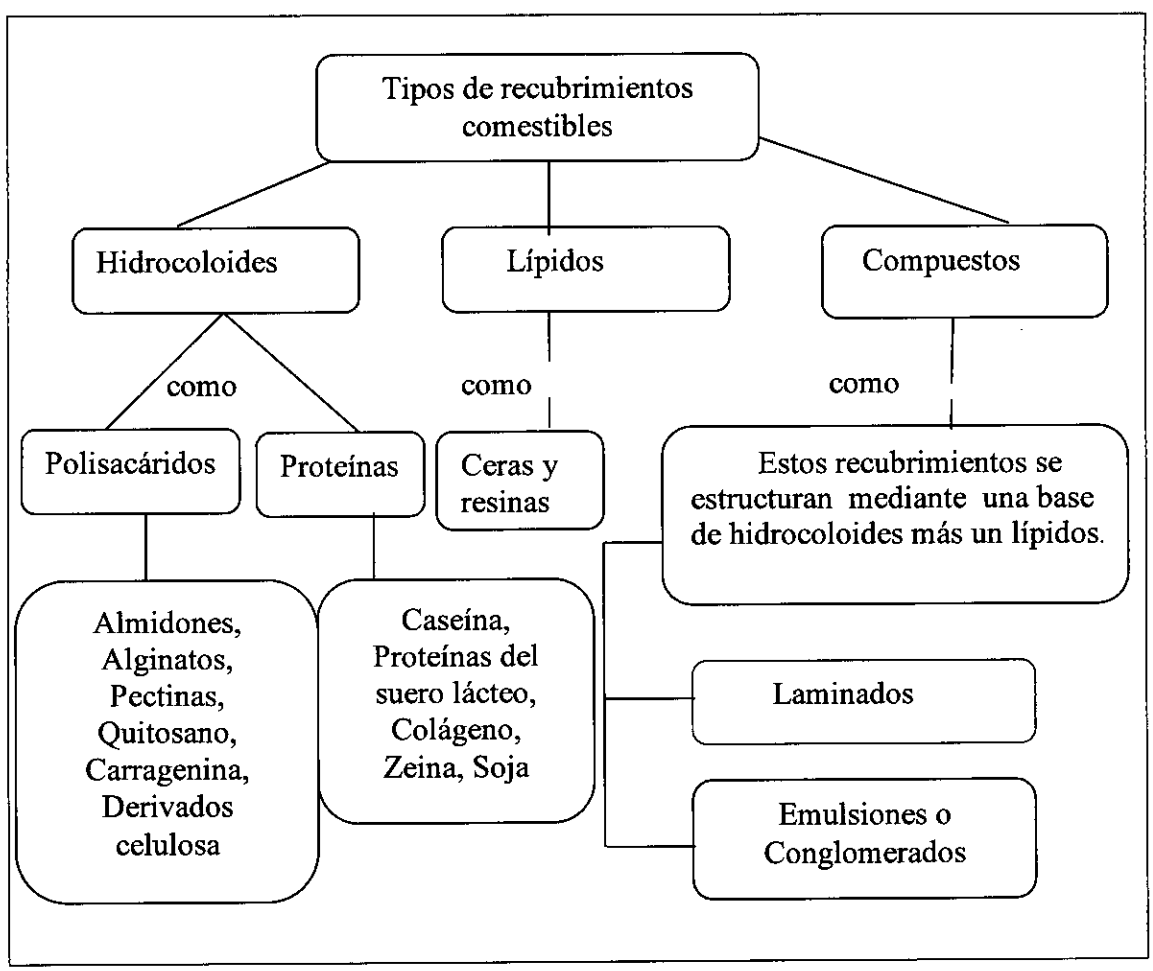


Gráfica 07: Recubrimientos Comestibles
Fuente: Bósquez Molina, 2003, citado por Muños, (2011).

2.3.2. Tipos de Recubrimientos Comestibles

Muños (2011), los componentes utilizados para la preparación de los recubrimientos comestibles se pueden clasificar en tres categorías: hidrocoloides (como las proteínas, polisacáridos y alginatos) los cuales debido a su naturaleza hidrofílica, son muy sensibles al agua, lípidos (como los ácidos grasos, acilglicerol, ceras) y compuestos, las propiedades que ofrecen las películas comestibles dependen de los componentes de los cuales están elaborados, los cuales incluyen materiales que deben ser dispersados y

disueltos en un solvente como el agua, alcohol, mezcla de agua y alcohol o una mezcla de otros solventes, plastificantes, agentes antimicrobianos, colores o sabores también pueden ser añadidos en este proceso las películas pueden estar compuestas por los siguientes componentes básicos : Proteínas (gelatina, caseína, entre otros) celulosa, almidón o materiales con base en dextrina, alginatos, gomas ceras, lípidos o derivados de los monoglicéridos o la mezcla de cualquiera de estos grupos. En la gráfica 08 se mencionan los tipos de recubrimientos comestibles.



Gráfica 08: Tipos de recubrimientos comestibles
Fuente: Muños, (2011).

2.3.2.1. Hidrocoloides

Los biopolímeros solubles en agua y de alto peso molecular son denominados comúnmente hidrocoloides. Los recubrimientos formulados con hidrocoloides tienen aplicaciones en los casos en los que el control de la migración del vapor de agua no es el objetivo ya que éstas son excelentes como barrera para la difusión del O2, CO2 y lípidos (Muños, 2011).

2.3.2.1.1. Polisacáridos

Debido a la naturaleza hidrofilia de estos polímeros, no tienen buenas propiedades de barrera contra la humedad, sin embargo, ciertos polisacáridos cuando son utilizados en la forma de recubrimientos gelatinosos de alta humedad, que retardan la pérdida de humedad de algunos alimentos, durante periodos de almacenamiento cortos (Muños, 2011).

Las películas de polisacáridos tienen buenas propiedades de barrera a los gases y pueden adherirse a superficies de frutas y vegetales (Bósquez, 2007).

- **Características de algunos polisacáridos formadores de (RC):**

a) Almidón

El almidón es uno de los materiales crudos más comúnmente empleados en la agricultura ya que es económico, fácilmente disponible y relativamente fácil de manipular, la amilosa es el compuesto responsable de la formación de recubrimientos en el almidón y su uso para tal fin se ha extendido en los últimos años, los recubrimientos elaborados con este material presentan baja permeabilidad al oxígeno (Muños, 2011).

b) Mucílagos

Rojas y Grau (2006), los mucílagos son polisacáridos heterogéneos, formados por diferentes azucares y en general ácidos urónicos. Se caracterizan por formar disoluciones coloidales viscosas: geles en agua, los mucílagos son constituyentes normales de las plantas investigaciones recientes han demostrado que el gel proveniente de la planta de sábila (Aloe vera) puede prolongar la conservación de productos frescos, de la planta de sábila se puede extraer un gel cristalino (mucílago) el cual está libre de aromas y sabores.

Navarro (2013), emplearon un gel elaborado a partir de aloe vera para el recubrimiento en frutos de hueso y uvas de mesa, observando una extensión de la vida útil de las frutas de hasta 35 días comparado con uvas sin recubrir, además dicho recubrimiento permitió retener la concentración de ácido ascórbico de las uvas.

Martínez *et al.* (2003), estudiaron el efecto del Aloe vera en el recubrimiento de uva de mesa observando una disminución de los diferentes parámetros responsables de la pérdida de calidad de la fruta, además de excelentes propiedades sensoriales de los recubrimientos.

Del Valle *et al.* (2005), desarrollaron un recubrimiento comestible a partir de mucílagos de cactus (*O.ficus indica*) con el fin de extender la vida útil de fresas, este recubrimiento no afectó la calidad sensorial de las frutas recubiertas, manteniendo además su color y firmeza original durante el almacenamiento.

2.3.2.1.2. Proteínas

Serrano *et al.* (2006), las películas de proteínas poseen mayor resistencia al vapor de agua que el resto de los hidrocoloides solubles en agua, son susceptibles al cambio de pH, pueden proporcionar un valor nutricional agregado al producto, son buenas formadoras de películas y se adhieren a superficies hidrofílicas.

2.3.2.2. Lípido

Los compuestos lipídicos utilizados como revestimiento de protección consisten en monoglicéridos acetilados, cera natural y surfactantes, las sustancias lipídicas más eficaces son la cera de parafina y cera de abejas, la función principal de una capa de lípidos es bloquear el transporte de humedad debido a su baja polaridad relativa, por el contrario, la característica hidrófoba de los lípidos forma películas gruesas y frágiles, las películas de cera son, la mayor de las veces, más resistentes al paso de humedad que las de cualquier otro componente (Rojas y Grau, 2006).

2.3.2.2.1. Ceras y parafina.

La cera de parafina se deriva de la fracción de destilados de petróleo crudo y se compone de una mezcla de hidrocarburos sólidos resultantes de la polimerización catalítica de etileno, la cera de parafina es permitida para su uso en frutas frescas, vegetales y queso, las ceras se utilizan como barrera al gas y la humedad (piel de las frutas frescas) y para mejorar la apariencia de la superficie de varios alimentos (por ejemplo, el brillo de dulces). Si se aplica como una capa gruesa, deben ser retirados antes del consumo (algunos quesos), cuando se utiliza en capas delgadas, se consideran comestibles (Ruiz, 2009).

2.3.2.3. Recubrimientos comestibles compuestos

Son los que se componen de una bicapa sobre un polisacárido los recubrimientos emulsionados o conglomerados, se adhieren más fácilmente a los frutos porque son los que se componen de una mezcla homogénea, donde el lípido se dispersa sobre la fase hidrófila, haciendo que la manipulación sea menor, puesto que solo se aplica una sola vez sobre el producto, de esta forma solo existe una etapa de secado después del recubrimiento (García, 2008).

2.3.3. Principales propiedades de los recubrimientos comestibles (RC)

Los recubrimientos comestibles aplicados en la cadena hortofrutícola producen una atmósfera modificada en la fruta, reducen el deterioro, retrasan la maduración de frutas climatéricas, reducen la pérdida de agua, retardan los cambios de color, mejoran la apariencia, disminuyen la pérdida de aromas, reducen el intercambio de humedad entre trozos de frutas, transportan compuestos antioxidantes y estabilizantes de la textura, imparten color y sabor y pudieran servir como transporte de otras sustancias, entre las principales propiedades de los RC y PC pueden destacar las siguientes:

a) Propiedades de barrera

Para muchas aplicaciones, la característica funcional más importante de los RC es la resistencia a la migración de humedad, la deshidratación superficial constituye uno de los principales problemas en el mantenimiento de la calidad de los productos hortofrutícolas, la naturaleza del RC empleado desempeña aquí un papel muy importante: a mayor hidrofilicidad de los materiales utilizados, mayor permeabilidad al

vapor de agua los recubrimientos elaborados a partir de polímeros naturales, tales como los polisacáridos (almidón y derivados de la celulosa, alginatos, pectinas, gelano, carragenano, entre otros), así como aquellos a base de proteínas, muestran una baja resistencia al agua y poseen pobres propiedades de barrera como consecuencia de su naturaleza hidrofílicas para mejorar las propiedades de barrera al vapor de agua de este tipo de recubrimientos se pueden incorporar lípidos, que emulsificados en la solución formadora de coberturas o formando una doble capa sobre el producto, pueden ayudar a prevenir reacciones degradativas del tejido como consecuencia de la pérdida de humedad, así como las reacciones respiratorias en los tejidos vegetales de esta manera se pueden formular coberturas comestibles combinando las ventajas de los componentes hidrocoloides y de los componentes lipídicos, éstos últimos como barrera al vapor de agua y los primeros como barrera selectiva al oxígeno y al dióxido de carbono, además de proveer una matriz de soporte estructural (Bourtoom, 2008).

Del Valle *et al.*(2005), por otro lado la habilidad de los RC para modificar el transporte de gases es importante para productos como frutas y vegetales frescos, los cuales son caracterizados por tener un metabolismo activo, los RC aplicados a productos que respiran deben permitir una correcta modificación del entorno gaseoso dentro del envase su uso sobre frutas permite la producción de una atmósfera modificada mediante un aislamiento del producto del ambiente que lo rodea, no obstante, aunque lo que se espera es una reducción de la transferencia de gases entre la fruta y el ambiente, recubrimientos extremadamente impermeables pueden inducir a la creación de

condiciones de anaerobiosis que tienen como consecuencia una pérdida de los compuestos aromáticos típicos de la fruta y la presencia de aromas indeseables.

b) Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de los RC dependen en gran medida de la composición y estructura de los ingredientes. Por lo tanto, la elección de las sustancias a emplear y/o aditivos activos a añadir están totalmente relacionadas con la función para la cual se desea utilizar la cobertura comestible, la naturaleza del alimento y el método de aplicación (Bourtoom, 2008).

Cuando el material empleado para recubrir se coloca en la superficie de las frutas, se desarrollan dos fuerzas: cohesión de las moléculas dentro de la cobertura y adhesión entre el recubrimiento y la fruta, el grado de cohesión de los RC gobierna las propiedades de barrera y mecánicas de las coberturas, una alta capacidad de adhesión asegura una durabilidad larga del recubrimiento en la superficie de la fruta (Ruiz, 2009).

c) Propiedades físicas

Entre las propiedades físicas más importantes para los recubrimientos comestibles se encuentran: color, opacidad aparente, transparencia, solubilidad, permeabilidad al vapor de agua y a los gases (oxígeno, monóxido de carbono, etileno) y aquellas relacionadas con la resistencia mecánica (Bourtoom, 2008).

d) Propiedades de solubilidad

La solubilidad es una medida de la integridad de los recubrimientos en medio acuoso, generalmente, mayor solubilidad indica menor resistencia al agua, está propiedad afecta la futura aplicación de los recubrimientos (Bourtoom, 2008).

e) Propiedades de espesor

Quintero y Muñoz (2010), atribuyen el efecto del espesor a cambios en la estructura del recubrimiento ocasionados por el hinchamiento que provoca el agua en el polímero.

La mayoría de los recubrimientos comestibles son de naturaleza hidrofílica se ha encontrado una relación dependiente positiva entre la permeabilidad al vapor del agua y el espesor de los recubrimientos, se considera que a medida que el espesor de los recubrimientos aumenta, se incrementa la resistencia a la transferencia de masa a través de ella, en consecuencia, la presión parcial de vapor del agua de equilibrio en la superficie inferior de la cubierta se incrementa (Bourtoom, 2008).

f) Transporte de aditivos

Bourtoom (2008), un uso potencial de los RC en fruta lo constituye la retención y el transporte de aditivos, tales como antioxidantes, antimicrobianos, estabilizantes de la textura, colorantes, saborizantes, compuestos bioactivos o funcionales, entre otros, que podrían conferir un beneficio añadido al recubrimiento por ejemplo, el enriquecimiento de los RC con aditivos funcionales permite mejorar aspectos de calidad, tanto nutricionales como estéticos, sin destruir la integridad del alimento.

Park y Chinnan (1995), la incorporación de agentes antimicrobianos dentro de RC

constituye una técnica innovadora en el mantenimiento de la seguridad inocuidad y vida útil de alimentos mínimamente procesados, además, pueden emplearse para transportar ingredientes activos pudiendo ser excelentes vehículos para mejorar el valor nutricional de los alimentos.

g) Permeabilidad

Bourtoom (2008), en los recubrimientos comestibles durante el transporte de gas pueden ocurrir dos mecanismos: difusión capilar y difusión activa la primera de estas ocurre en materiales que son porosos o que presentan imperfecciones y la difusión activa incluye la solubilización del gas en la cubierta, difusión a través de la cubierta y finalmente el paso al otro lado de la cubierta, la velocidad de difusión aumenta con el tamaño y el número de cavidades, causadas por la presencia de sustancias como los plastificantes por lo tanto, la difusión activa dependerá del tamaño y polaridad del penetrante, de la cristalinidad, de los enlaces y movimiento de las cadenas del polímero.

Yaman y Bayoindirli (2002), los plastificantes y otros aditivos reducen la fuerza de cohesiva entre las cadenas del polímero, causando una movilidad de la cadena y, por lo tanto, un incremento en la permeabilidad debido a la interposición del plastificante con las cadenas del polímero.

Pastor,Vargas y Gonzales (2009), la presencia de insaturaciones, en el polímero, favorece la rotación de las cadenas y aumenta la difusividad, sin embargo, la introducción de grupos metil reduce la flexibilidad de la cadena, reduciendo la difusión.

2.3.4. Mecanismos de formación de recubrimientos comestibles

Las sustancias formadoras de películas crean una estructura continua mediante interacciones entre moléculas, bajo la acción de un tratamiento químico o físico, la formación de una película o recubrimiento involucra uno de los siguientes procesos:

a) La coacervación simple

En la que se consigue la formación de la película a partir de cambios de fase o precipitación de un hidrocoloide en disolución acuosa mediante modificación de algunas propiedades del solvente (pH y cargas eléctricas) (Embuscado y Huber, 2009).

b) La coacervación compleja

En la que dos soluciones de hidrocoloides con cargas opuestas se combinan provocando la interacción y la precipitación de la mezcla de polímeros (Embuscado y Huber, 2009).

c) La gelificación o coagulación térmica

Mediante la cual el calentamiento de la macromolécula implica su desnaturalización seguida de gelificación o precipitación, o incluso el enfriamiento de una dispersión de hidrocoloides que provoca una transición de gel a sólido, por ejemplo la gelatina o el agar (Embuscado y Huber, 2009)

d) La fusión y solidificación

Empleada en películas de naturaleza de lípidos consiste en el calentamiento de la sustancia empleada por encima de su punto de fusión y su posterior enfriamiento (Embuscado y Huber, 2009).

e) La eliminación del disolvente

En el que la formación de la película sólida se lleva acabo gracias a la evaporación del solvente en el que se aplica (Embuscado y Huber, 2009).

2.3.5. Acción de recubrimientos comestibles en el cambio físico químico de frutas y hortalizas

El proceso de maduración conlleva a una serie de cambios fisicoquímicos, después de la cosecha, que determinan la calidad del producto adquirido por el consumidor, a continuación, se mencionan algunos de esos cambios, las causas que los provocan, así como el efecto que tiene sobre ellos el uso de recubrimientos en la superficie de algunos frutos:

a) Color

El color es el cambio más obvio que se presenta en muchos frutos y es a menudo, el principal criterio utilizado por los consumidores para determinar si un fruto está maduro los cambios de color durante la maduración de la mayoría de los frutos, son producto principalmente de la degradación de la clorofila y la síntesis de pigmentos tales como carotenoides y los principales agentes responsables de la degradación de la clorofila son los cambios en el pH, oxidaciones y la actividad de las clorofilasas (Quintero y Muñoz, 2010).

b) Firmeza

La pérdida de la firmeza durante la maduración es uno de los principales factores que determinan la calidad y vida postcosecha de muchos frutos previo a la maduración, los

frutos tienen una estructura celular rígida, ordenada y bien definida, mientras que paredes celulares blandas y difusas caracterizan los tejidos vegetales de los frutos maduros el ablandamiento de los frutos es atribuido a la degradación de los componentes de la pared celular, principalmente pectinas, debido a la acción de enzimas específicas tales como la pectinesterasa y la poligalacturonasa se ha observado que ambientes con concentraciones bajas en O2 y altas en CO2, reducen la actividad enzimática causante de la degradación de las paredes celulares, permitiendo así, la retención de la firmeza de frutas y vegetales durante su vida postcosecha (Quintero y Muñoz, 2010).

Martínez *et al.* (2003), han reportado resultados favorables en cuanto a la retención de la firmeza en frutos gracias al uso de recubrimientos comestibles o biodegradables.

b) Pérdida de peso

La mayoría de los frutos y vegetales frescos están constituidos principalmente por agua por ende, la pérdida de peso en esos productos, es consecuencia directa de la disminución en el contenido de humedad, el mecanismo principal de pérdida de humedad, en frutas frescas y vegetales, es la difusión del vapor de agua lo anterior debido a un gradiente de presión entre el interior y el exterior del fruto (Quintero y Muñoz, 2010).

Las películas sobre la superficie de los frutos actúan como barreras a la difusión del vapor de agua, lo que se traduce en menores tasas de pérdida de humedad, el espesor de la barrera y la permeabilidad a la humedad son factores importantes desde el punto de vista de la velocidad de transferencia de masa la disminución en el contenido de

humedad puede ser una de las principales causas de deterioro, ya que ésta no solo resulta en pérdidas cuantitativas directas (pérdidas de peso), sino que también causa pérdidas en la apariencia (debido al marchitamiento y deshidratación), textura (ablandamiento, flacidez, pérdida de consistencia y jugosidad) y valor nutricional una barrera a la transferencia del agua, retardando la deshidratación y prolongando por lo tanto la firmeza de los frutos recubiertos (Ruíz, 2009).

d) Tasa respiratoria

Quintero y Muñoz (2010), las células vegetales continúan siendo metabólicamente activas después de la cosecha y siguen obteniendo la energía necesaria del proceso de respiración aeróbica. Como se puede apreciar en la ecuación general de la respiración, este proceso consume O2 y produce CO2, por lo que es de esperar que la concentración de estos elementos en la atmósfera que rodea a la célula, tenga un efecto directo sobre la tasa respiratoria.

Ecuación general de la respiración

$$6C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6H_2O + 382 \text{ Kcal}$$

Tanada y Grosso (2005), la ventaja del uso de recubrimientos es que forman una barrera en la superficie del fruto, modificando la composición gaseosa interna, disminuyendo la tasa de respiración y por lo tanto, prolongando la vida postcosecha del producto, sin embargo, cabe destacar que la disminución de la tasa respiratoria y el retraso de la madurez de los frutos se obtiene siempre y cuando el fruto se mantenga respirando en forma aeróbica para todo producto existen límites mínimos de O2 y máximos de CO2

dentro de los cuales la modificación de la atmósfera es beneficiosa, fuera de ellos, dicha atmósfera puede tener efectos perjudiciales, como maduración des uniforme, inducción o incremento de la incidencia de desórdenes fisiológicos y desarrollo de malos olores y sabores debido a la acumulación de productos de la fermentación.

2.3.6. Factores que afectan la calidad de los frutos recubiertos

Muños (2011), las propiedades del recubrimiento, condiciones de almacenamiento, características del fruto y el tipo de aplicación condiciona la calidad del fruto recubierto, como se muestra en el cuadro 05.

Cuadro 05: Factores que afectan la calidad de los frutos recubiertos

Factores	Variables	Observaciones
Propiedades del Recubrimiento (propiedades barrera y Mecánicas)	Composición Espesor Técnica de preparación.	La permeabilidad al vapor de agua, a los gases, a comp.volátiles y solutos, así como el espesor y la técnica de preparación determinan la habilidad del recubrimiento para formar una capa continúa con buena integridad física entorno al fruto.
Condiciones de Almacenamiento	Temperatura Humedad relativa Velocidad de aire Tiempo	Afectan tanto a las propiedades funcionales del recubrimiento como a la fisiología del fruto.
Características del fruto	Morfología de la piel	Varía para cada especie y cultivar, el espesor de la cutícula, el número de estomas y lenticelos son algunos factores que diferencian unas frutas de otras.
	Fisiología del fruto	Varía para cada especie y cultivar. Algunas frutas como los cítricos tienden a desarrollar malos sabores asociados a los procesos anaeróbicos, lo que los hace vulnerables a los recubrimientos con baja permeabilidad a los gases. Por otro lado las peras que son menos susceptibles al desarrollo de malos sabores que los cítricos responden bien a recubrimientos de baja permeabilidad a los gases.
Aplicación	Técnica de aplicación y secado Homogeniedad del RC	Para ejercer una barrera efectiva, los recubrimientos deben formar una capa continua en la superficie del fruto penetrando en los poros del mismo y la técnica de aplicación tiene un papel importante.

Fuente: Muños, (2011).

2.3.7. Propiedades funcionales

Méndez (2006), las principales propiedades funcionales de los recubrimientos comestibles son:

- Reducir pérdida de peso
- Reducir la pérdida de humedad
- Reducir el transporte de dióxido de carbono y oxígeno
- Reducir el paso de aceites y grasas
- Reducir el transporte de solutos
- Mejorar el manejo de los alimentos
- Mejorar las propiedades mecánicas
- Retener los componentes volátiles
- Contener aditivos
- Se usa en alimentos heterogéneos como barrera entre los componentes
- Aumentar el tiempo de vida útil
- Conservar por más tiempo las propiedades organolépticas y nutricionales de los alimentos
- Funcionar como antimicrobianos
- Evitar la oxidación de las grasas, vitaminas, sabores y colores
- Suprimir la respiración aeróbica en frutas y verduras frescas
- Reforzar la integridad estructural del producto que recubren
- Dar productos de mayor calidad

2.3.8. Modo de empleo

Existen distintas técnicas de aplicación de recubrimientos con los cuáles se forman finas capas de material alrededor de los alimentos, entre los principales encontramos: inmersión, aspersión de espuma, atomización y por aplicación con cepillos o esponjas impregnados de las soluciones, normalmente seguido de secado natural y en ocasiones con cepillado rotatorio para su pulitura y acabado más atractivo.

a) Inmersión

Méndez (2006), esta técnica es de bajo costo, permite obtener una distribución homogénea del recubrimiento si se la realiza adecuadamente, sin embargo puede originar problemas de contaminación microbiana o dilución de las emulsiones si la fruta no está previamente secada.

b) Aspersión de espuma

Requiere de un equipo de aplicación que permite agilizar el proceso de aplicación. Presenta la ventaja de facilitar el secado porque permite el uso de formulaciones de alto contenido en sólidos, pero pueden dar lugar a una mala distribución del recubrimiento (Méndez, 2006).

c) Atomización

Se requiere de un equipo especializado para su aplicación, da buenos resultados y es una de las técnicas más usadas en las grandes industrias que utilizan recubrimientos para sus productos (Méndez, 2006).

d) Aplicación con esponjas

Es una técnica que no requiere equipo especializado para su aplicación y por ende no

incurre en grandes costos, permite una distribución homogénea del recubrimiento y reduce el tiempo de secado en comparación con la técnica de inmersión (Méndez, 2006).

2.3.9. Uso de recubrimientos comestibles en frutas

El deterioro de la calidad de los alimentos se debe en la mayoría de los casos a cambios físico-químicos o reacciones químicas, por lo que el envasado convencional no es suficiente para retrasar estos cambios, la estabilidad de un alimento está en función de los cambios que tienen lugar en los componentes de los alimentos, tales como proteínas, lípidos, carbohidratos y agua, debido a factores ambientales y de procesado (luz, humedad, temperatura, etc.) (Embuscado y Huber, 2009).

En los últimos años se han desarrollado barreras comestibles aplicadas como recubrimientos, cuyo papel protector durante el procesado, almacenamiento y manipulación, no sólo retrasa el deterioro de los alimentos sino también puede aumentar su calidad (López, 2012).

Restrepo y Aristizábal (2010), demostraron que el uso de los recubrimientos comestibles a base de mucílago de penca de sábila aplicados sobre fresas frescas permitió aumentar la vida útil disminuyendo las pérdidas de humedad, el índice de respiración, manteniendo la firmeza y retrasando los cambios de color, en comparación con los frutos utilizados como tratamiento control.

Martínez *et al.* (2003) y Navarro (2013), han evaluado la aplicación de aloe vera como recubrimiento comestible en cereza dulce y en uva de mesa, con resultados bastante satisfactorios con relación a la conservación de las características sensoriales, el control

de la actividad respiratoria, la pérdida de humedad, el pardeamiento enzimático y la reducción en la proliferación de microorganismos a los 16 y 35 días respectivamente.

Duan *et al.* (2011), han estudiado en arándanos con RC a base de Quitosano, caseinato de calcio y alginato sódico en 15 días de almacenamiento a (2°C) y luego sometidos a temperatura ambiente, provocaron un retraso en la maduración del fruto, descenso en el pH y mejor firmeza que el control, además no afecto la capacidad antioxidante, los investigadores agregan que los frutos recubiertos tienen potencial suficiente para el almacenamiento y el consumo.

Si bien se ha desarrollado una variedad de recubrimientos comestibles para preservar la frescura de las frutas, en el cuadro 06 se menciona algunos de ellos.

Cuadro 06: Recubrimientos comestibles aplicados a fruta

Aplicación	Componente principal de RC	Función	Bibliografía
Mango	Quitosano	Reducción de pérdida de agua Mantenimiento del color y sabor original.	Chein *et al.* 2007
Papaya	Caseína y cera	Barrera de los gases y reducción de pérdida de humedad.	Guillert,1988
Fresones	Quitosano, Quitosano y ácido oleico , metilcelulosa y Quitosano	Relentizacion del metabolismo.	Vargas *et al.* 2004 Vargas *et al.* 2005 Vargas *et al.* 2006 Vargas *et al.* 2007.
	Mucilagos de cactus	Mantenimiento de la textura color y atributos sensoriales	Del valle *et al* 2005
Manzana	Quitosano	Barrera a los gases, reducción de pérdida de humedad y efecto antifúngico.	Assis y perssoa,2004
	Alginato ,Gelano	Reducción de la pérdida de la humedad.	Rojas – Grau *et al* ,2006.
Pera	Metilcelulosa	Reducción del pardeamiento	Alivas *et al* ,2003

Fuente: Quintero y Muñoz, (2010)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en la UNASAM - FIIA en el departamento de Ancash en la provincia de Huaraz, en las instalaciones de los laboratorios especializados de frutas y hortalizas de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias en los ambientes: Laboratorios especializados FIIA, Laboratorio de microbiología de alimentos, Laboratorio de Análisis Sensorial y Laboratorio de Calidad Ambiental de la facultad de Ingeniería Ambiental.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1 Materia Prima

Para la ejecución del presente trabajo de tesis se utilizó arándano procedente de la empresa Intipa Foods ubicada en la provincia de Caraz departamento de Ancash, para la obtención del recubrimiento comestible se empleó el aloe vera de la variedad *barbadensis Miller* proveniente del caserío de Huanchac distrito de independencia provincia de Huaraz.

- Arándanos
- Aloe vera

3.2.2. Insumos

- Hipoclorito de sodio
- Soluciones buffers para pH metro
- Agua destilada

- Hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N
- Ácido ascórbico

3.2.3. Equipos y materiales

- Balanza analítica marca SARTORIUS, Capacidad: 160 g sensibilidad: + 0.0001 g
- Estufa, marca MERMMERT - USA, rango de funcionamiento: 0-250°C
- Equipos de titulación
- Balanza analítica METTLER TOLEDO (0.0001-300)
- Campanas desecadoras.
- Cronometro
- Potenciómetro, modelo 60 Marca TOLEDO rango de medición: O - 14 acides iónica
- Refrigerador
- Morteros
- Refractómetro manual marca Kruss rango 1.333 a 1.520.
- Equipo kejdhal FIGURSA.
- Equipo sohxlet FORTUNA
- Matraz volumétrico de 500ml
- Vasos de precipitación de 500ml
- Vasos de precipitación de 100ml
- Probeta de 500ml
- Pipetas PYREX (1 y 10ml)
- Bureta de 50ml
- Agitador

- Termómetro

Otros

- Manual de laboratorio
- Cronometro
- Licuadora
- Recipientes de plástico y acero inoxidable
- Cuchillo
- Empaque para frutas: bandejas de polietileno tereftalato (PET) perforada
- Materiales de escritorio, etc.

3.3. METODOLOGÍA

Anexo 03, muestra la metodología seguida en la presente investigación y consta de las siguientes etapas:

- Primera Etapa: caracterización de la materia prima.

En esta etapa se realizó la caracterización químico proximal y físico químico para el arándano y el aloe vera.

- Segunda Etapa: Obtención y aplicación del recubrimiento comestible.

El proceso de obtención del recubrimiento comestible (RC) a base de aloe vera se realizó teniendo en cuenta las pautas mencionadas por (Navarro, 2013) y (Vera ,2013), seguida de su aplicación por el método de inmersión (Embuscado y Huber, 2009).

Los arándanos recubiertos se envasaron en las bandejas de polietileno tereftalato (PET) previamente pesadas y perforadas con el fin de que el aire circule, para ser conservadas a $°T_{am}$ y $°T_{ref.}$ 4°C, posteriormente se evaluarón de las variables físico químicas a lo

largo del tiempo de conservación.

-Tercera Etapa: Evaluación del producto final.

En esta tercera etapa se realizó el análisis microbiológico, análisis sensorial y análisis estadístico de datos respectivamente.

3.3.1. Caracterización de la materia prima

3.3.1.1. Análisis químico proximal

a) Humedad

El método usado es el secado por estufa, la cual se basa en la pérdida de peso que sufre la muestra por calentamiento a 105°C hasta obtener peso constante, para dicho efecto se pesaron 5gramos de muestra por triplicado (AOAC, 1999).

b) Cenizas

Por incineración de la materia orgánica de 500 °C a 600°C en la mufla hasta peso constante y observar la materia blanca (AOAC, 1999).

c) Fibra

Se obtuvo la muestra desgrasada mediante digestión acida y alcalina con H2SO4 concentrado a al 1.25 y NOH respectivamente (Pearson, 1976).

d) Proteína

Se empleó el método de kjedahl, para determinar el porcentaje de nitrógeno y luego multiplicar por su factor para convertir en porcentaje de proteínas (AOAC, 1999).

e) Grasa

Se determinó la grasa por el método de soxhlet haciendo uso del hexano, entre la grasa de la muestra y la deposición en un matraz previamente tarado para luego por

diferencia se obtenga la grasa (AOAC, 1999).

f) Carbohidratos

Se obtuvo por diferencia de 100 y la suma proteica, agua, ceniza y fibra (Pearson, 1976).

3.3.1.2. Análisis físico químico

a) Índice de madures (IM)

Se realizó mediante la relación sólidos solubles/acidez titulable

$$\mathrm{IM} = \frac{\%\ \text{Sólidossolubles (°Brix)}}{\%\ \text{deacideztitulable}}$$

Los datos se recolectarán en la planilla de inspección

b) Pérdida de peso (%pp)

La pérdida de humedad de las bayas de arándano envasado se determinó por gravimetría, el peso fue expresado en gramos. Las pérdidas de peso se calcularon en % con respecto al peso inicial de los frutos antes de la conservación que se consideró como el 100%, calculando este parámetro mediante la siguiente ecuación.

$$Pérdida\ de\ peso\ (\%) = \left[\left(Peso_{inicial} - Peso_{final}\right) x\ 100\right] / Peso\ fruta$$

Los datos se recolectarán en el cuaderno de inspección.

c) Sólidos solubles (°Brix)

Se obtendrá mediante la lectura con un refractómetro de mano calibrado en cero (0), del jugo homogenizado obtenido de diferentes partes de la muestra, según la técnica descrita en la Norma Técnica Peruana (INDECOPI, 2010). El valor fue corregido a la

temperatura de 20°C según la tabla del instrumento, los datos se recolectarán en la planilla de inspección.

f) Acidez titulable (%ácido cítrico)

Se transfiere a un matraz de 10 ml del jugo homogenizado de arándano y agrega tres cuatro gotas de fenolftaleína al 1% posteriormente, se adiciona hidróxido de sodio (NaOH) 0,1N con el equipo de titulación hasta lograr el viraje del color de la solución a un rosado persistente, y se registró el volumen de hidróxido de sodio gastado método descrito en (INDECOPI, 2010).

Se calculó el porcentaje de acidez de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\%\ \text{acidez} = \frac{A^{*)} \text{x N del NaOH x gasto (mL) de NaOH x 100}}{\text{volumen del jugo de aguaymanto (mL)}}$$

A*) Peso en gramos de un mili equivalente de ácido cítrico.

Los datos se recolectaran en la planilla de inspección.

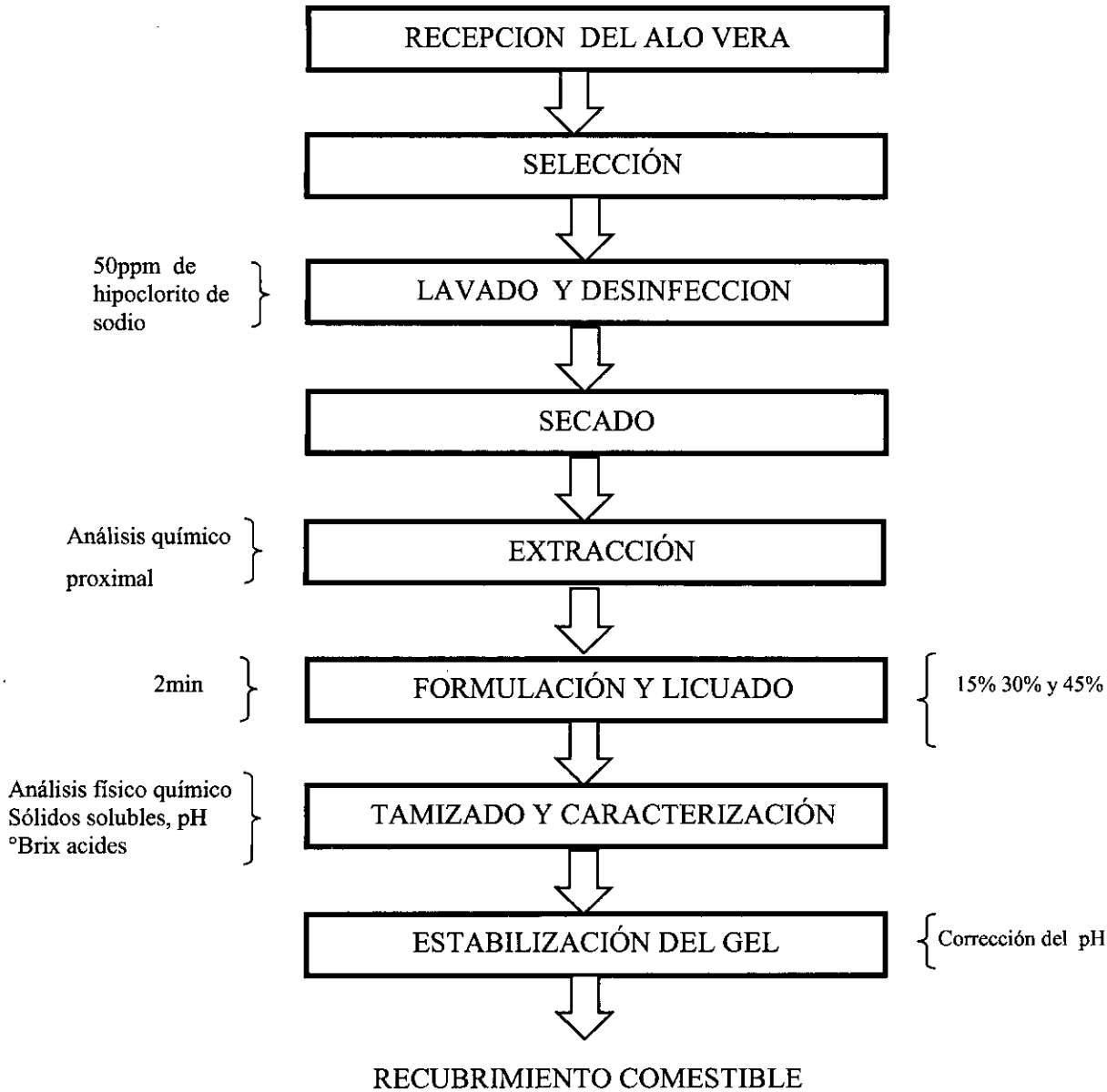
e) pH

Se determinó con un potenciómetro SCHOTT calibrado, mediante lectura directa utilizando Buffer de 7.0 (FAO, 1990).

3.3.2. Obtención y aplicación de aloe vera como recubrimiento comestible

3.3.2.1. Obtención del recubrimiento a base del ge de aloe vera

El proceso de obtención del recubrimiento comestible (RC) del aloe vera se realizó teniendo en cuenta las pautas mencionadas por Navarro (2013) y Vera (2013). En la gráfica 09 se observa el diagrama de flujo y a continuación se describen las etapas.



Gráfica 09: Diagrama de flujo para la obtención de recubrimiento comestible

Fuente: Adaptado de Vera y Navarro

a) Aloe Vera

Las hojas fueron recolectadas manualmente en forma aleatoria seleccionando las plantas con aspecto sano frescas y maduras.

b) Selección y pesado

Con el fin de obtener las mejores hojas de aloe vera que nos provea de gel suficiente para la elaboración del recubrimiento las hojas se seleccionaron de forma homogénea y representativa en cuanto a forma, peso, tamaño y color desechándose aquellas que presentaban fisionarías, daños u otras alteraciones en seguida se pesó para determinar el rendimiento.

c) Lavado y desinfección

Se procedió al lavado con la finalidad de eliminar aquellas impurezas, existentes provenientes de campo que pudieran perjudicar el proceso, en seguida se colocó las hojas de aloe vera en una solución de hipoclorito de sodio a 50ppm durante 5 minutos con el fin de disminuir la carga microbiana seguido de un inmediato enjuague.

d) Secado

Una vez lavadas y desinfectadas las hojas de aloe vera se secó con toallas absorbentes, para tener un mejor manejo en la extracción del gel.

e) Extracción de gel de aloe vera

La extracción se realiza de manera manual haciendo el uso del cuchillo y realizando un corte en un extremo para extraer la punta en seguida se realizó un corte alrededor del borde de la hoja que permitió la remoción de la corteza y la obtención del gel se

continúo cortando la pulpa obtenida, tras la separación de las partes de la hoja, en pequeños trozos para facilitar el posterior licuado.

3.3.2.1.1. Determinación del rendimiento

Se determinó por el método gravimétrico, empleando la relación de masas de la hoja completa recién lavada y del mucílago aislado de la hoja.

Para calcular el rendimiento del mucílago en las hojas se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Masa del gel}}{\text{Masa total de la hoja}} \times 100$$

f) Formulación y licuado

En seguida se procedió a pesar el gel de aloe vera obtenido en las cantidades de 30g, 60g y 90g, respectivamente para continuar con el licuado por un tiempo de 2 minutos con el fin de romper y uniformizar el gel de aloe vera.

g) Tamizado y caracterización

Tras el triturado se procedió a tamizar para eliminar residuos, que hubiese quedado en el proceso de extracción una vez hecho esto se realiza la caracterización en las variables: sólidos solubles, acidez titulable y pH.

h) Estabilización

Se corrigió el pH del gel a 3.5 con la adición de ácido ascórbico para evitar la oxidación del mismo.

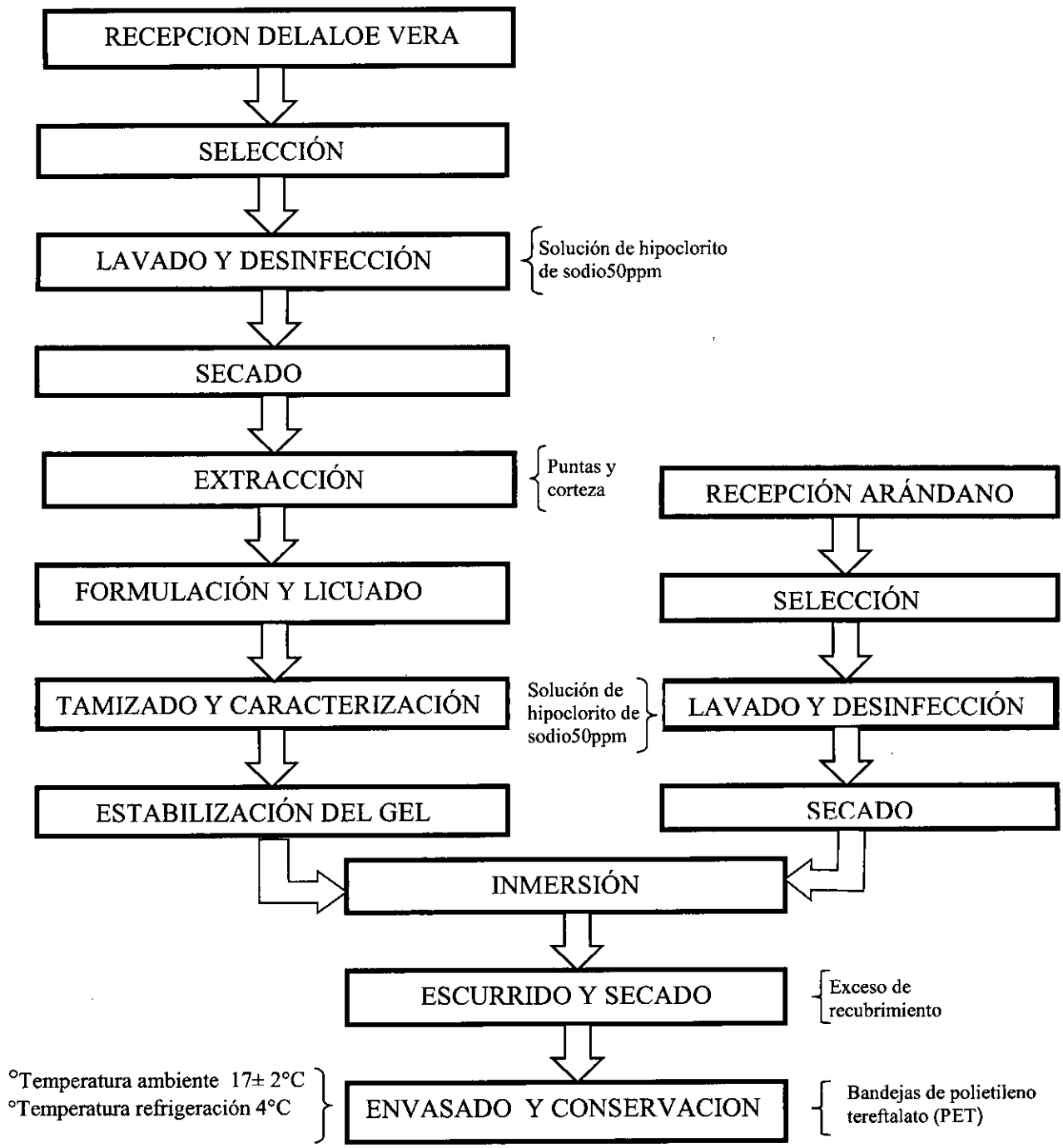
i) Recubrimiento

Se tiene el recubrimiento comestible para ser aplicado por inmersión a las bayas de

arándano formando una capa delgada sobre el fruto que le otorgue protección y buena apariencia a la fruta.

3.3.2.2. Aplicación del recubrimiento comestible

El recubrimiento del arándano se efectuó teniendo en cuentas las pautas mencionadas por Vera (2013) y Navarro (2013), en la gráfica 10 se observa el diagrama de flujo y a continuación se describe cada una de las etapas.



Gráfica 10: Diagrama de flujo cualitativo para el recubrimiento del arándano

Fuente: Adaptado de Vera y Navarro

a) Recepción de arándanos

Se recepcionaron y pesaron las bayas de arándanos de la variedad azul (*Vaccinium Corymbosum L.*) con calidad comercial procedentes de la empresa Intipa Foods.

b) Selección

Se seleccionó los arándanos de manera visual con las siguientes características: frutos enteros con uniformidad de tamaño, de forma esférica característica de la fruta, libres de insectos, enfermedades, libres de materiales extraños, exentos de olores extraños, de consistencia firme, con aspecto fresco y piel brillante.

c) Lavado y desinfección

Se efectuó esta operación con el fin de retirar impurezas de la fruta, tierra, microorganismos, residuos de productos sintéticos utilizados durante la etapa de precosecha que pudieran perjudicar el proceso mediante un lavado con agua corriente de caño seguida de la desinfección por inmersión de las bayas en la solución de hipoclorito de sodio (50ppm) por un lapso de 5 minutos con el inmediato enjuague de la fruta para quitarle el excedente de solución.

d) Secado

Operación que se realizó a temperatura ambiente por el lapso de una hora de para eliminar el agua presente en el pericarpio y permitir la adherencia del recubrimiento comestible al del fruto (Ávila y López, 2004).

e) Inmersión

Después de tener preparada la emulsión del RC, se aplicó manualmente sobre la epidermis del fruto por el método de inmersión durante 10 minutos en las respectivas

soluciones verificando que cubra la totalidad de la fruta, igual procedimiento se realizó para los frutos control, en este caso los arándanos se sumergieron en agua destilada durante el mismo tiempo.

f) Escurrido y secado

Operación en la cual se deja escurrir el resto de recubrimiento comestible haciendo el uso de un colador procurando que el escurrido sea por completo por el espacio de 1 hora para luego secar a temperatura ambiente por 2 horas ya que el recubrimiento comestible al ser aplicado por el método de inmersión, en el alimento produce un exceso de humedad que puede provocar posibles daños; pero sí después de este proceso se aplica un secado total en el producto, mejora y garantiza la calidad del mismo García (2008), igual procedimiento se realiza para el tratamiento T_0 (control).

g) Envasado y conservación

Los arándanos recubiertos se envasaron en las bandejas de polietileno tereftalato (PET) previamente pesadas y perforadas con el fin de que el aire circule, en seguida se prosiguió con el pesado del envase con la fruta para determinar los pesos iníciales con los que estamos iniciando, para evaluar posteriormente las pérdidas postcosecha, luego se almacenaron bajo refrigeración (4°C) y temperatura ambiente (17±2°C), igual procedimiento se realizó para los frutos control, la evaluación se realizó los días: 0, 5, 9, 12 y 15, en las variables físico químicas como: índice de madurez (IM), pérdida de peso (%pp), sólidos solubles (°Brix), acidez titulable y pH, seguida del análisis microbiológico y el análisis sensorial.

3.3.3. Evaluación del producto final

3.3.3.1. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se realizó realizando los análisis de Recuento en placa de Aerobios Mesófilos, Mohos y Levaduras según la (INDECOPI, 1998), la cual se realizó al mejor tratamiento en comparación al control.

3.3.3.2. Análisis sensorial

La determinación de la calidad sensorial del arándano para los distintos tratamientos, se realizó utilizando la ficha Test de Perfil de Características (Anexo 02) que permite determinar la intensidad de los atributos sensoriales a través de una escala que va de 1 a 5 donde 1 es malo y 5 excelente y se efectuaron con 7 jueces entrenados quienes calificaron los atributos: apariencia, color, aroma, textura y sabor.

3.3.3.3. Análisis estadístico

En el análisis estadístico se realizó el análisis de varianza para determinar efectos significativos ($P< 0,05$) y el método LSD (mínimas diferencias significativas) como método de comparaciones múltiples, con un nivel de confianza del 95% para lo cual se utilizó el programa Statgraphics Plus versión 5.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de la materia prima

4.1.1. Análisis químico- proximal del arándano

En el cuadro 07 se muestran los resultados del análisis químico- proximal que se realizó al arándano.

Cuadro 07: Análisis químico proximal del arándano

Componentes	Resultados (g/100g)	*Datos teóricos(g/100g)
Humedad	86,0	83,2
Ceniza	0,2	0.21
Fibra	2	1,5
Proteína	0,3	0,7
Grasa	0,55	0,5
Carbohidratos	10,95	14

***USDA, (2002).**
Fuente: Elaboración Propia

La composición químico proximal del arándano de la variedad azul varia ligeramente con lo reportado por USDA (2002), se asume esta diferencia podría ser afectada por diferentes factores como prácticas agronómicas, condiciones ambientales, variedad, época de cosecha entre otras las que repercuten en los elementos constitutivos químicos, el valor nutritivo de las bayas como menciona (Sánchez y Santa, 2009).

4.1.2. Análisis físico químico del arándano

En el cuadro 08 se muestran los resultados del análisis físico químico del arándano.

Cuadro 08: Análisis físico químico del arándano

Parámetro	Resultados	Datos Teóricos
Índice de madurez	16.8	8.7 a 34.6****
Sólidos solubles (°Brix)	12.1	10_15°B*
Acidez titulable (%) expresada como ác. Cítrico	0.5%	0,40 – 1,31***
pH	3.2	3,0 y 3,4**

***Buzeta (1997) ** Galleta *et al.* (1990) *** Dinamarca (2006) ****Sapers *et al.* (1991).**

Fuente: Datos obtenidos en laboratorio

La caracterización físico química del arándano de la variedad azul procedente de la empresa Intipa Foods como se visualiza en el cuadro 08 se encuentra dentro de los rangos mencionados por los diferentes autores para cada uno de los parámetros analizados por lo se cuenta con la materia prima adecuada .

- El fruto de arándano presentó un contenido de sólidos solubles que se encuentra dentro del rango que oscila entre 10 y 15 °Brix, descrito para el fruto maduro por (Buzeta, 1997).
- El pH de arándano concuerda con los valores entregados por Galleta *et al.* (1990) que describen un rango entre 3.0 y 3.4, en cuanto a la acidez presentó % 0.5 de ácido

cítrico para el fruto, por lo que se encuentra dentro del rango normal para estos frutos descrito por (Dinamarca, 2006).

❖ Los resultados obtenidos para los tratamientos están dentro del rango señalado por Sapers *et al.* (1991), cuyos resultados para la relación varían entre 8,7 y 34,6.

4.1.3. Análisis químico proximal del aloe vera

En el cuadro 09 se muestran los resultados del análisis químico proximal del aloe vera.

Cuadro 09: Análisis químico proximal del aloe vera

Componentes	Resultados (g/100g)	*Datos teóricos (g/100g)
Humedad	98,0%	98,0%
Ceniza	0.96%	0.97%
Fibra	0.0%	0.0%
Proteína	0.05%	0.08%
Grasa	0.0%	0.0%
Carbohidratos	0.99%	0.95%

***Ramachandra y Srinivasa (2008)**
Fuente: Elaboración propia

Como podemos ver los resultados presentan una ligera variación con respecto a lo reportado por Ramachandra y Srinivasa (2008), su composición químico proximal pueden variar en función de la lluvia o el riego del terreno, la época de recolección de

las hojas, su edad, almacenamiento y según la forma de obtención del gel como lo indica (Ferlley y Villa, 2006).

4.1.4. Análisis físico químico del aloe vera

En el cuadro 10 se reportan los resultados del análisis físico químico del aloe vera.

Cuadro 10: Análisis físico químico el aloe vera

Componentes	Resultados 120ml de jugo	*Datos teóricos 120ml de jugo
pH	4. 4	4.07
Sólidos solubles(°Brix)	2.2	2
Acidez titulable (% ácido málico)	0.54	0.52

***IASC, (2009).**
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados reportados en el cuadro 10, se puede concluir que el jugo de aloe vera cumple con los estándares establecidos, según su comparación con los reportes de The International Aloe Sácienme Council (IASC) es un jugo con un pH ácido, bajo contenido de sólidos solubles por lo tanto es una materia prima adecuada.

4.2. Obtención y aplicación del aloe vera como recubrimiento (RC)

En las gráficas 11 y 12 se observan los diagramas de flujo, para la obtención y aplicación del recubrimiento comestible.

4.2.1. Determinación del rendimiento

El rendimiento promedio de gel en las hojas de aloe vera de la especie *(Barbadensis*

Miller) fue de 68.71%, muy similar al rendimiento de 67.73% reportado por (Sánchez y Santa, 2009).

4.2.2. Balance de materia en el recubrimiento del arándano

En el cuadro 11 se muestra el balance de materia en el recubrimiento del arándano.

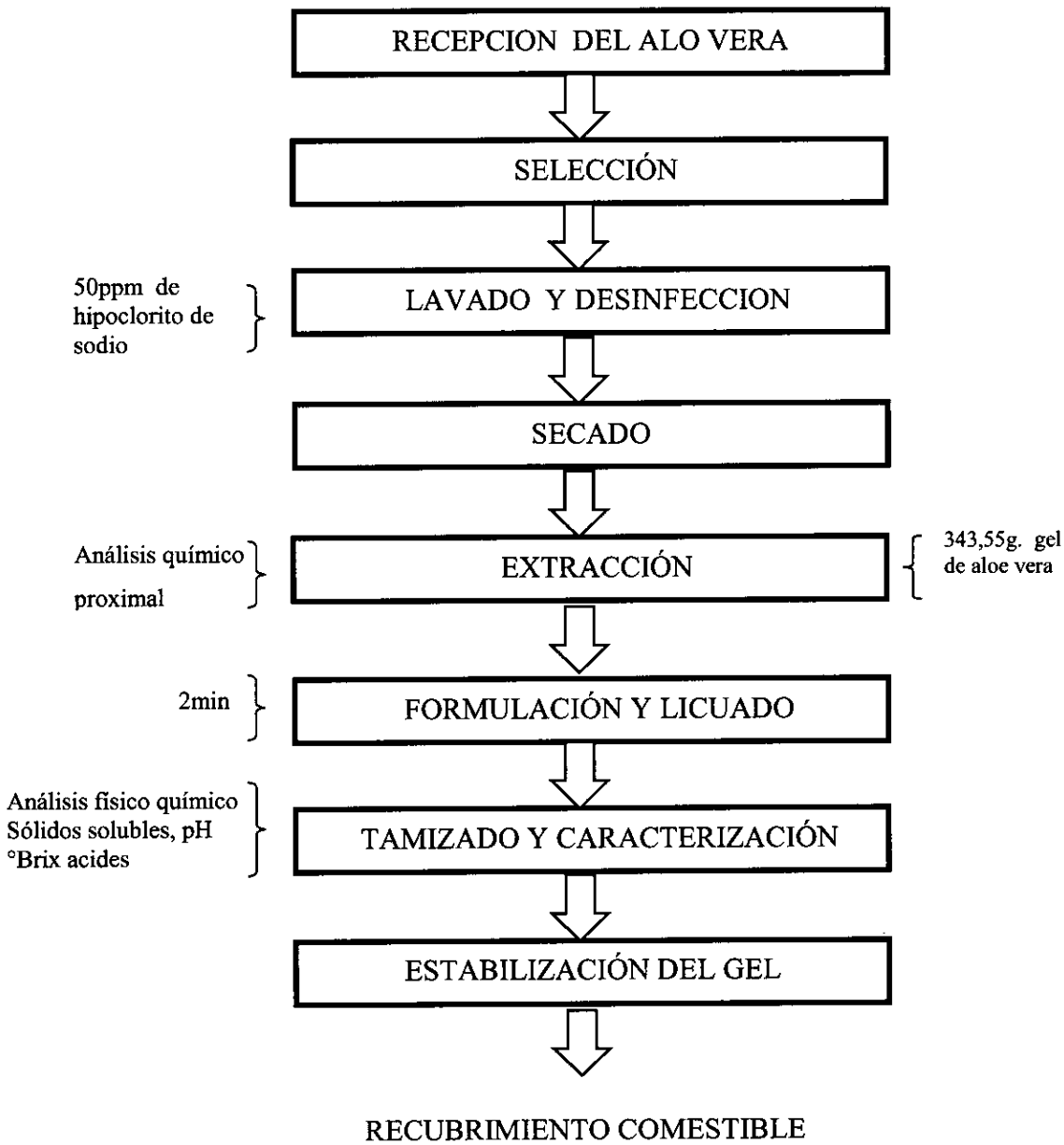
Cuadro 11: Balance de materia en el recubrimiento del arándano

OPERACIONES	ENTRA (g)	SALE (g)	CONTINUA (g)	RENDIMIENTO EN LA OPERACIÓN (%)	RENDIMIENTO EN EL PROCESO (%)
Recepción de BA*	2000,00	-	2000.00	100,00	100,00
Selección	2000,00	200,00	1800,00	10,00	90,00
Lavado	1800,00	-	1800,00	100,00	100,00
Inmersión	1800,00	-	1825,00	101,40	91,25
Escurrido y secado	1825,00	0,15	1810,00	100,55	90,50
Envasado	1810,00	-	1810,00	100,00	90,50
Conservación	1810,00	-	1810,00	100,00	90,50

*Bayas de arándano

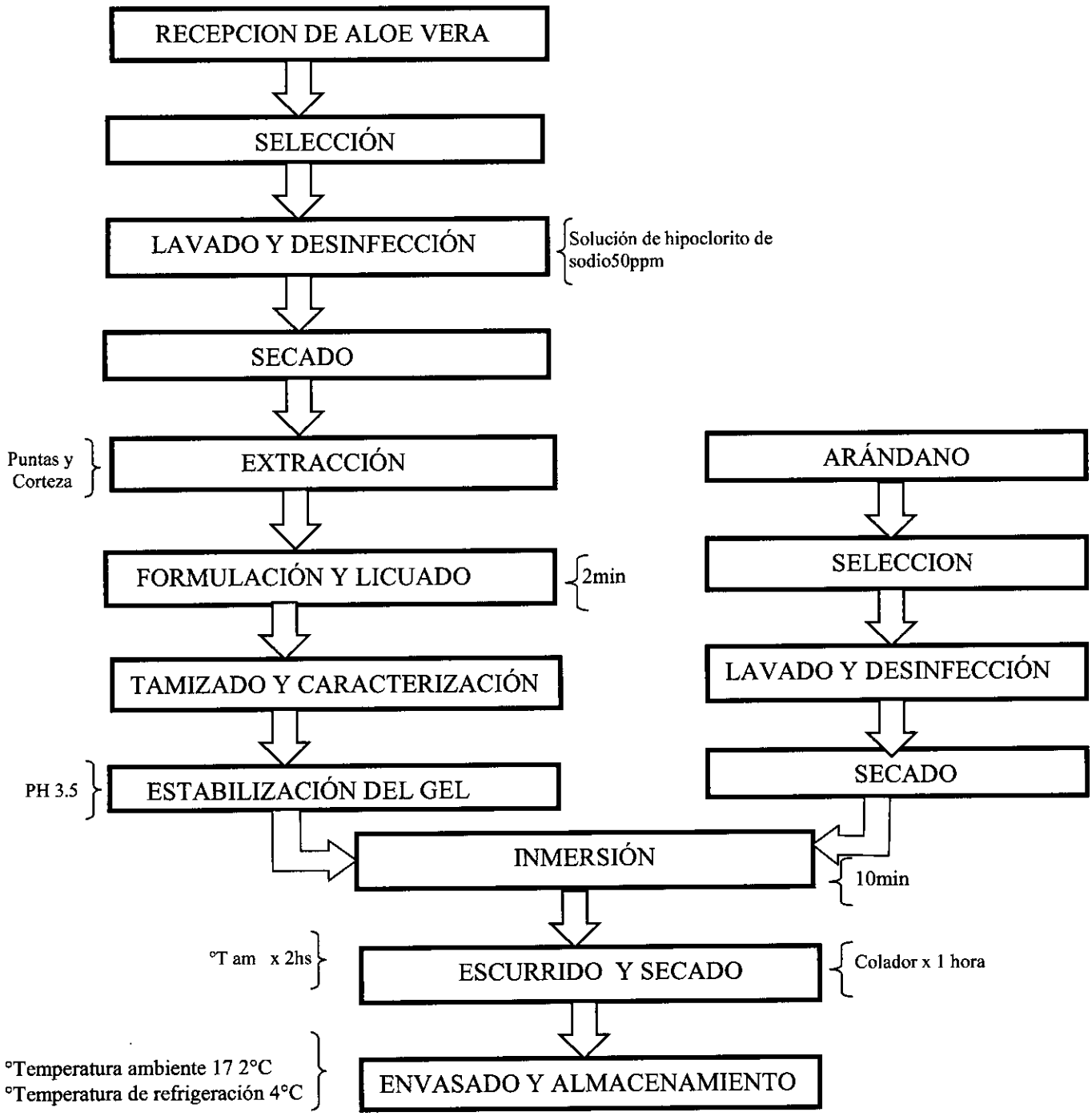
Fuente: Elaboración propia

El rendimiento del arandano de la variedad azul es de 90.5% similar a lo mencionado por Montero *et al.* (2009), para frutas y hortalizas mínimamente procesadas.



Gráfica 11: Diagrama de flujo cuantitativo para la obtención del recubrimiento

Fuente: Adaptado de Vera y Navarro.



Gráfica 12: Diagrama de flujo cualitativo para el recubrimiento del arándano

Fuente: Adaptado de Vera y Navarro.

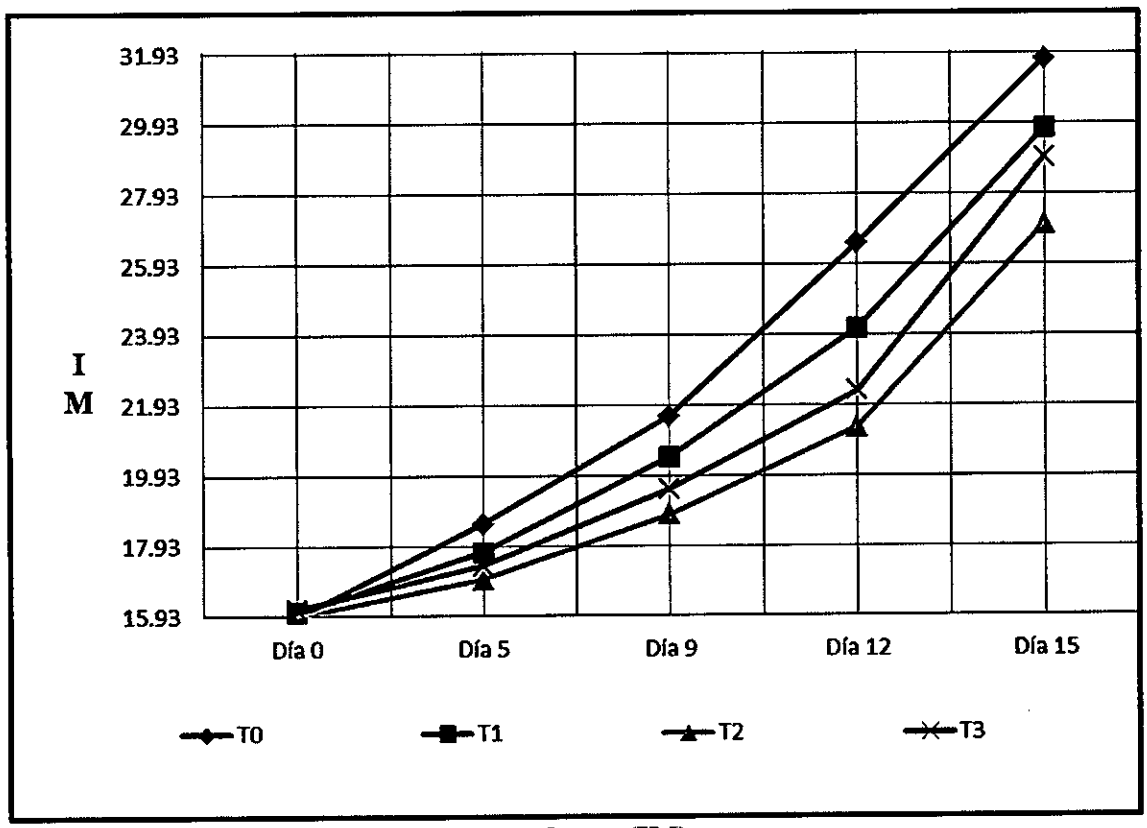
4.3. Evaluación físico química

Los arándanos recubiertos con aloe vera y conservados a temperatura ambiente (17±2°C) y temperatura de refrigeración (4°C) se evaluaron las variables físico químicas: Índice de madurez (IM), pérdida de peso (%pp), sólidos solubles (°Brix), Acidez Titulable y pH los días: 0, 5, 9, 12 y 15 donde obtuvieron los siguientes resultados:

Los arándanos recubiertos y almacenados a temperatura ambiente (17±2°C) al quinto día de conservación evidenciaron presencia de mohos lo cual limito su estudio por un tiempo más prolongado esto podría ser debido a que los recubrimientos comestibles por si solos no pueden sustituir el mantener la temperatura y humedad relativa óptima como argumenta kader (2002), los tratamientos aplicados al fruto como el encerado o el uso de cubiertas superficiales son usados como suplemento al control de la temperatura, ninguno de estos por si solos o en sus diferentes combinaciones, puede substituir el mantener la temperatura y humedad relativa optima, pero ellos pueden ayudar a mantener y prolongar la vida en anaquel de los productos más de lo que es posible usando solamente refrigeración.

4.3.1. Evolución del índice de madurez (IM)

En la gráfica 13 se muestra la evolución del índice de madurez durante conservación a 4°C.



Gráfica 13: Evolución del índice de madurez (IM)
Fuente: Elaboración propia

Los resultados nos muestran que el índice de madurez (IM) va incrementando en función del tiempo de almacenamiento esta evolución nos indica claramente el comportamiento de los frutos en relación al contenido de sólidos solubles y del % ácido cítrico, mientras que el contenido en sólidos solubles va en aumento la acidez disminuye, dando como resultado un aumento en el índice de madurez y que registra para T_0 un valor de 15.92 al día cero y de 31.77 al día 15, mientras que para los frutos tratados con recubrimiento comestible se observó un retraso significativo en el aumento de este parámetro, destacando el T_2 (30% de aloe vera) que obtuvo los valores más bajos para esta variable siendo 15.92 al día cero y de 27.05 al día 15.

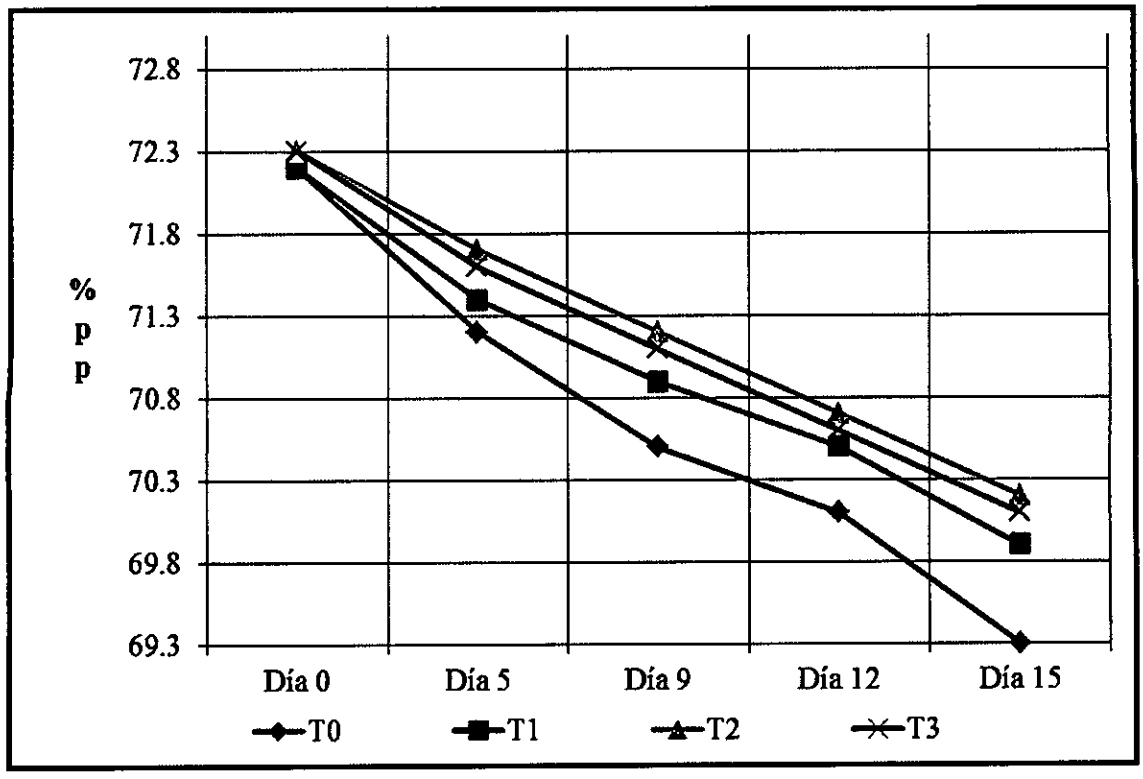
Esto puede estar relacionado a que los frutos control presentan mayores tasas de respiración, mientras el recubrimientos con aloe vera pueden producir una modificación en la atmosfera interna que favorece al fruto retrasando los cambios físico químicos al interior del fruto como indica (Han *et al.*2004).

Según Restrepo y Aristizábal (2010), el RC a base de gel de loe vara aplicado a los frutos logra reducir la intensidad respiratoria actuando como barrera al O2 y al CO2 producto del intercambio gaseoso que realiza el fruto con el ambiente que lo rodea Yaman y Bayoindirli (2002), argumentan que el RC a base de gel de aloe vera retrasa la oxidación de los ácidos orgánicos, sustratos de las reacciones enzimáticas de la respiración retrasando la senescencia y en consecuencia preservando la fruta.

Las células vegetales continúan siendo metabólicamente activas después de la cosecha, y siguen obteniendo la energía necesaria del proceso de respiración aeróbica, por lo que es de esperar que la concentración de estos elementos en la atmósfera que rodea la célula, tenga un efecto directo sobre la tasa respiratoria, los resultados obtenidos coinciden con los presentados por Tanada y Grosso (2005), para fresas recubiertas y control conservados en refrigeración, mostrando un aumento progresivo en la relación SST/AT.

4.3.2. Evolución de la pérdida de peso (% pp)

En la gráfica 14 se muestra la evolución de la pérdida de peso durante conservación a 4°C.



Gráfica 14: Evolución del porcentaje de pérdida de peso (%pp).
Fuente: Elaboración propia

Los resultados nos muestran que el % porcentaje de pérdida de peso va incrementando en función del tiempo de almacenamiento, esto nos muestra claramente el deterioro de la calidad ya que las pérdidas de peso son una de las principales causas de la pérdida de calidad durante la conservación postcosecha de frutas y hortalizas, que además de su acción por sí misma en el aspecto deshidratado que confiere al producto, incrementa su susceptibilidad a sufrir ataques microbianos, con importantes repercusiones económicas y que registra para T_0 (control), igual a 4.4 % al día 15, mientras que para los frutos tratados con recubrimiento comestible a base del gel de aloe vera se observa un retraso significativo en el aumento de este parámetro destacando el T_2 (30% de aloe vera) que obtuvo los valores más bajos para esta variable siendo 3.6 % al día 15.

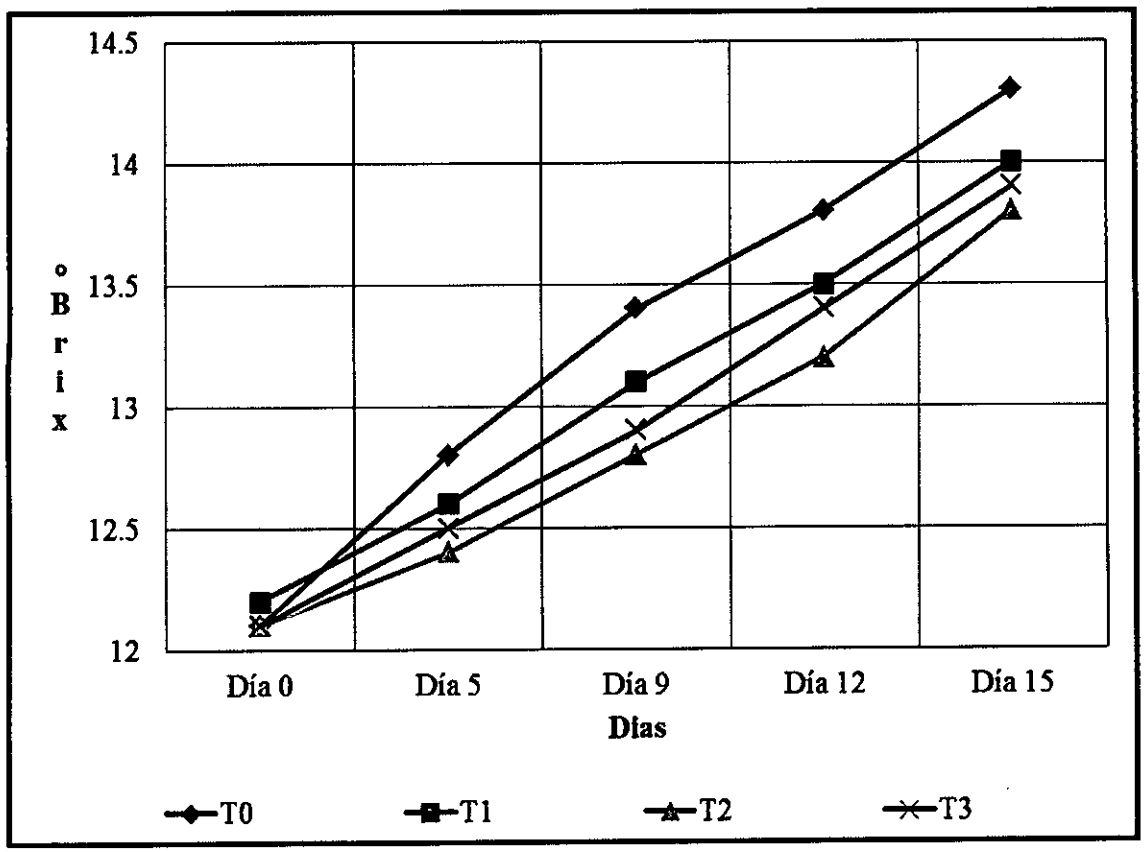
Esto es consecuencia de la deshidratación del fruto debido al procesos de transpiración, la acción de barrera que ejerce el recubrimiento comestible (RC) a base de aloe vera sobre el transporte de masa permitiendo un efecto semi permeable frente al paso del dióxido de carbono y a la humedad (Hoa y Ducamp, 2008).

Los resultados obtenidos son similares a reportado por Perkins *et al.* (2008), para arándanos de la variedad azul (*Vaccinium Corymbosum L.*), que indican una pedida de hasta 4.49% para arándanos almacenados a 4°C durante 15 días, a su bes que consideran hasta un 5% como máximo de pérdida de peso antes de perder su calidad por lo que podemos decir que hasta el día 15 el arándano conservo su calidad.

El efecto de recubrimiento comestible a base de aloe vera muestra una tendencia similar a los resultados presentados por Lee *et al.* (2003) y Serradilla *et al.* (2010), para un RC de aloe vera evaluado en manzana y cereza respectivamente.

4.3.3. Evolución de sólidos solubles (°Brix)

En la gráfica 15 se muestra la evolución del contenido de solidos solubles durante conservación a 4°C.



Gráfica 15: Evolución de solidos solubles (°Brix).

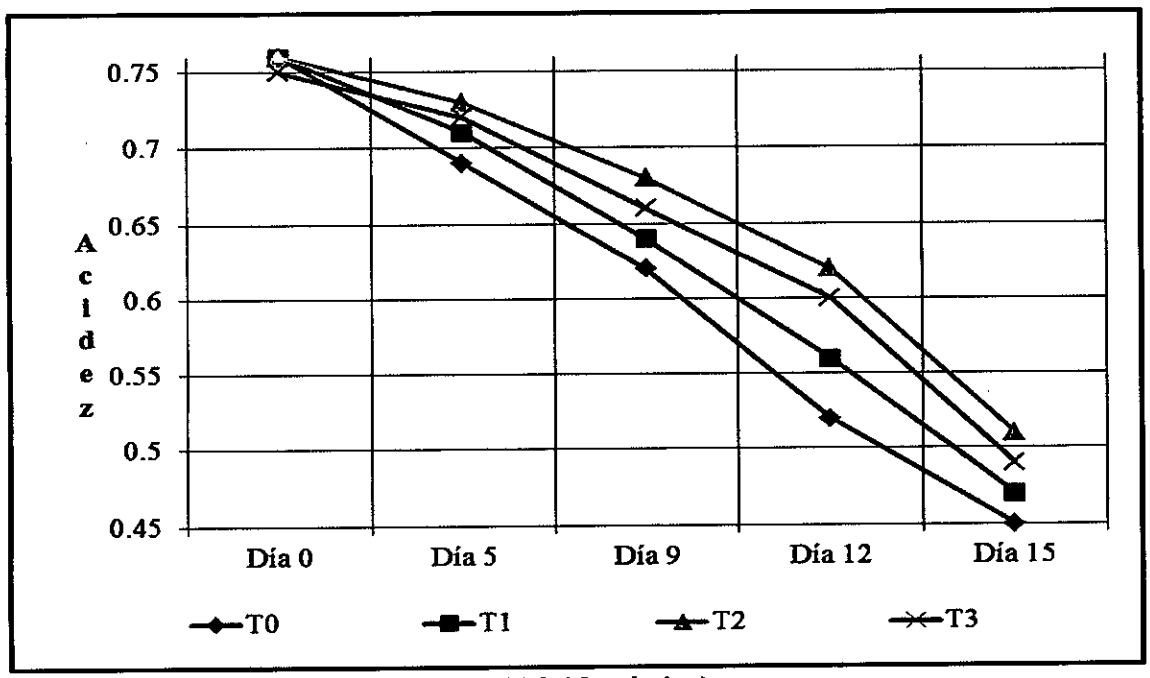
Fuente: Elaboración propia

Los resultados nos muestran el incremento °Brix en función del tiempo de almacenamiento para frutos recubiertos y los frutos control, debida a la conversión de ácidos orgánicos en carbohidratos de reserva y estos a su vez a sacáridos simples por su baja capacidad fotosintética como señala Ayala (2013), este comportamiento es inverso a la acidez total (AT), coincidiendo con Sora, Fischer y Flórez (2006), quienes han estudiado la mora Castilla (*Rubus glaucus Benth.*), en atmósferas modificadas, Trejo y Pérez (2007), estudiaron el comportamiento de fresa (*Fragaria Vesca* L.) tratadas con RC a base de gelatina almacenadas en refrigeración, presentando resultados con tendencia ascendente, la evolución de los °Brix nos muestra claramente la diferencia

para T_0 (fruto control) que obtuvo 14.3°Brix al día 15, hecho que es atribuido a la pérdida de humedad y la subsecuente concentración de los azucares como señala Joo *et al.* (2011), mientras que para los frutos tratados con recubrimiento comestible a base de aloe vera muestran un ligero retraso en este parámetro sobresaliendo el tratamiento T_2 que obtuvo 13.8 al día 15, esto indica que los recubrimientos a base de aloe vera son una buena opción para retrazar el proceso de senescencia de la fruta al crear una atmósfera modificada retrasando el metabolismo de los sólidos solubles totales por medio de la disminución en pérdida de agua y control del transporte de gases (Rojas y Grau, 2006).

4.3.4. Evolución de la acidez (%ácido cítrico)

En la gráfica 16 se muestra la evolución de la acidez durante conservación a 4°C.



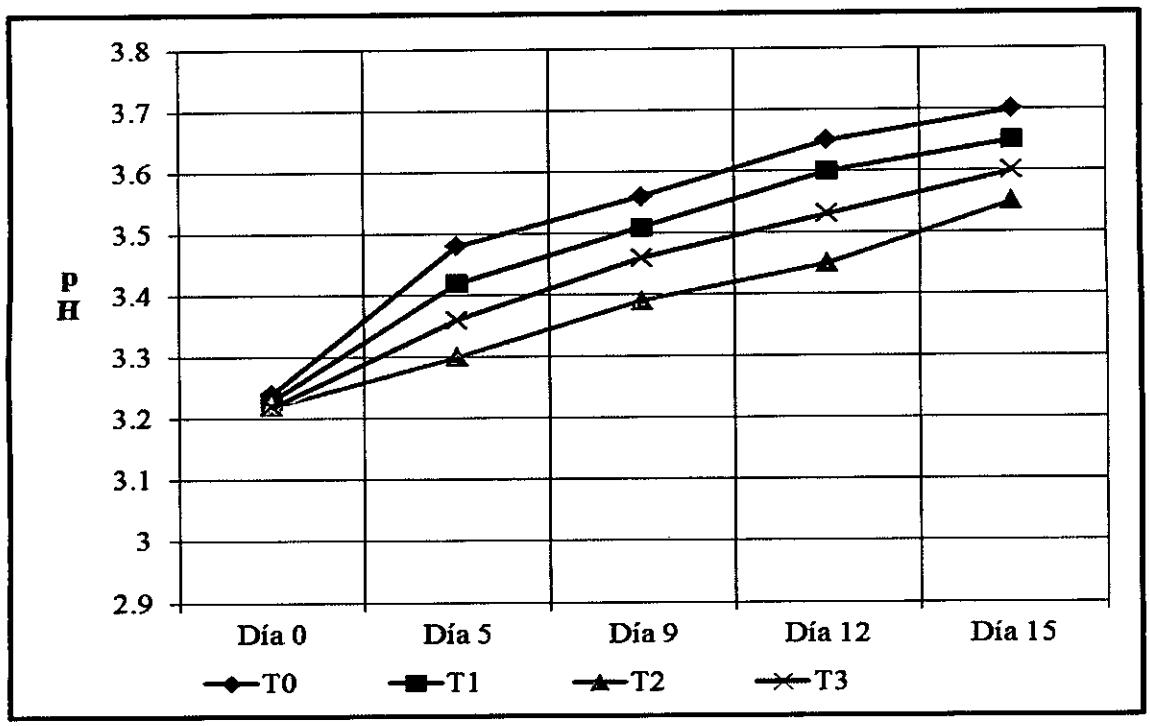
Gráfica 16: Evolución de la Acidez (%ácido cítrico).
Fuente: Elaboración propia

Todos los tratamientos mostraron un comportamiento de disminución al % acidez ya que los ácidos orgánicos son respirados o convertidos en azucares disminuyendo su contenido a lo largo del tiempo de conservación y que registro para T_2 0.5% de ácido cítrico en comparación al control que registro 0.45% al día 15 de conservación, comportamiento inverso al pH como lo señala Gonzales (2010), Tanada y Grosso (2005), reporta similar comportamiento inverso del % de acidez respecto al pH en fresas con RC y sin el RC en almacenamiento a temperatura de refrigeración.

Sin embargo como podemos darnos cuenta los frutos control presentaron disminuciones mayores en comparación a los recubiertos con aloe vera, esto puede estar relacionado a que los frutos control presentan mayores tasas de respiración, mientras el recubrimiento con aloe puede producir una modificación en la atmosfera interna del fruto por el control del intercambio gaseoso a través de la membrana que retrasa la respiración y las reacciones oxidativas como indica Serradilla *et al.* (2010) y Yaman y Bayoindirli (2002), quienes argumentan que el RC retrasa la senescencia de la fruta, retrasando la oxidación de los ácidos orgánicos, sustratos de las reacciones enzimáticas de la respiración.

4.3.5. Evolución del pH

En la gráfica 17 se muestra la evolución del pH del arándano durante conservación a 4°C.

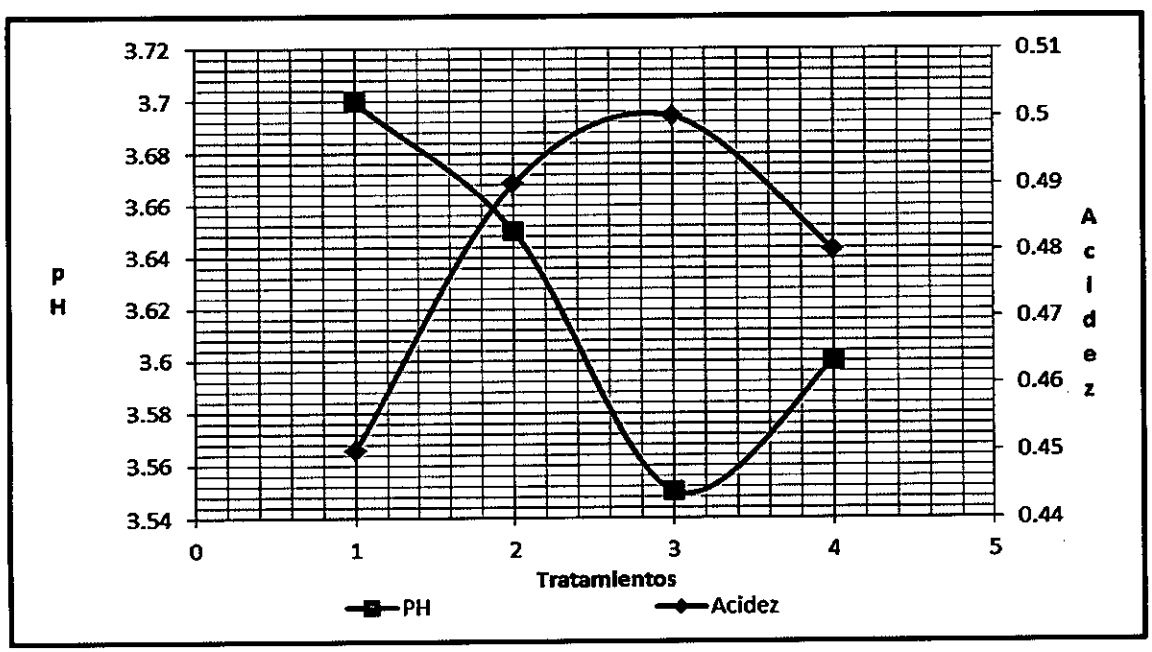


Gráfica 17: Evolución del pH.
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos el tratamiento T_2 presento el valor más bajo 3.55 y el control dio un valor de 3.70 respectivamente al día 15 de conservación, en los arándanos tratados se observó una tendencia a estabilizarse lo que no sucedió con los arándanos control que continuaron con la tendencia de aumento, dando como resultado un mayor deterioro como indica Gonzales (2011), quien estudio la conservación de mora, uvilla y frutilla mediante la Utilización de aceite esencial de canela, Restrepo y Aristizábal (2010), argumenta que un aumento en los valores de pH durante el almacenamiento demuestra el proceso de senescencia del producto debido a que la modificación del contenido de ácidos orgánicos es de gran importancia a nivel bioquímico ya que el pH condiciona la actividad de un gran número de enzimas responsables de los sucesos claves como el ablandamiento, color, entre otros asociados

a la maduración, Joo *et al.* (2011), señala que el uso de RC está relacionado con la diminución de la senescencia del fruto, evitando que durante la maduración de algunos fragmentos de pectinas se liberen desde la pared celular y se unan a los polifenoles, lo cual incrementa los valores de pH, dichos valores son similares al reportado por Perkins *et al.* (2008), quienes reportaron un incremento significativo del pH después de 21 días de almacenamiento en refrigeración en 5 cultivares de arándano, alcanzando valores de 3.4 en Cape Fear, 3.5 Bluecrop y hasta de 3.7 en O 'Nea l.

En la gráfica 18 se indica la relación entre los valores del pH y el porcentaje de acidez de cada uno de los tratamientos en estudio, identificando el T_2 (30% de aloe) como el mejor tratamiento a los 15 días de conservación por contener el valor más bajo de pH igual a 3.55 y el valor de acidez igual a 0.50% en comparación a los valores de los demás tratamientos.



Gráfica 18: pH y % Acidez.

Fuente: Elaboración propia

4.4. Evaluación del producto final

4.4.1. Análisis microbiológico

En el cuadro 12 y 13 se reportan los resultados del recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras realizado al T_0 (control) y T_2 (30% de aloe) almacenados durante 15 días a 4°C.

Cuadro 12: Evaluación microbiológico para T_0 (control)

Cód.	Parámetro	Unidad	Método de ensayo	Limite Detec. del ensayo	Resultado
AL	Análisis Microbiológico De Alimentos				
AL01	Aerobios mesófilos/g	UFC/g	Rto. en placa(*)	< 1	7
AL23	Levaduras/g	UFC/g	Rto. en placa(*)	< 1	10
AL26	Mohos/g	UFC/g	Rto. en placa(*)	< 1	<1

Fuente: Datos obtenidos en laboratorio

Cuadro 13: Evaluación microbiológica para T_2 (30% de aloe vera)

Cód.	Parámetro	Unidad	Método de ensayo	Limite Detec. Del ensayo	Resultado
AL	Análisis Microbiológico De Alimentos				
AL01	Aerobios mesófilos/g	UFC/g	Rto. en placa(*)	< 1	3
AL23	Levaduras/g	UFC/g	Rto. en placa(*)	< 1	60
AL26	Mohos/g	UFC/g	Rto. en placa(*)	< 1	10

Fuente: Datos obtenidos en laboratorio

El cuadro 12 y 13 muestra el análisis microbiológico para aerobios mesófilos mohos y levaduras que se realizó al mejor tratamiento T_2 en comparación al fruto control T_0 almacenadas a 4°C durante 15 días que exhibe un valor para aerobios mesófilos igual a 3 Ufc/g para T_2 y 7 Ufc/g, para T_0 esto nos muestra el efecto importante que ejerce el uso de recubrimiento comestible (RC) a base gel de aloe vera inhibiendo el crecimiento de aerobios mesófilos, mientras que sucedió lo contrario respecto a la presencia de mohos y levaduras, dando un valor igual a 60UFC/g para levaduras y 10UFC/g para mohos respectivamente para T_2 frente al fruto control que presento un valor menor e igual a 10UFC/g para levaduras y <1UFC/g para mohos. Esto puedo haber sido influenciado por falta de adición de sustancias antimicrobianas a recubrimientos comestibles ya que esto realiza a supresión de germinación e inhibición del crecimiento de mohos y levaduras como lo señala (Ávila, 2004).

Los resultados obtenidos se encuentran dentro de rango establecido por el MINSA (2008), para frutas y hortalizas semi procesadas y refrigeradas.

Para mohos, levaduras y aeróbicos mesófilos, se ha demostrado que la actividad antifúngica del Aloe vera se basa en la supresión de la germinación y la inhibición del crecimiento del micelio, y se podría atribuir a la presencia de más de un compuesto activo con actividad antifúngica como señala Martínez *et al.* (2003), aunque el mecanismo de acción especifico todavía se desconoce se ha propuesto que aloína o barbaloína afectan en gran medida a los fosfolípidos de las membranas, lo que conduce a cambios notables en las propiedades físicas de la membrana estas alteraciones consisten en cambios de la interface de lípido/agua en los fosfolípidos cargados

negativamente y perturbaciones del núcleo de la bicapa, que están relacionadas con la actividad antimicrobiana de la aloína, en este sentido, en una amplia gama de bacterias Gram-negativas y Gram-positivas y de cepas de hongos, la aloína han mostrado una fuerte actividad antimicrobiana (Alves *et al.* 2004).

Es importante destacar que el aloe vera como recubrimiento fue eficaz en controlar la proliferación microbiana de la uva de mesa 'Crimson' sin la necesidad de incorporarle otros compuestos de actividad antimicrobiana conocida, como puede ser: sorbato potásico y nisina para aumentar dicha actividad (Martínez *et al.* 2003).

4.4.2. Análisis sensorial

En el cuadro 14 se reportan los promedios de las calificaciones asignadas por los jueces de acuerdo al Test de Perfil de Característica (anexo 02) conservadas durante 15 días a 4°C.

Cuadro 14: Promedio de las calificaciones de los tratamientos en estudio

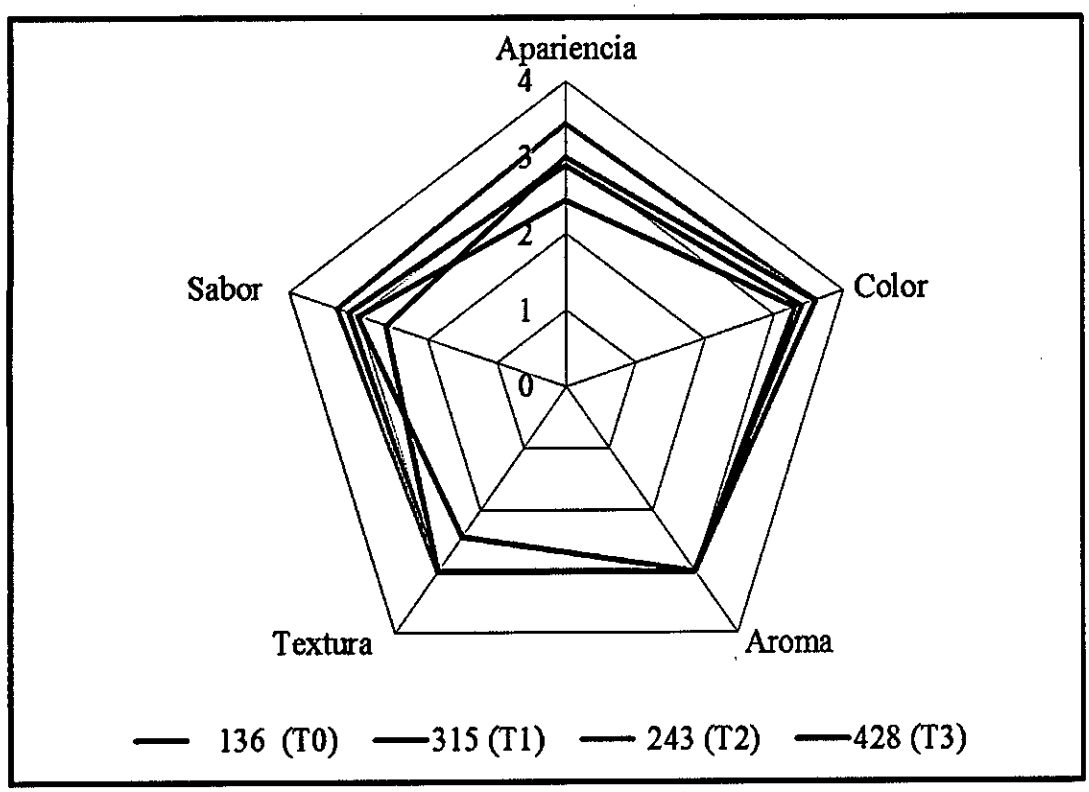
Características	136 (T_0)	315 (T_1)	243 (T_2)	428 (T_3)
Apariencia	2.43	2.9	3.43	3
Color	3.3	3.4	3.6	3.6
Aroma	3	3	3	3
Textura	2.43	3	3	3
Sabor	3	3.14	3.3	2.6

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 14 se observa los promedios de las calificaciones asignadas por los jueces a los tratamiento en cada una de las características evaluadas, según el test de perfil de

características anexo 02, que tiene una escala que va de 1 malo a 5 excelente en este análisis el puntaje más alto respecto al atributo apariencia lo obtuvo T_2 con un promedio de 3.43, lo cual indica que el tratamiento fue bueno en comparación al control T_0 que obtuvo un promedio de 2.43 que lo cataloga como regular al igual que los tratamientos T_1 y T_3 por lo que se puede concluir que los frutos de mayor aceptación en la mayoría de los atributos fue T_2 (30% de aloe).

El que los tratamientos T_2 y T_3 no hayan sido calificadas como buenas en la mayoría de las características evaluadas pudo haber sido influenciado por factores psicológicos como : estimulo lógico, personalidad y actitud como menciona Carpenter, Lyon y Hasdell (2002), si los jueces conocen algo acerca del objetivo, o reciben alguna pista sobre la identidad del producto, esto puede afectar a sus medidas o conclusiones sensoriales (estimulo), cuando los jueces creen que existe una relación lógica entre 2 o más atributos del producto (lógico), las medias están en gran parte influenciadas por la personalidad actitudes y creencias, los efectos sobre la percepción pueden estar relacionados con la inexperiencia y las ideas preconcebidas, una persona extrovertida tiende a emplear escalas de un rango más amplio que otra introvertida. En seguida en la gráfica 19, se hace la representación grafica de dichos promedios donde se visualizan los resultados para cada una de las características analizadas.



Gráfica 19: Perfil de características de los tratamientos.

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

T_0 : 0% de aloe vera

T_1:15% de aloe vera

T_2 : 30% de aloe vera

T_3 45% de aloe vera

4.4.3. Análisis estadístico

A continuación se presentan el análisis estadístico de los datos obtenidos, para cada una de las variables físico-químicas obtenidas. En el cuadro 15 se reporta el resultado del análisis estadístico para la pérdida de peso.

Cuadro15: Análisis estadístico del índice de madurez

Análisis de la varianza para el IM - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P- Valor
Efectos principales					
A: Tratamiento	6.06473	3	2.02158	4.31	0.0280
B: días	397.764	4	99.4411	211.88	0.0000
RESIDUOS	5.63194	12	0.469328		
TOTAL (corregido)	409.461	19			
Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.					

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis de varianza se encuentra que existe diferencia estadística significativa para los valores del Índice de Madurez (IM) en los tratamientos a los días: 5, 9, 12 y 15, donde las formulaciones de aloe vera influyen significativamente en el valor del (IM) del arándano durante los 15 días de almacenamiento.

Los P-valores comprueban la importancia estadística de cada uno de los factores. Dado que 2 p-valores son inferiores a 0.05, estos factores tienen efecto estadísticamente significativo en IM para un 95.0% de nivel de confianza. En el cuadro 16 se reporta el resultado del análisis estadístico para la pérdida de peso.

Cuadro 16: Análisis estadístico para la pérdida de peso

Análisis de la varianza para el %pp - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P- Valor
Efectos Principales					
A: Tratamientos	3241.14	3	1080.38	8179.53	0.0000
B: Días	14.935	4	3.73375	28.27	0.0000
RESIDUOS	1.585	12	0.132083		
TOTAL (corregido)	3257.66	19			
Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.					

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis de varianza se encuentra que existe diferencia estadística significativa para los valores de pérdida de peso (%pp.) en los tratamientos a los días: 5, 9, 12 y 15, donde las formulaciones de aloe vera influyen significativamente en el valor del (%pp.) del arándano durante los 15 días de almacenamiento.

Los P-valores comprueban la importancia estadística de cada uno de los factores. Dado que 2 p-valores son inferiores a 0.05, estos factores tienen efecto estadísticamente significativo en %pp para un 95.0% de nivel de confianza. En el cuadro 17 se reporta el resultado del análisis estadístico para los °Brix.

Cuadro 17: Análisis estadístico para los °Brix

Análisis de la varianza para °Brix - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P- Valor
Efectos Principales					
A: Tratamiento	0.2975	3	0.0991667	3.55	0.0478
B: Días	7.873	4	1.96825	70.50	0.0000
RESIDUOS	0.335	12	0.0279167		
TOTAL (corregido)	8.5055	19			
Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.					

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis de varianza se encuentra que existe diferencia estadística significativa para los valores de solidos solubles (°Brix) en los tratamientos a los días: 5, 9, 12 y 15, donde las formulaciones de aloe vera influyen significativamente en la evolución de contenido de solidos solubles del arándano durante los 15 días de almacenamiento.

Los P-valores comprueban la importancia estadística de cada uno de los factores. Dado que 2 p-valores son inferiores a 0.05, estos factores tienen efecto estadísticamente significativo en los °Brix para un 95.0% de nivel de confianza. En el cuadro 18 se reporta el resultado del análisis estadístico para la acidez.

Cuadro 18: Análisis estadístico para la acidez

Análisis de la Varianza para el % Acidez - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P- Valor
Efectos Principales					
A: Tratamiento	0.000535	3	0.000178333	1.16	0.3642
B: Días	0.17452	4	0.04363	284.54	0.0000
RESIDUOS	0.00184	12	0.000153333		
TOTAL (corregido)	0.176895	19			
Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual.					

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis de varianza se encuentra que existe diferencia estadística significativa para los valores de acidez (% ácido cítrico) en los tratamientos a los días, 5, 9, 12 y 15, donde las formulaciones de aloe vera influyen significativamente en el valor del (% ácido cítrico) del arándano durante los 15 días de almacenamiento a 4°C.

Los P-valores comprueban la importancia estadística de cada uno de los factores. Dado que 2 p-valores son inferiores a 0.05, estos factores tienen efecto estadísticamente significativo en % ácido cítrico para un 95.0% de nivel de confianza. En el cuadro 19 se reporta el resultado del análisis estadístico para el pH.

Cuadro 19: Análisis estadístico para el pH

Análisis de la Varianza para pH - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P- Valor
Efectos Principales					
A: Tratamiento	0.042655	3	0.0142183	22.39	0.0000
B: Días	0.34118	4	0.085295	134.32	0.0000
RESIDUOS	0.00762	12	0.000635		
TOTAL (corregido)	0.391455	19			
Los cocientes F están basados en el error cuadrático medio residual					

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis de varianza se encuentra que existe diferencia estadística significativa para los valores de pH en los tratamientos a los días: 5, 9, 12 y 15, donde las formulaciones de aloe vera influyen significativamente en el valor del pH del arándano durante los 15 días de almacenamiento a 4°C.

Los P-valores comprueban la importancia estadística de cada uno de los factores. Dado que 2 p-valores son inferiores a 0.05, estos factores tienen efecto estadísticamente significativo en pH para un 95.0% de nivel de confianza.

V. CONCLUSIONES

5.1. Los resultados del análisis químico-proximal y físico-químico para el arándano y el aloe vera mostraron ligera variación con respecto a los reportados por los autores mencionados dichos resultados pudieron haber sido influenciados por los factores que repercuten en los elementos constitutivos químicos, el valor nutritivo y sus partes anatómicas como lo indica Ferlley y Villa (2006), y que pueden ser las prácticas agronómicas, condiciones ambientales, época de recolección, almacenamiento, etc.

5.2. Los resultados del análisis físico químico y estadístico nos indica que la aplicación del recubrimiento comestible a base de aloe vera permitió el desarrollo de un efectivo método de conservación, ayudando a retardar los procesos de maduración haciendo que los valores de las variables Índice de madurez (IM), Pérdida de peso (%pp), contenido de Sólidos Solubles (°Brix), Acidez Titulable (%ácido cítrico) y pH se mantengan en rangos considerables de una fruta madura y no sobremadura en comparación a los valores del fruto control, donde sobresale como el mejor tratamiento T_2 (30% de aloe vera) que reporto los siguientes valores: pérdida de peso 3.6%, índice de madurez 27.05, Sólidos solubles 13.8°Brix, acidez 0,50 % ácido cítrico y pH 3,55 en comparación a los valores del fruto control T_0, cuyos valores reportados fueron: pérdida de peso 4.4%, Índice de madurez 31.77, solidos solubles 14.3 °Brix, acidez 0.45% y pH 3.70 mientras que los tratamientos conservados a temperatura ambiente al día 5 evidenciaron presencia de mohos lo que limito su estudio por un tiempo más prolongado.

5.3. El resultado del análisis microbiológico que se realizó a T_2 en comparación al T_0 se concluye: que el uso del RC a base de gel de aloe vera retraso significativamente el crecimiento de aerobios mesófilos en T_2 que obtuvo 3 UFC/g, en comparación al T_0 (control) que obtuvo 7 UFC/g, mientras que el recuento de mohos y levaduras para el T_2 fue de 10UFC/g y 60 UFC/g en comparación a T_0 que obtuvo 1UFC/g y 10UFC/g respectivamente al día 15 de conservación a 4°C, los resultados obtenidos se encuentran dentro de rango establecido por el MINSA (2008), para frutas y hortalizas semi procesadas y refrigeradas.

5.4. El análisis sensorial mostró que la aplicación del RC mejoró la percepción de los atributos evaluados por los jueces, donde sobresale T_2 ya obtuvo el puntaje más alto en la mayoría de los atributos evaluados, por lo que se concluye que el tratamiento fue bueno ya que los atributos evaluados incidieron en la decisión como el mejor tratamiento en función al análisis sensorial.

VI. RECOMENDACIONES

- Se pueden realizar otros estudios similares que se puedan desarrollar con esta metodología para evaluar la estabilidad y el comportamiento de vitaminas y antioxidantes presentes en el arándano.

- Realizar estudios enfocados en conocer el impacto de los re recubrimientos comestibles obre actividad enzimática y su relación con la síntesis de compuestos bioactivos, así como identificar el tipo de microorganismos que son susceptibles a los tratamientos y así generar sistemas de empaque activo.

- Realizar estudios adicionando sustancias antimicrobianas al recubrimiento comestible a bese de gel de aloe vera y su aplicación en conservación de arándanos

VII. REFERENCIA BILIOGRÁFICA

Anderson, B.1999. Cytogenic Evaluation of M1V2 Generation from Experimental Tetraploids in Aloe Vera *L*: *Revista CientíficaUDO Agrícola* 1: 29-31.

Álvarez, K. y J. Varón, 2006. *Obtenciónn de algunos parámetros de referencia del suelo y del mucílago del Aloe vera cultivado en el corregimiento de Colombia municipio de Pereira Risarald.* (Tesis de Ingeniero en Tecnología Química). Facultad de Tecnología Química: Universidad Tecnológica de Pereira.

Alves, D., L. Pérez, A. Estepa y V. Micol. 2004. Membrane related effects underlying the biological activity of the anthraquinones emodin and barbaloin. *Biochem. Pharmacol* 66:549-561.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 1999. *Official Methods of Analysis* 15th ed. USA: Washington, D.C.

Ávila, R. y A. López.2004. Aplicación de sustancias antimicrobianas películas y recubrimientos comestibles.*Temas selectos de ingeniería de alimentos* 2 (Agosto) 2: 4-13.

Ayala, Valenzuela L. 2013. 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*). *Revista Scientia Agroalimentaria* 1: 39-44.

Barahona, E., J. Flores y Y. Rosero. 2006. *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa exportadora de pulpa de Aloe Vera en la provincia de Imbabura hacia el mercado Español.* (Tesis de Maestría en Negocios y Comercio Internacional). Facultad

de Negocios Internacionales: PUCE–SI Ibarra- Ecuador.

Benavides, Liliana. 2012. Estudio de pre factibilidad para la producción y comercialización de arándanos (*Vaccinium Corymbosum L.*). *En Condiciones de Valles Andinos del Perú.* http://www pronatur.com.pe (accesado el 18 de Octubre, del 2013).

Bósquez, E. 2007. *Elaboración de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla para reducir la cinética de deterioro en fresco del limón persa* (*citrus latifolia Tanaka*). (Tesis Doctor en Ciencias Biologicas). Facultad de Biologia: Universidad Autonoma Metropolitana.

Bourtoom, T. 2008. Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal* 15: 237-248.

Buzeta, A. 1997. Berries para el 2000. Departamento Agroindustrial. *Fundación Chile,* 135.

Carpenter, R., D. Lyon y T. Hasdell. 2002. *Análisis Sensorial en el Desarrollo y Control de la Calidad de los Alimentos.* Zaragoza-España: Acribia S.A.

Day, B.2000. Fruit and vegetables. *Principles and applications of modified atmosphere packaging of food,* 115-133.

Del Valle, V., M. Hernández, A. Guarda y M. Galotto. 2005. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*). Shelf-life. *Food Chemistry* 91: 751-756.

Dinamarca, P. 2006. El negocio de los arándanos. *Revista del Campo.* Diario el Mercurio.http://www.diarioelmercurio.com/2006/05/29/revista_delcampo/entrevista/not

icias/impresion785772C5-d414-472C-A56A5656DCAE6539.html (Accesado 10 de Julio, 2014).

Duan, J., R. Wu, B. Strik y Y. Zhao.2011. Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (*Duke and Elliott*) under commercial storage conditions. *Postharvest biology and technology* 59 (1): 71-79.

Embuscado, M. y K. Huber.2009. Películas y recubrimientos para aplicaciones de alimentos comestibles. *Springer*, 387- 410.

Eshun, K. y Q. He. 2004. Aloe Vera: A valuable ingredient for the food, pharmaceutical and cosmetic industries-a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44: 91-96.

Food and Agriculture Organization (FAO).1990.Coleccion FAO. Departamento de Agricultura. Roma, Italia.

Ferlley, M. y N. Villa.2006. *Identificación y Cuantificación de Antraquinonas y Cromonas En Plantas de Aloe Vera Cultivadas en Municipios de Risaralda Por Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia.* (Tesis de Ingeniero Químico Industrial).Facultad de Tecnología Química Industrial: Universidad Tecnológica de Pereira.

García, M. 2008. Películas y cubiertas de quitosana en la conservación de vegetales. *Ciencia y Tecnología de Alimentos* 18 (1):71-76.

Galleta, G., W. Ballinger, R. Monroe y L. Kushman.1990. Relationships between fruit acidity and soluble solids levels of highbush blueberry clones and fruit keeping quality. J. *Amer. Soc. Hort. Sci* 96 (6): 758-762.

González, M. 2011. Conservación de mora, uvilla y frutilla mediante la utilización de aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeynalicum*). Departamento de química: Escuela Superior Técnica de Chimborazo.http://www.hdl.handle.net/123456789/737 (accesado el 20 de Junio, 2014).

Han, C., Y. Zhao, S. Leonard y M. Traber. 2004. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria ananassa*) and raspberries (*Rubus ideaus*). *Postharvest biology and Technology* 33 (1):67-78.

Hoa, T. y M. Ducamp. 2008. Efectos de diferentes revestimientos sobre los cambios bioquímicos de mangos (*Gato Hoaloc*) en almacenamiento. *Postcosecha Biol Technology* 48(1): 150-152.

International Aloe Science Council (IASC). 2009. Presents a Scientific Primer on Aloe. http://www.iasc.org/pdfs/IASC Aloe Vera Scientific_Primer.pdf. (Accesado el 20 de Mayo, 2014).

INDECOPI.2010. Requisitos. Norma Técnica Peruana. 011.012. Lima-Perú: ITINTEC.

INDECOPI.1998. *Frutas Frescas y Mínimamente Procesadas.* Recuento de bacterias aerobios mesófilos mohos y levaduras: Método de recuento en placa. Norma Técnica Peruana.206, 001.Lima-Perú: ITINTEC.

Joo, M., N. Lewandowski, R. Auras, J. Harte y V. Almenar. 2011. Comparative shelf life study of blackberry fruit in bio-based and petroleum-based containers under retail storage conditions. *Food Chem.,* 15 (Junio): 126(4): 1734-1740.

Kader, A. 2002. Postharvest technology for horticultural crops: UCANR Publications.

Universidad de California. Publ.3311.

Kushman, J. y W. Ballinger. 1968. Acid and sugar changes during ripening in wolcott blueberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 92: 290-295.

Lee, J., H. Anorak, C. Lee y W. Choi. 2003. Extender la vida útil de las manzanas mínimamente procesadas con recubrimientos comestibles y agentes antipardeamiento. Lebensm-Wiss. *Technology* 33:323-329.

López, C. *Aplicación de recubrimientos comestibles en carambola (Averrhoa Carambola L.).*(Tesis de Ingeniero de Alimentos). Facultad de Ciencias de la Ingeniería: Universidad Tecnológica Equinoccial.

Martínez, R., M. Serrano, D. Valero y S. Castillo. 2003. Modified atmosphere packaging mantains quality of table grapes. *Journal of Food Science* 68: 1838-1843.

Méndez, M. 2006. *Propiedades físicas y mecánicas de las películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate.* Centro de investigación en ciencia aplicada y tecnología avanzada: Instituto Politécnico Nacional de México.

MINSA.2008. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Diario oficial de la República del Perú. *Resolución Ministerial N°591: Ministerio de salud.* Lima, 27 de Agosto 2008.20p.

Mitcham, E., C. Crisosto y A. Kader. 2003. Bushberry: Arándano, Frambuesa. Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. Departamento de Pomología: Universidad de California.http://rics.ucdavis.edu/postharvest2/produce/producefact/fruit /berry.html> (Accesado el 14 Abril, 2014).

Montero, M., M. Rojas, R. Soliva y M. Belloso. 2009. Tendencias en el procesado mínimo de frutas y hortalizas frescas. Horticultura internacional extra Postcosecha. *Revista Levante Agrícola* 361: 260-266.

Muños, P.2011.Recubrimientos comestibles para frutas y hortalizas. http://es.scrib.com/ doc/38566614/ Recubrimientos-Comestibles (accesado el 28 de Mayo, 2014).

Navarro, M. 2013.*Efecto de los Tratamientos de gel de aloe aplicados en pre- o Post recolección sobre la calidad de frutos de hueso y uva de mesa.* (Tesis de Doctor en Ingeniera Agrónoma). Escuela Politécnica Superior de Orihuela: Universidad Miguel Hernández de Elche.

Obregón, L. 2006. Plantas Medicinales y Nutritivas del Perú. *Instituto de Fitoterapia Americano*, 180-182.

Pearson, 1996.*Composicion y Análisis de Alimentos*. México: Continental.

Park, H. y M. Chinnan.1995. Gas and water vapor barrier properties of edible films from protein and cellulosic materials. *Journal Food Eng* 25:497-507.

Pastor,C., M.Vargas y C.Gonzales. 2009. Recubrimientos comestibles: Aplicación a frutas y hortalizas. *Alimentación, Equipos y Tecnología* 197:130-135.

Perkins, P., J. Clark, T. Collins y J. Magee. 1995. Southern highbush blueberry clones differ in postharvest fruit quality. *Fruit Varieties Journal* 49(1): 46-52.

Quintero, J. y J. Muñoz. 2010. Películas y recubrimientos comestibles: Importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista Tumbaga* 5:93-118.

Ramachandra, C. y P. Srinivasa, 2008. El tratamiento de gel de la hoja de aloe vera: Una revisión. *American Jornada de Agricultura y ciencias Biológicas* 3: 502-510.

Sapers, G., R. Miller, F. Douglas y K. Hicks. 1991. Uptake and Fate of Ascorbic Acid-2 Phosphate in Infiltrated Fruit and Vegetable Tissue. *Journal of Food Science* 56 (2): 419 - 422.

Senser, F. y H. Scherz, 1999. *Tablas de Composición de Alimentos. El pequeño "Souci Fachmann-Kraut"*. Zaragoza-España: Acribia, S.A.

Serradilla, M., B. Lozano, M. Bernalte, L. Ayuso, D. López y C. González. 2010. Physicochemical and bioactive properties evolution during ripening of Ambrunés sweet cherry cultivar. *LWT - Food SC and Tech* 44: 199 - 205.

Sora, A., G. Fischer y R. Flórez. 2006. Almacenamiento Refrigerado de Frutos de Mora Castilla (*Rubus glaucus Benth.*) en empaques con atmósfera modificada. *Agronomía Colombiana* 24(2): 306-316.

Tanada, P. y C. Grosso. 2005. Efecto en la calidad de Películas Comestibles a base de Gluten de Trigo en Fresa (*Fragaria ananassa*) Durante Almacenamiento Refrigerado. *Poscosecha Biol Tec.* 36 (2): 199-208.

Torres, N. y A. López, 2006. *Determinación de nutrientes en el suelo del cultivo de aloe vera y análisis bromatológico al mucilago.* (Tesis de Magister en tecnología Química). Facultad de tecnología Química: Universidad Tecnológica de Pereira.

Trejo, K. y C. Pérez. 2007. Efecto de la aplicación de un Recubrimiento comestible a base de gelatina sobre la calidad de fresa (*Fragaria Vesca L.*) almacenada en refrigeración. *V Congreso iberoamericano de tecnología poscosecha y agro exportaciones*, UPCT: 978-984.

United States Department of Agriculture (USDA).2002.Blueberries, Raw.<http://www.

nidetec.com/sites/nidetec/documentos/el%20cultivo%20de%20arándano.pdf>Accesado el 15 de Agosto, 2014).

Vega, A., N. Ampuero, L. Díaz y R. Lemus. 2010. El Aloe Vera (*Aloe barbadensis Miller*) Como componente de alimentos funcionales. *Revista nutrición,* (ISSN 0717-7518) 32:208-214.

Vera, L. 2013. *Determinación del tiempo de conservación del tomate de árbol (Cyphomandra betacea Sent) con sábila (Aloe vera) y melaza como recubrimiento comestible a temperatura ambiente y refrigeración.* (Tesis de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario). Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales: Universidad estatal de Carchi.

Vuarant, C., Z. Lesa, P. Montti y J. Carbonell. 2010. Estudio de parámetros de calidad en pasas de arándanos en un proceso de deshidratación por Infrarrojos. *Avances Científicos-Tecnológicos* 1:109-124.

Yaman, O. y L. Bayoindirli.2002. Effects of an edible coating and cold storage on Shelf-life and quality of cherries. *LWT-Food science and Technology* 35 (2): 146-150.

Yommi, A. y C. Godoy. 2002. Arándanos Fisiología y Tecnología de Postcosecha. *Apuntes saludables.* http://.www.directomed.com/articulot/apuntessaludables/arándanos (Accesado el 13 de Agosto, 2014).

ANEXO:

ANEXO 01

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL ASIGNADO POR LOS JUECES

Muestra	**136**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**panelista**
Apariencia		2	3	2	3	2	3	2	= 17/7 = 2.43
Color		4	3	3	3	3	4	3	= 23/7 = 3.3
Aroma		3	2	4	3	3	3	3	= 21/7 = 3
Sabor		3	4	4	3	2	3	2	= 21/7 = 3
Textura		3	3	3	2	2	2	2	= 17/7 = 2.43
Muestra	**315**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**panelista**
Apariencia		2	2	3	3	3	3	4	= 20/7 = 2.9
Color		4	3	4	3	3	3	4	= 24/7 = 3.4
Aroma		3	2	4	3	3	3	3	= 21/7 = 3
Sabor		4	4	4	3	3	4	3	= 22/7 = 3.14
Textura		3	3	4	2	3	3	3	= 21/7 = 3
Muestra	**243**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**panelista**
Apariencia		2	2	3	2	3	3	3	= 24/7 = 3.43
Color		4	3	4	3	4	3	4	= 25/7 = 3.6
Aroma		3	3	3	3	3	3	3	= 21/7 = 3
Sabor		3	3	4	3	3	4	3	= 23/7 = 3.3
Textura		3	4	4	3	3	2	2	= 21/7 = 3
Muestra	**428**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**panelista**
Apariencia		3	3	2	3	3	3	4	= 21/7 = 3
Color		3	4	3	4	3	4	3	= 21/7 = 3
Aroma		3	3	3	3	3	3	3	= 21/7 = 3
Sabor		2	3	3	3	2	2	3	= 18/7 = 2.6
Textura		2	3	3	3	2	3	3	= 21/7 = 3

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 02

PLANILLA DE EVALUACIÓN SENSORIAL TEST DE PERFIL DE CARACTERÍSTICA

Nombre:..... Fecha:..... Hora: .....

Producto:.....

Califique usted los atributos de apariencia aroma , textura y sabor de la muestras de acuerdo a la siguiente escala:

Excelente = 5

Muy bueno = 4

Bueno = 3

Regular = 2

Malo = 1

MUESTRA	Apariencia	Color	Aroma	Textura	Sabor
136(T_0)					
315(T_1)					
243(T_2)					
428(T_3)					

Descriptores consensuados en el producto a evaluar (Arándano):

ATRIBUTOS:

- **APARIENCIA:** Brillante, tersa.
- **AROMA:** Aroma característico, silvestre.
- **TEXTURA EN LA BOCA**: Crujiente, turgente.

- **SABOR:** Dulce típico de arándano, ligeramente ácido.
- **COLOR:** Color azul metálico claro a bien oscuro totalmente coloreado.

DEFECTOS:

- **SABOR:** Toque químico, amargo, agrio, sabor extraño, insípida, muy ácido, fermentado.
- **AROMA:** Fermentado, olor químico, olor extraño.
- **TEXTURA EN LA BOCA**: Blanda, dura.
- **APARIENCIA:** Podredumbre, rugosa, deshidratada, magulladuras.
- **COLOR:** Desde azul claro hasta negro.

ANEXO 03

ETAPAS DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

PRIMERA ETAPA

Caracterización de la materia prima

a) Análisis químico -proximal :

-Humedad

-Ceniza

-Fibra

-Proteína

-Grasa

-Carbohidratos

b) Análisis físico químico :

-Índice de madurez (IM)

- Pérdida de peso(%pp)

-Sólidos solubles (°Brix)

-Acidez titulable

- pH

SEGUNDA ETAPA

Obtención y aplicación del recubrimiento comestible (RC)

Formulación	T_0 (%)	T_1 (%)	T_2 (%)	T_3 (%)
Aloe Vera	0%	15%	30%	45%
Agua destilada	100%	85%	70%	55%

***Obtención del recubrimiento comestible a base de aloe vara.** El proceso de obtención del recubrimiento comestible se realizó teniendo en cuenta las pautas mencionadas por (Navarro, 2013) y (Vera, 2013) que se aprecia en la gráfica 10.

***Aplicación del recubrimiento comestible.** La aplicación del recubrimiento comestible se realizó por el método de inmersión por un tiempo de 10min, en las respectivas soluciones, se realiza el mismo procedimiento para T_0 (control) en este caso se sumerge la fruta en agua destilada.

***Conservación y evaluación de las variables físico-químicas.** Los arándanos recubiertos y control se sometieron a conservación a Tam. (17±2°C) y T ref. 4° C. donde se evaluaran las variables físico químicas: Índice de madurez (IM), Pedida de peso (%pp), Sólidos solubles (°Brix), porcentaje de acidez (ácido cítrico) y pH los días (0, 5, 9, 12 y 15).

TERCERA ETAPA

Evaluación del producto final:

a) Análisis microbiológico

Se realiza al mejor tratamiento en comparación T_0 (control) y se evalúan los siguientes microorganismos:

-Determinación de aerobios mesófilos

-Determinación de mohos y levaduras

b) Análisis sensorial

Haciendo uso del test de perfil de características con 7 panelistas entrenados anexo 02 donde se evaluaran las siguientes características: apariencia, aroma, textura y sabor.

c) En el análisis estadístico

se realizara haciendo el análisis de varianza para determinar efectos significativos para un $P< 0,05$ por el método LSD (mínimas diferencias significativas) como método de comparaciones múltiples, con un nivel de confianza del 95% para lo cual se utilizó el programa Statgraphics Plus versión 5.

Fuente: Elaboración propia.

Dónde: T_0= Tratamiento solo con agua destilada T_1=Tratamiento con 15% de aloe vera y 85% agua destilada, T_2=30% de aloe vera+ 70% agua destilada, T3=45% de aloe vera +55% agua destilada.

ANEXO 04

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Atributo:** Característica perceptible.
- **Baya**: Fruto carnoso que contienen una o varias semillas.
- **Grados °Brix**: Equivalen al contenido de azúcar y sólidos solubles en total contenidos en un líquido de cualquier viscosidad .Medición Refractómetro.
- **Lesiones**: Unidades que presenten excoriaciones secas o cicatrizadas, cualquiera sea su origen, en un grado que disminuya su posibilidad de comercialización.
- **Manchas:** Alteraciones de la coloración de la superficie del fruto: excoriaciones secas cicatrizadas, cualquiera sea su origen.
- **Olor y sabor extraños:** Distintos al común o normal de la especie; estos pueden ser causados por la aplicación de sustancias químicas en el cultivo (pesticidas, herbicidas, abonos, etc.) o al utilizarse envases que anteriormente fueron usados para otros productos.
- **Panel:** Grupo de jueces seleccionados para participar en una prueba sensorial.
- **Pedicelo**: Pedúnculo pequeño que vincula al fruto con la planta que lo sostiene.
- **Podredumbre**: Todo daño provocado por microorganismos que implique cualquier grado de descomposición, desintegración, o fermentación de los tejidos.
- **Rameado (raspado)**: Lesión superficial causada por rozamiento del fruto contra estructuras de la planta que provoca suberificación de la epidermis.

- **Sano:** Significa que el arándano no presenta enfermedades o indicios de descomposición que impidan o limiten el aprovechamiento del producto.
- **Constitutivos:** Se dice de lo que forma parte esencial o fundamental de algo.

ANEXO 05
INFORME DEL ENSAYO DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO AL140028

CLIENTE	Razón Social: SALLY ATENCIA JARA Dirección: Shancayan Mza. 3 Lt. 1 Asentamiento Humano San Martín de Porres - Independencia	Atención:	Sally Atencia Jara
		Referencia:	Acta de Muestreo AM140026
MUESTRA	Producto : Arándano	Identificación:	T 0
MUESTREO	Responsable: Muestra proporcionada por el cliente Referencia: No indica	Fecha/Hora :	16/09/14 - 10:09 a.m.
LABORATORIO	Recepción : Romero Aguilar Erick/Laboratorio de Calidad Ambiental Analista : Blga. Rosario Polo Salazar Análisis : 16 de Setiembre al 23 de Setiembre/2014	Fecha/Horas:	16/09/14 - 11:30 a.m.
		Cód. Lab.:	AL140026

COD.	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	LIMITE DETEC. DEL ENSAYO	RESULTADO
AL	ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS				
AL01	Aerobios mesófilos / gr.	UFC/gr	Rto. en placa (*)	< 1	7
AL23	Levaduras / gr.	UFC/gr	Rto. en placa (*)	< 1	10
AL26	Mohos / gr.	UFC/gr	Rto. en placa (*)	< 1	< 1

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL.

Fuente:

J.Appl. Bacteriol (1970) 33:543

Inicial Microbiology Procedures Handbook 1992 / American Society Microbiology

FAO FOOD and Nutrition Paper 1992

Técnicas de análisis microbiológicos en productos lácteos, Dra. Raín

Estándar Methods for the examination of water and wastewater, 18 th Ed. 1992

Huaraz, 23 de Setiembre del 2014

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL FCAM UNASAM

Quím. Mario Leyva Colles
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
COP Nº 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
Av Centenario Nº 200-Huaraz - Ancash. Telef. 421 431- Cel. 943032706 / 943032787 RPM. # 703722 / RPM # 703723
E- mail: labfcam@hotmail.com

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

INFORME DE ENSAYO AL140029

CLIENTE	Razón Social: SALLY ATENCIA JARA	Atención:	Sally Atencia Jara
	Dirección: Shancayan Mza. 3 Lt. 1 Asentamiento Humano San Martín de Porres - Independencia	Referencia:	Acta de Muestreo AM140029
MUESTRA	Producto : Arandano	Identificación:	T 2
MUESTREO	Responsable: Muestra proporcionada por el cliente	Fecha/Hora :	16/09/14 - 10:05 a.m.
	Referencia: No indice		
LABORATORIO	Recepción : Romero Aguilar Erick/Laboratorio de Calidad Ambiental	Fecha/Horas:	16/09/14 - 11.30 a m.
	Análista : Blga. Rosario Polo Salazar		
	Análisis : 16 de Setiembre al 23 de Setiembre/2014	Cód. Lab.:	AL140029

COD.	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	LIMITE DETEC. DEL ENSAYO	RESULTADO
AL	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS				
AL01	Aerobios mesófilos / gr.	UFC/gr	Rto. en placa (*)	< 1	3
AL23	Levaduras / gr.	UFC/gr	Rto. en placa (*)	< 1	60
AL26	Mohos / gr.	UFC/gr	Rto. en placa (*)	< 1	10

(*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INDECOPI: SNA.

Fuente:

J.Appl. Bacteriol (1970) 33:543

Inicial Microbiology Procedures Handbook 1992 / American Society Microbiology

FAO FOOD and Nutrition Paper 1992

Técnicas de análisis microbiológicos en productos lacteos. Dra. Ratto

Estándar Methods for the examination of water and wastewater, 18 th 1992

Huaraz, 23 de Setiembre del 2014

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL FCAM UNASAM

Dr. Mario Leyva Collas
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental
FCAM - UNASAM
CQP Nº 604

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.
Los resultados son válidos solo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
Av.Centenario Nº 200-Huaraz- Ancash. Telef. 421 431- Cel 943032706 / 943032787 RPM # 703722 / RPM # 703723
E- mail. labicam@hotmail.com

ANEXO 06
MINSA 2008

NTS Nº 071 - MINSA/DIGESA-V.01
NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Escherichia coli	5	3	5	2	10^2	10^3
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia /25 g	----

XIV.2 Frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas) refrigeradas y/o congeladas.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10^4	10^6
Escherichia coli	5	3	5	2	10	10^2
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia /25 g	----
Listeria monocytogenes (*)	10	2	5	0	Ausencia /25 g	----

(*) Solo para frutas y hortalizas de tierra (a excepción de las precocidas).

XIV.3 Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10^2	10^3
Levaduras	2	3	5	2	10^2	10^3
Escherichia coli	5	3	5	2	10	5×10^2
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia /25 g	—

XIV.4 Frutas y hortalizas en vinagre, aceite o salmuera o fermentadas.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Levaduras	3	3	5	1	10^3	10^4

XIV.5 Frutos secos (dátiles, tamarindo, otros) y semillas (castañas, maní, pecanas, nuez, almendras, otros).

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10^2	10^3
Levaduras	3	3	5	1	10^2	10^3
Escherichia coli	5	3	5	2	10	10^2

XIV.6 Mermelada, jaleas y similares.

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10^2	10^3
Levaduras	3	3	5	1	10^2	10^3

XV. ALIMENTOS ELABORADOS

XV.1. Alimentos preparados sin tratamiento térmico (ensaladas crudas, mayonesas, salsa de papa huancaina, ocopa, aderezos, postres, jugos, yogurt de fabricación casera, otros). Alimentos preparados que llevan ingredientes con y sin tratamiento térmico (ensaladas mixtas, pelta rellena, sándwich, cebiche, postres, refrescos, otros).

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g ó mL	
					m	M
Aerobios mesófilos (*)	2	3	5	2	10^5	10^6
Coliformes	5	3	5	2	10^2	10^3
Staphylococcus aureus	7	3	5	2	10	10^2
Escherichia coli	5	3	5	2	10	10^2
Salmonella sp.	10	2	5	0	Ausencia /25 g	----

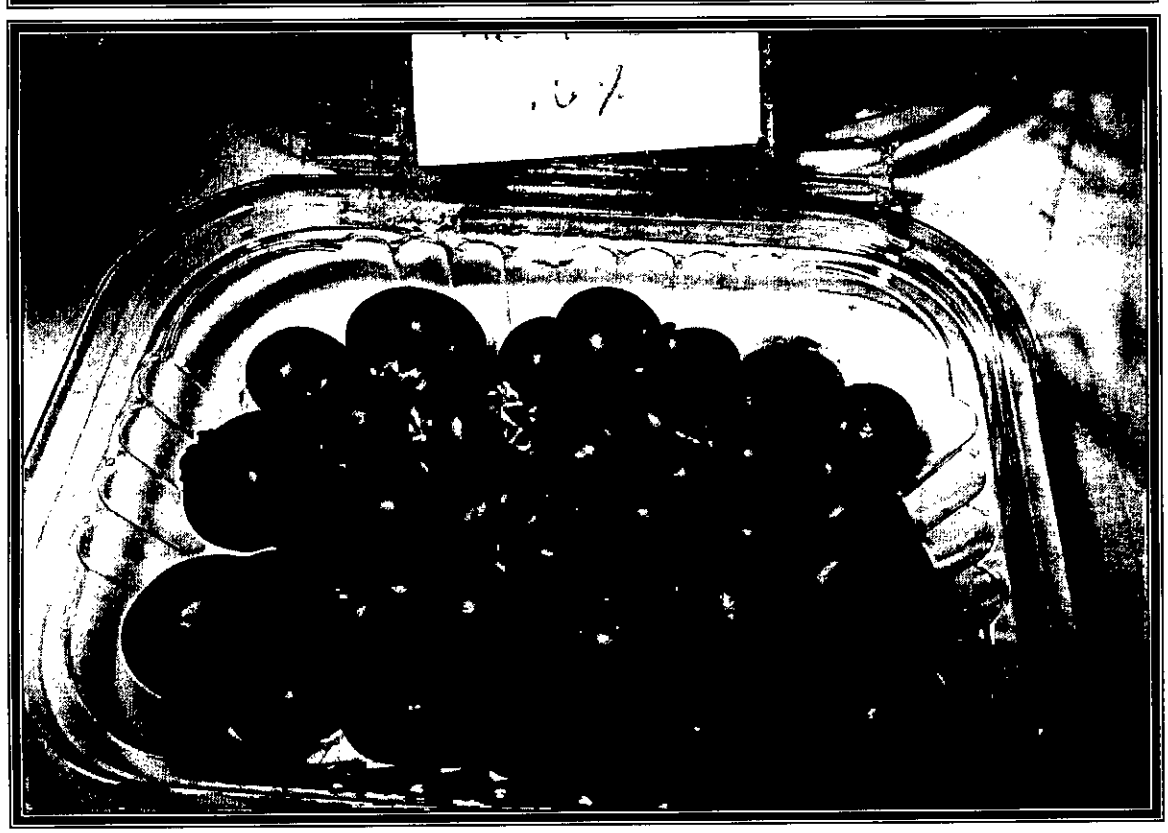
(*) No procede para el caso de yogurt de fabricación casera.

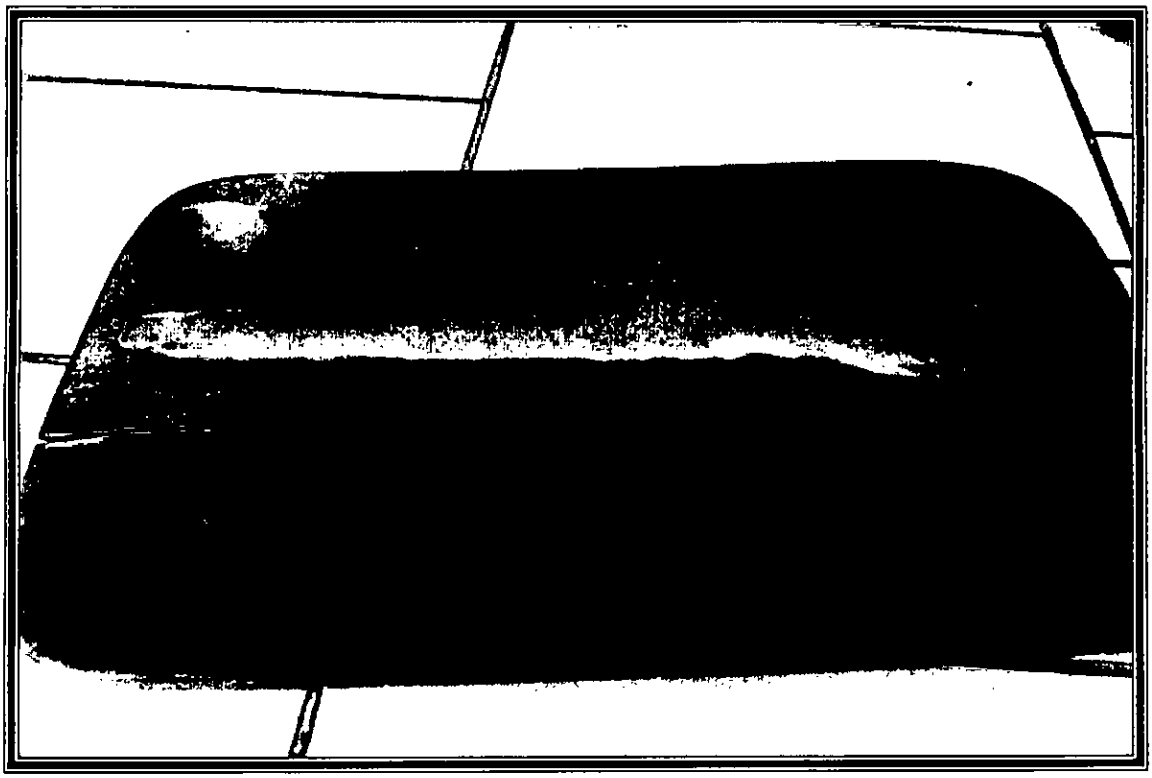
HERNANDEZ C

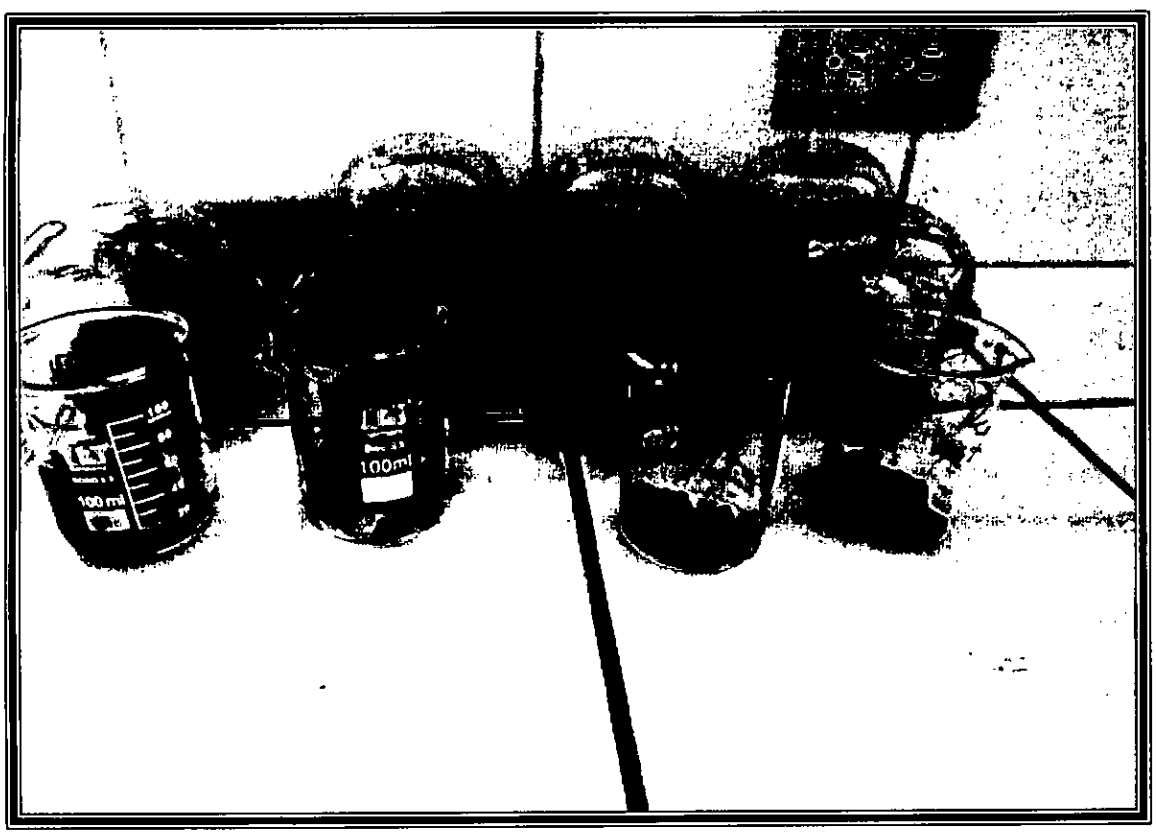
C. Reyes J.

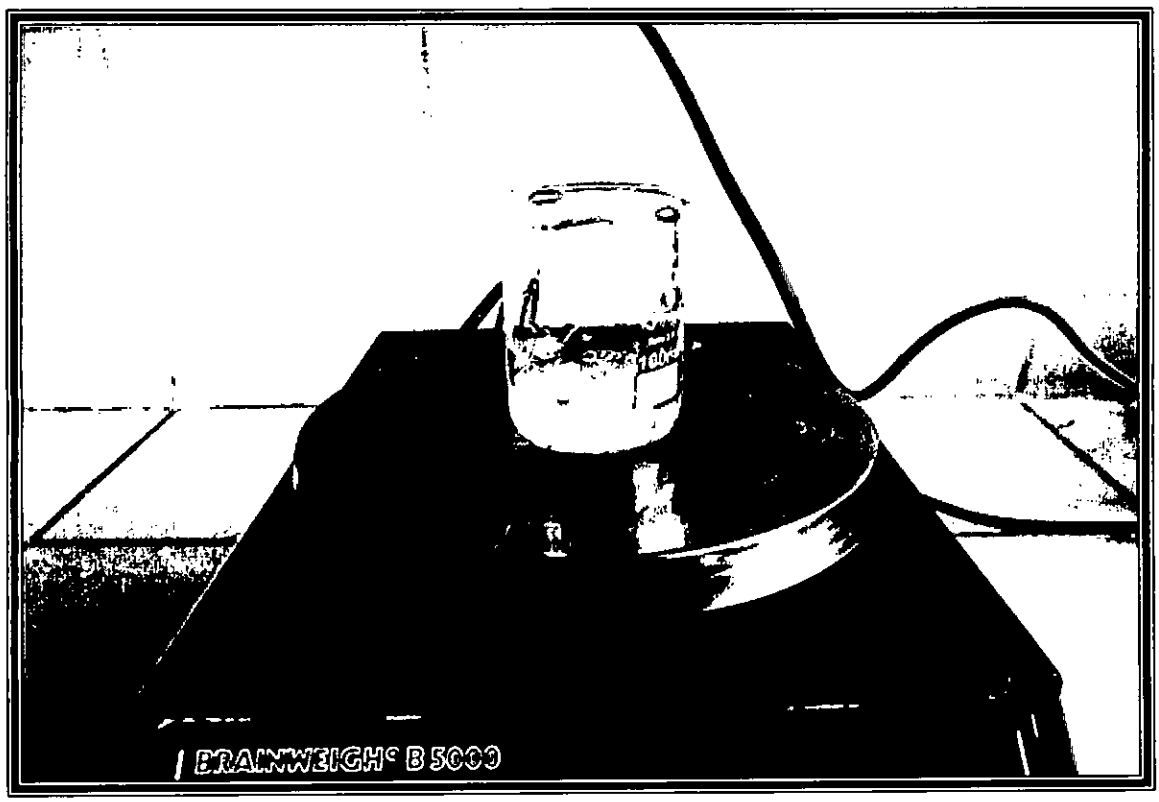
ANEXO 07

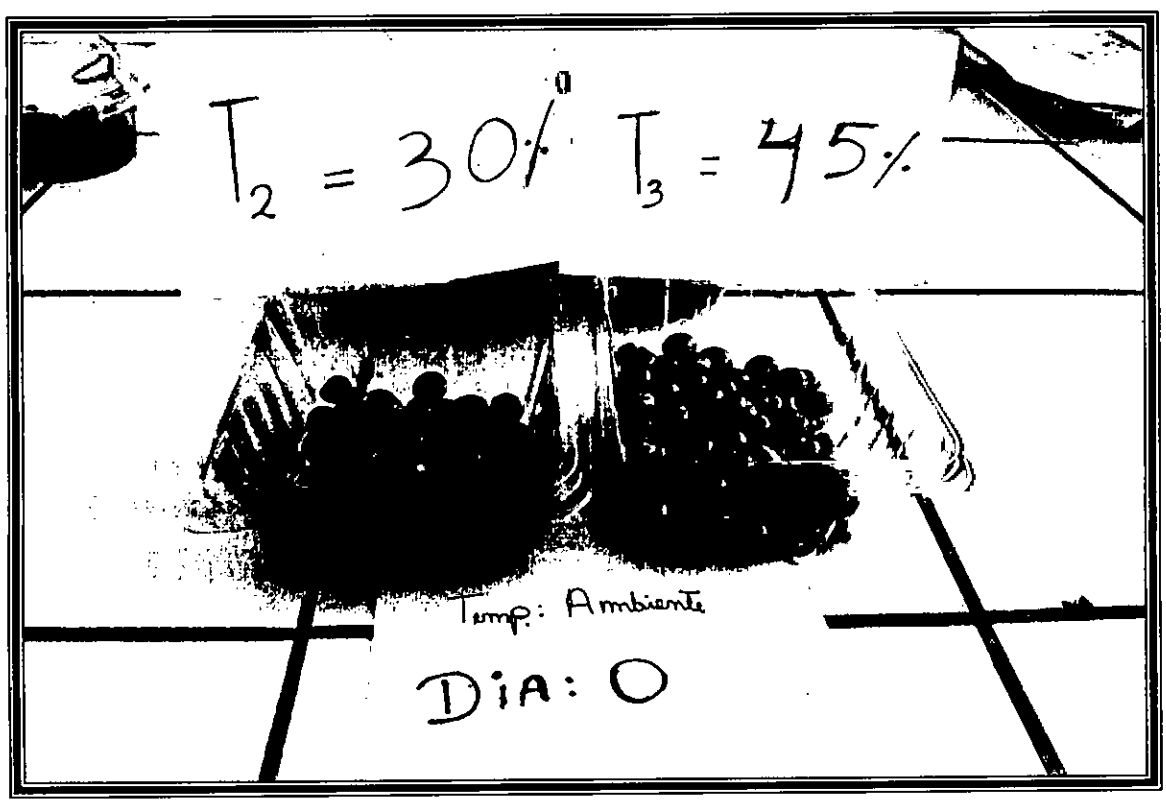
IMÁGENES DEL TRABAJO REALIZADO

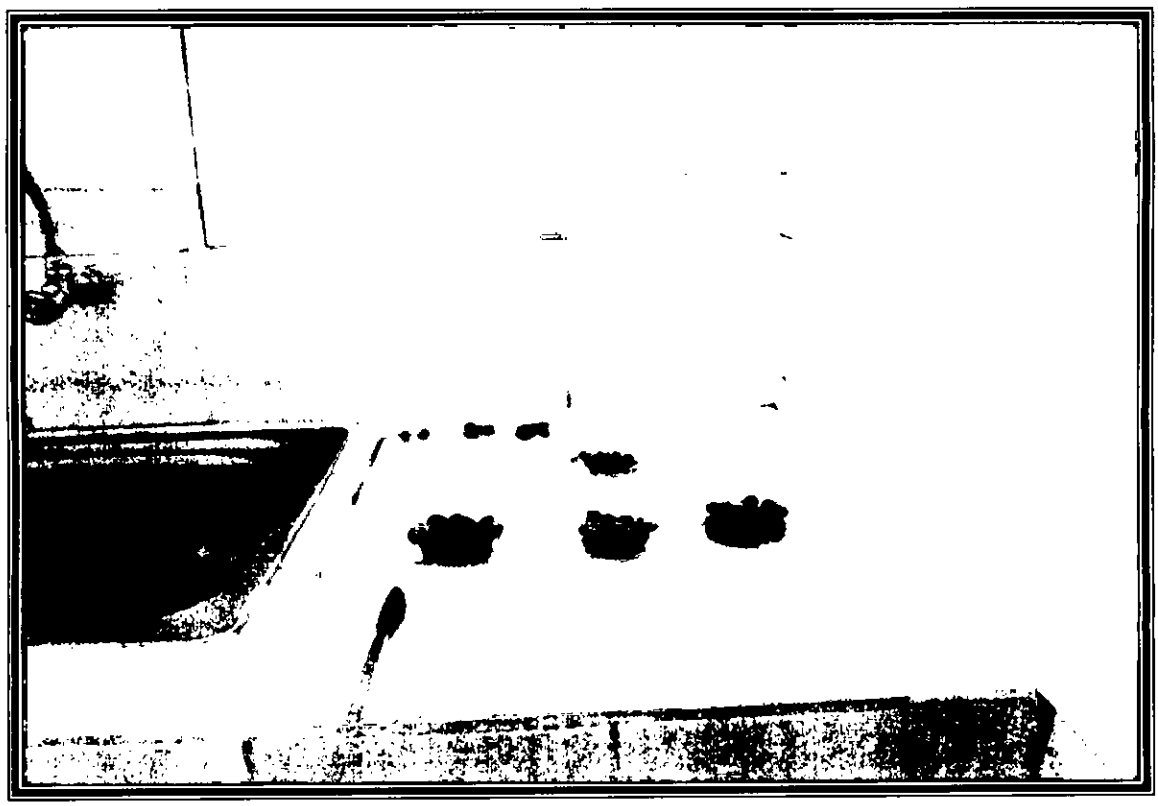





100 ml
100ml


BRAINWEIGH° B 5000


T2 = 30%
T3 = 45%
Temp: Ambiente
DIA: 0



SALLY ELIZABETH ATENCIA JARA

Bachiller De Ingeniería De Industrias Alimentarias
3 de octubre el horizonte Mz .R4 LT .1- Comas
Sally_1600@hotmail.com
Cel.: 987163107

Resumen ejecutivo

Joven de 30 años de edad, Bachiller en ingeniería de industrias Alimentarias, egresada del a universidad nacional "Santiago Antúnez de Mayolo". Cuento con una sólida formación profesional y valores éticos morales.

I. DATOS PERSONALES

- **LUGAR DE NACIMIENTO:**

CERCADO DE LIMA - PRIVINCIA DE LIMA - LIMA

- **FECHA DE NACIMIENTIO**

17 de junio 1985

- **ESTADO CIVIL**

SALOTERA

-DNI:

43734444

II. ESTUDIOS

-SUPERIOR:

UNIVERSIDADANACIONAL DE ANCASH SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

-SECUNDARIA:

G.U.E.: MARISCAL TORIBIO DE LUZURIAGA

- **PRIMARIA**

I.E. N° 0414 PROVINCIA DE TOCACHE DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN

III.OTROS ESTUDIOS

-INGLES:

BÁSICO "CENTRO DE IDIOMAS DE LA UNASAM"

-COMPUTACION

MICROSOFT OFFICE "UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO"

COMPURTACION E INFORMATICA "DAIPER-COMP"

IV. EXPERIENCIA LABORAL

- ENTIDAD:

EMPRESA BARLETTA ANCASH S.A.C. PLANTA PROSESADORA DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA DESAYUNOS ESCOLARES

- CARGO:

PRACTICANTE

-PERIODO:

DEL 07SETIEMBRE 2011 AL 12 DE DICIEMBRE DEL 2011

- ENTIDAD:

MOLITALITALIA S.A.

- CARGO:

AUXILIAR DE CALIDAD

- PERIODO:

07 DE ENERO 2013 AL 30 DE JUNIO 2013

-ENTIDAD:

EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ALIMENTOS MASIVOS "DAMBO BALANCEADOS ORIGINALES S.A.C." CALLAO - LIMA

- CARGO:

SUPERVISOPRA DE CONTROL DE CALIDAD

- PERIODO:

07 DE MAYO 2014 AL 12 DE AGOSTO 2015

V.CAPITACION COMPLEMENTARIA

CONGRESO:

X CONGRESO NACIONAL DE CIENCIA DE Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CALIDAD:

ASISTENTE

PERIODO:

03 AL 07 DE OCTUBRE DEL 2011

CURSO TALLER

BPM, HIGIENE Y SANEAMIENTO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA "OAE Y PS- UNALM"

CALIDAD:

ASISTENTE

PERIODO:

20-30 DE OCTUBRE DEL 2015

SEMINARIO TALLER

HIGIENE Y SANIDADEN LAS PLANTAS AGROINDUSTRIALES-ALIMENTARIAS FIIA –UNASAM

CALIDAD:

ORGANIZADORA

PERIODO:

08-22 DE JULIO DEL 2010

SEMINARIO TALLER

ALIMENTOS FUNCIONALES, RESISTENCIA A LA INSULINA Y LA DIABETES FIIA- UNASAM

CALIDAD.

AOGANIZADORA

PERIODO:

DEL 15 AL 18 DE JUNIO DEL2010