

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN

INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



APLICACIÓN DE DOS RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES QUITOSANO Y CERA DE ABEJA, PARA DETERMINAR EL MEJOR EFECTO EN LA PROLONGACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.)

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTADA POR LA BACHILLER:
MARÍA GISELA ABANTO AGUILAR**

ASESOR

Ing. MCs. Jimmy Frank, Oblitas Cruz

CAJAMARCA – PERÚ

2018

DEDICATORIA

*La presente Tesis está dedicada a **DIOS**, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi vida, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y mi alegría en mis momentos de felicidad y porque gracias a él he logrado concluir mi carrera profesional.*

A mis padres y hermana por todo su amor, dedicación y paciencia; porque ellos siempre estuvieron a mi lado para brindarme su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

*A mi asesor de tesis **Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz** por la orientación y ayuda que me brindaron para la realización de esta tesis, por su apoyo, amistad, presencia incondicional, pero sobre todo por sus apreciados y relevantes aportes, críticas, comentarios y sugerencias durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios, quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis padres por el esfuerzo que han hecho para que se realicen mis sueños, por ser siempre la fuente de confianza y formar realmente un núcleo en mi vida.

Un agradecimiento especial a la Universidad Nacional de Cajamarca y a todas las personas que laboran en ella, porque durante este proceso de aprendizaje han sido los mejores.

***Al Ing. M.cs. Jhon Anthony Vergara Copacondori**, por la orientación y ayuda que me brindó para la realización de esta tesis, por su apoyo, amistad, presencia incondicional, pero sobre todo por sus apreciados y relevantes aportes, críticas, comentarios y sugerencias durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.*

***Al Ing. Lysset Isabel Pompa Malca**, una amiga incondicional quien siempre estuvo a mi lado, brindándome su apoyo moral y profesional para lograr este objetivo.*

A todos los mencionados anteriormente, agradecerles de todo corazón por haber llegado a mi vida y el compartir momentos agradables y momentos tristes, pero esos momentos son los que nos hacen crecer y valorar a las personas que nos rodean. Los quiero mucho y nunca los olvidaré.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ix
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
2.1. Formulación del problema	2
2.2. Justificación de la investigación	2
2.3. Delimitación de la investigación	3
III. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	4
3.1. Antecedentes teóricos de la investigación	4
3.2. Bases teóricas.....	5
3.2.1. El arándano (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.).....	5
3.2.3. Variedades de arándanos	6
3.2.4. Clasificación taxonómica.....	7
3.2.5. Valor nutricional del arándano.....	7
3.2.6. Producción de arándanos en el Perú	8
3.2.7. Películas y recubrimientos comestibles.....	9
3.2.8. El quitosano	11
3.2.9. La cera de abeja	13
3.2.10. Sólidos solubles	14
3.2.11. Acidez titulable.....	14
3.2.12. Espacio de Color cie $L^*.a^*.b^*$	15
3.2.12.1. Color Usando Coordenadas $L^*.a^*.b^*$	15
3.2.12.2. Diferencias de color.....	16
3.2.12.3. Tolerancias de color (color aceptable).....	17
3.2.13. Textura o firmeza de los frutos.....	17

3.2.14. Manejo post cosecha	17
3.2.15. Evaluación sensorial de la calidad de los alimentos	18
IV. HIPÓTESIS GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN	19
4.1. Hipótesis alternativa	19
4.2. Hipótesis nula.....	19
V. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
5.1. Objetivo general de la investigación	20
5.2. Objetivos específicos.....	20
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	21
6.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación	21
6.2. Materiales.....	21
6.2.1. Materiales e insumos	21
6.2.2. Materiales y equipos de laboratorio.....	22
6.3. Métodos de análisis.....	23
6.3.1. Análisis fisicoquímico	23
6.3.1.1. Color:.....	23
6.3.1.2. Textura:	23
6.3.1.3. Peso:	23
6.1.3.4. Sólidos solubles:	23
6.1.3.5. pH:	24
6.1.3.6. Acidez titulable:	24
6.3.2. Análisis sensorial	24
6.3.3. Evaluación sensorial de los atributos	25
6.4. Metodología experimental	25
6.4.1. Tipo de investigación	25
6.4.2. Identificación de las variables	25
6.4.2.1. Variable independiente	25
6.4.2.2. Variable dependiente.....	25
6.4.3. Definiciones operacionales	26

6.5. Descripción de operaciones del proceso	28
6.6. Parte experimental de la investigación	29
6.7. Acondicionamiento de la materia prima y preparación del insumo.....	29
6.8. Recubrimiento de los frutos	30
6.9. Diseño experimental.....	31
6.10. Población y muestra	33
6.10.1. Población	33
6.10.2. Muestra.....	33
6.11. Instrumentos de colecta de datos	33
6.12. Procedimientos de análisis de datos	34
VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES	35
7.1. Resultados de arándanos recubiertos con cera de abeja y quitosano.	35
7.1.1. Caracterización fisicoquímica de los frutos de arándano.....	35
7.1.2. Color: L*.a*.b* (Resultados Colorímetro – Kónica)	39
7.1.3. Textura: (Resultados texturómetro - Brookfield).....	46
7.1.4. Evaluación sensorial	51
VIII. CONCLUSIONES	55
IX. RECOMENDACIONES	56
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
XI. ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación taxonómica del arándano	7
Tabla 2. Valor nutricional del arándano.....	8
Tabla 3. Dimensiones e indicadores de las variables independientes.....	26
Tabla 4. Dimensiones e indicadores de las variables dependientes.....	26
Tabla 5. Instrumentos de colecta de datos.....	33
Tabla 6. Resumen de diseño del experimento	34
Tabla 7. Resultados de la caracterización fisicoquímica de arándano con cera de abeja y con quitosano)	35
Tabla 8. Resultados de color final (L*.a*.b*) en arándano con cera de abeja a temperatura de refrigeración 6°C	39
Tabla 9. Resultados de color final (L*.a*.b*) en arándano con cera de abeja a temperatura ambiente de 18°C - 21°C	40
Tabla 10. ANOVA (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para L* para arándano con cera de abeja	41
Tabla 11. ANOVA (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para a* para arándano con cera de abeja	42
Tabla 12. ANOVA (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para b* para arándano con cera de abeja	42
Tabla 13. Resultados de color final (L*.a*.b*) en arándano con quitosano a temperatura de refrigeración 6°C (muestras finales).....	43
Tabla 14. Resultados de color final (L*.a*.b*) en arándano con quitosano a temperatura ambiente de 18°C – 21°C (muestras finales)	44
Tabla 15. ANOVA (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para L* para arándano con quitosano	45
Tabla 16. ANOVA (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para a* para arándano con quitosano	45
Tabla 17. ANOVA (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para b* para arándano con quitosano	46

Tabla 18. Resultados de textura en arándano con cera de abeja a temperatura de refrigeración 6°C (muestras finales).....	46
Tabla 19. Resultados de textura en arándano con cera de abeja a temperatura ambiente de 18°C - 21°C (muestras finales).....	47
Tabla 20. ANOVA (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para textura para arándano con cera de abeja	48
Tabla 21. Resultados de textura en arándano con quitosano a temperatura de refrigeración de 6°C (muestras finales).....	48
Tabla 22. Resultados de textura en arándano con recubrimiento de quitosano a temperatura ambiente de 18°C – 21°C (muestras finales)	49
Tabla 23. ANOVA (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para textura para arándanos con quitosano.....	50
Tabla 24. Resultados finales (Promedio de textura final en arándanos con cera de abeja y con quitosano muestras finales)	50
Tabla 25. Resultados de evaluación sensorial de arándanos (muestras finales con cera de abeja).....	51
Tabla 26. Resultados de evaluación sensorial de arándanos (muestras finales con quitosano).....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Arándano (<i>Vaccinium Corymbosum</i> L.).....	6
Figura 2. Flujo de proceso: Arándanos recubiertos con quitosano y cera de abeja.....	27
Figura 3. Diseño experimental: Arándanos recubiertos con películas comestibles de Cera de abeja y Quitosano	32
Figura 4. Gráfica de columna agrupada 3D para aceptabilidad sensorial en arándanos con recubrimiento de cera de abeja (Promedio del test de escala hedónica evaluado por 20 panelistas)	52
Figura 5. Gráfica de columna agrupada 3D para aceptabilidad sensorial en arándanos con recubrimiento de quitosano (Promedio del test de escala hedónica evaluado por 20 panelistas)	53

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue determinar el efecto de la cera de abeja y el quitosano en la prolongación de la vida útil del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) para ello se desarrollaron formulaciones de recubrimientos de cera de abeja y quitosano por la técnica de inmersión, se emplearon 4 tratamientos para cera de abeja C1, C2, C3 y C4 y 4 tratamientos para quitosano Q1, Q2, Q3 y Q4, a concentraciones de 1%, 3% y 5% del material de recubrimiento en 100 ml de agua destilada además de adicionar 1 ml de ácido glicérico para la formación de la película comestible. Se sometió a los frutos con tratamientos, a temperatura de refrigeración (6°C) y a temperatura ambiente (18°C - 21°C) y se evaluó durante 15 días de manera inter diaria las características fisicoquímicas (°brix, pH, acidez, color y textura) del arándano, se obtuvo como resultado valor significativo en los tratamientos con quitosano en comparación a los tratamientos con cera de abeja que no tuvieron significancia, en la evaluación sensorial se obtuvo una mayor aceptabilidad en la muestra "Q2" correspondiente al indicador de: "Me gusta mucho" con una concentración de quitosano del 3%, el tiempo de vida útil de los frutos fue de 13 días en almacenamiento refrigerado y 9 días a temperatura ambiente.

Palabras clave: arándano, cera de abeja, quitosano, recubrimiento comestible, vida útil, evaluación sensorial.

ABSTRACT

The main objective of this research was to determine the effect of beeswax and chitosan on the prolongation of the useful life of cranberry (*Vaccinium corymbosum* L.) for this formulations were developed coatings of beeswax and chitosan by the technique of immersion, 4 treatments were used for beeswax C1, C2, C3 and C4 and 4 treatments for chitosan Q1, Q2, Q3 and Q4, at concentrations of 1%, 3% and 5% of the coating material in 100 ml of water distilled in addition to adding 1 ml of glyceric acid for the formation of the edible film. The fruits were subjected to treatments at refrigeration temperature (6 ° C) and at room temperature (18 ° C - 21 ° C) and the physicochemical characteristics (° brix, pH, acidity, etc.) were evaluated during 15 days on an inter-daily basis. color and texture) of cranberry, was obtained as a significant value in the treatments with chitosan compared to treatments with beeswax that had no significance, in the sensory evaluation was obtained a greater acceptability in the sample "Q2" corresponding to the indicator from: "I like it a lot" with a concentration of chitosan of 3%, the shelf life of the fruits was 13 days in refrigerated storage and 9 days at room temperature.

Keywords: cranberry, beeswax, chitosan, edible coating, shelf life, sensory evaluation.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de una película comestible o recubrimiento comestible en aplicaciones alimentarias y en especial en productos altamente perecederos, como los pertenecientes a la cadena hortofrutícola, se basa en ciertas características tales como costo, disponibilidad, atributos funcionales, propiedades mecánicas (tensión y flexibilidad), propiedades ópticas (brillo y opacidad), su efecto barrera frente al flujo de gases, resistencia estructural al agua, a microorganismos y su aceptabilidad sensorial. Estas características son influenciadas por parámetros como el tipo de material implementado como matriz estructural (conformación, masa molecular, distribución de cargas), las condiciones bajo las cuales se preforman las películas (tipo de solvente, pH, concentración de componentes, temperatura, entre otras), y el tipo y concentración de los aditivos (plastificantes, agentes entrecruzantes, antimicrobianos, antioxidantes, emulsificantes, etc.) Un recubrimiento comestible (RC) se puede definir como una matriz continua delgada, que se estructura alrededor del alimento mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento. (*Guilbert et al., 2006, Rojas-Grau et al., 2009a*).

El presente trabajo pretendió buscar una alternativa para lograr extender la vida de anaquel de frutos de arándano, mediante la aplicación de un recubrimiento comestible biodegradable hecho a base de quitosano y cera de abeja, evitando el deterioro del producto por daños fúngicos y mecánicos ocasionados durante el proceso de manipulación, transporte y distribución, logrando así incursionar en nuevos mercados fortaleciendo la cadena del sector hortofrutícola. El método de aplicación de este recubrimiento comestible se seleccionó teniendo en cuenta las características fisicoquímicas. Como fruta control fue seleccionado el arándano, fruta que presenta una alta perecibilidad y con la cual se obtienen resultados rápidos sobre la eficiencia de los recubrimientos y una posible aproximación al comportamiento de estas dispersiones en frutas con otras superficies y que no presenten una alta susceptibilidad al deterioro, principalmente por daños mecánicos.

II. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Se estiman que las pérdidas postcosecha de los productos hortofrutícolas que se producen en el mundo sobrepasan el 20%, debido a deterioros microbiológicos y fisiológicos, como consecuencia de factores de orden tecnológico como inadecuado proceso de recolección, empaques no apropiados e insuficientes vías para la transportación, entre otros, lo que se traduce en un corto período de almacenamiento (Almeida et al., 2011).

En la industria de frutas y hortalizas se ha encontrado que el quitosano como recubrimiento comestible tiene la capacidad de retardar el crecimiento de algunos microorganismos que son mortales en la etapa de postcosecha. Aunque la actividad antimicrobiana del quitosano ha sido comprobada contra diferentes tipos de microorganismos, varios estudios han demostrado que ésta es mayor contra bacterias que contra hongos (Ziani et al., 2009).

En tal efecto, la importancia de potenciar la Agroindustria en la búsqueda de tecnologías factibles que contribuyan a la conservación de alimentos es imprescindible. En este sentido, el presente trabajo realizó un estudio bibliográfico y experimental sobre la aplicación de recubrimientos comestibles a base de quitosano y cera de abeja aplicado en frutos de arándano, para lograr determinar el efecto en la prolongación de su vida útil.

2.1. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la cera de abeja y el quitosano en la prolongación de la vida útil del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.)?

2.2. Justificación de la investigación

a). Aporte Científico y tecnológico en la Investigación: Buscó proporcionar una actualización concerniente al desarrollo e implementación de recubrimientos de frutas a base de geles comestibles, como alternativa natural, y viable desde el punto de vista medioambiental para la conservación de productos hortofrutícolas.

b). Valor de la Investigación: La investigación fue de gran utilidad para el sector industrial, ya que el control de la maduración de los frutos perecederos es importante para el aumento de su vida útil, tanto para el mercado interno y las exportaciones.

C. Prolongación de la vida útil de los alimentos: El mercado Internacional demanda que la prolongación de la vida útil de los alimentos hortofrutícolas se haga con productos naturales, descartando paulatinamente los productos químicos, por esta razón estamos proponiendo dos tipos de geles como protectores de frutas (arándanos), para retardar su senescencia.

2.3. Delimitación de la investigación

El presente trabajo de investigación está abocado al área de ingeniería y tecnología de los alimentos, el cual buscó ampliar el conocimiento tecnológico e innovación con técnicas que faciliten la conservación de alimentos hortofrutícolas, por ende, será de gran utilidad por el aporte que dejara al mundo industrial.

III. REVISIÓN DE LA LITERATURA

3.1. Antecedentes teóricos de la investigación

La cera de abeja es una cera comercial que ha sido ampliamente utilizada como aditivo de calidad en la fabricación de cosméticos, industria farmacéutica y alimentaria, debido a su alta hidrofobicidad y excelente resistencia a la humedad, la cera de abeja es un candidato favorable para la preparación de películas y recubrimientos comestibles con la combinación de polisacáridos o proteínas (Zheng et al., 2014).

Se realizó un estudio, elaborando una mezcla de hidroxipropil metilcelulosa (HPMC), cera de abeja (BW) y goma laca en formulaciones de recubrimientos, la cual extendiendo la vida útil de naranjas, manteniendo su calidad nutricional y sensorial, además de proporcionar brillo a la fruta (Contreras-Oliva, Rojas-Argudo y Pérez-Gago, 2011).

Por otro lado, debido a su capacidad de formar recubrimientos comestibles, el quitosano ha sido utilizado solo o en combinación con otros ingredientes para prolongar la vida útil y mejorar la calidad de frutas y hortalizas tanto frescas como mínimamente procesadas. Los recubrimientos comestibles de quitosano que presentan como propiedades más relevantes la permeabilidad selectiva frente a los gases, una ligera resistencia al vapor de agua y propiedades antifúngicas y antibacterianas (Vargas et al. 2008). El quitosano ha sido utilizado con éxito para el control del deterioro post cosecha de diversas frutas y hortalizas. *Du et al. (2007)* estudiaron el efecto de quitosano en la tasa de respiración, producción de etileno y deterioro microbiano durante el almacenamiento de melocotón, pera y kiwi.

Cruañes, M; Locaso, D. (2011) publicaron un artículo en la revista Iberoamericana relacionado a un estudio realizado en conservación de arándanos recubiertos con quitosano en el cual se obtuvo que: el recubrimiento ensayado formulado con quitosano evidenció ser efectivo contra el deterioro microbiano y la retención de la acidez. Sin embargo, no mostró mejorar las

características de firmeza y alteró el aspecto característico (Bloom) de la fruta. En el estudio antes mencionado, el empleo de los recubrimientos comestibles de quitosano se presenta como una estrategia potencial para evitar las pérdidas por podredumbres post cosecha de los arándanos frescos con la ventaja adicional de no presentar efectos adversos para la salud humana y con impacto ambiental negativo, pero es necesario continuar la investigación para identificar materiales adicionales que mejoren las propiedades de barrera.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.)

El arándano o “blueberry” es un frutal menor perteneciente al género *Vaccinium*, de la familia Ericaceae, de origen nativo de Norteamérica (*Vilches 2005*). Se trata de un arbusto pequeño de 0,2 - 0,4 m de altura, cuyo nombre científico es (*Vaccinium corymbosum*). El fruto del arándano conforma el grupo de las frutas denominadas comercialmente en el ámbito internacional como berries *ADEX (2009)*. El fruto es una baya esférica que debe cumplir con ciertos atributos de calidad como: color de azul claro a negro azulado, epidermis provista de secreción cerosa llamada “pruina”, calibre mínimo de 0.7 a 1.5 cm y una adecuada firmeza, además de presentar una cicatriz pequeña y seca después de desprender el pedúnculo al cosechar (*Stückrath y Petzold 2007*).

El arándano alto es un arbusto perenne, longevo, de hoja caduca con madera leñosa que alcanza una altura de 3 a 5 m en estado adulto, y sus tallos pueden tener una actividad productiva de 4 a 5 años (*Lobos 2008; Muñoz, 2008; Eck, 2009*). Las hojas son alternas, cortamente pediculados de borde entero o cerrado. Sus flores se presentan en racimos o terminales de color blanco que aparecen en forma basipetala en las ramas de año anterior. El arándano se considera dentro del grupo de berries. Los berries son frutos de sabores acidulados caracterizados por su breve tiempo de conservación una vez cosechados. A este subgrupo pertenecen la frutilla (strawberry), la frambuesa (raspberry), los arándanos (blueberry), la grosella (boisonberry) y la mora o zarzamora (blackberry). Es por ello que el arándano se considera una baya o

“Berry”, siendo un fruto carnoso simple, cuya pared del ovario madura en un pericarpio comestible. La baya del arándano es casi esférica, que dependiendo de la especie y cultivar puede variar entre 0,7-1,8 cm de diámetro, un peso promedio de 1.9 gr por baya su color puede estar entre un color azul metálico claro a bien oscuro. La piel del fruto del blueberry es tersa y su pulpa es jugosa y aromática de sabor agridulce. (Lobos, 2008; Muñoz, 2008; Eck, 2009).

3.2.3. Variedades de arándanos

El arándano, es frutal arbustivo de tamaño pequeño, perteneciente al género *Vaccinium*, familia Ericaceae, que se desarrolla naturalmente en Norteamérica (Muñoz, 2008; Hancock y Draper, 2009). Existen 3 especies que tienen importancia económica:

- *Vaccinium angustifolium* Alton (arándano bajo o “lowbush “)
- *Vaccinium ashei* Reade (arándano ojo de conejo o "rabbiteye")
- ***Vaccinium corymbosum* L.** (arándano alto o "highbush") Fig. 1.



Figura 1. Arándano (*Vaccinium Corymbosum* L.)

Fuente: Muñoz, (2008); Hancock y Drapeó, (2009)

3.2.4. Clasificación taxonómica

Existen distintas especies de arándanos. La mayor extensión cubierta por este frutal al arándano de arbusto bajo, que crece de forma silvestre en regiones de Norteamérica, de donde es originario, ocupando 6 zonas frías y con suelos ácidos. De acuerdo con *Cronquist, A. (2001)*, taxonómicamente el arándano se clasifica de la siguiente manera. (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del arándano

Reino	Vegetal
División	Pterophytas
Clase	Dicotiledònea
Órden	Ericales
Familia	Ericaceae
Subfamilia	Vaccinioideae
Tribu	Vaccinieae
Género	Vaccinium
Especie	Corymbosum
Nombre científico	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.

Fuente: *Cronquist, A. (2001)*

3.2.5. Valor nutricional del arándano

Las propiedades nutricionales y 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, *Pino (2007)*. (Tabla 2).

Tabla 2. Valor nutricional del arándano

Variable	Valor
Agua (g)	87.4
Proteínas (g)	0.3
Fibras (g)	1.7
Calorías (kcal)	42
Vitamina A (UI)	30
Vitamina B1 (mg)	0.014
Vitamina B2 (mg)	0.0024
Vitamina B6 (mg)	0.012
Vitamina C (mg)	12
Ácido nicotínico (mg)	0.2
Sodio (mg)	2
Potasio (mg)	72
Calcio (mg)	14
Magnesio (mg)	6
Manganeso (mg)	0.5
Hierro (mg)	0.5
Fósforo (mg)	10

Fuente: ADEX (2009).

3.2.6. Producción de arándanos en el Perú

La variedad específica producida en el hemisferio sur del Perú es el arándano alto, Northern Highbush Blueberry, que presenta buena calidad de fruta, de maduración temprana y un bajo requerimiento de frío (temperatura de 6°C). El Perú tiene actualmente unas 2.250 hectáreas de arándanos desde que empezó con este cultivo en el año 2008. Dos años atrás su crecimiento era de 20% anual en áreas, impulsado por la expansión de las empresas más grandes. (*Programa Perú Berries de Sierra Exportadora 2016*).

Actualmente el crecimiento por año es de 10% a 15%. Hemos pasado en cuatro años de 400 a 2.250 hectáreas. Además de ello el Perú exportó Arándanos en el primer semestre del 2015 alcanzando los U\$ 8.1 millones a un precio de U\$

7.58 kilo promedio USA es el principal destino con U\$ 4.7 millones (58%) le sigue Holanda con U\$ 1.7 millones (21%). No obstante, las grandes empresas siguen anunciando nuevos y grandes emprendimientos principalmente en el norte del país. Los pequeños productores también están aumentando y aportando con más hectáreas de arándanos, aunque el principal impedimento que tienen para seguir expandiéndose es la escasez de financiamiento. La inversión es alta y la rentabilidad también. (*Programa Perú Berries de Sierra Exportadora 2016*).

El Perú tiene excelentes condiciones agroclimáticas para este cultivo del arándano, asimismo tiene condiciones para seguir creciendo teniendo en el 2018 como principales regiones de Producción a las regiones de La Libertad, Lambayeque, Ancash, Lima, Ica, Arequipa, Cajamarca, Junín y Cusco. (*Programa Perú Berries de Sierra Exportadora (2016)*).

3.2.7. Películas, recubrimientos comestibles y su papel como empaques activos

El desarrollo de recubrimientos a base de polisacáridos ha conllevado un incremento significativo en las clases de aplicaciones que pueden tener y la magnitud de productos que pueden ser tratados, ya que se logra extender la vida de anaquel de las frutas o vegetales mediante la permeabilidad selectiva de estos polímeros frente al O_2 y CO_2 . Estos recubrimientos a base de polisacáridos pueden ser destinados a modificar la atmósfera interna de la fruta y de esta manera retardar la senescencia, a pesar de que algunas películas comestibles han sido aplicadas exitosamente a productos frescos, otras aplicaciones afectaron adversamente la calidad. La modificación de la atmósfera interna mediante el uso de recubrimientos comestibles puede incrementar desórdenes asociados con una alta concentración de CO_2 o una baja de O_2 . Los recubrimientos comestibles forman una atmósfera modificada pasiva que puede influenciar diferentes cambios en productos frescos y mínimamente procesados en aspectos tales como actividad antioxidante, color, firmeza, calidad sensorial, inhibición del crecimiento microbiano, producción de etileno y compuestos volátiles como resultado de anaerobiosis *Quintero et al., (2010)*.

Un recubrimiento comestible se define como una matriz continua delgada formada por materiales comestibles depositada sobre la superficie del alimento con el propósito de extender su vida útil y proporcionarle una efectiva barrera contra los riesgos que generan las condiciones ambientales existentes, actúan como sistema mejorador de las propiedades mecánicas y de barrera. Se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento (*García et al.,2002*).

Su aplicación sobre frutos actúa como sistema protector creando una atmósfera modificada que retrasa la senescencia en frutas climatéricas y no climatéricas, ayuda a conservar la apariencia, disminuye la transpiración, la pérdida de aromas y mejora la textura (*Gómez 2011*).

La efectividad de un recubrimiento comestible en frutas depende del control de la humectabilidad y de la capacidad de la matriz para mantener compuestos de diversa funcionalidad (plastificantes, antimicrobianos, antioxidantes, sabores y olores) debido a que la pérdida de los componentes afecta el espesor del recubrimiento y su solubilidad en agua (*Falguera et al., 2011*).

El uso de recubrimientos comestibles en frutas radica en reducir la pérdida de agua, retardar el envejecimiento, impartir brillo y conservar el color, permitiendo así una mejora calidad y precio de estos productos. Estas características son influenciadas por parámetros como el tipo de material empleado como matriz estructural (conformación), masa molecular, distribución de cargas, condiciones bajo las cuales se preforman los recubrimientos (tipo de solvente, pH, concentración de componentes y temperatura), y el tipo y concentración de aditivos (plastificantes, agentes entre cruzantes, antimicrobianos, antioxidantes o emulgentes) (*Baldwin et al.,2012*).

Los recubrimientos comestibles se elaboran a partir de una variedad de productos agrícolas y/o residuos de la industrialización de productos de alimentos (*Vasconez et al., 2009*).

3.2.8. El quitosano

Es un biopolímero, que ofrece un amplio potencial que puede ser aplicado a la industria alimentaria debido a sus propiedades fisicoquímicas particulares tales como biodegradabilidad, biocompatibilidad con los tejidos humanos, el no ser tóxico y en especial sus propiedades antimicrobianas y antifúngicas. Estos aspectos lo hacen de vital interés para la preservación de alimentos y las tecnologías emergentes (*Aider 2010*).

El quitosano se obtiene a partir de la desacetilación de la quitina. La quitina es un polisacárido nitrogenado presente en el exoesqueleto de los insectos y en los caparazones de los crustáceos. La quitina es una sustancia blanca, dura, inelástica y constituye la fuente principal de contaminación superficial en áreas costeras. Debido a que su biodegradación es muy lenta, la acumulación de grandes cantidades de residuos de la industria de procesamiento de mariscos. Por lo tanto, la obtención de productos con valor añadido como el quitosano y sus derivados, así como su aplicación en diferentes campos es de gran importancia (*Hirano 2009*).

Una fuente alternativa de quitosano son las paredes celulares de los hongos *Zygomycetes*, ya que el quitosano es el principal componente estructural de dichas paredes. El quitosano se aísla de los micelios fúngicos mediante sucesivas extracciones con disoluciones de ácido acético seguidas de una precipitación con NaOH (*Tharanathan y Kittur 2003*).

El quitosano es un hidrocoloide, pero con propiedades atípicas; mientras que la mayoría de los hidrocoloides son neutros o presentan pH negativo al pH de los sistemas biológicos el quitosano presenta carga positiva. El quitosano tiene actividad antifúngica y antibacteriana que puede ser bactericida o bacterioestática, dependiendo de las cepas y de las características del quitosano *Muzzarelli y Muzzarelli (2003)*. La concentración mínima requerida para inhibir el crecimiento microbiano varía significativamente para los diferentes cultivos bacterianos (*Tharanathan y Kittur 2003*).

En cuanto a las propiedades antifúngicas, se ha observado que el quitosano reduce el crecimiento de numerosos hongos, a excepción de los Zygomycetes, que como ya se ha indicado, son los hongos que contienen quitosano como componente mayoritario de sus paredes celulares. La actividad antimicrobiana del quitosano está influenciada por la naturaleza y/o la estructura fisicoquímica de cada polímero. Así, el grado de desacetilación (GD) y la longitud de la molécula parecen estar relacionados con la intensidad de la acción antifúngica. En general, a mayor GD, mayor capacidad antimicrobiana (*Jung y Kim 2009*).

Además, la actividad antimicrobiana del quitosano depende de algunos factores inherentes al sustrato sobre el que actúa, como son las condiciones ambientales (temperatura y humedad), la composición en nutrientes, el pH y la actividad de agua (*Cuero 2009*).

El mecanismo a través del cual el quitosano ejerce su acción antibacteriana no ha sido totalmente identificado, pero está muy relacionado con los grupos amino (-NH₃⁺) de la molécula y su naturaleza policatiónica en disolución ácida. La acción sobre bacterias implicaría la unión de dichos grupos catiónicos con la superficie aniónica de la célula bacteriana, con los consiguientes cambios en la permeabilidad de la membrana externa (*Helander et al., 2001*).

En este sentido, *Ghaouth et al., (2002)* confirmaron, a partir de la observación de la mayor efectividad del tratamiento para niveles crecientes de desacetilación, la relación existente entre un gran número de grupos alternos positivamente cargados y la actividad antimicrobiana del quitosano.

Por otro lado, la acción antibacteriana de los oligómeros del quitosano, de muy bajo peso molecular, podría explicarse considerando que podrían penetrar en las células microbianas e impedir la síntesis de ARN, deteniendo el crecimiento celular. Con respecto a la actividad antifúngica, parece ser que el quitosano juega un doble papel, interviniendo directamente en el crecimiento fúngico y activando algunos procesos defensivos en el tejido del huésped (*El Gaouth et al., 2002*).

Algunos autores han relacionado las propiedades antifúngicas del quitosano, aplicado en tratamientos pre y post cosecha de diferentes vegetales, con la inducción por parte de la molécula de la agregación, y excesiva ramificación de los micelios, y salida de proteínas y aminoácidos de las células fúngicas (*El Gaouth et al. 2001*). La salida de proteínas es indicativa de un aumento en la permeabilidad de las membranas celulares, probablemente debido a la interacción del quitosano con los fosfolípidos y las proteínas de membrana. El efecto antifúngico del quitosano parece estar también originado por su capacidad de estimular mecanismos de defensa en el huésped, (*El Gaouth et., al 2002*).

3.2.9. La cera de abeja

La cera de abeja es llamada cera blanca (cera alba) o cera amarilla (cera flava), también se la conoce como cera virgen. La cera de abeja cuyo nombre sistemático es hexadecanoato de triancotanol (HDTC) o palmitato de miricil es de composición compleja y consistencia viscosa, que las abejas elaboran a partir de partículas resinosas de diferentes vegetales (*Figuroa et al.,2011*). Es una sustancia grasa segregada por las glándulas ceríferas de las obreras jóvenes. Las escamas de cera salen entre los anillos del abdomen recogidas y moldeadas por las mandíbulas de las cereras, después adicionadas de polen y de propóleos, las laminillas se transforman en una maravilla de regularidad: el panal o estirado. (*P. Jean-Prost 1985*).

La cera es una mezcla de sustancias grasas. Desde el punto de vista químico son éteres sales, es decir combinación de alcohol y ácido graso. En las ceras de abeja, los alcoholes como los ácidos grasos tienen un elevado número de átomos de carbono. Además de lípidos las ceras de abejas contienen ácidos orgánicos saturados. y alcoholes con elevado número de átomos de carbono. (*P. Jean-Prost, 1985*).

La consistencia varía según la temperatura; por debajo de los 15 °C es duro y frágil, alrededor de los 30 - 35 °C es suave y moldeable, entre los 35 y 60 °C es pegajosa y se funde a los 60 - 70 °C y es bastante termoestable, manteniendo sus propiedades antibacterianas después de haber sido sometido a

temperaturas de 100 °C durante media hora. Como tecnología post cosecha para la conservación del mango; los estudios mostraron que dichos recubrimientos son eficientes en la reducción de pérdidas de agua durante el almacenamiento, (*Figuerola et al., 2011*). Según *Bosquez (2003)*, en estudios realizados con cera de candelilla para recubrir limón, los recubrimientos preparados únicamente con cera, es necesario la preparación de una emulsión con agua destilada, manteniendo agitación constante hasta obtener una dispersión homogénea.

3.2.10. Sólidos solubles

Sólidos solubles. Se refiere a 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 % o °Brix (*Lizama 2002*). 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. *Shoemaker, 2005*). En el caso de los arándanos estos sólidos solubles pueden variar entre 10 a 17% al momento de la cosecha (*Medel, 2002*).

3.2.11. 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 (*Lizama, 2002*). Cada fruta tiene un ácido orgánico predominante, en general, los más abundantes son el ácido cítrico y el ácido málico. La presencia de estos ácidos orgánicos hace que el pH de los jugos de fruta pueda ser muy bajo como sucede en el caso de limón y tomate con pH 2 y 4 respectivamente, *Barceló et al., (2001)*. Los principales ácidos orgánicos presentes en arándanos son, según estudios realizados por *Kushman y Ballinger (2008)*, el ácido cítrico, ácido málico, ácido quínico y trazas de ácido succínico. El sabor de los arándanos depende, según *Janick y Moore (2006)* 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, *Sapers et al. (2004)* señalan valores de acidez titulable que varían entre 0,40 y 1,31 % ácido cítrico.

3.2.12. Espacio de Color cie L*. a*.b*

Un espacio de color puede ser descripto como un método para expresar el color de un objeto usando algún tipo de anotación, como pueden ser los números. Según Torres et al., (2012). una organización sin fines de lucro que es considerada como la autoridad en la ciencia de la luz y el color, ha definido espacios de color, incluyendo CIE XYZ, CIE L*C*h, y CIE L*a*b*, para comunicar y expresar el color objetivamente.

El espacio de color L*a*b*, también referido como CIELAB, es actualmente uno de los espacios de color más populares y uniformes usado para evaluar el color de un objeto. Este espacio de color es ampliamente usado porque correlaciona los valores numéricos de color consistentemente con la percepción visual humana. Investigadores y fabricantes lo usan para evaluar los atributos de color, identificar inconsistencias, y expresar precisamente sus resultados a otros en términos numéricos.

3.2.12.1. Color Usando Coordenadas L*a*b*

El color corresponde a una percepción e interpretación subjetiva. Dos personas mirando un mismo objeto pueden usar puntos de referencia distintos y expresar el mismo color con una gran variedad de palabras diferentes, llevando a confusión y falta de comunicación internamente o a través de la cadena de abastecimiento. Para evitar esto y asegurar que una muestra cumpla con el estándar, el color debe ser expresado en términos numéricos y objetivos.

Cuando se clasifican los colores, se los puede expresar en términos de matiz (color), luminosidad (brillo) y saturación (vividez). Al crear escalas para éstos atributos, podemos expresar en forma precisa el color.

El espacio de color $L^*a^*b^*$ fue modelado en base a una teoría de color oponente que establece que dos colores no pueden ser rojo y verde al mismo tiempo o amarillo y azul al mismo tiempo.

Como se muestra a continuación, L^* indica la luminosidad y a^* y b^* son las coordenadas cromáticas.

L^* =luminosidad

a^* = coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)

b^* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)

Los instrumentos de medición de color, incluyendo espectrofotómetros y colorímetros, pueden cuantificar éstos atributos de color fácilmente. Ellos determinan el color de un objeto dentro del espacio de color y muestran los valores para cada coordenada L^* , a^* , y b^* . (Torres et al., 2012).

3.2.12.2. Diferencias de color

Aún si dos colores parecen los mismos a una persona, se pueden encontrar diferencias ínfimas cuando son evaluados con un instrumento de medición de color. Si el color de una muestra no cumple con el estándar, la satisfacción del consumidor se ve comprometida y la cantidad de trabajo y costos aumenta. Es por ello, que identificar diferencias de color entre una muestra y el estándar antes de la producción masiva es muy importante. (Torres et al., 2012).

La diferencia de color es definida como la comparación numérica de una muestra con el estándar. Indica las diferencias en coordenadas absolutas de color y se la conoce como Delta (Δ). Deltas por L^* (ΔL^*), a^* (Δa^*) y b^* (Δb^*) pueden ser positivas (+) o negativas (-). La diferencia total, Delta E (ΔE^*), sin embargo, siempre es positiva. Éstas son expresadas como:

ΔL^* = diferencia en luz y oscuridad (+ = más luminoso, - = más oscuro)

Δa^* = diferencia en rojo y verde (+ = más rojo, - = más verde)

Δb^* = diferencia en amarillo y azul (+ = más amarillo, - = más azul)

ΔE^* = diferencia total de color

3.2.12.3. Tolerancias de color (color aceptable)

La tolerancia de color es el límite de cuán grande la diferencia de color entre la muestra y el estándar es permitida para que la muestra sea considerada aceptable. Usando $L^*a^*b^*$, los usuarios pueden correlacionar las diferencias de color numéricas a sus propias evaluaciones visuales. Los valores de tolerancia deberían ser definidos internamente o entre el proveedor y el consumidor y usados en control de calidad para determinar si la muestra pasa o no el proceso de inspección. (Torres et al., 2012).

3.2.13. Textura o firmeza de los frutos

De acuerdo a lo indicado por *Wills et al., (2005)*, citado por *Doberti (2007)*, quien señala que la firmeza del fruto puede valorarse subjetivamente, mediante la presión ejercida con el dedo pulgar u objetivamente utilizando un instrumento. Actualmente se registran valores referenciales correspondientes a firmeza de fruto, solamente para el cultivar de arándano, Tifblue y *NeSmith (2009)*, tratados con CPPU, existiendo muy poca información con relación a este parámetro el cual es considerado como índice de calidad. *Ballinger et al., (2003)* y *Fundación Chile, (2007)*.

3.2.14. Manejo post cosecha

El manejo post cosecha está catalogada "Entre los factores biológicos que causan el deterioro de las frutas se incluye la respiración, producción y acción del etileno y cambios composicionales {color, textura, aroma, sabor y valor nutritivo); desordenes fisiológicos, daños por macro y microorganismos. También se incluyen los daños mecánicos y el déficit hídrico. La intensidad del deterioro biológico depende de los factores ambientales como temperatura, humedad relativa, velocidad del aire y composición atmosférica. Para predecir la vida útil de un producto es necesario en primer lugar identificar y/o seleccionar la variable cuyo cambio es el que primero identifica el consumidor como una baja en la calidad del producto (*Luna y Aguilar, 2011*).

Para mantener o mejorar las características originales del producto alargando su vida útil sin que se pierdan las características sensoriales y nutricionales, asegurando además la estabilidad microbiológica las más usadas son desinfectantes, atmosferas modificadas, el empleo de agentes antioxidantes, la aplicación de compuestos antimicrobianos y más recientemente el empleo de películas comestibles. (*Sucapuca, 2013*).

3.2.15. Evaluación sensorial de la calidad de los alimentos

En cuanto a la evaluación sensorial de la calidad de los alimentos. "Es más fácil reconocer la calidad que definirla la calidad es una suma mental de las propiedades físicas y químicas de los alimentos, estando implicados muchos factores sensoriales, se complementan con ensayos organolépticos relacionados con el sabor, olor, aspecto y textura de los alimentos. *La División Sensorial del Instituto de Tecnólogos de los Alimentos (2010)* define la evaluación sensorial "como una disciplina científica aplicada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a las características de los alimentos y los materiales tal y como son percibidas por los sentidos de la vista, gusto, tacto y oído.

IV. HIPÓTESIS GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Hipótesis alternativa

La cera de abeja y el quitosano ejercen un efecto significativo en la prolongación de la vida útil del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.).

4.2. Hipótesis nula

La cera de abeja y el quitosano no ejercen un efecto significativo en la prolongación de la vida útil del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.).

V. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Objetivo general de la investigación

- ❖ Determinar el efecto de la cera de abeja y el quitosano en la prolongación de la vida útil del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.).

5.2. Objetivos específicos

- ❖ Evaluar las características fisicoquímicas de los frutos de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) luego de ser recubiertos con las películas comestibles de cera de abeja y de quitosano.
- ❖ Evaluar mediante un análisis sensorial la conservación los caracteres organolépticos de los frutos de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) luego de haber sido recubiertos con cera de abeja y quitosano.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Bioingeniería y Fermentaciones Industriales, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca:

Coordenadas : 7°10'01"S78°29'44"O/-7°16'6943,-78.495427.

Altitud : 2750 msnm

Temperatura : 15°C

Precipitación : 11%

Humedad : 73%

6.2. Materiales

6.2.1. Materiales e insumos

- El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) tuvo como lugar de procedencia del Instituto Nacional De Innovación Agraria (INIA), ubicado en el Distrito de Baños del Inca, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca, Región Cajamarca.
- El quitosano se adquirió de (Actigen Nova S.A. en laboratorios industriales de SERCOIN S.C.I S.A., empresa del Grupo Mathiesen, bajo Certificación ISO 9001- 2008 BUREAU VERITAS.
- La cera de abeja se adquirido del mercado central de la ciudad de Cajamarca.

6.2.2. Materiales y equipos de laboratorio

a) Material y equipo para el procesamiento

- ❖ Recipientes de plástico de 5 litros
- ❖ Erlenmeyer de vidrio de 1 litro
- ❖ Termómetro digital
- ❖ Guantes de látex
- ❖ Mandil
- ❖ Agua destilada
- ❖ Mesa de acero inoxidable
- ❖ Material de vidrio (fiolas, matraces, beakers, tubos de ensayo, etc.)
- ❖ Picetas

b) Material y equipo para el análisis fisicoquímico

- ❖ Picnómetro marca BLAUBRAND
- ❖ Colorímetro marca KONICA - MINOLTA
- ❖ Refractómetro marca ATAGO
- ❖ Texturómetro marca BROOKFIELD
- ❖ Balanza analítica digital marca PRECISA

c) Material para el análisis sensorial

- ❖ Agua de mesa embotellada
- ❖ Vasos descartables
- ❖ Tenedores descartables
- ❖ Platos descartables
- ❖ Cartillas de evaluación.
- ❖ Lapiceros

d) Otros materiales

- ❖ Laptop
- ❖ Memoria USB de 4 GB
- ❖ Cámara fotográfica digital
- ❖ Útiles de escritorio

6.3. Métodos de análisis

6.3.1. Análisis fisicoquímico

6.3.1.1. Color:

Se determinó midiendo los parámetros: L (luminosidad), en un Colorímetro marca KONICA – MINOLTA (Escala $L^*a^*b^*$). También referido como CIELAB, propuesto por la Commission International de l' Eclairaige CIE $L^* a^* b^*$. Los resultados fueron procesados en un análisis de varianza ANOVA.

6.3.1.2. Textura:

La medición de la textura o firmeza de los frutos se realizó de manera individual para cada fruto perteneciente a las categorías: 1) fruto firme; 2) fruto intermedio; y 3) fruto blando, considerando cuatro repeticiones para cada una de éstas, los valores obtenidos expresan los gramos de fuerza requeridos para deformar 1 mm ($g - fuerza\ mm^{-1}$). Fueron consideradas 25 bayas para cada rango de firmeza con cuatro repeticiones cada una. Para dicha operación se utilizó un texturómetro marca BROOKFIELD. Posteriormente se realizó un análisis de varianza ANOVA.

6.3.1.3. Peso:

Se determinó por lectura en una balanza digital marca PRECISA, con una precisión de 0.0001g (norma INCOTEC 756). Se realizó la pesada inicial de los frutos y el pesado final de los frutos luego de las aplicaciones de los tratamientos con cera de abeja y con quitosano, desde el día cero hasta el día 15.

6.1.3.4. Sólidos solubles:

Se determinó a partir del zumo de 20 frutos cosechados por tratamiento, midiendo los grados °Brix, en un Refractómetro marca ATAGO.

6.1.3.5. pH:

Este parámetro se determinó con el potenciómetro. La medida se realizó según lo descrito por la norma (AOAC 945.10). Se tomó una muestra de 13 arándanos los cuales fueron triturados y exprimidos para obtener el zumo del fruto del cual se analizó de forma directa, introduciendo el potenciómetro en el zumo de arándano.

6.1.3.6. Acidez titulable:

Esta medida se realizó según lo descrito en la norma AOAC 942.15. Se tomó una muestra de 25 frutos de arándano, se trituró y exprimió, luego se tomó una muestra de 4ml del zumo y se diluyó en 36 ml de agua destilada, luego se procedió a adicionar 3 gotas de fenolftaleína e NaOH al 0.1N; se realizó la titulación hasta llegar a un pH de 8.0 +- 0.2. Al finalizar se tomó el gasto de NaOH.

6.3.2. Análisis sensorial

Para la evaluación sensorial de las muestras se invitó a 20 panelistas semi entrenados (docentes de la Universidad Nacional de Cajamarca y alumnos del décimo ciclo de la carrera profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias). En esta prueba los especialistas degustaron 8 muestras de frutos de arándano: (4 muestras de arándano recubiertas con cera de abeja) y (4 muestras de arándano recubiertas con quitosano), las cuales tuvieron los siguientes tratamientos: (T_1 al 1%) ; (T_2 al 3%) y (T_3 al 5%).

Para ver la aceptabilidad del producto se evaluó según el modelo del test hedónico, cuya escala estructurada fue la siguiente: Me gusta mucho (5 puntos), me gusta moderadamente (4 puntos), Ni me gusta, ni me disgusta (3 puntos), Me disgusta moderadamente (2 puntos), Me disgusta mucho (1 punto).

6.3.3. Evaluación sensorial de los atributos

En el proceso de entrenamiento del panel, se obtendrán los valores de referencia para cada atributo del producto estándar como es (color, olor, sabor y textura), lo que permitirá tener los valores de optimización de cada variable de respuesta. Una vez entrenado el panel sensorial, se evaluaron las 10 corridas (frutos de arándano recubiertos con cera y con quitosano). En el anexo 1 se muestra la ficha de evaluación sensorial utilizada.

6.4. Metodología experimental

6.4.1. Tipo de investigación

- **De acuerdo a la orientación:** Aplicada.
- **De acuerdo a la técnica de contrastación:** Experimental.

6.4.2. Identificación de las variables

6.4.2.1. Variable independiente

Tratamientos con cera de abeja: ((T_1 al 1%) ; (T_2 al 3%) y (T_3 al 5%))

Tratamientos con quitosano: ((T_1 al 1%) ; (T_2 al 3%) y (T_3 al 5%).)

6.4.2.2. Variable dependiente

Evaluación fisicoquímica: Tiempo de vida útil en función de: Sólidos solubles (°Brix); pH; acidez titulable; peso (g); color (colorímetro); textura (texturómetro)

Evaluación sensorial: (color, olor, sabor y textura).

6.4.3. Definiciones operacionales

Los tratamientos para las muestras de arándano durante el proceso de recubrimiento de los frutos de arándano con las películas comestibles se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Dimensiones e indicadores de las variables independientes (Tratamiento/concentración)

Método	Tratamientos	Concentración (%)	Tiempo (minutos)
Frutos de arándano recubiertos con películas comestibles	C ₁ : Cera de abeja	1%	2 - 5
	C ₂ : Cera de abeja	3%	2 - 5
	C ₃ : Cera de abeja	5%	2 - 5
	Testigo	-	-
	Q ₁ : Quitosano	1%	2 - 5
	Q: Quitosano	3%	2 - 5
	Q ₃ : Quitosano	5%	2 - 5
	Testigo	-	-

En la tabla 4. Se observa las variables de respuestas para el análisis físico químico y el análisis sensorial.

Tabla Nº4. Dimensiones e indicadores de las variables dependientes

Dimensiones	Indicadores	Ítems/índices
Nº	Tipo de análisis	Respuestas
1		Color escala (L*.a*.b*)
2	Análisis	Textura ($g F mm^{-1}$)
3	Fisicoquímico	Sólidos solubles (°Brix)
4		pH
5		Acidez titulable
6		Color
7	Análisis sensorial	Olor
8		Sabor
9		Textura

En la figura 2. Se presenta el diagrama de flujo para Arándanos recubrimientos con Quitosano y con Cera de abeja.

Flujo de proceso: “Arándanos recubiertos con quitosano y con cera de abeja”

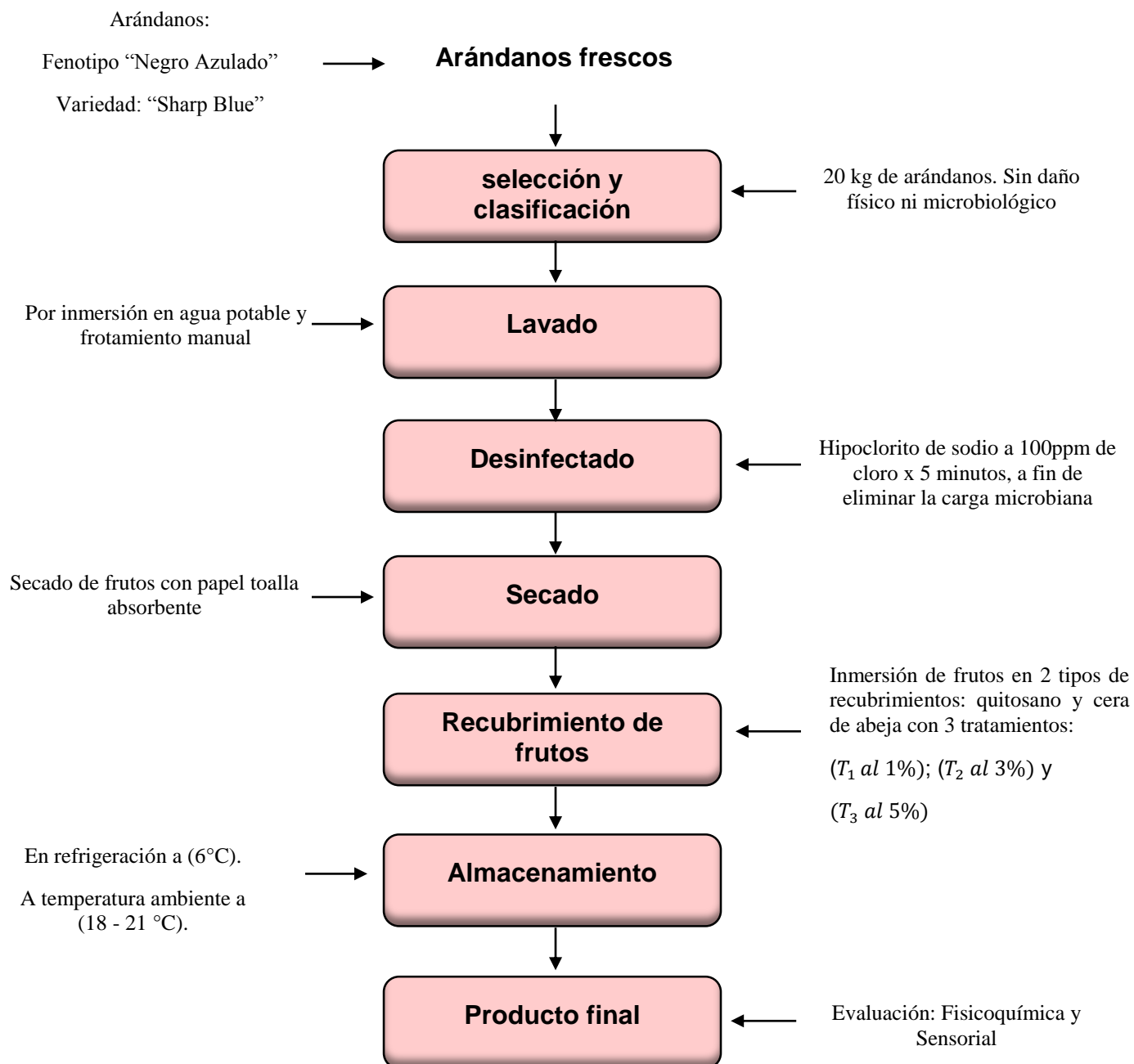


Figura 2. Flujo de proceso: Arándanos recubiertos con quitosano y cera de abeja

6.5. Descripción de operaciones del proceso

- a) **Arándanos frescos:** El estudio se realizó con arándanos del fenotipo “Negro azulado” de la variedad “Sharp Blue”. Las muestras se almacenaron en refrigeración.
- b) **Selección y clasificación:** Se seleccionaron 20 kg de arándanos que no presenten daño físico o microbiológico como golpes, magulladuras, pliegues o arrugas, cicatrices y rajaduras. La clasificación se realizó de acuerdo con el tamaño (de 1.30 cm hasta 1.60 cm de calibre) y al índice de madurez (madurez fisiológica) con el fin de dar condiciones similares en el procesamiento. (*Herrera, 2002*).
- c) **Lavado:** El lavado se realizó con agua potable por inmersión en un depósito y frotamiento manual, de manera que se puedan eliminar sustancias y partículas extrañas. (*Peleg, 2005*).
- d) **Desinfectado:** Luego los frutos fueron sumergidos en una solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm de cloro, por un tiempo de 5 minutos, a fin de reducir la posible carga microbiana. (*Guevara, 2002*).
- e) **Secado:** Posteriormente se secaron los arándanos con papel toalla absorbente para evitar dejar rastros de humedad y así facilite la aplicación de la película comestible en los frutos.
- f) **Recubrimiento de frutos:** Se realizó por inmersión de los frutos en dos tipos de recubrimiento, con quitosano y cera de abeja, tomando en consideración los siguientes tratamientos: (T_1 al 1%) ; (T_2 al 3%) y (T_3 al 5%).
- g) **Almacenamiento:** Los frutos de arándano recubiertos con la película comestible de quitosano y cera de abeja fueron almacenados en refrigeración a (6°C) y a temperatura ambiente a (18 -21 °C). Prolongando la vida útil, sin deteriorar los atributos sensoriales que definen su calidad comercial. (*Barón 2000*).

h) Producto final: El producto final fue analizado de manera fisicoquímica y fue evaluado por parte del panel sensorial semi entrenado.

6.6. Parte experimental de la investigación

La descripción del esquema experimental del proceso de recubrimiento de los frutos de arándano con películas comestibles de cera de abeja y de quitosano sugerido en la investigación se detalla a continuación:

6.7. Acondicionamiento de la materia prima y preparación del insumo

a) Acondicionamiento de los frutos de arándano

El estudio se realizó con Arándanos del fenotipo “Negro Azulado”, variedad “Sharp Blue” homogéneos en tamaño, forma, madurez y grado de frescura. Las muestras luego de ser seleccionadas se almacenaron en refrigeración.

b) Preparación del recubrimiento comestible

Preparación de la película de cera de abeja

La cera de abeja se obtuvo del mercado central de Cajamarca, para la preparación de la película comestible teniendo en cuenta los tratamientos respectivos de:

$(C_1 = 1\% \text{ de cera y } 99\% \text{ de agua destilada}) ;$

$(C_2 = 3\% \text{ e cera y } 97\% \text{ de agua destilada}) \text{ y}$

$(C_3 = 5\% \text{ e cera y } 95\% \text{ de agua destilada}),$

Se pesó en una (balanza analítica) la masa de cera de abeja correspondiente a 0.5 g; 1.5 g y 2.5 g de cera en 50 ml de agua destilada para cada uno de los tratamientos respectivos. Luego se llevó a temperatura elevada disolviendo en una olla hasta obtener una sustancia consistente. Se colocó la película obtenida para los tres tratamientos en 3 vasos de precipitado diferentes y respectivamente codificados.

Preparación de la película de quitosano:

El producto quitosano se obtuvo de Actigen RTF. (S.P.I.CH-915-2011) para la preparación de la película comestible, teniendo en cuenta los tratamientos respectivos de:

(Q₁ = 1% de quitosano y 99% de agua destilada) ;

(Q₂ = 3% de quitosano y 97% de agua destilada) y

(Q₃ = 5% de quitosano y 95% de agua destilada),

Se pesó en una (balanza analítica) la masa de quitosano correspondiente a 0.5 g; 1.5 g y 2.5 g para cada uno de los tratamientos respectivos. Se utilizaron tres vasos de precipitados codificados respectivamente para cada tratamiento, se adicionó gradualmente a cada vaso la masa correspondiente de Quitosano y se disolvió cada solución en 50 ml de agua destilada y se añadió 1 ml de ácido glicérico para que ayude a formar la película comestible. Posteriormente se llevó a cada una de las muestras a un matraz aforando en un agitador magnético durante 15 minutos para lograr una solución homogénea. La disolución de la preparación fue calculada en base a la ficha técnica del Quitosano (Actigen Nova S.A. en laboratorios industriales de SERCOIN S.C.I S.A., empresa del Grupo Mathiesen, bajo Certificación ISO 9001- 2008 BUREAU VERITAS.

6.8. Recubrimiento de los frutos

Se realizó el recubrimiento de los frutos por el método de inmersión, los frutos de arándano se sumergieron en cada una de las soluciones correspondientes tanto de cera de abeja como de quitosano correspondiente a los tratamientos de: (1%) ; (3%) y (5%), por un tiempo de 2 a 5 minutos. Luego con la ayuda de una pinza se procedió a sacar de la solución a cada uno de los frutos, los cuales fueron colocados en envases de plástico y almacenados a temperatura ambiente (18°C - 21°C) y en refrigeración (6°C) para evaluar su evolución durante quince días, tomando registro de los cambios en sus características fisicoquímicas y sensoriales de manera inter diaria.

En la fig.3 se presenta el diseño experimental aplicado para recubrir frutos de arándanos con películas comestibles de cera de abeja y quitosano.

6.9. Diseño experimental: Anova multifactorial categórico.

Se trabajó con un diseño multifactorial categórico y el análisis estadístico utilizado fue el LSD de Fisher con un nivel de confianza del 95%.

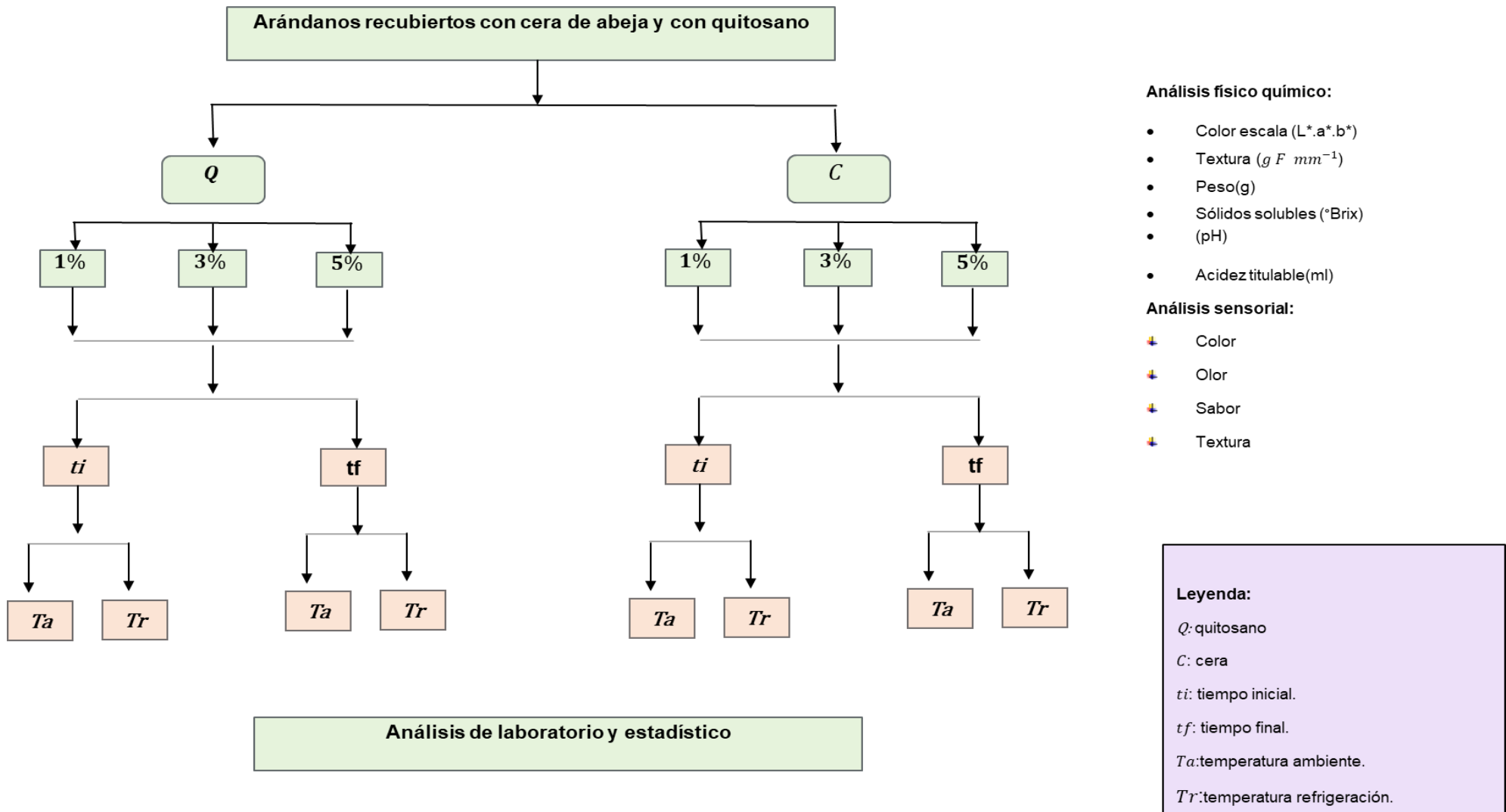


Figura 3. Diseño experimental: Arándanos recubiertos con películas comestibles de Cera de abeja y Quitosano

6.10. Población y muestra

6.10.1. Población

Los frutos de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.), tuvieron como lugar de procedencia del Instituto Nacional De Innovación Agraria (INIA), ubicado en el Distrito de Baños del Inca, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca, Región Cajamarca.

6.10.2. Muestra

Se seleccionaron 20 kg de frutos de arándano fresco, de fenotipo “Negro azulado” y variedad “Sharp Blue”.

6.11. Instrumentos de colecta de datos

En la tabla 5 se muestra los instrumentos con los cuales se midió las variables utilizadas en la investigación.

Tabla 5. Instrumentos de colecta de datos

Variable	Instrumento de recolección de datos
Peso (g)	Metodología de toma de masa usando balanza analítica.
Color (L*.a*.b*)	Toma de datos de un colorímetro
Sólidos solubles (°Brix)	Toma de datos de un refractómetro
pH	Toma de datos de un potenciómetro
Acidez titulable (%)	Toma de datos de una bureta
Textura ($g F mm^{-1}$)	Toma de datos de un texturómetro
Tiempo (min)	Toma de datos de un cronómetro
Evaluación Sensorial	Fichas de evaluación

6.12. Procedimientos de análisis de datos

Para el diseño multifactorial categórico se utilizó el programa STATGRAPHICS Centurión y un ANOVA; para el análisis sensorial se hizo uso del test de escala hedónica donde también se analizó estadísticamente con un ANOVA.

En la tabla 6 se muestra el resumen del diseño del experimento usado en la investigación.

Tabla 6. Resumen de diseño del experimento

Característica del diseño	valor
Número de factores experimentales	3
Número de repeticiones	3
Número de respuestas	4

VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES

7.1. Resultados de arándanos recubiertos con cera de abeja y quitosano.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en frutos de arándano recubiertos con películas comestibles de cera de abeja y de quitosano.

7.1.1. Caracterización fisicoquímica de los frutos de arándano

Se analizó fenotipo, variedad, espesor, color ($L^*.a^*.b^*$), textura, nivel de sólidos solubles, pH y acidez titulable, en los frutos de arándano con tratamientos de (cera de abeja) y de (quitosano), dichos resultados se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados de la caracterización fisicoquímica del arándano (muestras finales recubiertas con cera de abeja y con quitosano)

Parámetro	Índice (cera de abeja)	Índice (Quitosano)
Fenotipo	Negro azulado	Negro azulado
Variedad	Sharp Blue	Sharp Blue
Peso (g)	1.75	1.30
(L*) (%)	29.25125	25.71125
(a*) (%)	-0.665	-0.3125
(b*) (%)	0.99875	-1.45875
Textura o Firmeza ($g F mm^{-1}$)	158.03	211.62
Sólidos solubles (°Brix)	14.70	15.10
pH (%)	3.06	3.09
Acidez titulable (%)	0.29	0.35

En la tabla 7 se observa los resultados de la caracterización fisicoquímica de los frutos de arándanos que se obtuvieron luego de la evaluación fisicoquímica final. La variedad que se utilizó fue “Sharp Blue” fenotipo “Negro azulado”.

Se observa que el peso de los frutos es mayor en los frutos recubiertos con cera de abeja (1.75 g) que en los frutos arándanos recubiertos con quitosano (1.30 g) que presentan menor peso. Los resultados obtenidos por diversos autores señalan valores similares a los encontrados en esta investigación *Mackenzie (2007)* obtuvo valores entre 0.91 g y 1.40 g y *Prior et al. (2008)* obtuvieron 1.23 g de peso promedio para 11 cultivares de arándano. *Ehlenfeldt y Prior (2001)* señalan valores que varían entre 0.7 g y 2.1 g para algunos cultivares de arándano alto, sin embargo gran parte de los cultivares que estos autores analizaron presentan pesos que varían entre 1.2 g y 1.6 g. Es importante destacar los valores obtenidos en nuestra investigación con (1.75 g) y (1.30 g) respectivamente y que han sido logrados con labores mínimas de cultivo (fertilización básica, riego, poda) elementos de gran importancia para producir fruta de mayor calibre. Con este peso promedio los frutos de arándanos presentarían excelentes condiciones para el comercio de exportación de arándanos frescos.

Además estos frutos de arándano serían más fáciles de cosechar y más atractivos para el consumo en fresco, ya que según *Ballington et al. (2004)* una fruta de mayor tamaño (utilizando al peso como un indicador de tamaño) es más fácil de cosechar y es más atractiva para el consumo en fresco que una fruta pequeña. Sin embargo *Galleta (2005)* citado por *Ballington et al. (2004)* señala que un peso adecuado para la cosecha manual es de 2 g.

Debido a la importancia que tiene esta característica en distintos aspectos de la producción de frutas, el tamaño del fruto se ha transformado en un punto importante en la mayoría de los programas de mejoramiento de arándanos (*Ballington et al., 2004; Janick y Moore, 2006*).

Según los resultados obtenidos en color ($L^*.a^*.b^*$) se encontró un color óptimo en los frutos recubiertos con quitosano reportándose valores de: $L^*(25.71725)$; $a^*(-0.3125)$ y $b^*(-1.45875)$, a diferencia de los valores reportados en los frutos

recubiertos con cera de abeja que fueron los siguientes: $L^*(29.25125)$; $a^*(-0.665)$ y $b^*(0.99875)$.

Según la comisión internacional de color se tiene como referencia los siguientes parámetros a evaluar:

L^* =luminosidad

a^* = coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)

b^* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)

Por esta razón el análisis está abocado a la coordenada b^* que indica que el color va de (amarillo – azul) ya que nuestro producto son frutos de arándano, y el resultado obtenido en la coordenada b^* fue de (-1.45875) que indica un color azul este indicador se encontró en los frutos de arándano recubiertos con quitosano, caso contrario se reportó en los frutos de arándano recubiertos con cera de abeja que reportaron en la coordenada b^* un valor de (0.99875).

Para los resultados de textura se encontró un fruto más firme a los frutos recubiertos con quitosano, estos registraron un valor alto de ($211.62 \text{ g F mm}^{-1}$) a diferencia de los frutos recubiertos con cera de abeja los cuales se catalogaron con frutos blandos con un valor reportado de ($158.03 \text{ g F mm}^{-1}$).

Los tratamientos con los dos tipos de recubrimientos presentan diferencias en el contenido de sólidos solubles. El contenido de sólidos solubles (°Brix) fue más alto en las muestras con tratamiento de quitosano (15.10%) a diferencia de las muestras de arándanos con tratamiento con cera de abeja que obtuvieron un valor de sólidos solubles de (14.70%). En general, la literatura consultada señala niveles de sólidos solubles inferiores a los señalados en la tabla 7, sin embargo en el trabajo de *Prior et al. (2008)* destaca el cultivar de arándanos de variedad Rancocas con 19% de sólidos solubles.

Por otra parte, *Prior et al. (2008)* obtuvieron un promedio de 13,9 % de sólidos solubles en un análisis de 4 cultivares de arándano alto. *Sapers et al. (2004)* analizaron 11 cultivares de “arándano alto” para los cuales el nivel de sólidos solubles varía entre 11.2% y 14.3%. Las diferencias entre dichas variedades podrían explicarse porque los frutos de arándano son de distinta época de maduración. De esta manera, los frutos de arándanos de nuestra investigación

presentan estados de madurez más tardíos y por lo tanto un menor nivel de sólidos solubles.

Se puede apreciar que existen diferencias en el pH de los dos tipos de tratamientos empleados. El pH es mayor en los frutos de arándano recubiertos con quitosano con un valor de (3.09) a diferencia del pH que se reportó en los frutos de arándano recubiertos con cera de abeja con un valor de (3.06).

Los resultados obtenidos difieren de los resultados reportados por *Ballinger y Kushman (2010)* quienes analizaron la evolución del pH a través de las distintas etapas de desarrollo de los frutos. Estos autores señalan un valor de 3.80 para el pH de frutas enteramente azules. Sin embargo, los valores indicados en nuestra investigación si se encuentran dentro de los valores indicados por *Galleta et al. (2001)* y *Sapers et al. (2004)* quienes también encontraron diferencias varietales con relación al pH. Estos autores obtuvieron valores que fluctuaron entre 2.85 y 3.46 y entre 2.68 y 3.35 respectivamente. Un valor más alto para pH es indicado por *Loyola et al. (2003)* en una investigación realizada en la universidad de Chile, con algunos cultivares de arándano, para los cuales obtuvieron un promedio de 3.51.

En general los datos presentados por otros autores son mayores que los datos que se señalan en esta investigación. Esto podría explicarse porque, como se señaló anteriormente, los frutos de esta investigación son más tardío en su madurez y por lo tanto su alto pH se explicaría por una cosecha temprana. Al respecto. Al respecto *Kushman y Ballinger (2008)* y *Galleta et al. (2010)* señalan que a medida que pasa el tiempo, durante la maduración de los frutos, los sólidos solubles aumentan y el pH es más alto.

Con respecto a la acidez titulable se obtuvo un valor de (0.29) en arándanos recubiertos con cera de abeja y un valor de (0.35) en arándanos recubiertos con quitosano, estos datos presentados en la tabla 7 son similares a lo publicado por *Galleta et al. (2001)* y *Sapers et al. (2004)* quienes informan niveles de acidez titulable (% ácido cítrico) que varían entre 0.40 y 1.31 y entre 0.39 y 1.24 respectivamente. En cambio, *Connor et al. (2002)* señalan valores que varían entre 0.92 y 2.42 % ácido cítrico.

También es importante destacar que luego de madurar los frutos de arándanos presentan una brusca caída en la acidez titulable. *Ballinger y Kushman (2010)* señalan disminuciones desde 1.56 a 0.42 % de ácido cítrico entre frutas maduras y una etapa posterior. Esto concuerda con lo observado en nuestra investigación en el cual se puede apreciar que el nivel de acidez titulable ha disminuido notablemente.

7.1.2. Color: L*.a*.b* (Resultados obtenidos mediante colorímetro – Kónica Minolta)

Tabla 8. Resultados de color final (L*.a*.b*) en frutos de arándano con recubrimiento de cera de abeja a temperatura de refrigeración 6°C (muestras finales)

Arándanos con Recubrimiento de Cera de Abeja (Temperatura de Refrigeración 6°C)										
Cera de abeja	Tratamientos	Parámetros	N° de Días Evaluados							
Código	Concentraciones	Color	Día N°1	Día N°3	Día N°5	Día N°7	Día N°9	Día N°11	Día N°13	Día N°15
C1	[1%]	L*	28.47	29.15	29.54	30.02	31.5	32.9	34.77	35.5
		a*	1.9	-1.3	-0.8	-1.4	-1.6	-2.3	-0.78	-0.8
		b*	-1.7	-1.69	-0.39	-0.48	-1.17	-1.9	-1.4	-1.7
C2	[3%]	L*	27.47	28.69	28.9	29.1	29.7	32.3	29.57	29.59
		a*	1.5	-1.2	-0.79	-0.83	-0.13	-0.5	-0.29	-0.36
		b*	-1.4	-1.6	-1.9	-1.2	-0.1	-0.95	-2.37	-2.4
C3	[5%]	L*	28.47	28.54	28.62	28.76	29.14	30.12	31.23	31.25
		a*	0.87	0.89	0.93	1.7	-1.8	-1.16	-1.87	-1.9
		b*	-0.72	-0.82	-1.1	-1.13	-1.17	-1.31	-1.45	-1.66
C4	Testigo	L*	26.86	28.86	29.13	29.43	29.3	32.4	27.73	29.7
		a*	1.5	-0.9	-1.83	-1.2	-1.98	-2.1	-0.64	-0.55
		b*	-1.2	-1.3	-1.28	-1.1	-1.4	-1.3	-0.2	-0.21

En la tabla 8 observamos los tratamientos de los frutos de arándano con cera de abeja en temperatura de refrigeración de 6°C, en los cuales no se obtuvieron resultados óptimos pues se observa una variación en el color al transcurrir de los días de evaluación de los frutos.

Tabla 9. Resultados de color final (L*.a*.b*) en frutos de arándano con recubrimiento de cera de abeja a temperatura ambiente de 18°C - 21°C (muestras finales)

Arándanos con Recubrimiento de Cera de Abeja (Temperatura Ambiente 18°C - 21°C)										
Cera de abeja	Tratamientos	Parámetros	N° de Días Evaluados							
Código	Concentraciones	Color	Día N°1	Día N°3	Día N°5	Día N°7	Día N°9	Día N°11	Día N°13	Día N°15
C1	[1%]	L*	28.35	28.81	28.43	-29.88	-32.6	-33.2	-34.12	-34.19
		a*	0.51	0.65	-0.99	-0.11	2.5	2.5	2.8	3.2
		b*	-1.1	-1.2	-0.85	0.79	1.4	1.6	2.13	2.16
C2	[3%]	L*	28.42	29.15	34.1	35.23	37.2	37.6	38.24	39.04
		a*	0.9	0.97	0.31	1.5	2.1	2.5	3.7	3.14
		b*	-1.3	1.6	0.13	0.19	1.56	-2.1	-3.5	-3.25
C3	[5%]	L*	28.4	28.67	29.46	29.76	35.2	37.13	38.03	39.35
		a*	0.79	0.85	-1.2	-1.9	-1.27	2.1	2.31	2.45
		b*	-1.3	-1.5	-1.16	0.94	1.4	1.6	1.8	1.15
C4	Testigo	L*	28.53	28.59	31.4	32.6	33.17	34.15	35.15	36.17
		a*	0.73	0.92	-1.3	-1.2	-1.99	-1.4	-1.5	-1.6
		b*	-1.3	-0.82	-0.89	-0.92	-4.64	-4.67	-4.68	-4.7

En la tabla 9 se observan los resultados del tratamiento de arándano con cera de abeja en temperatura de refrigeración de 18°C – 21°C, en el cual también se observa una variación en el color al transcurrir los días de evaluación, el color de las muestras no era muy aceptable debido a que por la capa gruesa de la cera la cual opacaba el color del fruto, de modo tal que no fueron aceptados por el panel sensorial. Esta particularidad se debe a que la efectividad de un recubrimiento comestible para proteger frutas y vegetales depende del control de la humectabilidad (*Cerqueira et al., 2009b*), de la capacidad de la película para mantener compuestos de diversa funcionalidad (plastificantes, antimicrobianos, antioxidantes, sabores, olores) dentro de dicha matriz, ya que la pérdida de dichas soluciones afecta el espesor de la película (*Park. 2009*), y de la solubilidad en agua, ya que es indispensable evadir la disolución de la PC o RC (*Ozdemir & Floros, 2008*).

Para lograr resultados favorables la cantidad de cera aplicada debe ser generalmente muy pequeña y está destinada principalmente a servir como sustituto de la propia cera natural del producto que puede haber sido removida durante el lavado y limpieza. Algunos mercados exigen un tratamiento con cera como parte de su procedimiento normal de mercadeo, porque el consumidor se ha acostumbrado al producto brillante (FAO, 2009).

La cera aplicada a la fruta principalmente en cítricos constituye una protección física que puede reducir la pérdida de agua de un 30 hasta un 40%; la cubierta de cera protege de la deshidratación, pero más restringe el intercambio gaseoso, actuando como un sistema de atmósfera modificada, el que se ha tratado de optimizar (Gil, 2001).

Tabla 10. Anova (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para L* para frutos de arándano recubiertos con cera de abeja

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFEKTOS PRINCIPALES					
A:Porcentaje de Recubrimiento cera	7020.34	3	2340.11	17.61	0.8576
B:Temperatura	1289.08	1	1289.08	9.70	0.7952
C:Tiempo	262.024	7	37.432	0.28	0.9541
INTERACCIONES					
AB	8295.1	3	2765.03	20.81	0.8359
AC	2443.34	21	116.349	0.88	0.6182
BC	463.443	7	66.2062	0.50	0.8252
RESIDUOS	2790.48	21	132.88		
TOTAL (CORREGIDO)	22563.8	63			

En la tabla 10 se presenta el análisis de varianza para L* para frutos de arándano recubiertos con cera de abeja, en donde se aprecia que los valores-P prueban la no significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que todos los valores-P son mayores ($p > 0.05$), estos factores no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre L*, estos datos tienen un nivel de confianza del 95.0%.

Tabla 11. Anova (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para a* para frutos de arándano recubiertos con cera de abeja

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Porcentaje de Recubrimiento	24.9597	3	8.31991	6.17	0.5036
B:Temperatura	28.4756	1	28.4756	21.11	0.6702
C:Tiempo	20.4218	7	2.9174	2.16	0.5810
INTERACCIONES					
AB	14.34	3	4.77999	3.54	0.5321
AC	19.7428	21	0.940132	0.70	0.7925
BC	29.5	7	4.21428	3.12	0.6201
RESIDUOS	28.3238	21	1.34875		
TOTAL (CORREGIDO)	165.764	63			

En la tabla 11 se observa el análisis de varianza para a* para frutos de arándano recubiertos con cera de abeja, estos valores-P prueban la no significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 6 valores-P son mayores ($p > 0.05$), estos factores no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre a* con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 12. Anova (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para b* para frutos de arándano recubiertos con cera de abeja

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Porcentaje de Recubrimiento	27.1378	3	9.04594	4.36	0.1155
B:Temperatura	4.81802	1	4.81802	2.32	0.1424
C:Tiempo	6.73834	7	0.962621	0.46	0.8494
INTERACCIONES					
AB	33.1361	3	11.0454	5.32	0.6924
AC	40.4599	21	1.92666	0.93	0.5665
BC	2.31978	7	0.331396	0.16	0.9906
RESIDUOS	43.5678	21	2.07466		
TOTAL (CORREGIDO)	158.178	63			

En la tabla 12 se presenta el análisis de varianza para b* para frutos recubiertos para frutos de arándano recubiertos con cera de abeja, en la cual se observa que los valores-P no prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores-P son mayores ($p > 0.05$), estos factores no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre b* con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 13. Resultados de color final (L*.a*.b*) en frutos de arándano con recubrimiento de quitosano a temperatura de refrigeración 6°C (muestras finales)

Arándanos con Recubrimiento de Quitosano (Temperatura de refrigeración 6°C)										
Quitosano	Tratamientos	Parámetros	N° de Días Evaluados							
Código	Concentraciones	Color	Día N°1	Día N°3	Día N°5	Día N°7	Día N°9	Día N°11	Día N°13	Día N°15
Q1	[1%]	L*	28.45	29.13	29.52	29.99	31.3	32.8	34.75	35.2
		a*	1.8	-1.2	-0.9	-1.2	-1.5	-2.1	-0.76	-0.79
		b*	-1.5	-1.68	-0.37	-0.46	-1.15	-1.8	-1.3	-1.6
Q2	[3%]	L*	27.45	28.68	28.8	29.2	29.8	32.2	29.56	29.58
		a*	1.6	-1.3	-0.89	-0.93	-0.15	-0.2	-0.33	-0.35
		b*	-1.3	-1.7	-1.7	-1.2	-0.1	-0.98	-2.39	-2.3
Q3	[5%]	L*	28.53	28.58	28.95	30.6	30.82	33.28	36.25	36.29
		a*	0.88	0.96	-1.5	-1.12	-1.22	-1.95	-0.54	-0.61
		b*	-0.73	-0.85	-1.2	-1.1	-1.19	-1.56	-0.15	-0.16
Q4	Testigo	L*	26.86	28.86	29.13	29.43	29.3	32.4	27.73	29.7
		a*	1.5	-0.9	-1.83	-1.2	-1.98	-2.1	-0.64	-0.55
		b*	-1.2	-1.3	-1.28	-1.1	-1.4	-1.3	-0.2	-0.21

En la tabla 13 podemos observar los resultados de color de los tratamientos con quitosano en frutos de arándano almacenado en temperatura de refrigeración de 6°C, de los cuales se resalta el tratamiento Q2 con una concentración de quitosano al 3%, en estos resultados se observó un incremento de color en la coordenada b* con un valor de (-2.39) lo cual nos indica un color azul óptimo en el día 13 de nuestra evaluación. Estos resultados se pueden corroborar en diversos estudios que han mostrado que recubrimientos a base de quitosano tienen el potencial de incrementar la vida de anaquel de frutas y vegetales frescos, al reducir la producción de etileno, incrementar la concentración de gas carbónico y minimizar los niveles de oxígeno (*Lazaridou & Biliaderis, 2002; Geraldine et al., 2008; Márquez et al., 2009*). Un ejemplo de ello es el efecto sobre frutos de durazno (*Prunus persica L. Batsch.*), en los cuales se redujo la tasa de respiración representada en la producción de CO₂ y se mantuvo la firmeza de la fruta recubierta hasta el final de 12 días de almacenamiento a una temperatura de 23 °C (*Li & Yu, 2000*).

Tabla 14. Resultados de color final (L*.a*.b*) en frutos de arándano con recubrimiento de quitosano a temperatura ambiente de 18°C – 21°C (muestras finales)

Arándanos con Quitosano (Temperatura Ambiente 18°C - 21°C)										
Quitosano	Tratamientos	Parámetros	N° de Días Evaluados							
Código	Concentraciones	Color	Día N°1	Día N°3	Día N°5	Día N°7	Día N°9	Día N°11	Día N°13	Día N°15
Q1	[1%]	L*	28.3							
		a*	6	28.82	-26.48	-29.8	-32.2	-32.3	-33.3	-34.4
		b*	0.53	0.68	-0.99	-0.13	2.1	2.2	2.5	2.8
Q2	[3%]	L*	28.4							
		a*	5	29.1	34.3	36.7	37.3	37.6	38.3	39.2
		b*	0.92	0.96	0.28	1.07	2.2	2.6	3.5	3.7
Q3	[5%]	L*	-1.4	1.2	0.15	0.22	-4.5	-3.8	-3.5	-3.3
		a*	28.3	28.76	29.56	29.92	34.2	35.4	36.2	36.3
		b*	0.85	0.91	-1.3	-1.25	1.8	1.9	2.3	3.2
Q4	Testigo	L*	28.5							
		a*	3	28.59	31.4	32.6	33.17	34.14	35.15	36.17
		b*	0.73	0.92	-1.3	-1.2	-1.99	-1.4	-1.5	-1.6
		b*	-1.3	-0.82	-0.89	-0.92	-4.4	-4.1	-4.2	-4.3

En la tabla 14 se observan los resultados de los tratamientos de quitosano en los frutos de arándano a temperatura ambiente de 18°C - 21°C en los cuales se obtuvo óptimos resultados en el tratamiento Q2 con una concentración al 3% de quitosano en el cual se muestra un incremento en la coordenada b* con un valor de color azul óptimo de (-4.5) en el día 9 de nuestra evaluación.

Estudios sugieren que el quitosano, en películas plastificadas o no, muestran actividad fungistática, lo cual hace posible el desarrollo de nuevos empaques activos con buenas propiedades térmicas. Factores como la temperatura de almacenamiento y las modificaciones de las propiedades mecánicas y de barrera influenciadas por aditivos y otros tipos de sustancias antimicrobianas pueden potenciar el efecto antimicrobial de las películas (Martínez-Camacho et al. 2010).

Tabla 15. Anova (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para L* para frutos de arándano recubiertos con quitosano

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Porcentaje de Recubrimiento	7048.91	3	2349.64	18.72	0.0000
B:Temperatura	1454.28	1	1454.28	11.59	0.0027
C:Tiempo	230.793	7	32.9705	0.26	0.0219
interacciones					
Ab	7862.55	3	2620.85	20.88	0.0000
Ac	2468.82	21	117.563	0.94	0.0018
Bc	521.71	7	74.5301	0.59	0.0317
residuos	2635.46	21	125.498		
total (corregido)	22222.5	63			

En la tabla 15 se presenta el análisis de varianza para L* para frutos de arándano recubiertos con quitosano en donde observamos que los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 6 valores-P son menores ($p < 0.05$), estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre L* con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 16. Anova (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para a* para frutos de arándano recubiertos con quitosano

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
efectos principales					
A:Porcentaje de Recubrimiento	25.2001	3	8.40003	11.46	0.0001
B:Temperatura	35.985	1	35.985	49.10	0.0000
C:Tiempo	29.8856	7	4.26937	5.83	0.0007
Interacciones					
Ab	11.8759	3	3.95862	5.40	0.0065
Ac	16.8676	21	0.803221	1.10	0.0118
Bc	21.6199	7	3.08856	4.21	0.0048
Residuos	15.3903	21	0.732871		
Total (corregido)	156.824	63			

En la tabla 16 se muestra el análisis de varianza para a* para frutos de arándano recubiertos con quitosano, en donde los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que los 6 valores-P son menores ($p < 0.05$), estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre a* con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 17. Anova (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para b* para frutos de arándano recubiertos con quitosano

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
efectos principales					
A:Porcentaje de Recubrimiento	33.6239	3	11.208	4.70	0.0116
B:Temperatura	0.322056	1	0.322056	0.14	0.7170
C:Tiempo	3.58204	7	0.511721	0.21	0.9780
interacciones					
Ab	30.5853	3	10.1951	4.27	0.0167
Ac	39.7505	21	1.89288	0.79	0.6995
Bc	3.73889	7	0.534128	0.22	0.9752
residuos	50.0937	21	2.38542		
total (corregido)	161.696	63			

En la tabla 17 se presenta el análisis de varianza para b* para frutos de arándano recubiertos con quitosano, en la cual los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que los 6 valores-P son menores ($p < 0.05$), estos factores nos indican que tienen un efecto estadísticamente significativo sobre b* con un 95.0% de nivel de confianza.

7.1.3. Textura: (Resultados obtenidos mediante texturómetro Brookfield)

Tabla 18. Resultados de textura en frutos de arándano con recubrimiento de cera de abeja a temperatura de refrigeración 6°C (muestras finales)

Arándanos con Recubrimiento de Cera de Abeja (Temperatura de Refrigeración 6°C)										
Cera de abeja	Tratamientos	Indicador	N° de Días Evaluados							
Código	Concentraciones	Parámetro	Día N°1	Día N°3	Día N°5	Día N°7	Día N°9	Día N°11	Día N°13	Día N°15
C1	[1%]	Textura	214.17	187.65	159.87	148.53	139.36	129.59	117.86	115.65
C2	[3%]		215.16	178.56	167.76	159.64	141.65	134.65	129.43	116.53
C3	[5%]		216.15	185.51	176.35	165.83	158.03	149.76	137.65	119.35
C4	Testigo		214.17	190.67	166.54	157.65	149.65	139.87	135.56	117.49

Tabla 19. Resultados de textura en frutos de arándano con recubrimiento de cera de abeja a temperatura ambiente de 18°C - 21°C (muestras finales)

Arándanos con Recubrimiento de Cera de Abeja (Temperatura Ambiente 18°C - 21°C)										
Cera de abeja	Tratamientos	Indicador	N° de Días Evaluados							
Código	Concentraciones	Parámetro	Día N°1	Día N°3	Día N°5	Día N°7	Día N°9	Día N°11	Día N°13	Día N°15
C1	[1%]	Textura	215.17	175.72	169.65	143.29	137.76	122.65	119.65	115.35
C2	[3%]		214.16	187.76	165.76	156.19	152.76	148.87	136.87	118.65
C3	[5%]		215.17	190.45	187.65	162.17	160.65	158.65	147.53	122.54
C4	Testigo		214.16	178.65	167,82	151.76	149.43	138.26	122.56	119.76

En las tablas 18 y 19 se observan los resultados de textura para los frutos de arándano recubiertos con cera de abeja tanto en refrigeración como a temperatura ambiente, donde se puede apreciar que los valores de textura disminuyen progresivamente al transcurrir de los días, esto se debió a que la película de cera de abeja que se formó era muy gruesa por ende originaba que los frutos no tengan una textura consistente ni una apariencia atractiva para el consumidor ocasionando que los frutos se tornen muy blandos.

Las ceras mayoritariamente empleadas son ceras sintéticas del tipo polietileno oxidado, empleándose en menor medida las ceras vegetales del tipo carnauba y prácticamente testimonial es el uso de ceras de origen animal, como la cera de abeja. Actualmente el tipo de recubrimientos comerciales empleados en la industria cítrica son ceras al agua que consisten en disoluciones dispersiones de una o más resinas y/o ceras emulsionadas. Estas ceras han ido desplazando a las ceras solventes que utilizan solventes orgánicos, por el peligro y la contaminación medioambiental que conllevan. (Cerqueira et al., 2009b)

Tabla 20. Anova (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para textura para frutos de arándano recubiertos con cera de abeja

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
efectos principales					
a:porcentaje de recubrimiento	1837.91	3	612.636	33.76	0.2941
b:temperatura	14.9963	1	14.9963	0.83	0.3737
c:tiempo	54376.1	7	7768.01	428.00	0.4501
interacciones					
ab	220.676	3	73.5587	4.05	0.2003
ac	779.246	21	37.1069	2.04	0.5045
bc	146.998	7	20.9997	1.16	0.3675
residuos	381.138	21	18.1494		
total (corregido)	57757.1	63			

En la tabla 20 se presenta el análisis de varianza para textura para frutos de arándano recubiertos con cera de abeja, en el cual se observa los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que los 6 valores-P son mayores ($p > 0.05$), estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre textura con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 21. Resultados de textura en frutos de arándano con recubrimiento de quitosano a temperatura de refrigeración de 6°C (muestras finales)

Arándanos con Recubrimiento de Quitosano (Temperatura de refrigeración 6°C)										
Quitosano Código	Tratamientos Concentraciones	Indicador Parámetro	N° de Días Evaluados							
			Día N°1	Día N°3	Día N°5	Día N°7	Día N°9	Día N°11	Día N°13	Día N°15
Q1	[1%]	Textura	215.1							
			6	214.67	214.39	213.54	211.98	210.87	209.76	205.19
216.1										
5	214.79		213.67	212.45	211.62	211.97	211.62	206.13		
214.1										
6	214.78		213.45	213.35	212.87	210.78	209.23	205.17		
214.1										
6	189.17		167.75	166.56	165.82	158.76	146.9	138.16		
Q4	Testigo									

En la tabla 21 se observa los resultados de textura de frutos de arándano con recubrimiento de quitosano a temperatura de refrigeración 6°C, el tratamiento óptimo se encontró en el tratamiento Q2 con una concentración del 3% el tiempo de vida útil fue de 13 días con un valor de textura de $211.62 \text{ g F mm}^{-1}$ a diferencia de la muestra testigo que tuvo como tiempo de vida útil fue de 5 días con un valor de textura de $167.75 \text{ g F mm}^{-1}$.

Tabla 22. Resultados de textura en frutos de arándano con recubrimiento de quitosano a temperatura ambiente de 18°C – 21°C (muestras finales)

Arándanos con Quitosano (Temperatura Ambiente 18°C - 21°C)										
Quitosano	Tratamientos	Indicador	N° de Días Evaluados							
Código	Concentraciones	Parámetro	Día N°1	Día N°3	Día N°5	Día N°7	Día N°9	Día N°11	Día N°13	Día N°15
Q1	[1%]	Textura	215.21	214.78	213.46	212.66	210.75	208.43	205.45	204.14
Q2	[3%]		216.35	214.89	213.56	212.34	211.6	210.98	209.78	206.11
Q3	[5%]		215.48	213.67	212.87	211.23	210.54	209.62	206.85	205.13
Q4	Testigo		215.89	189.19	167.73	166.55	165.86	157.76	148.89	138.17

En la tabla 22 se observa los resultados de textura óptima en los frutos de arándano con recubrimiento de quitosano a temperatura ambiente de 18°C - 21°C, el tratamiento óptimo se encontró en el tratamiento Q2 con una concentración del 3% el tiempo de vida útil fue de 9 días con un valor de textura de $211.61 \text{ g F mm}^{-1}$ a diferencia de la muestra testigo que tuvo como tiempo de vida útil fue de 5 días con un valor de textura de $167.73 \text{ g F mm}^{-1}$.

Esto se debe a que el quitosano es un componente de la pared celular de los crustáceos, capaz de formar películas semipermeables y que se encuentra entre los polisacáridos utilizados como recubrimientos comestibles. Su aplicación como recubrimiento ha proporcionado buenos resultados en cuanto a la reducción de pérdida de peso y mejora la calidad en diferentes frutas y hortalizas. En concreto, su aplicación en frutas ha mostrado resultados positivos sobre firmeza y control de podredumbres. Asimismo existen estudios que han puesto de manifiesto el efecto anti fúngico del quitosano y derivados en otros frutos, como fresa, aguaymantos, arándanos, frambuesas, mango, melocotón. (Martínez-Camacho et al. 2010).

Tabla 23. Anova (Suma de cuadrados tipo III) Análisis de varianza para textura para frutos de arándano recubiertos con quitosano

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
efectos principales					
a:porcentaje de recubrimiento	22146.6	3	7382.2	15580.29	0.0000
b:temperatura	5.70016	1	5.70016	12.03	0.0023
c:tiempo	3865.16	7	552.165	1165.36	0.0000
interacciones					
ab	6.79787	3	2.26596	4.78	0.0108
ac	4717.22	21	224.63	474.09	0.0000
bc	8.27222	7	1.18175	2.49	0.0495
residuos	9.95016	21	0.473817		
total (corregido)	30759.7	63			

En la tabla 23 se presenta el análisis de varianza para textura para frutos de arándano recubiertos con quitosano, donde se observa Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 6 valores-P son menores ($p < 0.05$), estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre Textura con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 24. Resultados finales (Promedio de textura final en arándanos con recubrimientos de cera de abeja y con recubrimientos de quitosano muestras finales)

Firmeza al tacto	Firmeza instrumental ($g F mm^{-1}$)
Fruto firme (Quitosano)	211.62
Fruto intermedio (Testigo)	167.75
Fruto blando (Cera de abeja)	158.03

En la tabla 24 se observa que el mejor tratamiento para la textura de los frutos de arándano se obtuvo al aplicar la película comestible de quitosano en la cual se obtuvo un fruto firme al tacto y con una firmeza instrumental registrada de: $211.62(g F mm^{-1})$.

De manera contraria se registraron los resultados de textura en los frutos de arándano a los cuales se les aplicó una película comestible de cera de abeja obteniéndose así un fruto blando al tacto y con una firmeza instrumental de: $158.03(g F mm^{-1})$. El fruto con una firmeza intermedia al tacto se reportó en la muestra testigo con una firmeza instrumental de: $167.75(g F mm^{-1})$.

7.1.4. Evaluación sensorial

Tabla 25. Resultados de evaluación sensorial de arándanos (muestras finales recubiertas con cera de abeja)

CÓDIGO	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
C1	1	1	1	1
C2	2	1	2	1
C3	1	2	1	2
C4(Testigo)	4	5	5	4

Leyenda:

Categoría	Puntaje
Me gusta mucho	5
Me gusta moderadamente	4
Ni me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

En la tabla 25 podemos observar que ninguno de los tratamientos obtuvo una puntuación óptima por parte de los 20 panelistas, y por el contrario es notable el rechazo total en todas las muestras, en cambio así la muestra testigo “C4” obtuvo la mayor puntuación de la evaluación; estos datos fueron obtenidos del test de aceptación sensorial de escala hedónica. En el Anexo 1 se muestra la ficha de evaluación sensorial utilizada en la presente investigación.

En la figura 4 se presenta la gráfica de aceptabilidad sensorial de arándanos con recubrimiento de cera de abeja.

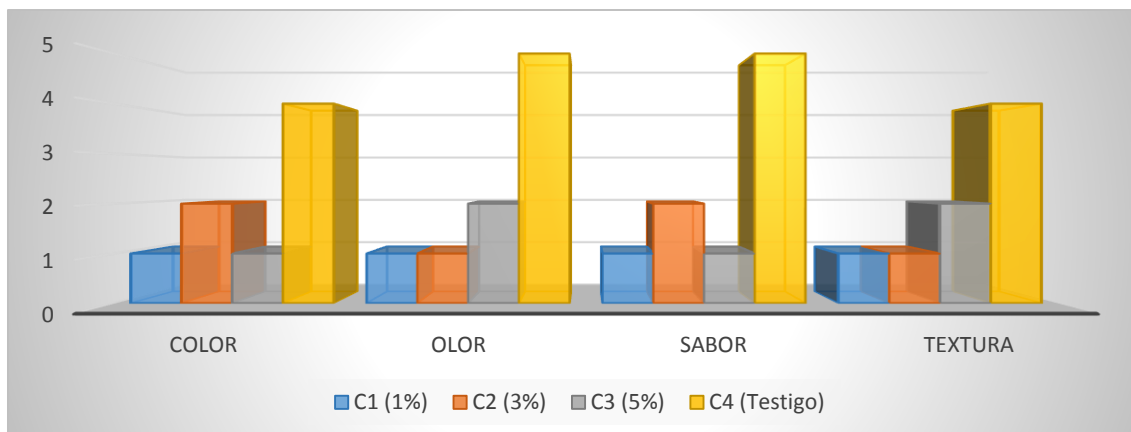


Figura 4. Gráfica de columna agrupada 3D para aceptabilidad sensorial en arándanos con recubrimiento de cera de abeja (Promedio del test de escala hedónica evaluado por 20 panelistas)

En la figura 5 se observa la gráfica de columna agrupada 3D, donde podemos observar que ninguno de los tratamientos con cera de abeja fue aceptado en su totalidad por ninguno de los 20 panelistas y donde la muestra testigo “C4” obtiene el mayor puntaje.

Tabla 26. Resultados de evaluación sensorial de arándanos (muestras finales recubiertas con quitosano)

CÓDIGO	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA
Q1	1	3	1	1
Q2	5	5	5	5
Q3	2	2	1	3
Q4(Testigo)	4	5	5	4

Leyenda:

Categoría	Puntaje
Me gusta mucho	5
Me gusta moderadamente	4
Ni me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta moderadamente	2
Me disgusta mucho	1

En la tabla 26 podemos observar que la tendencia del mejor tratamiento se encontró en la muestra “Q2” con la puntuación de “Me gusta mucho”, la cual corresponde al tratamiento del 3% de concentración de quitosano, de la misma forma obtiene una puntuación similar la muestra testigo Q4. La muestra que se degradó más rápido fue Q1 a la que se aplicó un tratamiento del 1% y la muestra que obtuvo un mal sabor y menor puntaje en las demás características organolépticas fue Q3 con un tratamiento del 5%; estos datos fueron obtenidos del test de aceptación sensorial de escala hedónica. En el Anexo 1 se muestra la ficha de evaluación sensorial utilizada.

En la figura 5 se presenta la gráfica de aceptabilidad sensorial de arándanos con recubrimiento de quitosano

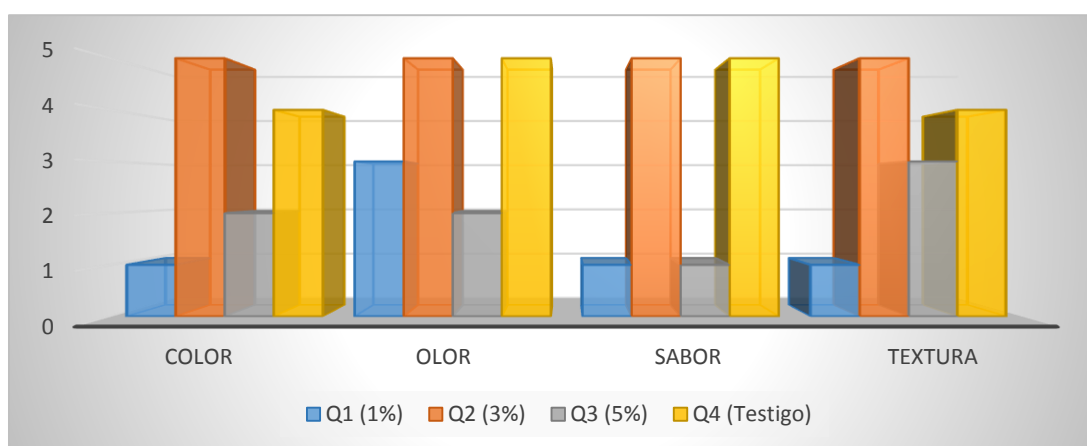


Figura 5. Gráfica de columna agrupada 3D para aceptabilidad sensorial en arándanos con recubrimiento de quitosano (Promedio del test de escala hedónica evaluado por 20 panelistas)

En la figura 5 se observa la gráfica de columna agrupada 3D, donde podemos observar que las muestra con mayor aceptabilidad sensorial se encontró en la muestra “Q2” con un tratamiento del 3% de concentración de quitosano; obteniendo una puntuación de 5 la cual equivale a: “Me gusta mucho” estos datos fueron obtenidos del test de aceptación sensorial de escala hedónica.

El rango de evaluación de los frutos recubiertos con quitosano fue de 15 días, en los cuales se realizó la evaluación fisicoquímica y sensorial, posteriormente se registró interdiario los cambios que iban presentando los atributos de los frutos. Finalmente se determinó que el tiempo de duración del arándano en refrigeración fue de 13 días, mientras que las muestras a temperatura ambiente duraron solo 9 días. Se resalta que en las muestras en refrigeración (6°C) como en temperatura ambiente (18°C - 21°C), el tratamiento óptimo fue Q2 al 3% debido a que el fruto presentaba las mejores características organolépticas como por ejemplo un incremento considerable en el color (más brillo), un olor agradable, una textura óptima y asimismo no presentó alteraciones en el sabor mientras transcurrían los días.

Sin embargo las muestras de Q1 a las que se aplicó el tratamiento al 1% empezaron, a degradarse más rápido. Cabe resaltar que en las muestras de Q3 con un tratamiento del 5% se observó que los frutos tenían un aspecto demasiado brillante, el sabor no era agradable así como el olor que también fue desagradable, todo ello se debió a la concentración de quitosano. En el Anexo 1 se muestra la ficha de evaluación sensorial utilizada.

En síntesis la aplicación de recubrimientos o encerado es una práctica habitual en la industria alimentaria, para reponer las ceras eliminadas durante las etapas de lavado y manipulación de los frutos. Su aplicación permite alargar la vida útil durante el almacenamiento al reducir la pérdida de humedad y ralentizar la maduración de los frutos, ya que actúan como barrera al intercambio gaseoso. Además otro objetivo de su aplicación es que aporta brillo al fruto, confiriéndole un aspecto más apetecible en el punto de venta.

VIII. CONCLUSIONES

- ❖ Se determinó el efecto de la cera de abeja y el quitosano en la vida útil del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.), obteniendo como resultado un mejor efecto en los frutos recubiertos con quitosano a una concentración del 3%, a diferencia de los tratamientos con cera de abeja los cuales no tuvieron resultados favorables.
- ❖ El panel sensorial encontró al tratamiento “Q2” con una concentración del 3% de quitosano como el tratamiento de mayor aceptabilidad sensorial alcanzando una puntuación de 5 puntos equivalente a “me gusta mucho”.

IX. RECOMENDACIÓN

- Se recomienda continuar la investigación para identificar nuevas técnicas, así como nuevas películas comestibles que mejoren las propiedades de barrera permeable de la fruta.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, a., 2011."Estudio de la conservación de la papaya (*Carica papaya* L.) asociado a la aplicación de películas comestibles", Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Disponible en:

<http://ri.ufs.br:8080/handle/123456789/71>

Leído: 21 mayo 2018.

Allende, J. y Vial, C. 2005. Análisis comercial y visión general del arándano en Chile. In: Ciclo de seminarios frutícolas de actualización técnico comercial. Berries: arándanos y frambuesas. Asociación de exportadores de Chile (ASSOEX) A.G. Santiago, Chile. 69 p.

Aider, M. 2010. Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: Review. *LWT – Food science and technology*.43, 837 – 842 p.

Asociación de Exportadores ADEX, 2009. Ficha de Requisitos Técnicos de Acceso al Mercado de EEUU. Requisitos No Arancelarios para Arándano Fresco "*Vaccinium corymbosum*".

Association of official analytical chemist (AOAC). 2000. Official methods of analysis of AOAC International. 17a ed. Galthersburg. Maryland, Estados Unidos. 1245 p.

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

Ballinger, W. y Kushman L. 2010. Relationship of stage of ripeness to composition and keeping quality highbush blueberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95 (2): 239-242.

Ballington, J.; Ballinger, W.; Swallow, W.; Galleta, G. y Kushman L. 2004. Fruit quality characterization of 11 *Vaccinium* species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(5): 684-689.

Ballington, J. 2005. Blueberries varieties around the world. In: Ciclo de seminarios frutícolas de actualización técnico comercial. Berries: arándanos y frambuesas. Asociación de exportadores de Chile (ASSOEX) A.G. Santiago, Chile. 27 p.

Banse, G. 2006. Revista Agrícola especial de arándanos II. Temuco. El Diario Austral. Sociedad Periodística Araucanía S.A. 31 p.

Bañados, P. 2004. Claves para la poda de arándanos. Agronomía y forestal UC.

Disponible en:

http://www.uc.cl/agronomia/c_extension/Revista/ediciones/25/pag2831.pdf.

Leído: 23 Agosto 2018.

Barceló, J; Nicolás, G.; Sabater, B. y Sánchez, R. 2001. Fisiología vegetal. Pirámide. Madrid, España. 566 p.

Buzeta, A. 2007. Arándanos. In: Chile: Berries para el 2000. Fundación Chile. Santiago, Chile. pp 53-88.

Campos, A. 2003. Gestión predial, costos de producción. In Seminario: Producción moderna de arándanos. Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA), Remehue. 16 p.

Cao, G.; Sofic, E. y Prior, R. 2006. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. J. Agric. Food Chem. 44: 3426-3431.

Cerda, R. 2003. Situación actual del arándano en Chile y el mundo. In Seminario: El cultivo del arándano: tecnologías y avances. Universidad de Concepción. Chillán, Chile. 16 p.

Cerqueira, M.A., et al., 2009a. Extraction, purification and characterization of galactomannans from non traditional sources. Carbohydrate Polymers 75 (3), 408–414.

Cerqueira, M. A., et al., 2009b. Suitability of novel galactomannans as edible coatings for tropical fruits. Journal of Food Engineering. 94, 372 – 378.

Clark, J.; Howard, L. y Talcott, S. 2002. Variation in phytochemical composition of blueberry cultivars and breeding selections. *Acta horticulturae (ISHS)* 574: 203-207.

Connor, A.; Luby, J.; Finn, C. y Hancock, J. 2002. Genotypic and environmental variation in antioxidant activity among blueberry cultivars. *Acta horticulturae (ISHS)* 574: 209-213.

Cuero, R. 2009. Antimicrobial action of exogenous chitosan. In: *Chitin and Chitinases*, Ed. Jollés P., Muzzarelli, R.A.A. Birkhäuser Verlag, 315-333 p.

Crisosto, C.; Johnson, S.; Luza, J. y Crisosto, G. 2004. Irrigation regimes affect fruit soluble solids concentration and rate of water loss of "O'Henry" peaches. *Hortscience* 29(10):1169-1171.

Crisosto, C. y Crisosto, G. 2005. Relationship between ripe soluble solids concentration (RSSC) and the consumer acceptance of high and low acid melting flesh peach and nectarine (*Prunus persica* (L.) Batsch) cultivars. *Postharvest biology and technology* 38: 239-246.

Disponible en <http://www.sciencedirect.html>.

Leído 12 julio 2018.

Cronquist, A. 2001. An Integrated system of clasification of flowering plants. US, University Press. 1,262 p.

Cruañes, M; Locaso, D. 2011. Quitosano: antimicrobiano biodegradable en postcosecha de arándanos (*Vaccinium myrtillus* L.). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol.12, 57-63 p.

De Eil, J. 2002. Postharvest handling and storage of berries. *Berry notes* 14(10):1-9. Disponible en:

<http://www.umass.edu/fruitadvisor/berrynotes/index.html>.

Leído: 05 mayo 2005.

Dinamarca, P. 2006. El negocio de los arándanos. *Revista del Campo*. Diario El Mercurio.

Disponible en:

http://diarioelmercurio.com/2006/05/29revista_delcampo/entrevista/noticias/impresion785772C5-d414-472C-A56A-5656DCAE6539.html.

Leído: 10 Agosto 2018.

Du, J; Gemma, H; Iwahori, S. 2007. Effects of chitosan on the storage of peach, japanese pear and kiwifruit. *Journal of the Japanese Society of Horticultural Science*, 66(1), 15-22 p.

Eck, P. y Childers, N. 2009. *Blueberry culture*. Rutgers University Press. New Brunswick. U.S.A. 235 p.

Ehlenfeldt, M. y Prior, R. 2001. Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and phenolics and anthocyanin concentrations in fruits and leaf tissues of highbush blueberry. *J. Agric. Food Chem.* 49: 2222-2227.

El Gaouth, A; Arul, J; Ponnampalam, R; Boulet, M. 2001. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *Journal of Food Science*, 12(6), 1618-1632 p.

El Ghaouth, A; Arul, J; Asselin, A.; Benhamou, N. 2002. Antifungal activity of chitosan on postharvest pathogens - induction of morphological and cytological alterations in *rhizopusstolonifer*. *Mycological Research*, 96, 769-779 p.

Falguera, V; Quintero, J; Jiménez, A; Muñoz, J; Ibarz, A. 2011. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in food Science 6 technology*, 22, 292-303 p.

Figuroa, D; Guerrero, J; Bensch, E. 2011. Efecto de momento de cosecha y permanencia en huerto sobre la calidad en post cosecha de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.); cvs. Berkeley, Brigitta y Elliott durante la temporada 2005-2006. *IDESIA Chile*, Vol 28, N° 1, 79-84 p.

Galleta, G.; Ballinger, W; Monroe, R. y Kushman, L. 2001. 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.

Gámez, M. 2000. Arándanos. Mercados Agropecuarios. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Disponible en:

<http://www.odepa.gob.cl/serviciosinformacion/Mercados/N94.html>.

Leído: 20 mayo 2018.

García, M; Ferrero, C; Bertola, N; Martino, M; Zaritzky, N. 2002. Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fries products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 3, 391 - 397p.

Guerrero, J. 2004. Capacidad antioxidante, fenoles y antocianinas totales e inhibición de *Botrytis cinerea* Pers. Ex Fr. por extractos crudos de fruta de cultivares de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) según localidades de la zona sur de Chile. Tesis Doctor en Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 121 p.

Giacalone, G.; Peano, C.; Guarinoni, A.; Beccaro, G. y Bounous, G. 2002. Ripening curve of early, midseason and late maturing highbush blueberry cultivars. *Acta Horticulturae (ISHS)* 574: 119-121.

Godoy, C. 2002. El arándano: plantación y manejo del cultivo. Disponible en: www.santafe.gov.ar/magic/notasespeciales/arandano.htm - 20k.

Leído: 20 julio 2018.

Gómez, E. 2011. Recubrimientos para frutas y hortalizas. V Curso Internacional. Tecnología postcosecha y procesado mínimo. ETSIA-UPCT, Cartagena. 28 p.

Guilbert, S., Gontard, N., & Gorris, L. G. M. 2006. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. *Lebensmittel Wissenschaft und Technology*, 29, 10 – 17.

Hancock, J. y Hanson, J. 2004. Comparing new cultivar releases and elite MSU selections for long term storability. *Small fruit breeding and genetics*. Disponible:

http://berrygenetics.org/prj_comparing_new_cultivar_releases.shtml.

Leído: 05 mayo 2018.

Helander, I; Nurmiäho, E; Ahvenainen, R; Rhoades, J; Roller, S. 2001. Chitosan disrupts the barrier properties of the outer membrane of Gram-negative bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 71(2-3), 235-244.

Hidalgo, L. 2003. *Tratado de viticultura*. Mundiprensa. Madrid, España. 323 pp.

Hirano, S. 2009. Chitin and Chitosan as novel biotechnological materials. *Polymer International*, 48, 732-734.

Janick, J. y M, J. 2006. Blueberries, cranberries and lingonberries. In: *Fruit breeding*. John Wiley and sons Inc. N.Y., U.S.A. pp 1-108.

Jauron, R. 2002. *Harvesting and storing small fruits*. Horticulture.

Disponible en:

<http://www.ipm.iastate.edu/ipm/hotnews/2002/6-7-2002/smallfruit.html>.

Leído: 25 Agosto 2018.

Jung, B; Kim, C. 2009. Preparation of amphiphilic chitosan and their antimicrobial activities. *Journal of Applied Polymer Science*, 72, 1713-1719.

Kakhonen, M.; Hopia, A. y Heinonen, M. 2001. Berry phenolics and their antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 49: 4076-4082.

Kalt, W.; Forney, CH.; Martin, A. Y Prior R. 2009. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *J. Agric. Food Chem.* 47: 4638-4644.

Kobashi, K.; Sugaya, S.; Fukushima, M. y Iwahori, S. 2002. Sugar accumulation in highbush blueberry as affected by artificial pollination with different pollen sources in relation to seed number, invertase activities and ABA content. *Acta Horticulturae (ISHS)* 574: 47-51.

Kushman, J. Y Ballinger, W. 2008. Acid and sugar changes during ripening in Wolcott blueberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 92: 290-295.

Lazaridou, A., & Biliaderis, C. G. (2002). Thermophysical properties of chitosan-starch and chitosan-pullulan films near the glass transition. *Carbohydrate polymers*, 48, 179 – 190.

- Lizama, L. 2002. Madurez óptima y manejo de postcosecha de ciruelas japonesas para exportación. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 252 p.
- Li, H., Yu, T. 2000. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. *Journal of science of food and agriculture* 81, 269 – 274.
- Loyola, N.; Georgi, M.; Andrade, N. y Teixidó, E. 2003. Comportamiento de arándano, mora cultivada y mora silvestre en almacenamiento refrigerado y su impacto en la calidad. *Agro Sur* 21 (1): 59-69.
- Luna G. I. y Aguilar S. L. 2011. Conservación de los Alimentos y Predicción de su vida útil. Primera Edición. Puno – Perú. 95p.
- Martínez-Camacho et al., 2010. Chitosan composite films: Thermal, structural, mechanical and antifungal properties. *Carbohydrate Polymers*, doi:10.1016/j.carbpol.2010.04.069.
- Mackenzie, K. 2007. Pollination requirements of three highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122(6): 891-896.
- Mainland, CH. y Tucker, J. 2002. Blueberry health information, some new mostly review. *Acta Horticulturae. (ISHS)* 574: 39-43.
- Medel, F. y Vargas, H. 2001. Fenología y adaptabilidad de los arbustos frutales en la región de Los Lagos. *Agro Sur.* 9 (1): 59-64.
- Medel, F. 2002. Arbustos frutales. Universidad Austral de Chile y Corporación de Fomento de la Producción. Santiago, Chile. 30 p.
- Medel, F. 2006. Especies y cultivares para la fruticultura del Sur de Chile. *Agro Sur* 14(1): 57-65.
- Medel, F. 2007. Árboles frutales: Situación y potencial en el sur de Chile. Corporación de Fomento y Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 59 p.
- Medel, F. 2008. Arbustos frutales: factores condicionantes de la producción en la décima región. *Agro Sur* 16(1): 61-67.
- Medel, F. 2000. Veinte años de investigación y desarrollo frutícola en el sur de Chile (2002-2003). *Agro Sur* 18 (2): 119-131.

Mitcham, E.; Crisosto, C. y Kader, A. 2003. Bushberry: blueberry, cranberry, raspberry. In Recommendations for maintaining postharvest quality. Department of Pomology, University of California. Davis. Disponible en:

<http://rics.ucdavis.edu/postharvest2/produce/producefacts/fruit/berry.html>

Leído: 14 Julio 2018.

Morales, E. 2005. Diseño experimental a través del análisis de varianza y modelo de regresión lineal. Andros impresores. Valdivia, Chile. 248 p.

Moyer, R.; Hummer, K.; Finn, C.; Frei, B. y Wrolstad, R. 2002. Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, Rubus and Ribes. J. Agric. Food Chem. 50: 519-525.

Muggleston, J. 2005. What is involved in plant breeding. The Orchardist 68 (11):40-45.

Muñoz, C. y Moreira, I. 2002. Arándanos: situación actual y perspectivas de negocio. Tierra Adentro 47: 26-29.

Muzzarelli, C; Muzzarelli, R. 2003. Chitin related food science today (and two centuries ago). Agro Food Industry Hi-Tech, 14(5), 39-42.

Nissen, J. 2004. Estudio agroecológico del Predio Experimental Santa Rosa. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 46 p.

Noffsinger, S.; Stringer, S. y Spiers, J. 2002. Growth and spread of blueberry cultivars in a 14 year-old collection. Acta Horticulturae (ISHS). 574:165-169 p.

Ozdemir, M., Floros, J. D. 2008. Optimization of edible whey protein films containing preservatives for mechanical and optical properties. Journal of Food Engineering. 84, 116 – 123 p.

P. Jean-Prost. 1985. Conocimiento de la abeja- manejo de la colmena. 315-316 p.

Park, H. 2009. Development of advanced edible coatings for fruit. Trend food Science Technology. 10, 254 – 260.

Pino, C. 2007. Descripción del desarrollo vegetativo y de las características físicas y químicas de los frutos de cuatro clones de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.). Tesis para grado de Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile. Valdivia-Chile.

Prior, R.; Cao, G.; Martin, A.; Sofic, E.; Mcewen, J.; O'Brien, C.; Lischner, N.; Ehlenfeldt, M.; Kalt, W.; Krewer, G. y Mainland, M. 2008. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity and variety of *Vaccinium* Species. *J. Agric. Food Chem.* 46: 2686-2693.

Quintero J., Falguera V. y Muñoz A. 2010. Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista Tumbaga* | 5 | pp. 93-118.

Sánchez, E. 2006. Diagnóstico y proyección de la producción de arándanos en la zona sur de Chile. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 93 p.

Sapers, G.; Burgher, A.; Phillips, J. y Jones, S. 2004. Color and composition of highbush blueberry cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109 (1): 105-111.

Sellappan, S.; Akoh, C. y Krewer, G. 2002. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. *J. Agric. Food Chem.* 50: 519-525.

Shoemaker, J. 2005. Blueberries. In: *Small fruit culture*. The Avi Publishing Company. Westport, U.S.A. pp 249-285.

Sucapuca M. 2013. Evaluación de la Vida en Anaquel de la chirimoya (*Annona cherimola* Mill) mínimamente procesada con el uso de antioxidantes envasada al vacío y almacenada a temperatura baja. Tesis de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno - Perú. 107 p.

Sudsuki, F. 2002. Arándanos y arándanas. In *Cultivo de frutales menores*. Universitaria. Santiago, Chile. pp 89-97.

Stückrath, R; Petzold, G. 2007. Formulación de una Pasta Gelificada a partir del descarte de Arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.). *Información Tecnología*, Vol 18 N° 2, pp 53-60. 69.

Taiz, L. y Zeiger, E. 2002. Plant Physiology. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Massachusetts, U.S.A. 690 p.

Tharanathan, R; Kittur, F. 2003. Chitin-The undisputed biomolecule of great potential. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43(1), 61-87.

Torres, R., E. Montes, O. Pérez y R. D. Andrade, Influencia del estado de madurez sobre las propiedades viscoelásticas de frutas tropicales (mango, papaya y plátano), *Información Tecnológica*, 23(5),115-124 (2012).

United States Department Of Agriculture (USDA). 2005. United States standards for grades of blueberries. Disponible en:

www.ams.usda.gov/standards/blueberry.pdf.

Leído: 10 Julio 2018.

United States Department Of Agriculture (USDA). 2002. National nutrient database for standard reference (blueberries, raw). Disponible en: www.blueberry.org/news/nutrition2_page_1.jpg.

Leído: 14 julio 2018.

Vasconez, M; Flores, S; Campos, C; Alvarado, J; Gerschenson, L. 2009. Antimicrobial activity and physical properties of chitosan–tapioca starch based edible films and coatings. *Food Research International*. 42, 762 - 769.

Vargas M, Pastor C, Chiralt A, McClements DJ. González-Martínez C. 2008. Recent advances in edible coatings for fresh and minimally-processed fruits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28, 496-511.

Valdes, J. 2005. El mercado de los arándanos. Disponible en: www.aproa.cl/1531/article=67667.html.

Leído: 23 mayo 2018.

Velioglu, Y.; Mazza, G.; Cao, L. y Oomah, B. 2008. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. *J. Agric. Food Chem.* 46: 4113-4117.

Vilches, F. 2005. Formulación y Elaboración de un “snack” de arándano con incorporación de fibra dietética. Tesis para el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile.

Wang, H.; Cao, G. y Prior, R. 2007. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. J. Agric. Food Chem. 45: 304–309.

Zheng, W. y Wang, S. 2003. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries and lingonberries. J. Agric. Food Chem. 51: 502-509. Linkografía:[SIERRA EXPORTADORA], Perú

<http://www.sierraexportadora.gob.pe/berries/factibilidad/arandanos>

ziani, k., 2009: "Antifungal activity of films and solutions based on chitosan against typical seed fungi", Food Hydrocolloids,): 2309-2314 p.

XI. ANEXOS

Anexo Nº 01. Cartilla de evaluación sensorial

EVALUACIÓN SENSORIAL DE FRUTOS DE ARÁNDANO

RESPONSABLE: María Gisela Abanto Aguilar

FECHA: _____

INDICACIONES: Frente a usted se presenta ocho (8) muestras codificadas de frutos de arándano. Observe y pruebe cada uno de ellos, a continuación marque con una X, el cuadrado que está junto a la frase que mejor describa su opinión sobre el producto que acaba de probar. Luego de degustar cada muestra tomar agua.

Categoría	Puntaje
Me disgusta mucho	1
Me disgusta moderadamente	2
Ni me gusta, ni me disgusta	3
Me gusta moderadamente	4
Me gusta mucho	5

Atributo	Calificación	Muestra			
		M1	M2	M3	M4
Color	Me disgusta mucho				
	Me disgusta moderadamente				
	Ni me gusta, ni me disgusta.				
	Me gusta moderadamente				
	Me gusta mucho				
Olor	Me disgusta mucho				
	Me disgusta moderadamente				
	Ni me gusta, ni me disgusta.				
	Me gusta moderadamente				
	Me gusta mucho				
Sabor	Me disgusta mucho				
	Me disgusta moderadamente				
	Ni me gusta, ni me disgusta.				
	Me gusta moderadamente				
	Me gusta mucho				
Textura	Me disgusta mucho				
	Me disgusta moderadamente				
	Ni me gusta, ni me disgusta.				
	Me gusta moderadamente				
	Me gusta mucho				

Comentarios

¡MUCHAS GRACIAS!

Anexo 02. Ficha Técnica – Quitosano



FICHA TÉCNICA

NOMBRE PRODUCTO	Actigen RTF.(S.P.I.CH-915-2011)
FABRICANTE	Actigen Nova S.A. en laboratorios industriales de SERCOIN S.C.I S.A., empresa del Grupo Mathiesen, bajo Certificación ISO 9001-2008 BUREAU VERITAS.
INGREDIENTES ACTIVOS	Quitosano + Ácido salicílico (doble inductor multigatillo).
GRUPO	Inductor de genes de resistencia bióticos y abióticos.
GRADO	Agrícola.
PROCEDENCIA	Caparazones de crustáceos de origen marino (Quitosano) y dióxido de carbono (Acido Salicílico) ambos de origen orgánico
NOMBRES QUÍMICOS	Poli - D - glucosamina (Quitosano) y Ácido 2 - hidroxibenzoico (Ácido salicílico).
ESTADO FÍSICO	Concentrado soluble.
ASPECTO	Transparente con leve color rojo.
DENSIDAD	1,025 g·ml ⁻¹
VISCOSIDAD	200 - 2.000 cp·s
PH	4,5 – 5,5
TOXICIDAD	Inócuo.
EFFECTOS	Formulación SAR (Resistencia Sistémica Adquirida) para la activación de los genes que regulan las interacciones naturales de la planta y su medio ambiente, estimulante del desarrollo radicular de la planta y del funcionamiento de los procesos naturales activados, que permite el control de los efectos productivos de hongos, nemátodos, virus, bacterias, etc. y con ácidos orgánicos precursores de elementos para la síntesis de compuestos necesarios para esto.
CULTIVOS	Carozos, uva de mesa, vides viníferas, cítricos, paltos, olivos, frutales, hortalizas, cereales, etc.
PRECAUCIONES	<u>Almacenar en lugar fresco.</u> Al aplicar Actigen RTF debe tomarse la precaución de que el agua utilizada tenga un PH igual o inferior a 6 para evitar precipitación del ingrediente activo. En caso de que el agua tenga un PH superior a 6.5, se debe añadir en forma previa a la dilución un regulador de PH, tal como ácido fosfórico u otro similar.



TOXICIDAD

QUITOSANO

POR VÍA ORAL LD ₅₀	14 g·K ⁻¹ (similar al azúcar)
POR INHALACIÓN	20 mg·L ⁻¹
DÉRMICA LD ₅₀	25 g·K ⁻¹
GENERAL	No es tóxico para humanos ni animales.

ÁCIDO SALICÍLICO

POR VÍA ORAL LD ₅₀	2.580 mg·K
DÉRMICA LD ₅₀	Sobre 2.000 mg·K
BIODEGRADABILIDAD	88% · 15d

ESPECÍFICOS

APROBACIÓN EPA	El ingrediente activo de Actigen RTF, Quitosano, está aprobado por EPA bajo el número 128930.
TOLERANCIAS EPA	El Quitosano o Poli - D - glucosamina está exento de los requerimientos de tolerancia exigidos por EPA de acuerdo a la Resolución 180.1072.
RESIDUOS QUÍMICOS	Exceptuado.
F.D.A	Exceptuado de regulación por la Food and Drug Administration (FDA) al ser utilizado como aditivo alimenticio humano o animal. Quitosano está aprobado para el consumo humano, de hecho se vende grageas de Quitosano como productos dietéticos.
APROBADO POR EPA	Hasta 10 ppm en agua potable.
REGISTRO SAG	Actigen RTF no requiere registro, por no ser un plaguicida según lo define la Resolución N° 3670 del año 1999 del Servicio Agrícola y Ganadero.

FORMA DE APLICACIÓN RADICULAR

Riego por goteo u otro similar al suelo. Aplicar 9 a 12 litros por hectárea en una o dos parcialidades (10 días app.). Diluir en agua previamente acidificada a PH 5,5 - 6. Aplicar preferentemente en el último tercio del riego. Respetar de cualquier manera una concentración en la matriz de riego de no



menos de 500 ppm. Los momentos en que debe aplicarse Actigen RTF radicular en general son dos. La primera aplicación se recomienda efectuarla cuando las raíces se encuentran en el primer pick de actividad radical en primavera, y la segunda aplicación debe efectuarse en igual forma, en el pick radical de post-cosecha en una sola aplicación.

CULTIVO	DOSIS (L/Ha)	N° DE APLICACIONES	MOMENTOS DE APLICACIÓN
Vides	12 a 18	2 a 4	Flush radicular de primavera y flush radicular de post-cosecha.
Frutales	12 a 18	2 a 4	Flush radicular de primavera y flush radicular de post-cosecha (depende del frutal tratado).
Hortalizas	7 a 9	2	15 a 30 días después de la plantación, repetir antes de flor.

FORMA DE APLICACIÓN FOLIAR

En forma complementaria y preventiva como protección de las enfermedades aéreas se recomienda efectuar aplicaciones foliares, diluyendo el Actigen RTF en agua riego, según el objetivo, entre 0,5% a 1%.

CULTIVO	DOSIS (L/Ha)	N° DE APLICACIONES	MOMENTOS DE APLICACIÓN
Vid vinífera y vid de mesa	12 a 20	2 a 4	Pre-cosecha (Septiembre en adelante).
Limonero, naranjo, clementinas	12 a 20	2 a 4	Aplicaciones otoñales, especialmente después de lluvias.
Duraznero, nectarino, damasco, cerezo	12 a 20	2 a 4	Ai 80 por ciento de flor. Post-cosecha a inicio de caída de hojas.
Manzano, peral	3 a 4	2 a 4	A la caída de hojas y en floración.
Arándano, frambuesa, frutilla, mora	3 a 4	2 a 4	En forma preventiva desde inicio de floración, repetir cada 10 a 12 días.
Hortalizas, tomate, papas	3 a 4	2 a 4	Desde 15 a 20 cm de altura de planta, repetir cada 10 a 12 días.
Olivos	3 a 4	2 a 4	A inicio de Otoño y Primavera.
Melón, sandía	3 a 4	2 a 4	Desde 15 a 20 cm de altura de planta, repetir cada 10 a 12 días.
Cebada	3	2	En plena macolla y en hoja bandera (mojamiento en concentración de 1-2%).
Canola	3	2	En primera roseta y a inicios de emisión de tallo (mojamiento en concentración de 1-2%).
Maíz	3	2	A la segunda o tercera hoja verdadera y luego junto a la partida (mojamiento en concentración de 1 a 2%).
Papa	3	2	La primera en cierre de hilera y la segunda en floración.
Trigo	3	2	En plena macolla y en hoja bandera (mojamiento en concentración de 1-2%).

Anexo 03: SESIÓN FOTOGRÁFICA

MATERIALES E INSUMOS



Quitosano



Cera de abeja



Agua destilada, reactivos y materiales de vidrio



MÁQUINAS Y EQUIPOS PARA EL PROCESAMIENTO



Texturómetro – BROOKFIELD



Balanza analítica - PRECISA



Agitador magnético



Termómetro digital

PROCESO – RECUBRIMIENTO DE FRUTOS DE ARÁNDANO CON CERA DE ABEJA Y CON QUITOSANO



Selección de Frutos



Clasificación de frutos



Lavado y desinfectado de los frutos

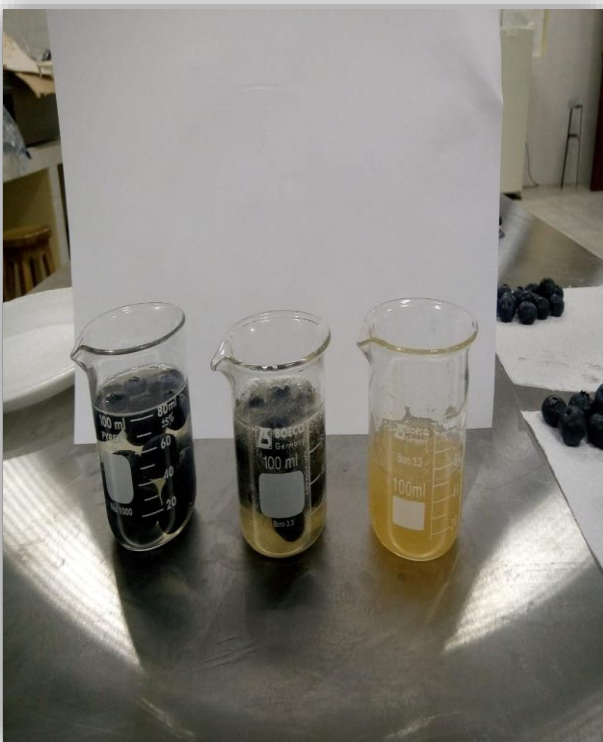




Preparación de recubrimientos



Concentraciones de quitosano



Recubrimiento de frutos por inmersión





Frutos recubiertos con quitosano a diferentes concentraciones



Refrigeración (6°C)



T° ambiente (18°C – 21°C)

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EVALUADOS



Evaluación fisicoquímica



Medición de textura



Medición de sólidos solubles



Pesado de frutos



Medición de color



Medición de acidez titulable

EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MUESTRAS



Preparación de las muestras para el panel sensorial



Entrenamiento del panel sensorial

EVALUACIÓN SENSORIAL – PANEL SEMIENTRENADO



Degustación de panel sensorial semientrenado



Degustación de las muestras – panel sensorial semientrenado