



UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA
DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y
ERITORBATO DE SODIO EN CUBIERTA COMESTIBLE DE ALGINATO
SOBRE EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DE ARÁNDANOS (*Vaccinium*
***corymbosus L.*).**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

AUTORES:

Bach. DE LA CRUZ ROJAS NELIDA

Bach. IRIGOÍN HERRERA MARÍA BETTY

ASESOR:

Dr. Ing. LUIS ANTONIO POZO SUCLUPE

LAMBAYEQUE - PERÚ, 2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"**
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**"INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y
ERITORBATO DE SODIO EN CUBIERTA COMESTIBLE DE ALGINATO
SOBRE EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DE ARÁNDANOS (*vaccinium
corymbosus L.*)"**

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

APROBADO POR:

MSc. Ronald Gutiérrez Moreno

PRESIDENTE

MSc. Ada Patricia Barturen Quispe

SECRETARIO

Ing. Carmen Annabella Campos Salazar

VOCAL

DR. Ing. Luis Antonio Pozo Suclupe

ASESOR

LAMBAYEQUE - PERÚ, 2019

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios quién supo guiarnos por el buen camino, darnos 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 esa persona que siempre estuvo ahí brindándonos su apoyo incondicional brindándonos su confianza, impulsándonos a lograr nuestras metas nuestros PADRES.

A nuestro asesor, Dr. Ing. Luis Antonio Pozo Suclupe, por el apoyo y compromiso en el desarrollo de la presente investigación

Betty y Nélida

DEDICATORIA

A los responsables de todo lo que voy logrando, mis padres José Gerardo Irigoín y Esther Herrera por brindarme su confianza y su apoyo incondicional y decir esas palabras mágicas: Vamos tú puedes, tú vas a lograrlo. Gracias

A mis hermanos por su comprensión, por sus consejos, por estar ahí siempre transmitiéndome alegrías y confianza. A ti mi hermanita mi ángel guardián Luz Mery en el cielo que al igual que el mío era tu sueño verme todo un profesional, la mejor manera de agradecer todo tu apoyo es no decepcionándote y seguir creciendo profesionalmente

María Betty

Esta tesis se la dedico a mis padres: Francisco y Elvira, por seguir conmigo, a ellos porque han sido mi mayor motivo e inspiración para hacer bien las cosas y para superarme cada día más, porque me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, perseverancia y empeño.

A mis hermanos: hay momentos en los que la guerra cesa y nos unimos para lograr nuestros objetivos. Gracias por no solo ayudarme en gran manera a concluir el desarrollo de esta tesis, sino por todos los bonitos momentos que pasamos en el proceso. Muchas gracias Yoana, Mirian, Junior, Yulisa y Delvis.

Nélida

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN.....	x
ABSTRACTS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
I. FUNDAMENTO TEORICO.....	3
1.1. Arándano.....	3
1.1.1. Tipos de arándanos.....	3
1.1.2. Índice de Madurez y Cosecha del arándano.....	4
1.1.3. Vitamina C.....	5
1.1.4. Acidez titulable.....	6
1.1.5. pH.....	6
1.1.6. Sólido Solubles.....	7
1.1.7. Deterioro de Arándano Fresco.....	7
1.1.8. Respiración.....	7
1.1.9. Pérdida de Humedad.....	8
1.2. Película y Recubrimientos Comestibles.....	8
1.2.1. Definición.....	8
1.2.2. Tipos de Películas y Recubrimientos Comestibles.....	9
1.2.2.1. Hidrocoloides.....	9
1.2.2.2. Polisacáridos.....	9
1.2.2.2.1. Los Almidones.....	9
1.2.2.2.2. Las Pectinas.....	10
1.2.2.2.3. Alginato.....	10
1.2.3. Principales Propiedades de Película Comestible y Recubrimiento Comestible.....	11
1.2.3.1. Propiedades de Barrera.....	11
1.2.3.2. Propiedades Mecánicas.....	11

1.2.3.3.	Propiedades Físicas.....	12
1.2.3.4.	Propiedades Ópticas.....	12
1.2.3.5.	Propiedades de Solubilidad.....	12
1.2.3.6.	Propiedades de Espesor.....	12
1.2.4.	Cubiertas Comestibles Activadas.....	12
1.2.5.	Influencia de las cubiertas comestibles activadas sobre frutas.....	13
II.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
2.1.	Lugar de ejecución.....	14
2.2.	Operacionalización de variables.....	15
2.3.	Diseño de contratación de hipótesis.....	16
2.4.	Población y muestra.....	16
2.5.	Materiales e instrumentos de recolección de datos.....	17
2.6.	Métodos de preparación de materia prima.....	18
2.7.	Métodos de análisis estadísticos de los datos.....	20
III.	RESULTADOS.....	21
IV.	DISCUSION.....	46
V.	CONCLUSIONES.....	49
VI.	RECOMENDACIONES.....	50
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valor nutricional de arándanos frescos.....	4
Tabla 2 Operacionalización de variables del primer y segundo objetivo.....	15
Tabla 3 Matriz del diseño para cloruro de calcio.....	16
Tabla 4 Matriz del diseño de eritorbato de sodio.....	16
Tabla 5 ANOVA con una un nivel de significancia ($\alpha=5\%$).....	20
Tabla 6 % de variación de peso durante 15 días de almacenamiento a 10 °C para diferentes tratamientos con CaCl_2	22
Tabla 7 Textura (g al corte) durante 15 días de almacenamiento a 10°C con cubierta de alginato con diferentes % de cloruro de calcio.....	24
Tabla 8 Acidez titulable (g ácido cítrico/100 g arándano) durante 15 días de almacenamiento con cubierta de alginato con diferentes % de cloruro de calcio.....	26
Tabla 9 pH del arándano durante 15 días de almacenamiento a 10 °C con cubierta de alginato con diferentes % de cloruro de calcio.....	28
Tabla 10 °Brix de arándano durante 15 días de almacenamiento con cubierta de alginato con diferentes % de cloruro de calcio.....	30
Tabla 11 Vitamina C (mg %) de arándano durante 15 días de almacenamiento con cubierta de alginato con diferentes % de cloruro de calcio.....	32
Tabla 12 % de variación de peso durante 15 días almacenamiento a 10°C con cubiertas de alginato para diferentes tratamientos de eritorbato de sodio.....	34
Tabla 13 Textura (g al corte) de arándanos durante 15 días de almacenamiento a 10°C con cubiertas de alginato con diferentes tratamientos de eritorbato de sodio.....	36
Tabla 14 Acidez titulable (% ácido cítrico) durante 15 días de almacenamiento a 10% con cubierta de alginato para diferentes tratamientos de eritorbato de sodio.....	38
Tabla 15 pH de arándano durante 15 días de almacenamiento a 10°C con cubierta de alginato con diferentes tratamientos de eritorbato de sodio.....	40

Tabla 16 °Brix de arándano con cubierta de alginato durante 15 días de almacenamiento a 10°C con diferentes tratamientos de eritorbato de sodio.....	42
Tabla 17 Vitamina C (%mg) de arándano durante 15 días de almacenamiento a 10°C con cubierta de alginato con diferentes tratamientos de eritorbato de sodio.....	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura y bloques en alginato como polímero lineal, tomado de Tavassoli-et al. (2015).....	11
Figura 2 Pérdida de peso de arándanos durante 15 días de almacenamiento con cubierta de alginato.....	23
Figura 3 Textura de arándanos durante 15 días de almacenamiento a 10°C.....	25
Figura 4 Acidez titulable (expresado como % ácido cítrico) de arándanos durante 15 días de almacenamiento a 10°C.....	27
Figura 5 pH de la pulpa de arándano durante 15 días de almacenamiento a 10°C....	29
Figura 6 Contenido de sólidos sólidos totales durante 15 días almacenamiento a 10°C.....	31
Figura 7 Contenido de vitaminas C (mg%) en arándanos durante 15 días de almacenamiento a 10°C.....	33
Figura 8 Pérdida de peso de arándanos con cubierta de alginato durante 15 días de almacenamiento con diferentes tratamientos de eritorbato de sodio a 10°C.....	35
Figura 9 Textura de arándanos con cubierta y tratamientos con eritorbato de sodio durante 15 días de almacenamiento a 10°C.....	37
Figura 10 Acidez titulable (expresada como % ácido cítrico) de arándanos con cubierta y tratamiento con eritorbato de sodio durante 15 días de almacenamiento a 10°C.....	39
Figura 11 pH de la pulpa de arándano con cubierta de alginato activado con diferentes tratamientos de eritorbato de sodio en almacenamiento a 10°C.....	41
Figura 12 Contenido de sólidos totales de arándanos durante 15 días almacenamiento a 10°C con cubierta de alginato activada con eritorbato de sodio.....	43
Figura 13 Contenido de vitamina C en arándano con cubierta de alginato Activado con eritorbato de sodio durante 15 días de almacenamiento a 10°C.....	45

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Análisis estadístico efecto de cubierta de alginato activado con cloruro de calcio sobre el % de variación de pérdida de peso en arándano durante 15 días almacenado a 10°.....	59
Anexo 2 Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activado con cloruro de calcio sobre la textura en arándano almacenado a 10°C.....	60
Anexo 3 Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activado con Cloruro de calcio sobre la acidez titulable en arándano almacenado a 10°C.....	61
Anexo 4 Análisis estadístico del efecto de cubierta comestible de alginato Activado con cloruro de calcio sobre el pH del arándano almacenado a 10°C.....	62
Anexo 5 Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activada con cloruro de calcio sobre los sólidos solubles (°Brix) en arándano almacenado a 10°C.....	63
Anexo 6 Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activada con cloruro de calcio sobre el contenido de vitamina C en arándano almacenado a 10°C.....	64
Anexo 7 Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato con eritorbato de sodio sobre el % variación de pérdida de peso en arándano almacenado a 10°C.....	65
Anexo 8 Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activado con eritorbato de sodio sobre la textura en arándano almacenado a 10°C.....	66
Anexo 9 Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activado con eritorbato de sodio sobre la acidez titulable en pulpa de arándano almacenado a 10°C.....	67
Anexo 10 Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activada con eritorbato de sodio sobre el pH de la pulpa de arándano almacenado a 10°C.....	68

Anexo 11 Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activada con eritorbato de sodio sobre los solidos solubles (°Brix) de la pulpa de arándano almacenado a 10°C.....	69
Anexo 12 Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato con eritorbato de sodio sobre el contenido de vitamina C en la pulpa de arándano almacenado a 10°C.....	70
Anexo 13 Métodos del análisis estadístico en la pulpa de arándanos al termino de almacenamiento a 10°C.....	71

RESUMEN

Los arándanos frescos tienen una alta humedad, son frágiles y son perecible perdiendo entre el 10 y 40% del producto en poscosecha, debido a la pérdida de firmeza, pérdida de peso y/o contaminación microbiana. Una alternativa a este deterioro es aplicar técnicas sobre el tiempo de almacenamiento, una de ellas es aplicar el uso de cubierta comestibles que eviten la pérdida de humedad, controlen el intercambio de gases como el oxígeno, dióxido de carbono y etileno que están involucrados en la respiración.

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de determinar la influencia de la adición de cloruro de calcio y eritorbato de sodio en cubierta comestible de alginato sobre el tiempo de almacenamiento de arándanos (*Vaccinium corymbosus* L.). Para la cual se utilizó las concentraciones al 0%, 0.5%, 1.25% y 2% para CaCl_2 y para eritorbato de sodio al 0%, 1% y 2% donde los arándanos fueron recubiertos por inmersión, almacenadas a 10°C por un periodo de 15 días.

Las cubiertas comestibles de alginato activadas con cloruro de calcio mostraron que hay diferencia significativa para los tratamientos, % de pérdida de peso al 0.5% que es el que tiene menor promedio (3.98%) , la acidez titulable para las concentraciones al 0.5%, 1.25%, 2.0% obteniéndose valores inferiores incluso a la inicial ; en cuanto a la textura el mejor tratamiento es al 2 % con 346.19 g, para el pH al 0.5% con 3.313; para el contenido del °Brix al 0.5% con 12°Bx, para la vitamina C al 1.25% con 11.002 mg/100g; durante 15 días de almacenamiento a 10°C.

A los 15 días de almacenamiento a 10°C las cubiertas comestibles de alginato activadas con eritorbato de sodio, se ha obtenido que la variación de pérdida de peso es menor con el tratamiento al 1% con 7.42%, para la textura al 1% con 399.44g, para la acidez titulable al 2% con 0.404%, para pH al 1% con 3.637%, para el nivel de grados Brix al 1 y 2% con 13°Bx y para la vitamina C la concentración al 2% con 11.36 mg/100g.

ABSTRACTS

Fresh blueberries have high humidity, are fragile and perishable losing between 10 and 40% of the product in post harvest, due to loss of firmness, weight loss and / or microbial contamination. An alternative to this deterioration is to apply techniques on storage time, one of them is to apply the use of edible cover that prevent moisture loss, control the exchange of gases such as oxygen, carbon dioxide and ethylene that are involved in the breathing.

This research work was carried out with the purpose of determining the influence of the addition of calcium chloride and sodium erythorbate in edible alginate cover on the storage time of blueberries (*Vaccinium corymbosus* L.). For which the 0%, 0.5%, 1.25% and 2% concentrations were used for CaCl₂ and for 0%, 1% and 2% sodium erythorbate where the blueberries were coated by immersion, stored at 10 ° C by a 15 days period.

Edible alginate covers activated with calcium chloride showed that there is a significant difference for treatments, 0.5% weight loss which is the one with the lowest average (3.98%), titratable acidity for 0.5% concentrations, 1.25 %, 2.0% obtaining values even lower than the initial one; in terms of texture the best treatment is 2% with 346.19 g, for the pH at 0.5% with 3,313; for the content of 0.5% Brix with 12 ° Bx, for 1.25% vitamin C with 11,002 mg / 100g; for 15 days of storage at 10 ° C.

After 15 days of storage at 10 ° C the edible alginate covers activated with sodium erythorbate, it has been obtained that the variation in weight loss is less with the 1% treatment with 7.42%, for the 1% texture with 399.44g, for 2% titratable acidity with 0.404%, for 1% pH with 3,637%, for the level of 1 and 2% Brix degrees with 13 ° Bx and for vitamin C the 2% concentration with 11.36 mg / 100g

INTRODUCCION

Los frutos del arándano (*Vaccinium corymbosus L.*) son frutos muy sensibles a diferentes factores de deterioro (luz, humedad, agentes microbianos, oxidación, etc.), lo que hace de ellos un fruto altamente perecible. La pérdida de peso es uno de los mayores factores lo cual conduce al arrugamiento y pérdida de brillantez (Eum et al., 2013).

La producción peruana de arándanos ha registrado un crecimiento promedio entre los años 2012 al 2018 del 206% promedio anual, con variedad (rocio, biloxi, misty, etc.) registrándose una producción para el 89,6700 toneladas para el año 2018, siendo las regiones con mayor crecimiento La Libertad y Lambayeque (Gestión, 2019).

Los tratamientos con CaCl_2 representan un método seguro y potencialmente efectivo para aumentar la calidad y la vida de almacenamiento de una amplia variedad de especies frutales, ya que reducen el deterioro poscosecha, el ablandamiento, la producción de etileno y la tasa de senescencia (Valero et al., 2013).

Los mecanismos por los cuales el cloruro de calcio reduce la descomposición de la fruta y aumenta la firmeza de la fruta están estrechamente relacionados, y se atribuyen al aumento de calcio unido a la pared celular. La mayor parte del calcio que penetra en el tejido del huésped parece acumularse en la lámina media de la pared celular. La resistencia inducida por calcio de las frutas de almacenamiento a los patógenos en poscosecha se ha atribuido a una interacción entre las pectinas de la pared celular y los iones de calcio. Al unirse a las pectinas en la pared celular, los iones de calcio contribuyen a mantener la integridad estructural de la pared celular. Por lo tanto, el calcio mejora la resistencia del tejido al ataque de hongos estabilizando o fortaleciendo las paredes celulares, haciéndolos más resistentes a enzimas dañinas producidas por hongos, y también retrasa el envejecimiento de frutas (Conway et al., 1994; 1999; Lara et al., 2004; Eryani-Raqeeb et al., 2009).

El eritorbato de sodio es el sodio del ácido eritórbito, un químico altamente refinado cuyo uso para los alimentos está aprobado y que está relacionado íntimamente con la vitamina C, se sintetiza del azúcar y se utiliza para evitar los cambios de color y de sabor en una variedad de alimentos. Puede ser consumido normalmente por todos los grupos religiosos así como por los vegetarianos (estrictos y no estrictos). (<http://www.pasqualinonet.es>.2007).

El consumidor decanta sus preferencias por dos características; que el proceso o aplicación sea lo menos radical o química posible y que no se altere la apariencia natural y fresca del producto (Dhall, 2013); de ahí podemos observar que la aplicación de cubiertas comestibles es una alternativa tecnológica que se ajusta a estas dos características.

El objetivo general del presente trabajo de investigación es determinar la influencia de la adición de cloruro de calcio y eritorbato de sodio en cubierta comestibles de alginato sobre el tiempo de almacenamiento de arándanos (*Vaccinium corymbosus L.*); teniendo como primer objetivo específico determinar el efecto de cubierta comestible de alginato activado con cloruro de calcio sobre el tiempo de almacenamiento (15 días), con cuatro concentraciones que son 0%, 0.5%, 1.25% y 2% y eritorbato de sodio sobre el tiempo de almacenamiento de arándanos (*Vaccinium corymbosus L.*).Y el segundo objetivo determinar el efecto de cubierta comestible de alginato activado con eritorbato de sodio sobre el tiempo de almacenamiento con tres concentraciones que son 0%, 1% y 2%.

I. FUNDAMENTO TEORICO

1.1. Arándano

Los arándanos constituyen un grupo de especies nativas del hemisferio norte, pertenecen a la familia de la Ericáceas, la misma familia a la que pertenecen las azaleas y el rododendro. Las especies de mayor interés comercial son *Vaccinium corymbosum* L. (arándano alto, highbush) y el *Vaccinium ashei* (arándano ojo de conejo, rabbiteye). (Romero, 2016).

Son arbustos que alcanzan alturas que van desde unos pocos centímetros hasta 2,5 metros, sus hojas son simples y caedizas, su forma varia de ovalada a lanceolada, se distribuyen en forma alterna a lo largo de la ramilla, las estomas están ubicados exclusivamente en el envés de las hojas en densidades de hasta 300 por mm cuadrado. (Romero, 2016).

El fruto es una baya redondeada, de 7 a 9 mm de diámetro, de color negro azulado, cubierta de pruina azul y con un ribete en lo alto a modo de coronita, su carne, de un agradable sabor agridulce, es de color vinoso, y en la parte central contiene diversas simientes. 3 Las variedades Biloxi, Misty y Legacy, son las que mejor se adaptan en el Perú. (Romero, 2016).

1.1.1. Tipos de Arándanos

a. Arándano Azul (*Vaccinium corymbosum*), crece en la zona Noreste de Estados Unidos, se caracteriza por sus hojas caducas, que adquieren un tono escarlata, al llegar el otoño, es un arbusto de aspecto vertical, que alcanza 1.8 metros de altura, con flores rocosas e inflorescencias péndulas de color rosa palo pálido. Destaca por sus frutos de color negro – azulado, bastantes grandes y sabrosos, es la especie más ampliamente cultivada.

b. Arándano Negro / Arándano Uliginoso (*Vaccinium uliginosum*). Se encuentra en el hemisferio norte. Muy abundante en el nivel del mar, en regiones más frías de Europa, Asia y América, hasta más de 3000 metros en las montañas del sur de estas regiones. (Romero, 2016).

La composición química. Arándano por cada 100 g se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1 Valor nutricional de arándanos frescos

Componente	% de compuesto
Agua	85.61 mg
Proteína	0.74 g
Grasa	Trazas
Cenizas	0.21 g
Carbohidratos	14.49 g
Azúcares	9.96 mg
Fibra dietética	2.4 g
Calcio	6.0 mg
Potasio	79.0 mg
Vitamina C	13.0 mg

Nota: Recuperado (2015).

1.1.2. Índice de madurez y cosecha del arándano

La madurez en la cosecha es el factor más importante que determina la calidad del fruto y la vida pos cosecha. La calidad de la fruta del arándano no se puede mejorar después de que se cosecha; por lo tanto, es importante cosechar la fruta cuando su desarrollo es óptimo para su manejo y consumo. En general, la fruta desarrolla el azúcar más alto y los sabores más intensos si se deja madurar completamente en la planta (Retamales & Hancock, 2012).

Los arándanos generalmente maduran rápidamente en la planta, pasando generalmente de un 50% de rosa a completamente azul en 2-3 días, y luego requieren solo varios días más para desarrollar un sabor y dulzura completos. Como regla general, las frutas inmaduras están más sujetas a deshidratación y hematomas durante la manipulación y el almacenamiento, y presentan una calidad inferior cuando se ponen azules. Por otro lado, es probable que las frutas demasiado maduras se vuelvan suaves y harinosas poco después de la cosecha, con un sabor insípido, y son más propensas a la descomposición. Se ha demostrado que los arándanos de arbusto alto

menos maduros tienen un mayor potencial de almacenamiento que las frutas más maduras. Por lo tanto, cualquier fruta recolectada demasiado temprano o demasiado tarde es más susceptible a los trastornos fisiológicos y tendrá una vida post cosecha más corta que la fruta cosechada en la madurez adecuada. Así, el momento óptimo para recoger arándanos es, como máximo, unos días después de que se vuelvan azules (Retamales & Hancock, 2012).

1.1.3. Vitamina C

También conocido como ácido cevilámico o antiescorbútico, se oxida rápidamente, especialmente en la presencia de iones metálicos como el cobre, hierro, álcalis y enzimas oxidativas; la exposición a la luz y el calor causa su degradación (Drug Information for the Health Care Professional, 1997).

El ácido ascórbico es una lactona de un azúcar- ácido derivado del ácido gulónico que se sintetiza a partir de la glucosa 1,2. Desde el punto de vista bioquímico, la vitamina C o ácido L-ascórbico es un polvo cristalino, blanco e inodoro, muy soluble en agua y relativamente insoluble en disolventes orgánicos (Lehninger A. 1995).

La vitamina C o ácido ascórbico es una vitamina hidrosoluble derivada del metabolismo de la glucosa. Actúa como agente reductor y es necesaria para la síntesis de las fibras de colágeno a través del proceso de hidroxilación de la prolina y de la lisina. También protege al organismo del daño causado por los radicales libres (Flores et al. 1999).

La vitamina más sensible o lábil es el Ácido Ascórbico o Vitamina C, que se pierde fácilmente por oxidación e interacción con otros metales; mencionan también que la vitamina C es sensible al calor, a la deshidratación, y al almacenamiento; la acidez, en cambio reduce la pérdida.

Para estudiar la pérdida de la vitamina C, hay que tener en claro que el ácido L-ascórbico tiene una oxidación reversible a ácido dehidroascórbico, y que este último es muy inestable a la acción del calor. Los factores que aceleran esta reacción de oxidación son: el oxígeno del aire, la presencia de luz, los álcalis, la presencia de metales como el Cobre. Otra forma de destrucción del ácido ascórbico es a través de

las reacciones de oxidación efectuadas por la enzima ácida ascórbica oxidasa que puede estar presente y no recibe la correcta inactivación al inicio del proceso; la fruta en mal estado puede originar el ingreso de oxígeno dentro de la fruta, para el aceleramiento de la degradación de la vitamina C (Castillo 2002).

1.1.4. 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 (BARCELÓ et al., 2001).

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.

El sabor de los arándanos depende, del balance entre el dulzor, la acidez y el aroma. Estos mismos autores señalan que en el pasado, los arándanos ácidos y aromáticos eran considerados de mayor calidad, sin embargo, en la actualidad los arándanos para consumo fresco deberían ser seleccionados por poseer un nivel balanceado de sólidos solubles y acidez combinados con un agradable aroma y textura predominante (BARCELÓ et al., 2001).

1.1.5. pH

Beaudry (1992) estableció que el pH de la fruta de arándano, para ser considerada de calidad, debe estar entre 2.25 y 4.25.

Cuando la asociación entre la calidad sensorial e instrumental fue estudiada por Saftner et al. (2008) en arándano highbush y ojo de conejo, encontraron que la acidez titulable esta inversamente correlacionada con el pH ($r=-0.76$).

Chiabrando et al. (2009) determinaron que el valor en fruto e arándano 'highbush' y 'Bluecrop' aumento de 2.8 a la cosecha, a 3.3 después de 35 días de almacenamiento en frío.

1.1.6. 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. En el caso de los arándanos estos sólidos solubles pueden variar entre 10 a 17% al momento de la cosecha (Medel, 2002).

1.1.7. Deterioro de Arándano Fresco

El tiempo total entre la cosecha y el procesamiento es también un factor importante para mantener la calidad y frescura del arándano. Minimizar los retrasos a lo largo del sistema de manejo pos cosecha reduce en gran medida la pérdida de calidad. Muchos factores pueden conducir a la pérdida de estabilidad y calidad en las frutas. Algunos factores son consecuencia de una respuesta fisiológica a la cosecha y/o de procesamiento, así como a la manipulación y tratamientos posteriores al procesamiento; ya que una vez separado de la planta madre, las frutas se ven privadas de su fuente de agua, nutrientes, hormonas anti-senescencia y factores normales como la respiración y la transpiración conducen finalmente a la senescencia y la pérdida de peso del producto (Barrett, et. al. 2004).

1.1.8. Respiración

Las frutas son productos vivos y su tasa de respiración es importante para su duración. Existen distintos patrones de maduración de frutos llamados climatéricos y no climatéricos. En el caso del arándano posee un patrón no climatérico. Las frutas no climatéricas no muestran un aumento en la tasa de respiración ni una producción asociada de etileno durante el proceso de maduración. En estas frutas, la maduración normalmente se completa en la planta madre. Por lo que deben ser cosechadas

totalmente maduras, lo que las hace susceptibles al deterioro mecánico o químico de los tejidos, a la rápida pérdida de compuestos volátiles característicos y excesiva pérdida de agua. Además, el calor y la humedad, puede provocar infecciones bacterianas y fúngicas (Paul & Pandey, 2014).

1.1.6. Pérdida de humedad

El arándano pierde rápidamente agua de sus superficies en un proceso conocido como transpiración. La transpiración es un factor principal de la pérdida de peso; por lo que la textura se ve afectada negativamente por la pérdida excesiva de agua. La pérdida de agua en el arándano está determinada por muchos factores, probablemente el más importante es la resistencia de la cutícula externa (peridermo) a la transpiración y que sirve para proteger el fruto del ataque de insectos y patógenos, lesiones físicas y pérdida excesiva de agua (Yahia, 2011).

El arándano puede perder agua en porcentajes variados antes que su calidad sea marcadamente reducida. Una pérdida de peso de $5 \pm 10\%$ causará marchitamiento significativo, decaimiento, mala textura y mal gusto. La velocidad de la pérdida de agua después de la cosecha depende principalmente del déficit de presión de vapor externo; Sin embargo, otros factores influirán en la situación. La pérdida de humedad ocurre rápidamente en un ambiente cálido y seco, especialmente entre los productos dañados, y se ve afectado por las características de los productos básicos, tales como relación de superficie a volumen, presencia de sustancias cerosas en la piel, sensibilidad de la piel y la presencia de protuberancias en la superficie de la piel (Yahia, 2011).

1.2. Películas y recubrimientos comestibles

1.2.1. Definición

Un recubrimiento comestible se puede definir como una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento. Dichas soluciones formadoras del

recubrimiento pueden estar conformadas por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de los mismos (Quintero et al. 2010).

1.2.2. Tipos de películas y recubrimientos comestibles

1.2.2.1. Hidrocoloides

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

1.2.2.2. Polisacáridos

Debido a la naturaleza hidrofilia de estos polímeros, no tienen buenas propiedades de barrera contra la humedad, Sin embargo, ciertos polisacáridos cuando son utilizados en la forma de recubrimientos gelatinosos de alta humedad, que retardan la pérdida de humedad de algunos alimentos, durante periodos de almacenamiento cortos. Las películas de polisacáridos tienen buenas propiedades de barrera a los gases y pueden adherirse a superficies de frutas y vegetales (Ruíz 2009).

1.2.2.2.1. Los almidones:

Conforman una película más fuerte por la amilosa, siendo un almidón no modificado, no toxico, inodoro, insípido, incoloro y biodegradable. Con buenas propiedades mecánicas y químicas. Sin embargo, al momento de aplicarlo en alimentos no responde como formador de película ya que no se dispersa en agua y al contacto con bajas temperaturas se forman geles irregulares, lo cual no es apropiado para el producto porque no garantiza la conservación del mismo (Baldwin et al. 2012).

Cuando los almidones son modificados, es decir hay una interacción de un ácido que rompe los enlaces glicosídicos haciendo cadenas de polímeros más cortas, provoca que se disperse en el agua más fácilmente al someterse a temperatura, formando un gel más

fuerte y que conserva su viscosidad. El uso general de los almidones no es precisamente en PC o RC sino para estabilizar, texturizar y espesar alimentos (Baldwin et al. 2012).

1.2.2.2.2. Las pectinas:

Polisacáridos altamente hidrofílicos que estabilizan, corrigen consistencia en geles y estabilizan la viscosidad en productos alimenticios; a su vez hacen parte de investigaciones para crear películas comestibles como en cítricos (Alvarez 2012).

1.2.2.2.3. Alginato:

Es un polisacárido aniónico lineal soluble en agua que consiste de unidades monoméricas de 1-4- α -D manuronato (M) and β -L-guluronato (G). La cadena polimérica de Alginato está hecha d tres tipos de regiones o bloques con diferentes proporciones y diferentes posiciones en la cadena (Figura 1). Así las propiedades físicas del alginato dependen de la proporción y posición relativa de estos tres bloques (Tavassoli, et al. 2015)

La propiedad de gelificación del alginato en presencia de cationes polivalentes es útil en la formación de RC y PC y agente que encapsula (Calderon 2013). Ofrece propiedades excelentes para la elaboración de un recubrimiento comestible, tales como transparencia, solubilidad en agua, brillo, inhibición en la tasa de respiración, eficiencia como barrera de vapor de agua; adicionalmente acondicionándose como una atmosfera modificada y minimizando el daño por microorganismos. Sin embargo, para que el alginato sea considerado como recubrimiento necesita de plastificantes para lograr ser más flexible, pero sin posibilidad de mostrar fragilidad; además de compuestos lipídicos que ayudan a disminuir el efecto del vapor de agua.

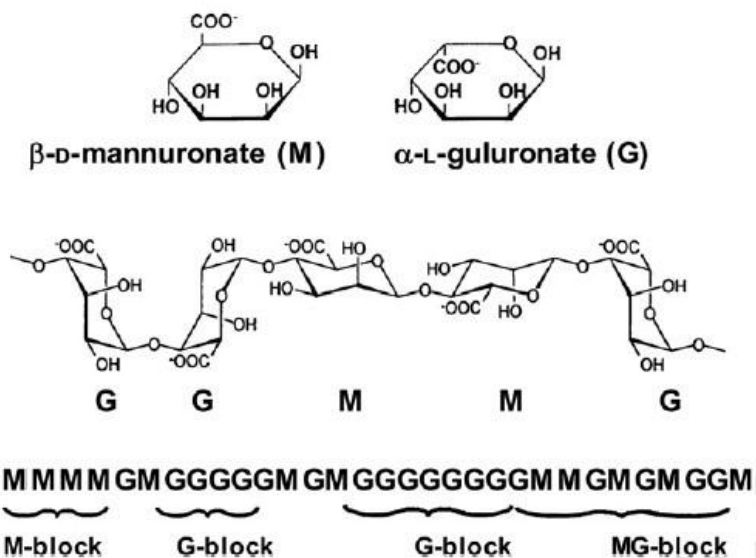


FIGURA 1 Estructura y Bloques en Alginato como polímero lineal, tomado de Tavassoli-et al. (2015).

1.2.3. Principales propiedades de película comestible y recubrimiento comestible.

1.2.3.1. Propiedades de barrera

Para muchas aplicaciones, la característica funcional más importante de los RC es la resistencia a la migración de humedad. La deshidratación superficial constituye uno de los principales problemas en el mantenimiento de la calidad de los productos hortofrutícolas (Rojas-Graü 2006).

La naturaleza del RC empleado desempeña aquí un papel muy importante: a mayor hidrofiliidad de los materiales utilizados, mayor permeabilidad al vapor de agua (Martín-Belloso et al. 2005).

1.2.3.2. Propiedades mecánicas

Según Olivas y Barbosa-Cánovas (2005). Cuando el material empleado para recubrir se coloca en la superficie de las frutas, se desarrollan dos fuerzas: cohesión de las moléculas dentro de la cobertura y adhesión entre el recubrimiento y la fruta. El grado de cohesión de los RC gobierna las propiedades de barrera y mecánicas de las coberturas. Una alta capacidad de adhesión asegura una durabilidad larga del recubrimiento en la superficie de la fruta.

1.2.3.3. Propiedades físicas

Las propiedades físicas más importantes para los recubrimientos comestibles Se encuentran: color, opacidad aparente, transparencia, solubilidad, permeabilidad al vapor de agua y a los gases (oxígeno, monóxido de carbono, etileno), y aquellas relacionadas con la resistencia mecánica (Roblejo 2009).

1.2.3.4. Propiedades ópticas

En el aspecto sensorial, y en sentido amplio, se pueden considerar como propiedades ópticas todas aquellas que se perciben con el sentido de la vista. A las ya enunciadas pueden añadirse la forma, el tamaño y las características de superficie rugosidad, manchas y defectos (Roblejo 2009).

1.2.3.5. Propiedades de solubilidad

La solubilidad es una medida de la integridad de los recubrimientos en un medio acuoso. Generalmente, mayor solubilidad indica menor resistencia al agua. Esta propiedad afecta la futura aplicación de los recubrimientos (Roblejo 2009).

1.2.3.6. Propiedades de espesor

McHugh et al. (1993), Consideran que a medida que el espesor de los recubrimientos aumenta, se incrementa la resistencia a la transferencia de masa a través de ella, en consecuencia, la presión parcial de vapor del agua de equilibrio en la superficie inferior de la cubierta se incrementa.

1.2.4. Cubiertas Comestibles Activadas

Hoy en día, las películas comestibles tienen diferentes aplicaciones, y se espera que su uso se expanda con el desarrollo de sistemas de recubrimiento activo tales como el cloruro de calcio y eritorbato de sodio. Esta segunda generación de materiales de recubrimiento puede usar productos químicos, enzimas o microorganismos que evitan, por ejemplo, el crecimiento microbiano o la oxidación de lípidos en productos alimenticios recubiertos. En este sentido, los aceites esenciales y ciertos compuestos químicos, en combinación con polímeros estructurales, pueden ser una fuente prometedora ya que diferentes trabajos han demostrado su efectividad como compuestos anti maduración, antimicrobianos y antioxidantes. Uno de los usos más

importantes de las películas y recubrimientos comestibles se centra en la extensión de la vida útil de los productos hortícolas (Falguera, et al.2011)

Se ha estudiado la capacidad de los recubrimientos comestibles a base de polisacáridos (almidón, carragenano y quitosano) para extender la vida útil de las frutas de fresa (*Fragaria ananasa* cv. Camarosa) y su posible aplicación industrial. Los valores de la pérdida de firmeza de la fruta fueron los más bajos en las películas de carragenano con cloruro de calcio agregado. La pérdida de masa mínima se logró en recubrimientos comestibles a base de carragenano y quitosano con cloruro de calcio agregado. La menor tasa de crecimiento microbiano se observó en fresas recubiertas con quitosano y cloruro de calcio (Ribeiro, et al, 2007).

1.2.5. Influencia de las cubiertas comestibles activadas sobre frutas

En los últimos años, los recubrimientos comestibles se utilizan para mejorar la apariencia y conservación de las frutas. Se han estudiado recubrimientos comestibles para extender la vida útil de algunas bayas y arándanos frescos (Dhall, 2013 y Duan, et al. 2011). Los recubrimientos comestibles pueden controlar la atmósfera interna de gas de la fruta, pueden servir como barrera para el vapor de agua, reduciendo la pérdida de humedad y retrasando las pérdidas de calidad de la fruta. La interacción entre la capacidad antioxidante, la antocianina y el contenido fenólico y el uso de recubrimientos comestibles durante el almacenamiento de arándano rojo todavía no se ha investigado mucho (Chiabrando & Giacalone, 2015).

Los recubrimientos comestibles son capaces de producir una atmósfera modificada en las frutas recubiertas al aislar el producto recubierto del medio ambiente. Los recubrimientos con permeabilidad selectiva a los gases son capaces de disminuir el intercambio de O₂ y CO₂ entre las frutas recubiertas y el medio ambiente, ralentizando el metabolismo al disminuir la concentración interna de O₂ y aumentar la concentración de CO₂. La alta concentración de CO₂ en los tejidos de la fruta también retrasa la maduración al disminuir la síntesis de etileno, una hormona esencial para la maduración (Olivas, et al. 2007).

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se desarrolló en el laboratorio de agroindustrial del Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial (SENATI) se desarrolló los análisis de vitamina C y textura, en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química e industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo los análisis de % de pérdida peso, acidez titulable, pH, °Brix se realizó los análisis de textura de peso.

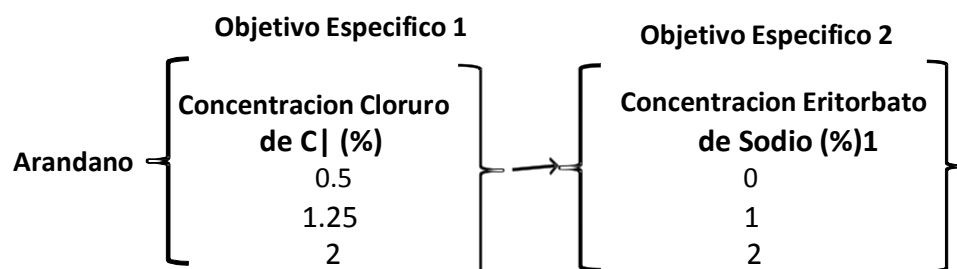
2.2. Operacionalización de variables

En la tabla 2 se muestra la operacionalización de variables para el primero y segundo objetivo.

2.3. Diseño de contratación de hipótesis

2.3.1. Diseño experimental

En esta investigación realizada se aplicó el diseño completamente aleatorio



El modelo matemático a este tipo de diseño es:

$$X_{ij} = \mu + t_i + \epsilon_{ij}$$

D3nde:

i: Es igual a X

j: Es igual a Y

X_{ij} = Es la observaci3n de las variables dependientes (% p3rdida de peso, acidez titulable, textura, pH, °Brix y Vitamina C), donde i es la concentraci3n de cloruro de calcio (i =1, 2, 3 y 4) y j es el valor del tiempo de almacenamiento (j = 1, 2, 3, 4, 5 y 6).

μ = La media com3n a todos los datos del experimento

t_i =N3mero de tratamientos realizados por variable dependiente (en el primer objetivo cuantas concentraciones de Cloruro de Calcio (4), donde (C1= 0%, C2= 0.5%, C3= 1%, C4= 2%).

ϵ_{ij} = Error experimental o efecto aleatorio de muestreo.

Tabla 2 Operacionalización de variables del primero y segundo objetivo.

	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TECNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS
Independientes	- Concentración de Solución de Cloruro de Calcio.	Testigo 0%, 0.5 %, 1.25%, 2.0%	g de cloruro de calcio / 100 g de solución	Gravimetría Balanza
	- Concentración de Solución de eritorbato de sodio	Testigo 0%, 1.0 % y 2.0%		
	Tiempo de Almacenamiento 10 °C	-	Días	Cronometría
Dependiente	Pérdida de Peso	%	g.	Gravimetría Balanza
	Acidez Titulable	-	g de ácido Cítrico / 100 g de arándano	Titulación con NaOH
	pH	1= 4	-	Potenciometría
	°Brix	-	g de sacarosa / 100 g de arándano	Refractometría
	Textura	-	g resistencia al corte	Tenderometría
	Contenido de Vitamina C	-	mg de ácido ascórbico / 100 g de arándano	Método de Harris

Nota: Elaboración propia, 2019.

Tabla 3

Matriz del diseño para cloruro de calcio

Tratamiento (% CaCl ₂)	Días de Almacenamiento a 10°C					
	0	3	6	9	12	15
0	X _{0,0}	X _{0,3}	X _{0,6}	X _{0,9}	X _{0,12}	X _{0,15}
0.50	X _{0.5,0}	X _{0.5,3}	X _{0.5,6}	X _{0.5,9}	X _{0.5,12}	X _{0.5,15}
1.25	X _{1.25,0}	X _{1.25,3}	X _{1.25,6}	X _{1.25,9}	X _{1.25,12}	X _{1.25,15}
2.00	X _{2,0}	X _{2,3}	X _{2,6}	P _{2,9}	X _{2,12}	X _{2,15}

Nota: Elaboración propia, 2019.

Tabla 4

Matriz del diseño para eritorbato de sodio

Tratamiento (% eritorbato de Sodio)	Días de almacenamiento a 10°C					
	0	3	6	9	12	15
0	X _{0,0}	X _{0,3}	X _{0,6}	X _{0,9}	X _{0,12}	X _{0,15}
1	X _{1,0}	X _{1,3}	X _{1,6}	X _{1,9}	X _{1,12}	X _{1,15}
2	X _{2,0}	X _{2,3}	X _{2,6}	X _{2,9}	X _{2,12}	X _{2,15}

Nota: Elaboración propia, 2019.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

Frutos del arándano (*Vaccinium corymbosus* L.) variedad Biloxi producidos en la zona de influencia del Proyecto de Irrigación Olmos, cosechados en la temporada Junio 2019 – Septiembre 2019.

2.4.2. Muestra

Se utilizó 30 kg de arándano azules (*Vaccinium corymbosum*) de la variedad Biloxi para toda la investigación, procedentes del proyecto Olmos de la empresa Agrovisión-Lambayeque.

2.5. Materiales e instrumentos de recolección de datos

2.5.1. Material biológico

- Arándano frescos variedad Biloxi.

2.5.2. Reactivos químicos

- Yodo resublimado p.a.
- Tiosulfato de sodio p.a.
- Yoduro de Potasio p.a.
- Almidón soluble p.a.
- Agua destilada.
- Ácido Clorhídrico p.a.
- Papel Whatman de filtrado rápido.
- Alginato de Sodio, grado alimentario.
- Cloruro de calcio
- Eritorbato de calcio

2.5.3. Material de Vidrio

- Beaker 500 ml
- Erlenmeyers de 250 ml
- Fiolas de 1 l.
- Embudo cónico 250 ml.
- Bureta de 10 ml.
- Buffer Citrato (pH 4.0).

- Buffer fosfato (pH 7.0)
- Pipeta

2.5.4. Equipos e instrumentos

- Balanza digital de 0 a 500 g.
- Agitadores magnéticos con control de temperatura.
- pHmetro digital de bolsillo, marca Hanna.
- Licuadora Oster de 3 velocidades.
- clamshell de 6 oz y 4.4 oz
- Refrigeradora graduada a 10°C.
- Centrifuga de frascos Falcon, marca Boeco, graduada a 5,000 RPM.
- Tenderómetro capacidad de 1500 g

2.5.5. Otros materiales

2.6. Métodos de Preparación de Materia Prima

Los arándanos fueron cosechados en los campos de producción, fueron envasados en clamshell de (6 Oz y 4.4 Oz) incluyen perforaciones que permiten una mejor ventilación de la fruta, con sistema seguro de cierre, y tiene alta resistencia al impacto y fueron transportados al laboratorio para su estudio.

Llegados los arándanos fueron inmediatamente seleccionados, descartándose los otros, deformes, con signos de deterioro o crecimiento de mohos y reempacados en clamshell y refrigerados a 3°C, mientras las soluciones de cubiertas o aditivos a ensayar son preparadas.

Los arándanos recibieron los tratamientos de cubierta a ensayar, fueron secados sobre papel secante y embalados en bandejas de PET a razón de 150 g por bandeja por tratamiento y repetición. Las bandejas fueron almacenadas a 10°C y 70% de humedad relativa por un periodo de 15 días siendo evaluadas cada 3 días

2.6.1. Determinación de Pérdida de Peso.

La muestra de arándano se pesó con una aproximación de 0.1 g diariamente a la misma hora registrando el peso y obteniendo el % de pérdida de peso considerando como 100% el peso inicial, reportando el promedio de las 3 mediciones para cada tratamiento de cloruro de calcio y eritorbato de sodio (Mannozi et al., 2018).

2.6.2. Determinación de Acidez Titulable.

La muestra de arándano de 10 g fue molida con la adición de 10 ml de agua, la muestra fue centrifugada a 5,000 RPM por 2 minutos, se adicionó al sobrenadante 2 a 3 gotas de Fenolftaleína como indicador y se tituló con una solución de Hidróxido de Sodio 0.1N hasta viraje del color. La acidez se expresó en mg de ácido cítrico por 100 g de muestra, reportando el promedio de las 3 mediciones para cada tratamiento de cloruro de calcio y eritorbato de calcio (Moayednia, et al. 2010).

2.6.3. Determinación de pH.

La muestra de 10 g, de arándano fue molida con 10 ml de agua destilada y centrifugada a 5,000 RPM por 2 minutos, el jugo fue recogido en un erlenmeyer de 250 ml y evaluado en su pH con un potenciómetro de lapicero previamente calibrado en buffer Citrato (pH 4.0) y buffer fosfato (pH 7.0), reportando el promedio de las 3 mediciones para cada tratamiento. El pH de la muestra se expresa con tres decimales (Mannozi et al. 2018).

2.6.4. Determinación de Sólidos Solubles (°Brix)

La muestra de arándano anteriormente molida y filtrada fue muestreada y evaluada con un refractómetro de 0 a 32°Brix previamente calibrado a cero con agua destilada. Anotándose los grados °Brix y reportándose el promedio de las 3 mediciones para cada tratamiento (Nair, et al. 2018).

2.6.5. Determinación de Vitamina C.

Las muestras de arándano (50g) fue molidas en medio de dos placas de vidrio limpios

y estériles con la adición de 50 ml de agua destilada, filtradas en papel Whatman de filtrado rápido y recepcionadas en un erlenmeyer. Los primeros 5 ml fueron descartados, se tomó una muestra de 10 ml de zumo de arándano y se determinó la concentración de vitamina C, por titulación directa con Yodo reportándose los promedios de las 3 muestras para cada tratamiento según US Pharmacopea (2015).

2.6.6. Determinación de Textura.

Las muestras de arándano durante el almacenamiento por 15 días a 10°C, fueron evaluadas con un tendurómetro manual marca Lutron, el procedimiento tuvo una precisión de 0.1 g y con una cuchilla (resistencia al corte) se aplicó presión recta hasta que el tendurómetro penetró el arándano, registrándose la presión máxima (g) a la que se produjo el corte. La misma muestra fue girada 90° y el procedimiento se repitió reportándose el promedio de las 3 mediciones como el valor de la textura en g, según Abbott (2004).

2.7. Métodos de análisis estadísticos de los datos

Los datos obtenidos fueron evaluados mediante un análisis de varianza (ANOVA) y de encontrarse diferencias significativas entre los grupos se utilizó la Prueba de comparación pareada de Tukey ($p < 0.05$) utilizando el software Excel 2007 ® (Microsoft Inc., USA), y siguiendo las indicaciones de la Tabla 4.

Tabla 5 ANOVA con un nivel de significancia ($\alpha=5\%$)

Fuente de variación (F.V)	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F
Tratamientos	SST	k-1	$SST/(k-1) = MST$	MST/ MSE
Error	SSE	n-k	$SSE/(n-k) = MSE$	
Total	SS Total	n-1		

Nota: Elaboración propia, 2019.

Dónde:

SST = Suma de cuadrados de Tratamientos

SSE = Suma de cuadrados de error

MST = Media cuadrática de tratamientos

k = Numero de tratamientos

n = Numero de observaciones

MSE = Media cuadrática de error

III. RESULTADOS

3.1. Efecto de la aplicación de cubierta comestible de Alginato activada con Cloruro de Calcio sobre el tiempo de almacenamiento de Arándanos

3.1.1. Efecto de cubierta comestible activada con CaCl_2 sobre la pérdida de peso en almacenamiento durante 15 días de almacenamiento.

Los frutos maduros de arándanos con diferentes tratamientos de cloruro de calcio (CaCl_2) fueron evaluados en su % de pérdida de peso en almacenamiento a 10°C y una humedad relativa de 70%. Los resultados de las pruebas se presentan en la tabla 7 en la cual se muestran el promedio de las 3 repeticiones para cada tratamiento analizado en esta investigación que se realizó y el análisis estadístico en el Anexo 1.

A partir de la tabla 6 y procesados en la figura 2 podemos observar que tenemos una tendencia lineal, teniendo como $R^2 > 0.94$ para todos los tratamientos.

Para ver si existe diferencia significativa realizamos el análisis de varianza (ANOVA) (ver anexo 01), la cual se determinó que si existe diferencia significativa. Después de haber realizado el análisis de varianza y haber rechazado la hipótesis nula de que todos los tratamientos son iguales; se procede a realizar la Prueba de Tuckey al 5% de significancia en la cual se evidencia que el tratamiento con 0.5 % de CaCl_2 es significativamente inferior a las demás pérdidas de peso, mientras que los demás tratamientos no presentan diferencias significativas entre sí y en comparación con el tratamiento a los 15 de días de almacenamiento.

En la tabla 6 se muestran los resultados de las tres muestras por cada tratamiento, promedio y R^2 durante el tiempo de almacenamiento analizados en esta investigación que se realizó.

Tabla 6

% Variación de Peso durante 15 días de almacenamiento a 10°C para diferentes tratamientos con CaCl₂

Tratamiento (% CaCl ₂)	Días de Almacenamiento a 10°C						Promedio de las tres muestras						DS
	0	3	6	9	12	15	0	3	6	9	12	15	
0	0.00	0.93	1.67	2.99	3.75	5.66	0.00	0.93	1.67	2.99	3.74	4.96	X
	0.00	0.90	1.65	2.95	3.73	4.71							
	0.00	0.95	1.68	3.03	3.77	4.51							
0.5	0.00	0.60	1.20	1.80	3.07	4.29	0.00	0.60	1.08	1.57	2.65	3.98	
	0.00	0.59	0.79	0.99	2.08	3.32							
	0.00	0.60	1.26	1.92	2.79	4.32							
1.25	0.00	0.73	1.49	2.25	4.57	5.80	0.00	0.60	1.33	2.07	3.55	4.88	
	0.00	0.53	1.23	1.92	3.02	4.35							
	0.00	0.53	1.28	2.04	3.06	4.50							
2.0	0.00	0.53	1.39	2.25	3.50	5.01	0.00	0.57	1.39	2.20	3.32	4.83	
	0.00	0.59	1.45	2.30	3.30	4.64							
	0.00	0.60	1.33	2.06	3.16	4.82							

Nota: Elaboración propia, 2019

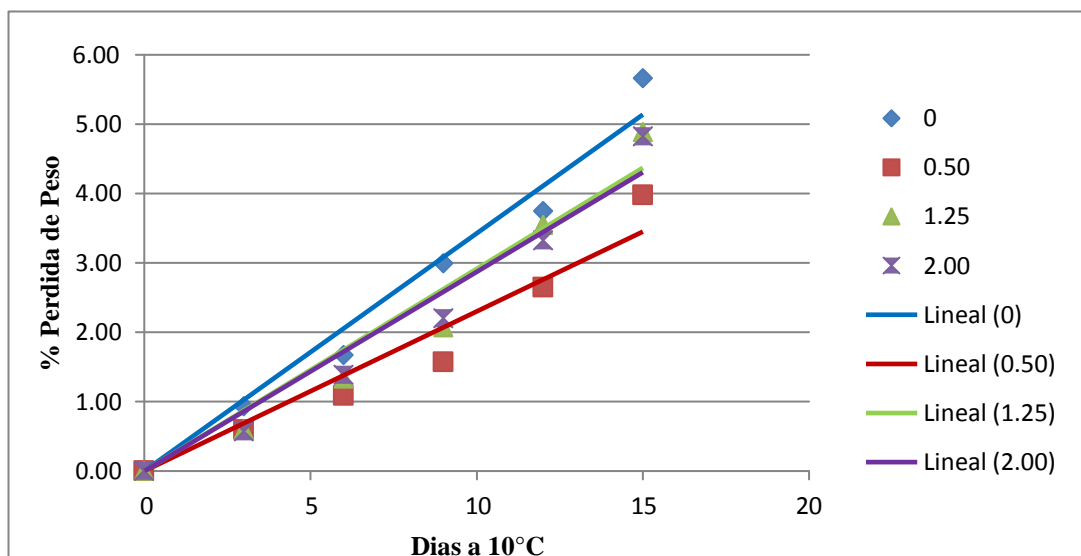


Figura 2 Pérdida de peso de arándanos cubierta de alginato a 10°C almacenado durante 15 días.

3.1.2. Efecto de cubierta comestible activada con CaCl_2 sobre la Textura del Arándano durante 15 días de almacenamiento

A partir de la tabla 7 y procesados en la figura 3 podemos observar que se tiene una tendencia polinómica para el tratamiento 2% y 1.25% para valor de $R^2 < 0.5$, para con $R^2 < 0.5$, una tendencia lineal para 0.5% con $R^2 > 0.87$ y el análisis de varianza determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Al analizar la textura a los 15 días de almacenamiento se pudo determinar qué; si bien no existen diferencias significativas en la textura entre los tratamientos, conforme la concentración de CaCl_2 en el tratamiento aumenta la resistencia al corte aumenta; incluso por encima de la resistencia de la muestra control para tratamientos de más de 1.25%, como se puede apreciar en la tabla 8 donde podemos observar el promedio de las tres muestras para cada tratamiento en esta investigación que se realizó.

Tabla 7

Textura (g al corte) durante 15 días de almacenamiento a 10°C con cubierta de alginato con diferentes % de cloruro de calcio

Tratamiento (% CaCl ₂)	Días de Almacenamiento a 10°C						Promedio de las tres muestras					
	0	3	6	9	12	15	0	3	6	9	12	15
0	358.93	345.83	349.92	336.50	346.50	335.14	358.93	345.83	349.92	336.98	345.49	335.75
	358.93	344.80	345.88	337.46	344.48	338.65						
	358.93	346.86	353.96	335.54	348.52	333.45						
0.5	358.93	327.42	322.92	318.42	325.75	336.33	358.93	364.78	351.99	339.19	337.83	332.14
	358.93	345.00	343.46	341.92	341.33	341.75						
	358.93	421.92	389.58	357.25	346.42	318.33						
1.25	358.93	286.33	316.21	346.08	339.42	322.08	358.93	324.33	322.49	320.64	340.97	340.81
	358.93	349.17	339.38	329.58	373.58	349.33						
	358.93	337.50	311.88	286.25	309.92	351.00						
2	358.93	357.08	353.63	350.17	361.42	346.42	358.93	367.83	353.22	364.61	328.78	346.19
	358.93	378.58	372.83	367.08	309.50	316.83						
	358.93	289.83	333.21	376.58	315.42	375.33						

Nota: Elaboración propia 2019

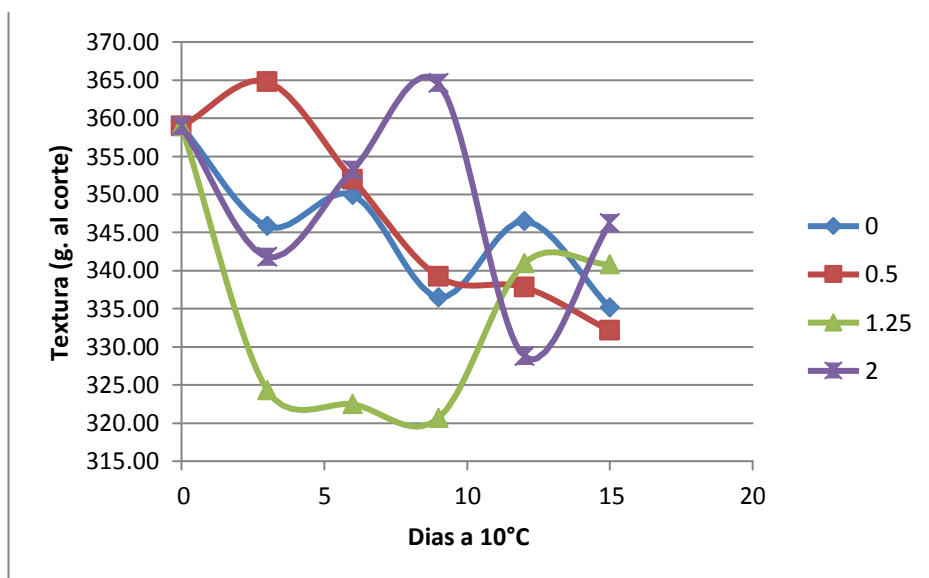


Figura 3 Textura de arándanos durante 15 días de almacenamiento a 10°C

3.1.3. Efecto de cubierta comestible activada con CaCl_2 sobre la acidez titulable del Arándano durante 15 días de almacenamiento a 10°C.

En la tabla 8 se muestra los resultados de las tres muestras, promedios y valor de R^2 para cada tratamiento analizados en esta investigación que se realizó

A partir de la tabla 8 y procesados en la figura 4 podemos observar que los valores de acidez de los tratamientos con CaCl_2 al terminar el almacenamiento fueron significativamente inferiores al tratamiento control, la cual también podemos observar que no se tiene una tendencia lineal sino una tendencia polinómica, para el tratamiento 1.25 % y 2%. Con el valor de $R^2 < 0.5$. y una tendencia lineal para el tratamiento de 0.05%.

El tratamiento control presentó valores más ácidos ligeramente por encima del valor inicial; mientras que los valores de los tratamientos presentaron valores inferiores incluso a la inicial a los 15 días de almacenamiento. Para ver si hay diferencia significativa realizamos el análisis de varianza, la cual se determinó que, si existe diferencia significativa, por lo que se llevó a cabo la realización de la prueba de tukey.

Tabla 8

Acidez titulable (g ácido cítrico/100 g arándano) durante 15 días de almacenamiento con cubierta de alginato con diferentes % de Cloruro de Calcio

Tratamiento (% CaCl ₂)	Días de Almacenamiento a 10°C						Promedio de las tres muestras						
	0	3	6	9	12	15	0	3	6	9	12	15	
0	0.389	0.342	0.362	0.435	0.349	0.421	0.389	0.340	0.362	0.435	0.349	0.421	
	0.389	0.341	0.358	0.431	0.338	0.419							
	0.389	0.338	0.366	0.439	0.361	0.423							
0.5	0.389	0.325	0.344	0.362	0.35	0.378	0.389	0.393	0.368	0.343	0.342	0.321	
	0.389	0.504	0.429	0.354	0.386	0.306							
	0.389	0.348	0.331	0.314	0.296	0.278							
1.25	0.389	0.396	0.384	0.371	0.368	0.378	0.389	0.445	0.371	0.297	0.355	0.326	
	0.389	0.480	0.384	0.288	0.432	0.295							
	0.389	0.459	0.346	0.233	0.265	0.303							
2	0.389	0.464	0.411	0.359	0.382	0.301	0.389	0.527	0.424	0.321	0.341	0.306	
	0.389	0.580	0.434	0.288	0.328	0.306							
	0.389	0.538	0.426	0.314	0.314	0.312							

Nota: Elaboración propia 2019

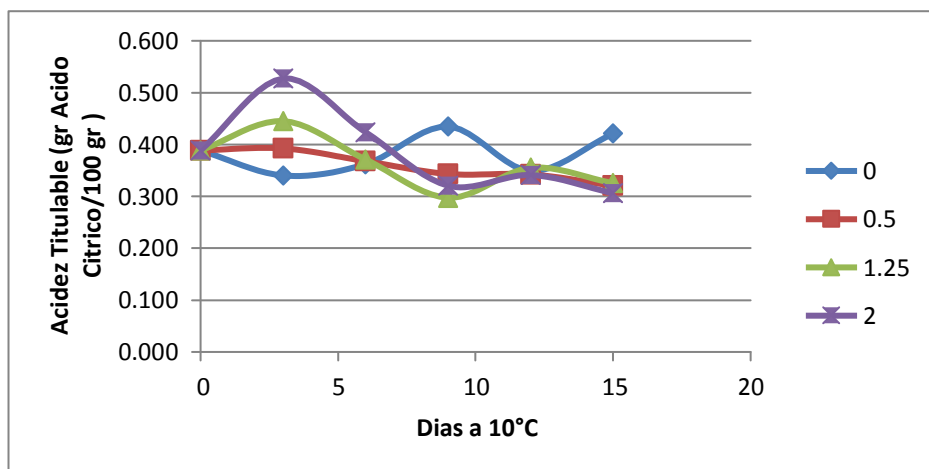


Figura 4 Acidez titulable (expresada como % ácido cítrico) de arándanos durante 15 días almacenamiento a 10°C.

3.1.4. Efecto de cubierta comestible activada con CaCl_2 sobre el pH del arándano durante 15 días de almacenamiento a 10°C.

Los valores del pH de la pulpa del arándano con cubierta de alginato fueron monitoreados por 15 días de almacenamiento a 10°C y los resultados son presentados en la tabla 9, donde podemos observar el resultado de las tres muestras para tratamiento, promedios, R^2 y el análisis estadístico en el Anexo 4.

A partir de la tabla 9 y procesados en la figura 5 podemos observar que no se tiene una tendencia lineal sino una tendencia polinómica, para los tres tratamientos; con el valor $R^2 > 0.5$.

A los 15 días de almacenamiento los valores de pH de la pulpa de los arándanos al termino del almacenamiento en las muestras control fueron más altos que en los tratamientos con cloruro de calcio y; aunque las diferencias no son significativas, podemos ver que los tratamientos con cloruro de calcio mantienen el pH del arándano más cerca de los valores iniciales de almacenamiento (pH 3.050).

Tabla 9

pH del Arándano durante 15 días de almacenamiento con cubierta de alginato con diferentes % de cloruro de calcio

Tratamiento (% CaCl ₂)	Días de Almacenamiento a 10°C						Promedio de las tres muestras					
	0	3	6	9	12	15	0	3	6	9	12	15
0	3.050	3.352	3.460	3.370	3.640	3.520	3.050	3.352	3.460	3.370	3.640	3.516
	3.050	3.349	3.466	3.365	3.645	3.512						
	3.050	3.355	3.454	3.375	3.635	3.528						
0.5	3.050	3.570	3.260	2.950	3.190	3.210	3.050	3.463	3.157	2.850	3.330	3.313
	3.050	3.340	3.090	2.840	3.480	3.340						
	3.050	3.480	3.120	2.760	3.320	3.390						
1.25	3.050	3.350	3.120	2.890	3.230	3.330	3.050	3.380	3.217	3.053	3.213	3.350
	3.050	3.410	3.265	3.120	3.100	3.410						
	3.050	3.380	3.265	3.150	3.310	3.310						
2	3.050	3.450	3.275	3.100	3.130	3.440	3.050	3.360	3.182	3.003	3.177	3.343
	3.050	3.300	3.125	2.950	3.150	3.270						
	3.050	3.330	3.145	2.960	3.250	3.320						

Nota: Elaboración propia 2019

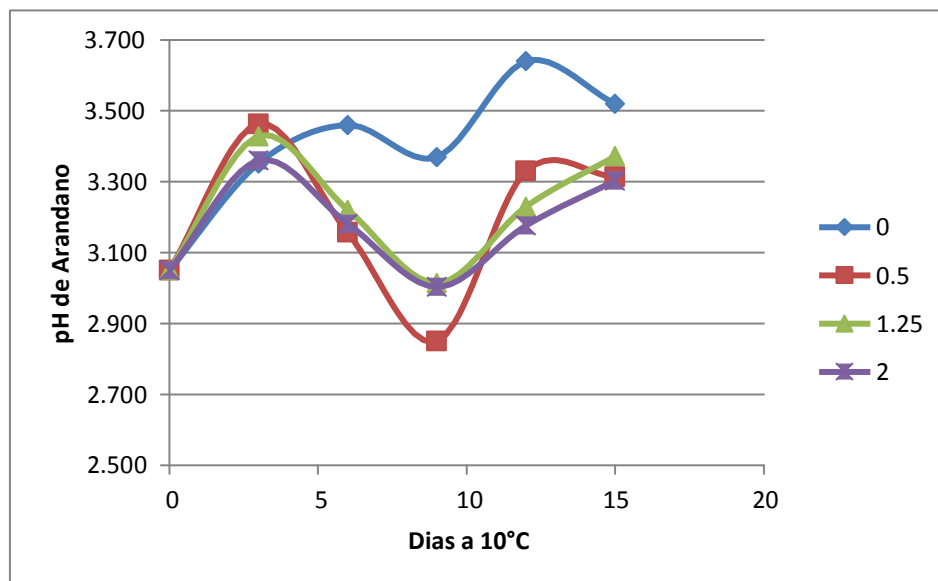


Figura 5 pH de la pulpa de arándano durante 15 días de almacenamiento a 10°C

3.1.5. Efecto de cubierta comestible activada con CaCl_2 sobre el °Brix del arándano durante 15 días de almacenamiento.

El contenido de sólidos solubles totales se midió en °Brix en la pulpa del arándano con cubierta de alginato y fueron monitoreados por 15 días de almacenamiento a 10°C.

En la tabla 10 donde podemos observar los resultados de las tres muestras para tratamiento con cloruro de calcio, promedios, valor de R^2 , donde también podemos observar que los °Brix del arándano en todos los tratamientos durante el tiempo de almacenamiento tienden a aumentar y disminuir con respecto al tratamiento control y el análisis estadístico en el Anexo 5.

A partir de la tabla 10 y procesados en la figura 6 se observa que no se tiene una tendencia lineal para el tratamiento 0.5% y 1.25% por su valor $R^2 < 0.75$, y na tendencia lineal para el tratamiento 2% con el valor $R^2 > 0.82$.

Tabla 10

°Brix de arándano durante 15 días de almacenamiento con cubierta de Alginato con diferentes % de Cloruro de Calcio

Tratamiento (% CaCl ₂)	Días de Almacenamiento a 10°C						Promedio de las tres muestras					
	0	3	6	9	12	15	0	3	6	9	12	15
0	11.400	12.000	12.000	12.000	12.000	13.500	11.400	12.000	12.000	11.700	12.000	13.500
	11.400	11.900	12.070	12.043	12.000	13.520						
	11.400	12.100	11.930	11.057	12.000	13.480						
0.5	11.400	18.000	15.000	12.000	9.000	12.000	11.400	14.300	13.150	12.000	11.500	12.000
	11.400	11.700	11.850	12.000	12.000	12.000						
	11.400	13.200	12.600	12.000	13.500	12.000						
1.25	11.400	10.200	11.100	12.000	12.000	12.000	11.400	12.100	12.150	12.200	12.000	12.500
	11.400	12.900	12.750	12.600	12.000	13.500						
	11.400	13.200	12.600	12.000	12.000	12.000						
2	11.400	10.800	11.400	12.000	12.000	15.000	11.400	10.870	11.385	11.900	12.500	13.000
	11.400	11.700	11.700	11.700	13.500	12.000						
	11.400	10.110	11.055	12.000	12.000	12.000						

Nota: Elaboración propia 2019

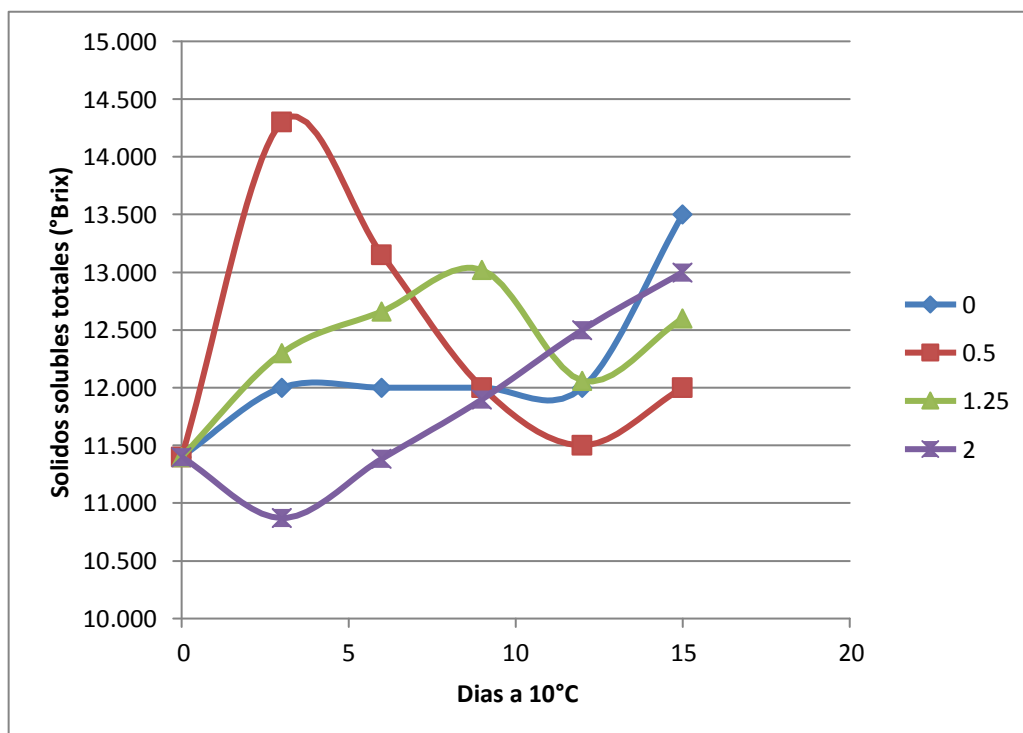


Figura 6 Contenido de sólidos totales durante 15 días de almacenamiento a 10°C.

3.1.6. Efecto de cubierta comestible activada con CaCl_2 sobre el contenido de Vitamina C del Arándano durante 15 días de almacenamiento a 10°C.

Los contenidos de ácido ascórbico expresados en mg% fueron monitoreados durante el almacenamiento del arándano a 10°C, los resultados se presentan en la tabla 11.

En la tabla 11 se muestra el promedio de las 3 muestras para cada uno de los tratamientos, promedios y valor de R^2 durante los días de almacenamiento analizados en esta investigación que se realizó. Para el tratamiento 0.5% y 1.25% es una tendencia polinómica con su valor de $R^2 < 0.75$ y el tratamiento 2% tiene una tendencia lineal con el valor de $R^2 > 0.75$.

Tabla 11

Vitamina C de arándano durante 15 días de almacenamiento con cubierta de alginato con diferentes % de cloruro de calcio

Tratamiento (% CaCl ₂)	Días de Almacenamiento a 10°C						Promedio de las tres muestras					
	0	3	6	9	12	15	0	3	6	9	12	15
0	6.466	7.695	6.290	7.537	7.591	9.572	6.466	7.695	6.290	7.537	7.591	9.572
	6.466	7.693	6.287	7.530	7.589	9.561						
	6.466	7.697	6.293	7.544	7.593	9.582						
0.5	6.466	7.463	8.366	9.269	9.189	6.743	6.466	8.608	8.842	9.076	12.182	9.476
	6.466	7.793	7.373	6.952	14.549	10.099						
	6.466	10.567	10.787	11.008	12.809	11.587						
1.25	6.466	11.322	13.386	15.449	11.194	9.269	6.466	9.344	11.268	13.192	10.551	11.002
	6.466	8.806	9.514	10.221	14.280	10.720						
	6.466	7.903	10.904	13.904	6.180	13.018						
2	6.466	8.887	11.847	14.807	12.858	7.725	6.466	8.257	9.622	10.986	10.714	10.424
	6.466	8.723	7.838	6.952	11.100	16.011						
	6.466	7.160	9.180	11.201	8.183	7.537						

Nota: Elaboración propia 2019

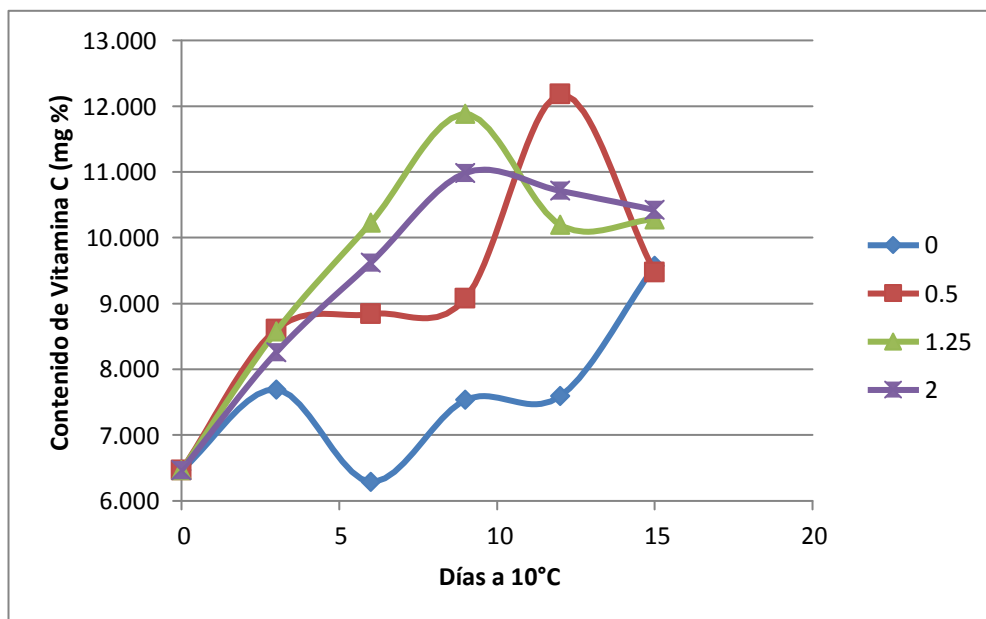


Figura 7 Contenido de Vitamina C (mg %) en arándanos durante 15 días de almacenados a 10°C.

3.2. Efecto de la aplicación de cubierta comestible de alginato activada con eritorbato de sodio durante 15 días de almacenamiento a 10°C.

3.2.1. Efecto de cubierta comestible activada con eritorbato de sodio sobre el porcentaje de variación de peso.

Los frutos maduros de arándanos con diferentes tratamientos de eritorbato de sodio fueron evaluados en su % de pérdida de peso en almacenamiento a 10°C y una humedad relativa de 70%. Los resultados de las pruebas se presentan en la tabla 12 y el análisis estadístico en el Anexo 7.

En la tabla 12 se observa los resultados de las tres muestras, promedio y valor de R^2 para cada tratamiento durante los 15 días de almacenamiento analizados en esta investigación que se realizó.

A partir de la tabla 12 y procesados en la figura 8 se puede observar que la pérdida de peso mantiene una tendencia lineal para todos los tratamientos con valor $R^2 > 0.74$, y para ver si hay diferencia significativa se realizó el análisis estadístico.

Tabla 12

(%) de variación de peso durante 15 días de almacenamiento a 10°C con cubiertas de alginato con diferentes tratamientos de eritorbato de sodio

Tratamiento		Dias de Almacenamiento a 10°C					Promedio de las tres muestras						
Eritorbato de Sodio (%)		0	3	6	9	12	15	0	3	6	9	12	15
0		0.00	0.93	1.67	2.99	3.75	5.66	0.00	0.84	1.55	3.26	4.30	6.85
		0.00	0.79	1.38	3.45	4.66	7.47						
		0.00	0.80	1.61	3.34	4.48	7.42						
1		0.00	1.01	1.62	3.60	4.55	8.32	0.00	0.87	1.53	3.40	4.43	7.42
		0.00	0.86	1.46	3.33	4.46	7.42						
		0.00	0.73	1.52	3.28	4.29	6.51						
2		0.00	0.80	0.00	3.85	7.27	6.78	0.00	0.79	1.17	3.75	5.99	8.19
		0.00	0.72	1.50	3.56	5.77	8.31						
		0.00	0.85	2.02	3.83	4.92	9.47						

Nota: Elaboración propia 2019

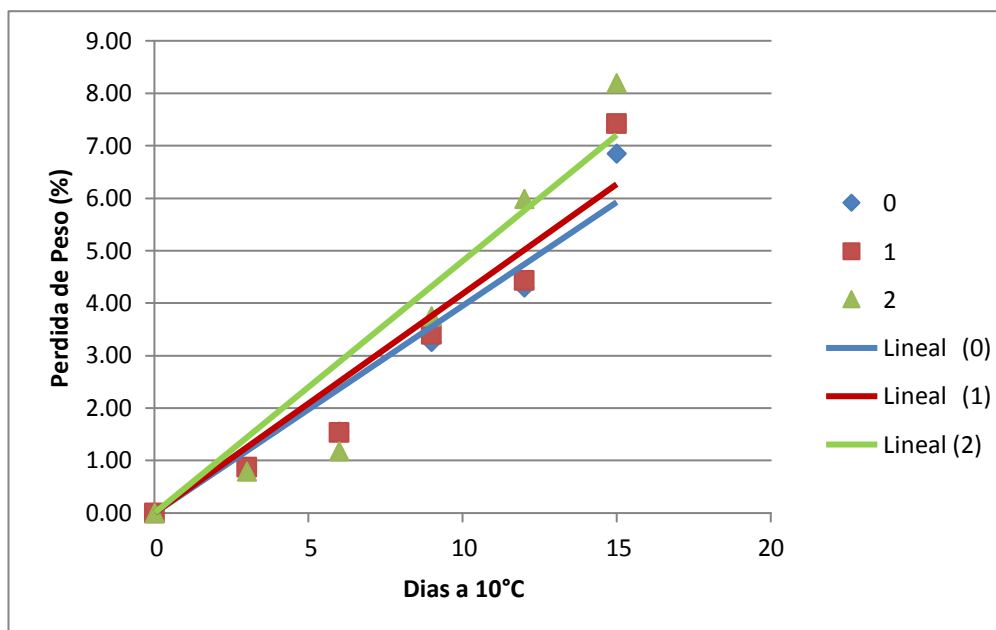


Figura 8 Pérdida de peso de arándanos con cubierta de alginato con diferentes tratamientos de eritorbato de sodio a 10°C, durante 15 días de almacenamiento.

3.2.2. Efecto de cubierta comestible activada con eritorbato de sodio sobre la textura del arándano durante 15 días de almacenamiento.

Los resultados de los promedios de las muestras para cada tratamiento se muestran en la tabla 13 y el análisis estadístico en el anexo 8.

En la tabla 13 se muestra los resultados de las tres muestras, promedio para cada tratamiento durante los 15 días de almacenamiento, analizados en esta investigación que se realizó

A partir de los datos de la tabla 13 y procesados en la figura 9 podemos observar que no hay una tendencia lineal sino una tendencia polinómica para el tratamiento para los tres tratamientos con valor $R^2 < 0.75$ y para ver si hay diferencia significativa se realiza el análisis estadístico (ANOVA), la cual se determinó que no hay diferencias significativas para los tratamientos y la muestra control.

Tabla 13

Textura (g al corte) de arándanos durante 15 días de almacenamiento a 10°C con cubiertas de alginato con diferentes tratamientos de eritorbato de sodio.

Tratamiento (% Peso)		Días de Almacenamiento a 10°C						Promedio de las tres muestras					
Eritorbato de Sodio		0	3	6	9	12	15	0	3	6	9	12	15
0		331.64	345.83	349.92	336.50	366.50	401.08	331.64	339.94	339.36	358.58	382.44	404.17
		331.64	321.83	325.75	369.92	400.67	372.50						
		331.64	352.17	342.42	369.33	380.17	438.92						
1		331.64	316.08	362.83	346.25	332.67	389.75	331.64	348.39	344.42	349.28	356.86	399.44
		331.64	326.00	322.00	354.00	400.17	383.92						
		331.64	403.08	348.42	347.58	337.75	424.67						
2		331.64	350.92	360.00	391.00	352.08	364.67	331.64	335.92	350.53	390.03	373.53	381.31
		331.64	327.08	368.00	401.50	396.58	407.17						
		331.64	329.75	323.58	377.58	371.92	372.08						

Nota: Elaboración propia 2019

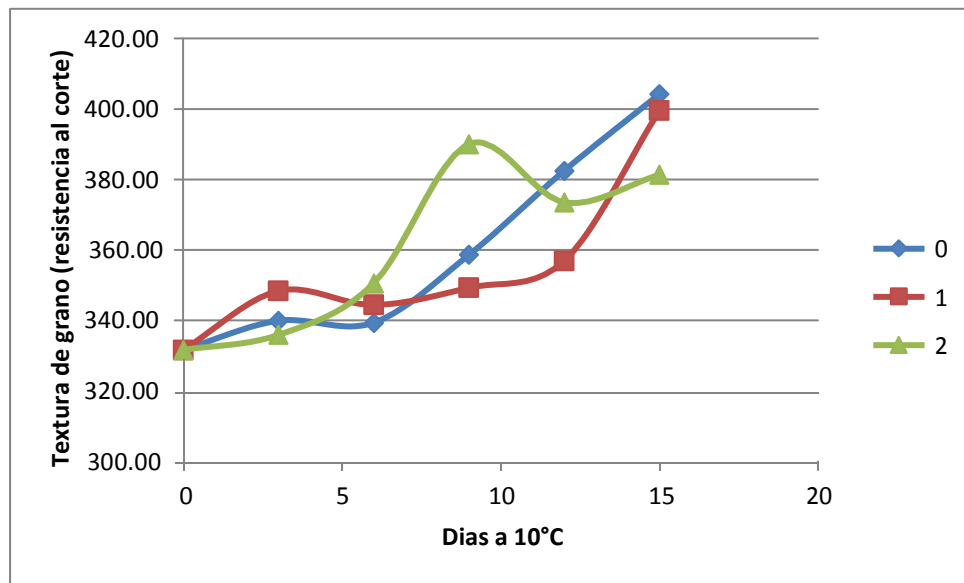


Figura 9 Textura de arándanos con cubierta y tratamiento con eritorbato de sodio durante 15 días de almacenamiento a 10°C

3.2.3. Efecto de cubierta comestible activada con eritorbato de sodio sobre la acidez titulable del arándano durante 15 días de almacenamiento a 10°C.

La acidez titulable expresada en ácido cítrico fue monitoreada a lo largo del almacenamiento a 10°C de arándanos con cubierta de alginato y con tratamientos de eritorbato de sodio con diferentes concentraciones.

En la tabla 14 se muestra los resultados de los promedios de las muestras para cada tratamiento de eritorbato de sodio durante los 15 días de almacenamiento que se analizaron en esta investigación que se realizó y el análisis estadístico en el anexo 9.

Como se puede observar la acidez titulable del arándano control y de los tratamientos tiende disminuir rápidamente hasta llegar a estabilizarse ligeramente por debajo del valor inicial al almacenamiento, como se puede apreciar en la figura 10.

A partir de los datos de la tabla 13 y procesados en la figura 10 podemos observar que no se tiene una tendencia lineal sino una tendencia polinómica con valor $R^2 < 0.5$, para todos los tratamientos.

Tabla 14

Acidez titulable (% ácido cítrico) durante 15 días de almacenamiento a 10°C con cubierta de alginato para diferentes tratamientos de eritorbato de sodio

Tratamiento (% Peso)		Días de Almacenamiento a 10°C						Promedio de las tres muestras					
Eritorbato de sodio		0	3	6	9	12	15	0	3	6	9	12	15
0		0.511	0.340	0.362	0.435	0.349	0.421	0.511	0.302	0.387	0.397	0.377	0.415
		0.511	0.280	0.432	0.374	0.359	0.337						
		0.511	0.286	0.365	0.382	0.423	0.488						
1		0.511	0.317	0.431	0.329	0.332	0.479	0.511	0.340	0.399	0.381	0.362	0.415
		0.511	0.400	0.345	0.444	0.437	0.377						
		0.511	0.302	0.423	0.368	0.317	0.390						
2		0.511	0.404	0.461	0.380	0.392	0.376	0.511	0.334	0.350	0.372	0.368	0.404
		0.511	0.288	0.305	0.359	0.336	0.457						
		0.511	0.311	0.283	0.376	0.376	0.378						

Nota: Elaboración propia 2019

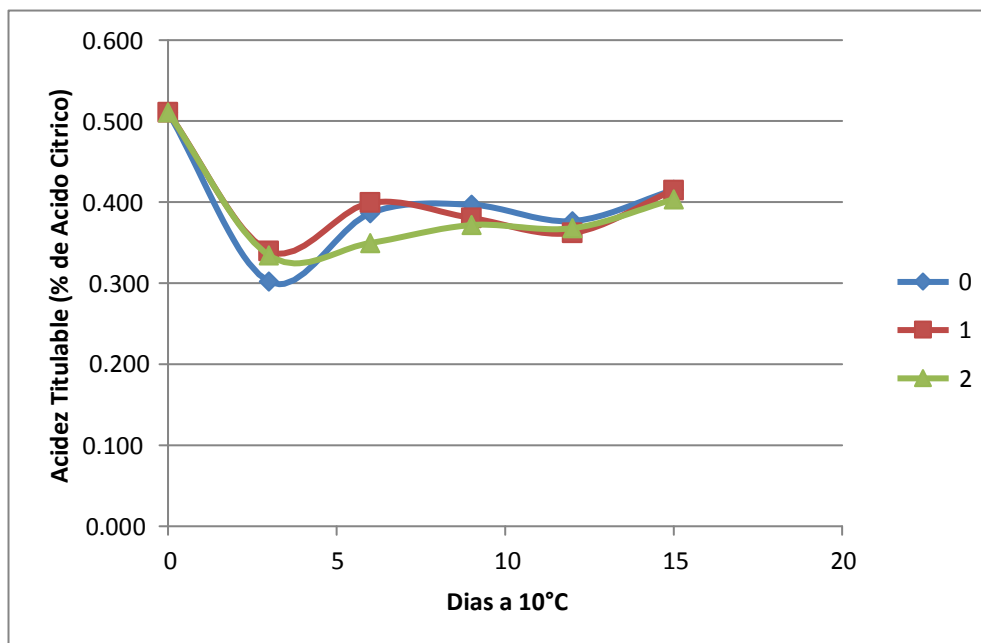


Figura 10 Acidez titulable (expresada como % ácido cítrico) de arándanos con cubierta y tratamiento con eritorbato de sodio durante 15 días de almacenamiento a 10°C.

3.2.4. Efecto de cubierta comestible activada con eritorbato de sodio sobre el pH del arándano durante 15 días almacenado.

Los valores del pH de la pulpa del arándano con cubierta de alginato fueron monitoreados por 15 días de almacenamiento a 10°C y los resultados son presentados en la Tabla 15.

En la Tabla 15 se verifica los resultados de las tres muestras, promedio cada tratamiento y valor de R^2 de eritorbato de sodio analizado en esta investigación que se realizó

A partir de la tabla 25 y procesados en la figura 11 podemos verificar que no se tiene una tendencia lineal sino una tendencia polinómica para el tratamiento 1% y una tendencia lineal para el 2% con valor $R^2 > 0.7$. Para ver si hay diferencia significativa realizamos el análisis de varianza (ver anexo 10)

Tabla 15

pH durante 15 días de almacenamiento a 10°C con cubierta de alginato con diferentes tratamientos de eritorbato de sodio

Tratamiento (% Peso)		Días de Almacenamiento a 10°C					Promedio de las tres muestras						
Eritorbato de sodio		0	3	6	9	12	15	0	3	6	9	12	15
0		3.500	3.590	3.460	3.370	3.640	3.520	3.500	3.613	3.623	3.607	3.720	3.570
		3.500	3.470	3.740	3.640	3.780	3.690						
		3.500	3.780	3.670	3.810	3.740	3.500						
1		3.500	3.770	3.540	3.740	3.700	3.590	3.500	3.647	3.647	3.607	3.707	3.637
		3.500	3.430	3.830	3.660	3.720	3.710						
		3.500	3.740	3.570	3.420	3.700	3.610						
2		3.500	3.440	3.390	3.680	3.670	3.840	3.500	3.560	3.603	3.680	3.767	3.670
		3.500	3.430	3.750	3.700	3.910	3.490						
		3.500	3.810	3.670	3.660	3.720	3.680						

Nota: Elaboración propia 2019

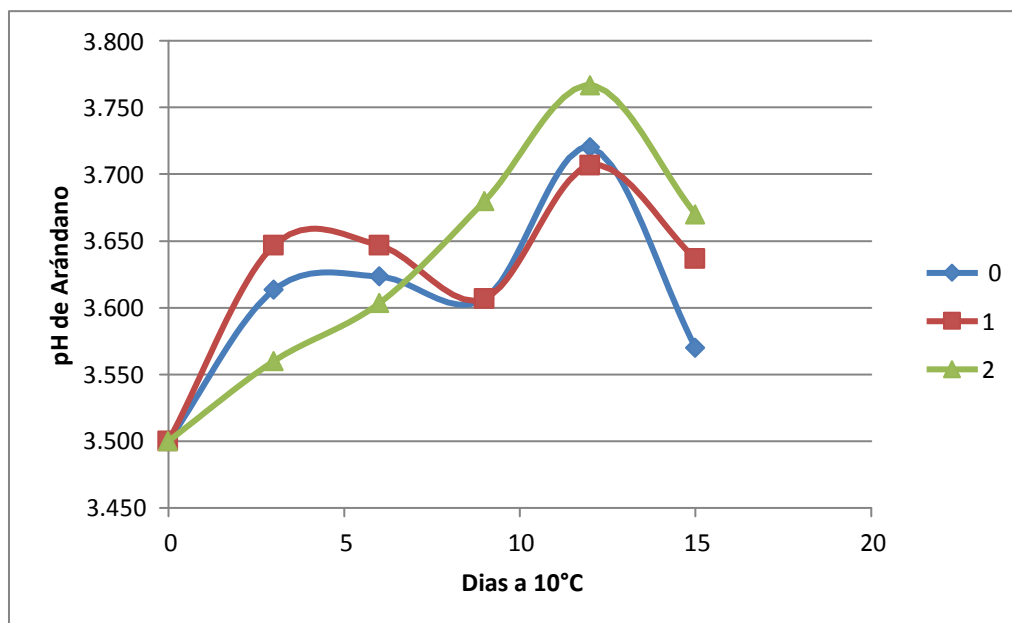


Figura 11 pH de la pulpa de arándano con cubierta de alginato activada con diferentes tratamientos de eritorbato de sodio durante 15 días de almacenamiento a 10°C.

3.2.5. Efecto de cubierta comestible activada con eritorbato de sodio sobre el °Brix del arándano durante 15 días de almacenamiento

El contenido de sólidos solubles totales se midió en °Brix en la pulpa del arándano con cubierta de alginato y con tratamientos de eritorbato de sodio fueron monitoreados por 15 días de almacenamiento a 10°C. Los resultados son presentados en la Tabla 16 y el análisis estadístico en el Anexo 11.

En la tabla 16 se puede observar los resultados de las tres muestras, promedios y valor de R^2 para cada tratamiento de eritorbato de sodio en esta investigación que se realizó

A partir de los datos de la tabla 16 y procesados en la figura 12 podemos verificar que en todos los tratamientos tiende a aumentar y disminuir en los días de almacenamiento mostrando así no una tendencia lineal sino una tendencia polinómica, para todos los tratamientos con valor $R^2 < 0.60$.

Tabla 16

°Brix de arándano con cubierta de alginato durante 15 días de almacenamiento a 10°C con diferentes tratamientos de eritorbato de sodio

Tratamiento (% Peso)		Días de Almacenamiento a 10°C						Promedio de las tres muestras					
Eritorbato de Sodio		0	3	6	9	12	15	0	3	6	9	12	15
0		15.00	12.00	12.00	12.00	12.00	13.50	15.00	14.00	13.00	12.00	14.00	12.50
		15.00	15.00	12.00	12.00	15.00	12.00						
		15.00	15.00	15.00	12.00	15.00	12.00						
1		15.00	15.00	15.00	12.00	12.00	12.00	15.00	13.00	13.00	11.50	13.00	13.00
		15.00	12.00	12.00	10.50	12.00	15.00						
		15.00	12.00	12.00	12.00	15.00	12.00						
2		15.00	12.00	12.00	10.50	12.00	15.00	15.00	14.00	13.00	12.50	11.00	13.00
		15.00	15.00	12.00	15.00	9.00	12.00						
		15.00	15.00	15.00	12.00	12.00	12.00						

Nota: Elaboración propia 2019

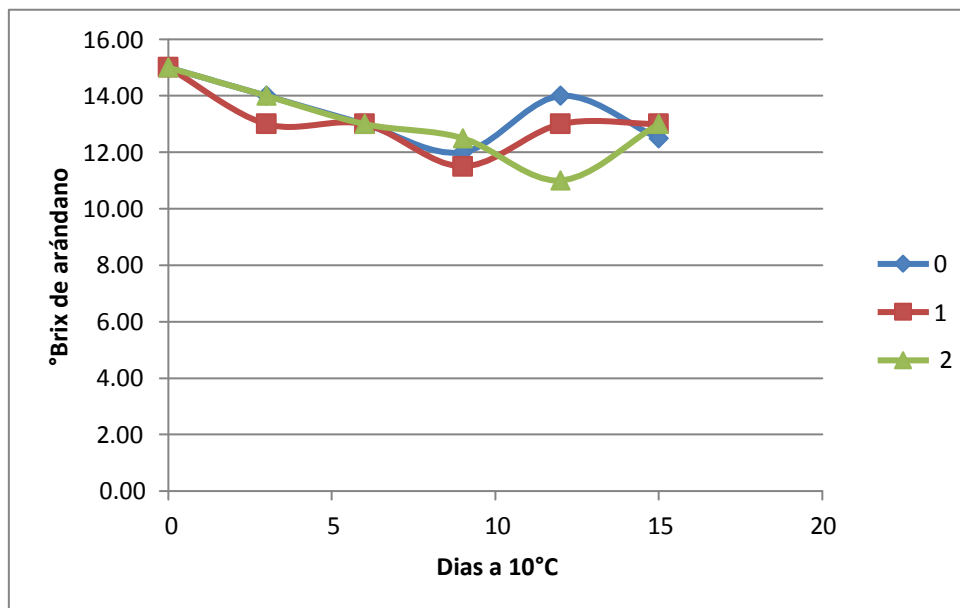


Figura 12 Contenido de sólidos totales de arándanos durante 15 días de almacenamiento a 10°C con cubierta de alginato activada con eritorbato de sodio

3.2.6. Efecto de cubierta comestible activada con eritorbato de sodio sobre el contenido de Vitamina C del Arándano durante 15 días en almacenamiento.

Los contenidos de ácido ascórbico expresados en mg% fueron monitoreados durante el almacenamiento del arándano a 10°C para los arándanos control y con tratamientos de eritorbato de sodio, los resultados se presentan en la tabla 17 y el análisis estadístico en el Anexo 12.

En la tabla 17 se observa el promedio de las muestras para cada tratamiento durante los días de almacenamiento en esta investigación que se realizó.

A partir de los datos de tabla 17 y procesados en la figura 13 se verificó que todos los tratamientos tienden a subir y bajar con el almacenamiento de 15 días a 10°C, mostrando una tendencia lineal para los tres tratamientos con valor de $R^2 > 0.85$.

Tabla 17

Vitamina C (% mg) de arándano durante 15 días de almacenamiento a 10°C con cubierta de alginato y diferentes tratamientos con eritorbato de Sodio

Tratamiento (% Peso)		Días de almacenamiento a 10°C						Promedio de las tres muestras					
Eritorbato de Sodio		0	3	6	9	12	15	0	3	6	9	12	15
0		6.77	7.69	6.29	7.54	7.59	9.57	6.77	7.96	6.88	8.24	8.98	10.91
		6.77	8.04	7.86	10.46	9.74	12.34						
		6.77	8.15	6.48	6.72	9.61	10.80						
1		6.77	6.40	7.85	8.50	7.86	11.11	6.77	7.44	7.94	8.44	8.36	10.29
		6.77	8.15	8.97	8.37	7.34	10.22						
		6.77	7.77	7.00	8.47	9.88	9.52						
2		6.77	7.93	8.81	8.97	9.69	9.03	6.77	6.72	8.34	7.83	9.42	11.36
		6.77	6.29	8.08	6.29	9.61	12.69						
		6.77	5.93	8.12	8.23	8.97	12.34						

Nota: Elaboración propia 2019

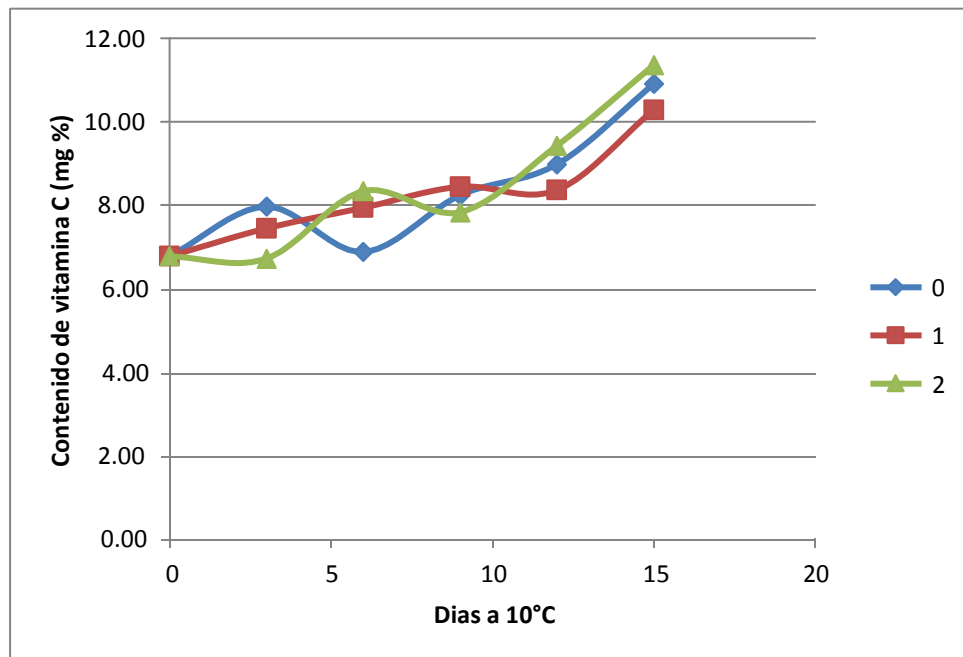


Figura 13 Contenido de vitamina C (mg %) en arándanos con cubierta de alginato activada con eritorbato de sodio durante 15 días de almacenado a 10°C.

IV. DISCUSIÓN

A los 15 días de almacenamiento se puede apreciar los arándanos que fueron recubiertos con Alginato activado al 0.5% de Cloruro de Calcio presentaron menores (3.98) % de pérdida de peso que los arándanos de control, ello es congruente con los resultados presentados por Peretto et al. (2017) quien en ensayos con fresa cubiertas observó el mismo efecto protector; así mismo Jiang (2013) observó una disminución de la pérdida de peso en champiñones cubiertos con Alginato. La respiración es el principal proceso de deterioro de los frutos, el mismo es atenuado por la bajas temperatura, que logran disminuir la tasa respiratoria y la pérdida excesiva de agua, así como la velocidad de las reacciones bioquímicas y enzimáticas (Guerra, 1996).

Al analizar la textura a los 15 días de almacenamiento a 10°C se pudo determinar qué; no existen diferencias significativas en la textura entre los tratamientos, conforme la concentración de CaCl_2 en el tratamiento aumenta la resistencia al corte. La disminución de la textura en el arándano durante el almacenamiento es un fenómeno reportado por Duan, et al. (2011), cuya base química se halla en la hidrólisis de las sustancias pécticas y la conversión de almidón en azúcar (propios del proceso de maduración), dato que se correlaciona con los datos experimentales presentados en la tabla 7, en los análisis al 1.25 y 2% de CaCl_2 .

Los valores de pH a los 15 días de almacenamiento se indica en la Tabla 8 y 9; en ambos casos ($\text{pH } 2.850 \pm 3.640$ y Acidez Titulable 0.527 ± 0.297), mientras que para Saftner et al. (2008), en arándanos (*V. corymbosum*) encontraron un pH entre 2,5-3,4. Igualmente, Pino (2007) reportó valores que oscilaron entre 2,68 y 3,35; para la Acidez (%) fue de 0.8 ± 0.01 , mientras que para (Mitcham et al., 2007) debería estar en un rango de 0.4-1.31%.

Los tratamientos con CaCl_2 sobre °Brix a los 15 días de almacenamiento fueron significativamente inferiores al tratamiento control, la cual también podemos observar que no se tiene una tendencia lineal sino una tendencia polinómica, para el tratamiento 1.25 % y 2%, con el valor de $R^2 < 0.5$. En cuanto a los incrementos del contenido de sólidos solubles, Duan et al., (2011) reportaron que para el caso de arándanos almacenados a 2°C por 7 días los incrementos fueron de hasta 0.2° Brix; mientras que en nuestro caso el incremento fue de 0.6° Brix (arándano con cubierta de Alginato al 0.5%), valor bastante aceptable considerando que al analizar se realizaron a 10°C y por 15 días.

La determinación de vitamina C fue en zumo a los 15 días de almacenamiento obteniendo como resultado (9.572-11.002) mg/100 ml de muestra que comparándolo se encuentra dentro del rango de lo que menciona la base de datos de los nutrientes de la USDA sobre el arándano azul (*Vaccinium corymbosum*) el cual indica un contenido de vitamina C de 9,7 mg.

En los estudios de Duan et al. (2011); se reportaron pérdidas de hasta 14% en un periodo de 12 días a 2°C para la variedad Biloxi; en los análisis realizados a los 15 días de almacenamiento en arándanos con y sin recubiertos activados con cubiertas de alginato al 0% y 2% con eritorbato de sodio perdieron entre 6.85% y 8.19%, en el caso de las cubiertas al 1% se evidencio perdidas de solo 7.42% en promedio; lo cual demuestra la bondad de las cubiertas comestible activada con eritorbato para reducir la pérdida de peso en la variedad Biloxi de producción nacional.

La evolución de la textura durante el almacenamiento fue analizada por Giongo, et. al, (2013), demostrando que la textura presenta un incremento durante el proceso de maduración y un decrecimiento al finalizar la maduración y el inicio de la senescencia; al analizar a los 15 días de almacenamiento se evidenció que la textura se mantuvo en incremento durante todo el periodo de almacenamiento; lo cual demuestra que las cubiertas activadas con 1% de eritorbato lograron retrasar el inicio de la senescencia en los arándanos.

El pH del arándano es fuertemente influenciado por el contenido de acidez titulable que presentó una tendencia polinómica a lo largo del almacenamiento y tienden a incrementarse con el tiempo como se aprecia (Tabla 15), y en concordancia a lo reportado por Beaudry, et al. (1998) y por Duan et al. (2011), quienes también lo correlacionaron el contenido de acidez total y el pH.

El porcentaje de sólidos solubles se determinó directamente por lectura en el refractómetro de 0 a 32 °Bx, los resultados obtenidos variaron no muy significativamente ya que los frutos escogidos estaban todos en un estado de maduración homogéneo de color azul intenso obteniendo como promedio 13 °Bx a los 15 días de almacenamiento. En trabajos anteriores, frutos de color verde rosa en la zona peduncular, registraron valores iguales o superiores a 10°Brix (Feippe et al., 2010).

A partir de los resultados se puede observar que los contenidos de vitamina C en el arándano con cubierta de alginato activado con eritorbato de sodio se incrementaron hasta 4.59%, a los 15 días de almacenamiento a 10°C y tiene concordancia con lo indicado por Kalt, et. al, (2000).

Los incrementos reportados fueron en menor cuantía que durante los análisis realizados con cubiertas activadas con cloruro de calcio, y siendo que los incrementos en Vitamina C y de otros compuestos antioxidantes en frutas son indicadores del proceso de maduración (Valero et al., 2013), podemos afirmar que a los 15 días de almacenamiento a 10°C las cubiertas comestibles de alginato activadas con eritorbato de sodio logran reducir el % de peso de los arándanos; y dentro de los valores ensayados las cubiertas al 1% mostraron mayor efectividad con respecto a los demás tratamientos; aun cuando no alcanzaron a mostrar diferencias significativas ($p>0.05$).

V. CONCLUSIONES

Se determinó la influencia de la adición de cloruro de calcio en concentraciones de 0%, 0.5%, 1.25%, 2% y el eritorbato de sodio en concentraciones de 0%, 1% y 2% en cubiertas comestibles de alginato sobre el tiempo de almacenamiento de arándanos (*Vaccinium corymbosus L.*).

A los 15 días de almacenamiento a 10°C las cubiertas comestibles de alginato activadas con cloruro de calcio mostraron que hay diferencia significativa para los tratamientos, % de pérdida de peso al 0.50% que es el que tiene menor promedio (3.98%) de pérdida de peso, la acidez titulable para las concentraciones al 0.5%, 1.25%, 2.0% obteniéndose valores inferiores incluso a la inicial ; en cuanto a la textura el mejor tratamiento es al 2 % con 346.19 g, para el pH al 0.5% con 3.313; para el contenido del °Brix al 0.5% con 12°Bx, para la vitamina C al 1.25% con 11.002 mg/100g.

A los 15 días de almacenamiento a 10°C las cubiertas comestibles de alginato activadas con eritorbato de sodio, podemos resaltar que variación de pérdida de peso es menor con el tratamiento al 1% con 7.42%, para la textura al 1% con 399.44g, para la acidez titulable al 2% con 0.404%, en pH al 1% con 3.637%, para el nivel de grados Brix al 1 y 2% con 13°Bx y para la vitamina C la concentración al 2% con 11.36mg/100g. Resultando este tratamiento mejor para el contenido de vitamina C.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1. Se recomienda determinar la vida útil del arándano con un almacenamiento de 10°C, con concentraciones de 0.5% de alginato y 0.5 % de cloruro de calcio
- 6.2. Se recomienda investigar el efecto del uso de diferentes concentraciones de alginato para evaluar la modificación de las características de las cubiertas comestibles.
- 6.3. Se recomienda investigar la variación de los parámetros de calidad del arándano con diferentes temperaturas de almacenamiento

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abbott J.A.; (2004) Textural Quality Assessment for Fresh Fruits and Vegetables. In: Shahidi F., Spanier A.M., Ho CT., Braggins T. (eds) Quality of Fresh and Processed Foods. Advances in Experimental Medicine and Biology, vol 542. Springer, Boston, MA
- Aday, M. S., & Caner, C. (2013). The shelf life extension of fresh strawberries using an oxygen absorber in the biobased package. *LWT - Food Science and Technology*, 52(2), 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.06.006>
- Azeredo, H. M. C., Miranda, K. W. E., Rosa, M. F., Nascimento, D. M., & de Moura, M. R. (2012). Edible films from alginate-acerola puree reinforced with cellulose whiskers. *LWT - Food Science and Technology*, 46(1), 294–297. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.09.016>.
- BARCELÓ, J; NICOLÁS, G.; SABATER, B. y SÁNCHEZ, R. 2001. Fisiología vegetal. Pirámide. Madrid, España. 566 p.
- Barrett, D. M., Somogyi, L., & Ramaswamy, H. S. (Eds.). (2004). *Processing Fruits Science and Technology* (2 Edicion). Danvers, USA: CRC Press
- Beaudry, R. M., Moggia, C. E., Retamales, J. B., & Hancock, J. F. (1998). Quality of “Ivanhoe” and “Bluecrop” blueberry fruit transported by air and sea from Chile to North America. *HortScience*.
- Benbettaieb, N., Karbowiak, T., & Debeaufort, F. (2017). Bioactive edible films for food applications: Influence of the bioactive compounds on film structure and properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(7), 1137–1153. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1393384>
- BEAUDRY, R. M. 1992. Blueberry quality characteristics and how can they be optimizet. Annual Report of the Michigan State Horticultural Society 122: 140-145.

- César Armando Romero, MINAGRI-DGPA-DEEIA. 2016. Producción, Comercio y Perspectivas.
http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia_plantas/f01-cultivo/el_arandano.pdf
- Chiabrando, V., & Giacalone, G. (2015). Anthocyanins , phenolics and antioxidant capacity after fresh storage of blueberry treated with edible coatings. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 00(00), 1–6.
<https://doi.org/10.3109/09637486.2014.986075>
- CHIABRANDO, V.: GIACALONE, G.; ROLLE, L. 2009. Mechanical behavior and quality traits of highbush blueberry during postharvest storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 989-992.
- Choi, D. S., Park, S. H., Choi, S. R., Kim, J. S., & Chun, H. H. (2015). The combined effects of ultraviolet-C irradiation and modified atmosphere packaging for inactivating *Salmonella enterica* serovar Typhimurium and extending the shelf life of cherry tomatoes during cold storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 3, 19–30. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2014.10.005>
- Connor, A. M. C., Luby, J. J., Hancock, J. F., Berkheimer, S., & Hanson, E. J. (2002). Changes in Fruit Antioxidant Activity among Blueberry Cultivars during Cold-Temperature Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 896–898.
- Dhall, R. K. (2013). Advances in Edible Coatings for Fresh Fruits and Vegetables: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5), 435–450.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2010.541568>
- Díaz-Mula, H. M., Serrano, M., & Valero, D. (2012). Alginate Coatings Preserve Fruit Quality and Bioactive Compounds during Storage of Sweet Cherry Fruit. *Food and Bioprocess Technology*, 5(8), 2990–2997. <https://doi.org/10.1007/s11947->

- Duan, J., Wu, R., Strik, B. C., & Zhao, Y. (2011). Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 59(1), 71–79.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.08.006>
- Eum, H. L., Hong, S. C., Chun, C., Shin, I. S., Lee, B. Y., Kim, H. K., & Hong, S. J. (2013). Influence of temperature during transport on shelf-life quality of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L. cvs. Bluetta, Duke). *Horticulture Environment and Biotechnology*, 54(2), 128–133.
<https://doi.org/10.1007/s13580-013-0114-y>
- Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A., & Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science and Technology*, 22(6), 292–303.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.02.004>
- Feippe, A.; Ibañez, F; Calistro, P.; Pereira, C. & Lado, J. (2010). Efecto del estado de madurez a la cosecha sobre la calidad de arándanos de exportación.
- Feliziani, E., Santini, M., Landi, L., & Romanazzi, G. (2013). Pre- and postharvest treatment with alternatives to synthetic fungicides to control postharvest decay of sweet cherry. *Postharvest Biology and Technology*, 78, 133–138.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.12.004>
- Giongo, L., Poncetta, P., Loretto, P., & Costa, F. (2013). Texture profiling of blueberries (*Vaccinium* spp.) during fruit development, ripening and storage. *Postharvest Biology and Technology*, 76, 34–39.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.09.004>
- Gol, N. B., Patel, P. R., & Rao, T. V. R. (2013). Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. *Postharvest Biology*

- and Technology*, 85, 185–195. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.06.008>
- Guerreiro, A. C., Gago, C. M. L., Faleiro, M. L., Miguel, M. G. C., & Antunes, M. D. C. (2015). The effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on *Arbutus unedo* L. fresh fruit storage. *Postharvest Biology and Technology*, 100, 226–233. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.09.002>
- Han, J. H. (2005). *Innovations in Food Packaging*. (J. H. Han, Ed.) (1 Edicion). New York, USA: Academic Press Inc.
- Ilse Fiedler Montero. (2015) “Caracterización Físico-Química Y Sistema de producción del arándano (*Vaccinum myrtillus* L.) En Jalisco”http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5901/Fiedler_Montero_Ilse.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jiang, T. (2013). Effect of alginate coating on physicochemical and sensory qualities of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) under a high oxygen modified atmosphere. *Postharvest Biology and Technology*, 76, 91–97. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.09.005>
- Kalt, W., Forney, C. F., Martin, A., & Prior, R. L. (1999). Antioxidant Capacity, Vitamin C, Phenolics, and Anthocyanins After Fresh Storage of Small Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(11), 4638–4644. <https://doi.org/10.1021/jf990266t>
- Kalt, W., McDonald, J. E., & Donner, H. (2000). Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity of processed lowbush blueberry products. *Journal of Food Science*, 65(3), 390–393. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb16013.x>
- Lee, J. Y., Park, H. J., Lee, C. Y., & Choi, W. Y. (2003). Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents, 36, 323–329. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(03\)00014-8](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(03)00014-8)
- Luksiene, Z., Buchovec, I., & Viskelis, P. (2013). Impact of high-power pulsed light

- on microbial contamination, health promoting components and shelf life of strawberries. *Food Technology and Biotechnology*, 51(2), 284–292.
- Maftoonazad, N., Ramaswamy, H. S., & Marcotte, M. (2008). Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(6), 951–957. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01444.x>
- Mannozi, C., Tylewicz, U., Chinnici, F., Siroli, L., Rocculi, P., Dalla Rosa, M., & Romani, S. (2018). Effects of chitosan based coatings enriched with procyanidin by-product on quality of fresh blueberries during storage. *Food Chemistry*, 251, 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.015>
- Medel, F. 2002. Arbustos frutales. Universidad Austral de Chile y Corporación de Fomento de la Producción. Santiago, Chile. 30 p.
- Muñoz Jáuregui, Ana María, Ramos-Escudero, D. Fernando, Alvarado-Ortiz Ureta, Carlos, & Castañeda Castañeda, Benjamín. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73(3), 142-149
- Moayednia, N., Ehsani, M. R., Emamdjomeh, Z., Asadi, M. M., & Mizani, M. (2010). A note on the effect of calcium alginate coating on quality of refrigerated strawberries. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 49, 165–170.
- Nair, M. S., Saxena, A., & Kaur, C. (2018). Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L.). *Food Chemistry*, 240, 245–252. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.122>
- Nunes, M. C. N., Emond, J.-P., & Brecht, J. K. (2004). Quality Curves for Highbush Blueberries as a Function of the Storage Temperature. *Small Fruits Review*, 3(3–4), 423–440. https://doi.org/10.1300/j301v03n03_18

- Lizama, L. 2002. Madurez óptima y manejo de postcosecha de ciruelas japonesas para exportación. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 252 p.
- Olivas, G. I., Mattinson, D. S., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2007). Alginate coatings for preservation of minimally processed “Gala” apples. *Postharvest Biology and Technology*, 45(1), 89–96. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.11.018>
- Paul, V., & Pandey, R. (2014). Role of internal atmosphere on fruit ripening and storability - A review. *Journal of Food Science and Technology*, 51(7), 1223–1250. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0583-x>
- Peretto, G., Du, W. X., Avena-Bustillos, R. J., De J. Berrios, J., Sambo, P., & McHugh, T. H. (2017). Electrostatic and Conventional Spraying of Alginate-Based Edible Coating with Natural Antimicrobials for Preserving Fresh Strawberry Quality. *Food and Bioprocess Technology*, 10(1), 165–174. <https://doi.org/10.1007/s11947-016-1808-9>
- 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.
- Reque, P. M., Steffens, R. S., Jablonski, A., Flôres, S. H., Rios, A. de O., & de Jong, E. V. (2014). Cold storage of blueberry (*Vaccinium* spp.) fruits and juice: Anthocyanin stability and antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33(1), 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.11.007>
- Retamales, J. B., & Hancock, J. F. (2012). *BLUEBERRIES* (1 Edicion). Oxfordshire, UK: CABI International.
- Ribeiro, C., Vicente, A. A., Teixeira, J. A., & Miranda, C. (2007). Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Postharvest Biology and Technology*, 44(1), 63–70.

<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.11.015>

SAFNER, R.; PAOLASHOCK, J.; EHLENFELDT M.; K.; VINYARD, B. 2008. Instrumental and sensory quality characteristic of blueberry fruit from twelve cultivars. *Postharvest Biology and Technology*. 49: 19-26.

Serradilla, M. J., Villalobos, M. del C., Hernández, A., Martín, A., Lozano, M., & Córdoba, M. de G. (2013). Study of microbiological quality of controlled atmosphere packaged “Ambrunés” sweet cherries and subsequent shelf-life. *International Journal of Food Microbiology*, 166(1), 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.06.006>

Tavassoli-Kafrani, E., Shekarchizadeh, H., & Masoudpour-Behabadi, M. (2016). Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. *Carbohydrate Polymers*, 137, 360–374. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.10.074>

Tezotto-Uliana, J. V., Fargoni, G. P., Geerdink, G. M., & Kluge, R. A. (2014). Chitosan applications pre- or postharvest prolong raspberry shelf-life quality. *Postharvest Biology and Technology*, 91, 72–77. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.12.023>

Treviño-Garza, M. Z., García, S., Flores-González, M. del S., & Arévalo-Niño, K. (2015). Edible Active Coatings Based on Pectin, Pullulan, and Chitosan Increase Quality and Shelf Life of Strawberries (*Fragaria ananassa*). *Journal of Food Science*, 80(8), M1823–M1830. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12938>

The United States Pharmacopoeial Convention. *Farmacopea de los Estados Unidos de América (USP)*. 38th ed. Rockville: The United States Pharmacopoeial Convention 2015.

Valero, D., Díaz-Mula, H. M., Zapata, P. J., Guillén, F., Martínez-Romero, D.,

- Castillo, S., & Serrano, M. (2013). Effects of alginate edible coating on preserving fruit quality in four plum cultivars during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, 77, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.10.011>
- Verde, S. C., Trigo, M. J., Sousa, M. B., Ferreira, A., Ramos, A. C., Nunes, I., ... Botelho, M. L. (2013). Effects of gamma radiation on raspberries: Safety and quality issues. *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current Issues*, 76(4–5), 291–303. <https://doi.org/10.1080/15287394.2013.757256>.
- Vásconez, 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.
- Yahia, E. M. (2011). *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits*. (E. M. Yahia, Ed.), *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits* (1 Edicion). Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1533/9780857092618.31>.
- <http://www.pasqualinonet.es.2007>. Los antioxidantes.

ANEXO 1. Análisis estadístico efecto de cubierta de alginato activada con cloruro de calcio sobre el % de variación de pérdida de peso en arándano almacenado a 10°C

Tabla 18 *Análisis de varianza de un factor*

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0	3	1.092462952	0.364154317	0.000171146
0.5	3	0.757929798	0.252643266	0.001893658
1.25	3	0.971562763	0.323854254	0.003612989
2	3	0.948228842	0.316076281	0.000185537

ANÁLISIS DE
VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.019144167	3	0.006381389	4.353423529	0.042709962	4.06618056
Dentro de los grupos	0.011726659	8	0.001465832			
Total	0.030870826	11				

Prueba de Tukey

HSD = 0.1001
 Multiplicador = 4.53
 MSE = 0.001465832
 n = 3

Análisis

El tratamiento de 0.5% de CaCl₂ es inferior significativamente

ANEXO 2. Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activada con cloruro de calcio sobre la textura en arándano almacenado a 10°C

Tabla 19 *Análisis de varianza de un factor*

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0	3	1007.24	335.746667	7.03603333
0.5	3	996.416667	332.138889	150.280093
1.25	3	1022.41667	340.805556	263.585648
2	3	1038.58333	346.194444	855.599537

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	337.105766	3	112.368589	0.35211429	0.78902749	4.06618056
Dentro de los grupos	2553.00262	8	319.125328			
Total	2890.10839	11				

No hay diferencias significativas entre los tratamientos

ANEXO 3. Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activada con cloruro de calcio sobre la acidez titulable en arándano almacenado a 10°C

Tabla 20 *Análisis de varianza de un factor*

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0	3	1.219	0.40633333	0.00016233
0.5	3	0.96202827	0.32067609	0.00266684
1.25	3	1.0184722	0.33949073	0.00140154
2	3	0.91844608	0.30614869	2.8357E-05

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.01763909	3	0.0058797	5.52204874	0.02378502	4.06618056	3.49029482
Dentro de los grupos	0.00851814	8	0.00106477				
Total	0.02615723	11					

Existen diferencias significativas

Prueba de Tukey

HSD = 0.0791
 Multiplicador
 = 4.2
 MSE = 0.00106477
 n = 3

Análisis

El Tratamiento control es significativamente más alto.

ANEXO 4. Análisis estadístico del efecto de cubierta comestible de alginato activada con cloruro de calcio sobre el pH del arándano almacenado a 10°C.

Tabla 21 *Análisis de varianza de un factor*

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0	3	10.5	3.5	0.0004
0.5	3	9.94	3.31333333	0.00863333
1.25	3	9.96	3.32	0.0001
2	3	10.29	3.43	0.0241

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.073425	3	0.024475	2.94583751	0.09855987	4.06618056
Dentro de los grupos	0.06646667	8	0.00830833			
Total	0.13989167	11				

Análisis

No hay diferencias significativas

ANEXO 5. Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activada con cloruro de calcio sobre los sólidos solubles (°Brix) en arándano almacenado a 10°C

Tabla 22 *Análisis de varianza de un factor*

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0	3	40.8	13.6	0.21
0.5	3	36	12	0
1.25	3	37.5	12.5	0.75
2	3	39	13	3

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	4.2225	3	1.4075	1.42171717	0.30624565	4.06618056
Dentro de los grupos	7.92	8	0.99			
Total	12.1425	11				

Análisis

No hay diferencias significativas

Nota: Elaboración propia, 2019.

ANEXO 6. Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activada con Cloruro de Calcio sobre el contenido de vitamina C en arándano almacenado a 10°C

Tabla 23 *Análisis de varianza de un factor*

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN					
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>	
0	3	28.272	9.424	0.218928	
0.5	3	28.4287993	9.47626643	6.15539088	
1.25	3	33.0073867	11.0024622	3.57173894	
2	3	31.2721372	10.4240457	23.4186078	

ANÁLISIS DE VARIANZA							
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>	
Entre grupos	5.29236839	3	1.7641228	0.21149594	0.88567808	4.06618056	
Dentro de los grupos	66.7293313	8	8.34116642				
Total	72.0216997	11					

Análisis

No existen diferencias significativas

ANEXO 7. Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activada con eritorbato de sodio sobre el % variación de pérdida de peso en arándano almacenado a 10°C

Tabla 24 *Análisis de varianza de un factor*

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0	3	1.323768017	0.441256006	0.004688093
1	3	1.41848143	0.472827143	0.001906718
2	3	1.688996853	0.562998951	0.00041483

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.023949036	2	0.011974518	5.124877945	0.050340002	5.14325285
Dentro de los grupos	0.014019282	6	0.002336547			
Total	0.037968318	8				

Análisis

No existen diferencias significativas

ANEXO 8. Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activada con eritorbato de sodio sobre la textura en arándano almacenado a 10°C

Tabla 25 Análisis de varianza de un factor

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0	3	1212.5	404.166667	1109.92361
1	3	1157.58333	385.861111	11.3425926
2	3	1143.91667	381.305556	515.349537

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	878.476852	2	439.238426	0.8051464	0.49006045	5.14325285
Dentro de los grupos	3273.23148	6	545.53858			
Total	4151.70833	8				

Análisis

No existen diferencias significativas

ANEXO 9. Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activada con eritorbato de sodio sobre la acidez titulable en pulpa de arándano almacenado a 10°C

Tabla 26 *Análisis de varianza de un factor*

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0	3	1.24551378	0.41517126	0.00570936
1	3	1.24489232	0.41496411	0.00306865
2	3	1.21112497	0.40370832	0.00214171

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.00025813	2	0.00012907	0.03545896	0.96536304	5.14325285
Dentro de los grupos	0.02183944	6	0.00363991			
Total	0.02209757	8				

No existen diferencias significativas

ANEXO 10. Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activada con eritorbato de sodio sobre el pH de la pulpa de arándano almacenado a 10°C

Tabla 27 *Análisis de varianza de un factor*

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0	3	10.71	3.57	0.0109
1	3	10.91	3.63666667	0.00413333
2	3	11.01	3.67	0.0307

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.01555556	2	0.00777778	0.51020408	0.62426166	5.14325285
Dentro de los grupos	0.09146667	6	0.01524444			
Total	0.10702222	8				

Análisis

No existen diferencias significativas

Nota: Elaboración propia, 2019.

ANEXO 11. Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activada con eritorbato de sodio sobre los sólidos solubles (°Brix) de la pulpa de arándano almacenado a 10°C

Tabla 28 *Análisis de varianza de un factor*

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0	3	37.5	12.5	0.75
1	3	39	13	3
2	3	39	13	3

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.5	2	0.25	0.11111111	0.89663812	5.14325285
Dentro de los grupos	13.5	6	2.25			
Total	14	8				

Análisis

No existen diferencias significativas

Nota: Elaboración propia, 2019.

ANEXO 12. Análisis estadístico del efecto de cubierta de alginato activada con eritorbato de sodio sobre el contenido de vitamina C en la pulpa de arándano almacenado a 10°C

Tabla 29 *Análisis de varianza de un factor*

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
0	3	32.7164103	10.9054701	1.93092241
1	3	30.8556189	10.2852063	0.63857088
2	3	34.069988	11.3566627	4.08411617

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.73632064	2	0.86816032	0.39143881	0.69216846	5.14325285
Dentro de los grupos	13.3072189	6	2.21786982			
Total	15.0435396	8				

Análisis

No existen diferencias significativas

Nota: Elaboración propia, 2019.

ANEXO 13. Métodos de los análisis estadísticos en la pulpa de arándano al término del almacenado a 10°C.

Calculo de vitamina C

La cuantificación de la vitamina C se realizó en base a la ecuación de la curva estándar preparada.

$$Y = a + bx;$$

Donde:

y = absorbancia (L1 - L2)

X = mg de ácido ascórbico/ 100 mL de ácido oxálico.

Calculo de acidez

El cálculo de la acidez titulable se efectúa mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ de acidez} = ((A \times B \times C) / D) \times 100$$

Donde:

A = Cantidad en ml de hidróxido de sodio utilizados.

B = Normalidad del hidróxido de sodio.

C = Peso equivalente expresado en gramos del ácido predominante en el producto.

D = Peso equivalente en miligramos.