

EVALUACIÓN DE TEMPERATURA Y EMPAQUE BIODEGRADABLE PARA EL
ALMACENAMIENTO DE ARÁNDANOS (*Vaccinium corymbosum*) VARIEDAD
BILOXI PROCEDENTES DE TUTA-COLOMBIA.

MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CRISTIAN LEONARDO MOLINA QUINTERO

1049653593

Juan ^{de} Castellanos
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA JUAN DE CASTELLANOS
Fundación Universitaria

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y AMBIENTALES

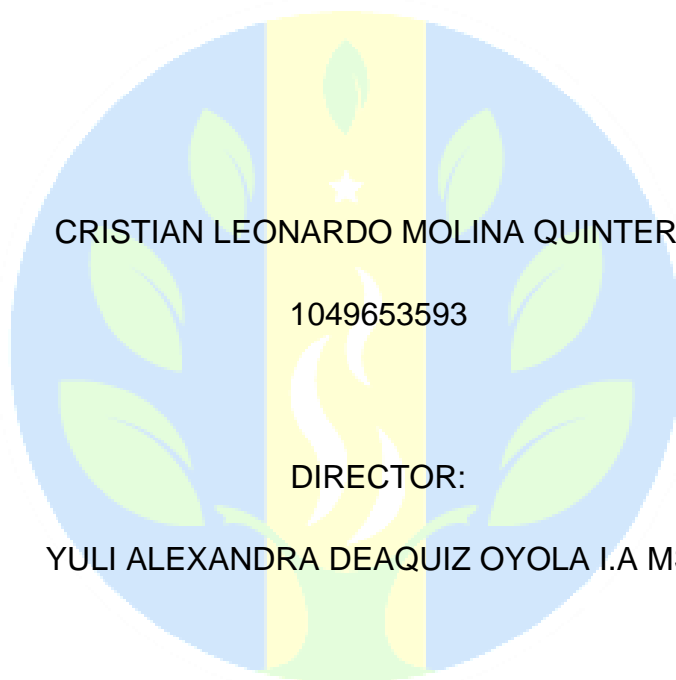
INGENIERIA AGROPECUARIA

TUNJA

2023

EVALUACIÓN DE TEMPERATURA Y EMPAQUE BIODEGRADABLE PARA EL
ALMACENAMIENTO DE ARÁNDANOS (*Vaccinium corymbosum*) VARIEDAD
BILOXI PROCEDENTES DE TUTA-COLOMBIA.

MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CRISTIAN LEONARDO MOLINA QUINTERO

1049653593

DIRECTOR:

YULI ALEXANDRA DEQUIZ OYOLA I.A MSc

Juan  Castellanos
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA JUAN DE CASTELLANOS
Fundación Universitaria

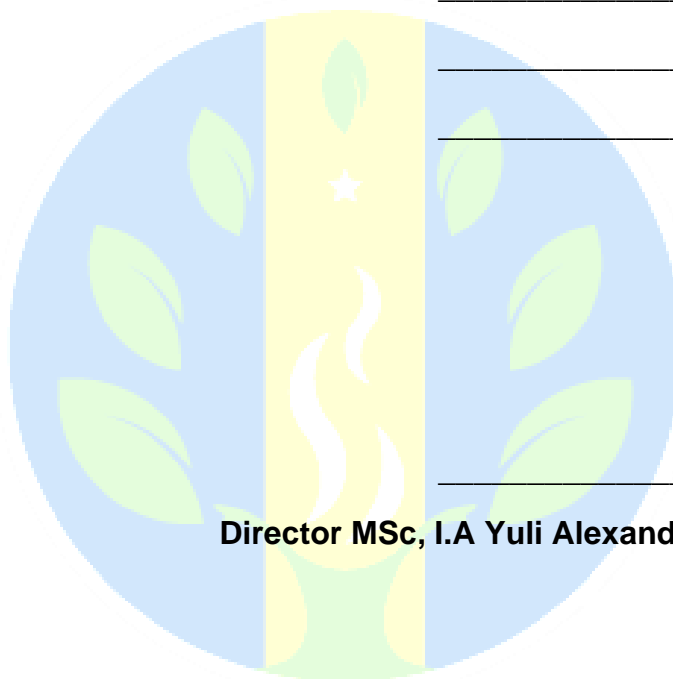
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y AMBIENTALES

INGENIERIA AGROPECUARIA

TUNJA

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN



Director MSc, I.A Yuli Alexandra Deaquiz Oyola

Juan D Castellanos
Fundación Universitaria

Codirector M.Sc. I.A Carmenza Pérez Fagua

M.Sc Martha Isabel Martínez Martínez

MSc Luis Alberto Gómez Sierra

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico principal mente a mis padres que han dedicado a formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles además a todas las personas que me apoyaron en el proceso de formación como Ingeniero Agropecuario.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres primero que todo por darme la oportunidad de formarme como profesional por guiarme y bendecirme en este proceso tan bonito llamado universidad.

A la Fundación Universitaria Juan de Castellanos por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de estudiar y crecer como persona y profesional, a todos sus docentes que fueron muy importantes como apoyo en el proceso de formación como Ingeniero Agropecuario.

A la ingeniera Yuli Alexandra Deaquiz (M.Sc) por darme la oportunidad de trabajar con ella como directora de tesis ,por el conocimiento ,apoyo y dedicación durante el proceso investigativo.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUCCIÓN	12
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
2.1. Planteamiento del problema.....	14
2.2. Formulación del problema.....	14
3. JUSTIFICACIÓN.....	15
4. OBJETIVOS.....	16
4.1. Objetivo general	16
4.2. Objetivos específicos	16
5. MARCO REFERENCIAL	17
5.1. Antecedentes	17
5.2. Marco teórico	19
6. METODOLOGÍA	22
6.1. Área de estudio	22
6.2. Hipótesis	22
6.3. Tipo de estudio.....	23
6.4. Población/muestra.....	23
6.5. Descripción y operalización de las variables.....	24
6.6. Métodos, procesos y procedimientos.....	25
6.7. Análisis de datos	28
6.8. Consideraciones éticas	28
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
8. CONCLUSIONES	36
9. IMPACTO ESPERADO.....	37
10. RECOMENDACIONES.....	38
11. LITERATURA CITADA	39

TABLAS FIGURAS

FIGURA 1. Ubicación de laboratorio de suelos y poscosecha.....	22
FIGURA 2. % de pérdida de peso frutos de arándano bajo temperaturas de 5 ° y 16 °C en empaques biodegradables y de polietileno.	29
FIGURA 3. Firmeza (N) de frutos de arándano bajo temperaturas de 5 ° y 16 °C en empaques biodegradables y de polietileno	30
FIGURA 4. Sólidos solubles totales (SST) de frutos de bajo temperaturas de 5 ° y 16 °C en empaques biodegradables y de polietileno	31
FIGURA 5. Acidez total titulable (ATT) de frutos de arándano bajo temperaturas de 5 ° y 16 °C en empaques biodegradables y de polietileno	32
FIGURA 6. Relación de madurez (RM) de frutos de bajo temperaturas de 5 ° y 16 °C en empaques biodegradable	33
FIGURA 7. Tasa respiratoria (CO ₂) de frutos de arándano bajo temperaturas de 5 ° y 16 °C en empaques biodegradables y de polietileno	34
FIGURA 8. Índice de color de frutos de arándano bajo temperaturas de 5 ° y 16 °C en empaques biodegradables y de polietileno	35

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Tratamientos	23
TABLA 2. Operalización de las variables del proyecto.....	24
TABLA 3. Métodos.....	25

TABLA DE ANEXOS

ANEXO 1. Frutos de arándano provenientes de Tuta Boyacá.....	45
ANEXO 2. Envases biodegradables y de polietileno	45
ANEXO 3. Embalaje de muestras	45
ANEXO 4. Prueba de acidez titulable (ATT).....	46
ANEXO 5. Medición de tasa respiratoria	46
ANEXO 6. Prueba de sólidos solubles totales.....	47
ANEXO 7. Prueba de colorimetría.....	47
ANEXO 8. Prueba de peso	47

RESUMEN

Los arándanos (*Vaccinium corymbosum*) son frutos climatéricos en los cuales ocurren cambios en el color, sabor y firmeza del fruto, lo que puede ocasionar un rápido deterioro y manifestar características indeseables tales como ablandamiento, pérdida de sabor y de color. Por tal razón, esta investigación evaluó las características fisicoquímicas y fisiológicas de frutos de arándanos almacenados en empaques biodegradables a diferentes temperaturas durante la etapa poscosecha. Se recolectaron arándanos en estado de madurez 3 y se llevaron al laboratorio de poscosecha de la Fundación Universitaria Juan de Castellanos en el municipio de Soracá (Boyacá). Se implementó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial de 2x2 y un testigo absoluto, donde el primer factor son los empaques (empaque convencional y empaque biodegradable, este hecho a base de almidón de maíz) y el segundo factor son las temperaturas de almacenamiento (5 °C, 16 °C), con 4 repeticiones. Se midieron variables fisicoquímicas (color, firmeza, pérdida de peso, acidez total, sólidos solubles, relación de madurez, tasa respiratoria). Se determinó que el almacenamiento de los arándanos a diferentes temperaturas y en empaque biodegradable, tengan diferencias significativas con respecto al tratamiento control, donde se conserve la calidad y prolongue la vida poscosecha de los arándanos.

Palabras clave: bayas, calidad de fruto, condiciones de almacenamiento, tecnologías poscosecha, estado de madurez.

ABSTRACT

Blueberries (*Vaccinium corymbosum*) are climacteric fruits in which changes occur in the color, flavor and firmness of the fruit, which can cause rapid deterioration and manifest undesirable characteristics such as softening, loss of flavor and color. For this reason, this research evaluated the physicochemical and physiological characteristics of blueberry fruits stored in biodegradable packaging at different temperatures during the postharvest stage. Blueberries were collected at maturity stage 3 and taken to the postharvest laboratory of the Juan de Castellanos University Foundation in the municipality of Soracá (Boyacá). A completely randomized experimental design was implemented with a 2x2 factorial arrangement and an absolute control, where the first factor is the packaging (conventional packaging and biodegradable packaging, this one made from corn starch) and the second factor is the temperatures of storage (5 °C, 16 °C), with 4 repetitions. Physicochemical variables (color, firmness, weight loss, total acidity, soluble solids, maturity ratio, respiratory rate) were measured. It was determined that the storage of blueberries at different temperatures and in biodegradable packaging has significant differences with respect to the control treatment, where the quality is preserved and the post-harvest life of the blueberries is prolonged.

Keywords: berries, fruit quality, storage conditions, postharvest technologies, state of maturity

1. INTRODUCCIÓN

La calidad de la fruta de arándano (*Vaccinium corymbosum*) cosechada depende en gran parte del manejo que se le dé y las temperaturas a la que es almacenada. Se ha mostrado que los daños en la recolección y altas temperaturas incrementan rápidamente el deterioro de los frutos de arándano propiciando pérdidas de peso y de firmeza (Barichivich,2010) Además, el tiempo que transcurre entre la cosecha de la fruta y su refrigeración (pre-almacenamiento) puede influir adversamente en su calidad.

Además, los arándanos son frutos climatéricos, es decir, que continúan con su proceso de maduración luego de ser cosechados de la planta y una vez que alcanzaron la madurez fisiológica (Undurraga & Díaz,2013). Cuando se alcanza esta última, continúan ocurriendo cambios en el color, sabor y firmeza en la fruta, lo cual se conoce como madurez organoléptica. Después, ocurre rápidamente su deterioro y se manifiestan características indeseables tales como ablandamiento, pérdida de sabor y de color. Son frutos susceptibles a la pérdida de agua, lo cual conduce al encogimiento de la fruta y a la pérdida del brillo de la piel según (Chiabrando & Giacalone,2011).

La vida útil, es decir, el período durante el cual la fruta mantiene sus cualidades e integridad es relativamente corto; en condiciones óptimas de conservación la vida promedio poscosecha es de 10 a 18 días (Rivadeneira,2016) Además, como la mayoría de las frutas, en procesos de poscosecha requieren de temperaturas frías para retrasar, minimizar, reducir la deshidratación y prevenir el deterioro de las frutas después de su recolección (Ormazábal,2020). Por lo anterior, la utilización de tecnologías son una alternativa que aumentan la vida de almacenamiento para el consumo en fresco y permite el uso de procedimientos como el pre-enfriado para evitar la pérdida en calidad. (Rubio,2010).

Así mismo, otra alternativa de almacenamiento son los empaques biodegradables los cuales son formulados a partir de polímeros naturales renovables, estos tienen

propiedades que ayudan a la degradación por medio de la acción de microorganismos, tiene muchas ventajas como lo es la reducción y producción de plásticos y reducción de gases de efecto invernadero (Bof,2018). Por lo anterior, el objetivo de este proyecto de investigación es la implementación de empaques biodegradables a diferentes temperaturas de almacenamiento para alargar la vida de poscosecha de frutos de arándano.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. Planteamiento del problema

El departamento de Boyacá se destaca como un departamento productor de arándanos en municipios como Sotaquirá, Tuta y Combita. No obstante, la producción disminuye en la etapa poscosecha, debido a que no se cuenta con tecnologías adecuadas que permitan conservar la calidad del producto en fresco, ya que el fruto del arándano es muy perecedero, debido a que presenta una tasa respiratoria y producción de etileno elevados (Zoffoli *et al.*,2013).

Además, es susceptible a la descomposición rápida por lo que tiene una corta vida de mercado, a esto se suma que los frutos están expuestos a múltiples pérdidas de poscosecha debido a la manipulación, almacenamiento y distribución (Ansari & Tuteja,2015). Por otra parte, el 95% de los envases que se usan en la industria alimenticia son derivados del petróleo aportando a la contaminación global por el uso excesivo de plástico (Bof,2018). Es por esto, que las tendencias hacia el uso y consumo de productos ecológicos busca una alternativa al empaquetado, ya que este fruto al ser de gran importancia económica a nivel mundial su mercado es muy exigente en cuanto a la calidad del fruto y su valor nutricional. Por esto se plantea la siguiente pregunta de investigación.

2.2. Formulación del problema

¿Cómo influye el almacenamiento de frutos de arándano a diferentes temperaturas y empaques biodegradables sobre sus características fisicoquímicas y patrón respiratorio?

3. JUSTIFICACIÓN

El sector frutícola crece cada día más con la inclusión de diferentes frutales promisorios, como lo es el caso del arándano (Gantiva & Castañeda, 2018). Encontrándose cultivado en departamentos como Boyacá, Antioquia y Cundinamarca siendo los principales productores del país ya que estas zonas se caracterizan por sus buenas condiciones agroclimáticas necesarias para el desarrollo óptimo del cultivo. Estos productos frescos son de corto periodo de vida y por ende la necesidad de alargar el tiempo de almacenamiento.

En la actualidad, las temperaturas de almacenamiento y el uso de envases plásticos pueden influir en la calidad de frutos por esto en esta investigación busca evaluar el efecto del uso de empaques biodegradables y temperatura en los frutos de arándano, según (Caballero, 2010) en el caso de las temperaturas se ha encontrado que a temperaturas mayores de 20 °C el deterioro es significativamente más evidente que entre 10 y 20 °C, además el uso de envases biodegradables es importante para la capacidad de incorporar ingredientes activos, ya que pueden servir como soporte de aditivos capaces de conservar y mejorar la calidad del producto. Es posible utilizarlos, por ejemplo, en el envasado de frutas frescas mínimamente procesadas para mejorar su calidad y vida útil con la incorporación de antioxidantes, antimicrobianos, mejoradores de textura (Sierra, 2016)

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

- Evaluar el uso de empaques biodegradables a diferentes temperaturas para el almacenamiento de arándanos (*Vaccinium corymbosum*) variedad Biloxi procedentes de Tuta -Colombia.

4.2. Objetivos específicos

- Determinar la temperatura óptima de almacenamiento para los frutos de arándanos.
- Analizar el efecto de los empaques sobre las características fisicoquímicas y tasa respiratoria en los arándanos.
- Correlacionar los parámetros fisicoquímicos con la utilización de temperaturas y empaques

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. Antecedentes

(Cortés & Rojas *et al.* 2016) comparó el rendimiento del cultivo y algunos aspectos relacionados con la calidad de los frutos de arándano en un cultivo comercial ubicado en Guasca (Colombia) de los cultivares Biloxi y Sharpblue, mediante el seguimiento de dos lotes diferenciados por la edad de las plantas al momento de iniciar el estudio: 20 y 36 meses. Por un periodo de 28 semanas se cosecharon de forma manual los frutos maduros y se determinó el rendimiento acumulado por planta, el peso individual del fruto, el número de frutos, el diámetro, la firmeza y los sólidos solubles totales (SST). El rendimiento de ambos cultivares fue similar en plantas de 20 meses de edad. Las plantas de 36 meses de edad de 'Sharpblue' presentaron un rendimiento acumulado superior en un 60% frente a 'Biloxi', debido a que produjeron un mayor número de frutos. Los frutos de Sharpblue tendieron a presentar mayores valores de SST. En cuanto a la firmeza, aunque ambos cultivares tuvieron un comportamiento similar, 'Biloxi' se destacó sobre 'Sharpblue' en las plantas de 20 meses de edad. El peso individual y el diámetro de fruto fueron similares para los dos cultivares.

(Franco & Yuli *et al.*, 2016) de la Universidad de Antioquia evaluó la composición proximal inicial y el efecto en las características fisicoquímicas (pH, °Brix, acidez titulable (AT)), actividad antioxidante y antiproliferativa de néctares elaborados a partir de agraz liofilizado, almacenados durante 42 días. Se prepararon dos néctares: NA (sacarosa) y NB (aspartame), se evaluó cambio en pH, °Brix y AT cada 7 días durante el almacenamiento, determinando que NA presentó mayor capacidad antiproliferativa y NB mejor actividad antioxidante, aunque disminuyó significativamente durante el almacenamiento, continuó siendo alta comparada con estudios reportados en la literatura. Para productos realizados a partir de bayas del género *Vaccinium*.

(Price *et al.*, 2017) evaluaron en arándanos, polifenoles totales empleando procedimientos de Folin-Ciocalteu; antocianinas totales utilizando pH diferencial y

capacidad antioxidante (IC50) por metodología de Brand-Williams: así mismo, evaluaron pH y °Brix, también la velocidad de matización de antocianina a lo largo del tiempo. El pH promedio incrementó para refrigerados un 5.80% y un 4.10%, congelados y en °brix para refrigerados aumentó en un 37.10% y congelados en un 20.39%. Los polifenoles totales se elevaron (refrigeración: 84.99% y congelación: 61.20%) también, en la capacidad antioxidante tuvo un aumento (refrigeración: 56.70% y congelación: 58.60%) mientras que el contenido de antocianinas totales bajó en los dos procesos (refrigeración: 57.10% y congelación: 45.10%)

Según (Rincon & Martha *et al*, 2012) de la Universidad Nacional de Colombia valoro el comportamiento de frutos de agraz cosechados en tres estados de madurez y almacenados en condiciones de refrigeración. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x3, donde el primer factor fue la temperatura de almacenamiento: 1, 8 y 20 °C; el segundo factor correspondió al estado de madurez: 3, 4 y 5, el cual se estableció de acuerdo con el color de la epidermis del fruto. Se realizaron mediciones de calidad del fruto. Los resultados indicaron que los frutos almacenados a 8 °C en estado de madurez 3 y 4 conservaron las características de calidad comercial hasta los 45 días y para el estado 5 solo hasta los 25 días. Mientras que a temperatura ambiente los frutos conservaron su vida útil hasta los 21 días en los diferentes estados de madurez evaluados. Los frutos del estado 3 y almacenados a 1 °C tuvieron mayor firmeza y acidez total titulable, un alto contenido de sólidos solubles totales y la menor relación de madurez. Para mantener la calidad del fruto de agraz por largo tiempo, se recomienda refrigerar los frutos, en el estado 3 de madurez, a 1 °C.

En un estudio realizado por la Escuela de Agronomía de la Facultad de Recursos Naturales de la Universidad Católica de Temuco y la Sociedad Huertos Collipulli S.A. titulada “Evaluación de bolsa atmósfera modificada y concentraciones de anhídrido sulfuroso aplicadas sobre frutos de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Emerald”, desarrollada por (Rodríguez,2015) en la que realizó un experimento de seis tratamientos, dados por la combinación de dos factores, atmósfera modificada (con y sin), y diferentes concentraciones de anhídrido

sulfuroso (generadas por 0, 1 y 2 g de metabisulfito de sodio) durante 7, 14, 21 y 28 días a 0 °C. Con la dosis de 2 g de metabisulfito de sodio en atmósfera modificada no se presentaron pudriciones, a diferencia del tratamiento testigo que presentó un 4,86% luego de 28 días de almacenaje.

Por otra parte, la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, realizó la investigación “Efecto del dióxido de azufre y el envasado en atmósfera modificada del arándano, sobre Calidad postcosecha”, realizada por (Rodríguez & Zoffoli, 2015) en donde se quiso establecer el método óptimo para controlar la descomposición y prolongar la calidad de los arándanos después de la cosecha. Para determinar el sistema de envasado en atmósfera modificada (MAP) más adecuado, las frutas se almacenaron en atmósferas controladas (CO₂ / O₂ en presiones parciales en kPa: 5/1; 7/15, 15/5) y una atmósfera modificada variando la cantidad de fruta en dos Sistemas de envasado en atmósfera modificada (MAP). Encontrando diferencias estadísticas significativas.

5.2. Marco teórico

El arándano es uno de los frutales pertenecientes al género *Vaccinium* de la familia de las Ericáceas, la cual su amplio grupo de plantas provienen del hemisferio norte, básicamente de Norteamérica y Europa central, no dejando de lado América del sur y algunos lugares de África (García,2017). Este género lo constituyen aproximadamente 30 especies, de las cuales solo algunas cuantas son las más comerciales. En donde se destaca *V. corimbosum* el cual representa aproximadamente el 80% del total de la superficie cultivada en el mundo, seguido de *V. ashei* Reade con un 15% de la producción (García, 2017).

La familia de las Ericaceas hace referencia a arbustos erectos que puede alcanzar en su punto más alto de madurez 7 metros de altura, de ramificación basitónica y leñosa, sus hojas son alternas que pueden variar de 1 a 8 cm de largo, son de forma lanceolada ovalada, de color verde pálido. En el arándano el crecimiento y

desarrollo son constantes, por ende, el establecimiento se da entre el primer y segundo año después de la siembra (Bustillo, 2018).

El fruto de arándano alcanza su madurez 60 a 80 días después de la floración, dependiendo del cultivar y de la temperatura del lugar. Se originan 5 a 10 bayas en cada racimo, los cuales maduran progresivamente durante varias semanas (Pino, 2017). En Colombia ya se presentaban plantas nativas de la familia del arándano como el Agraz, originarias de bosque alto y zonas de páramo en áreas aledañas a Antioquia, Santander y el altiplano Cundi-boyacense, esta planta y su cultivo ha sido tomado como referencia al igual que otros berries para el manejo y adaptación del arándano (Farfán, 2016)

Colombia cuenta con la presencia de cinco variedades de arándano: O'Neal, Misty, Legacy, Brighthwell, Sharpblue y Biloxi (Farfán, H. 2016) Este cultivo se caracteriza por desarrollarse en condiciones de diversa adaptabilidad. Ya que en zonas frías su producción inicia al tercer año generalmente. En condiciones como las de Colombia se inicia entre 1 – 1,5 años, con temperaturas entre los 6° y 13 °C (promedio establecido en campo), alcanzando su madurez entre el 5 y 7 años, logrando producciones de 8 a 10 toneladas por hectárea. Se ha obtenido producciones estimadas entre 1.500 Kg a 2.000 Kg en el primer año de producción (Proplantas S.A., 2017)

La industria de arándanos podría ser muy representativa en la agricultura colombiana, ya que demanda inversiones que giran entre 50 y 60 mil dólares por hectárea. Además, el cultivo del arándano nos posibilita generar hasta 7 empleos directos por hectárea, lo que generaría un impacto social interesante para el agro colombiano. Es importante destacar que esta fruta en Colombia tiene un valor por kilo entre 7 y 9 dólares (Afanador, 2020)

En cuanto a los requerimientos de temperatura, el arándano soporta bien heladas durante el receso invernal, siendo -0,6 °C un valor crítico previo a registros de daños. Una vez terminada la latencia se torna sensible a las bajas temperaturas, sobre todo en floración y la cantidad de horas frío, cuyo rango va desde 400 a 1.200

horas frío con un umbral de 7 °C, para realizar una correcta elección de la variedad. La temperatura óptima de crecimiento de raíces va el rango de 18°- 22 °C, de brotes, hojas y frutos entre 20° - 26 °C. (Forbes, 2009)

El género *Vaccinium* posee frutos que tienen un valor calórico de 84 kcal/100 g FF (Coba-Santamaría *et al.*, 2012). Estos están compuestos principalmente de agua en un 80% a un 90%, sus compuestos sólidos están presentes hasta en un 20%, de los cuales el 80% corresponde a: proteínas (0,7%), carbohidratos (16,9% - 18,1%) y lípidos (1%) (Coba-Santamaría *et al.*, 2012; Franco *et al.*, 2016), por lo que el uso de tecnologías como empaques y temperaturas de almacenamiento permiten prolongar la vida poscosecha de los frutos.

El frío es una de las técnicas más ampliamente utilizada en el mundo para minimizar el deterioro postcosecha de frutas y hortalizas frescas, reduciendo además su deshidratación y desarrollo de enfermedades. Cuando el destino de los arándanos es para consumo en fresco, es necesario reducir rápidamente la temperatura de los frutos mediante el preenfriado, hasta alcanzar valores próximos al aconsejado para la conservación, con el fin de evitar pérdidas de la calidad (García & Rubio, 2010).

Los cultivos del género *Vaccinium* se ven afectados por varias plagas afectando su desarrollo, provocando pérdidas hasta el 40% de la producción si no son controladas a tiempo, los ácaros son la plaga más importante en este género, ya que provocan necrosis en las hojas y frutos (Melendez & Jacome *et al.* 2021).

Los últimos años se han realizado numerosas investigaciones para la obtención de envases (películas y recubrimientos), también llamados bioenvases, fabricados a partir polímeros naturales renovables y su aplicación en el área de alimentos. Estos materiales tienen la propiedad de ser biodegradables, es decir, que poseen la capacidad intrínseca para ser degradados mediante la acción de microorganismos (Ospina, 2008).

6. METODOLOGÍA

6.1. Área de estudio

Los frutos se recolectaron de un cultivo comercial en el municipio de Tuta, este municipio cuenta con una altitud media de 2600 msnm, una temperatura de 16 °C, vientos promedio de 16 km/h y humedad del 63 promedio (Alcaldía Municipal de Tuta, 2018), posteriormente se llevaron al laboratorio de Suelos y postcosecha de la Fundación Universitaria Juan de Castellanos ubicada en el municipio de Soracá a una altitud de 2.799 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 12 °C y humedad relativa de un 85% una latitud de 5°30'17.98"N y una longitud de 73°20'15.16"O



FIGURA 1. Ubicación laboratorio de suelos y poscosecha. Fuente: Google Earth Pro

6.2. Hipótesis

Ho: El almacenamiento de frutos de arándano (*Vaccinium corymbosum*) en empaques biodegradables a diferentes temperaturas no presentaron diferencias estadísticas significativas sobre sus características fisicoquímicas y patrón respiratorio

Ha: El almacenamiento de frutos de arándano (*Vaccinium corymbosum*) en empaques biodegradables a diferentes temperaturas sí presentaron diferencias estadísticas significativas sobre sus características fisicoquímicas y patrón respiratorio

6.3. Tipo de estudio

El tipo de estudio de esta investigación fue experimental, donde se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 2 y un testigo absoluto (tabla 1) donde el primer factor es la utilización de empaques (empaque convencional, empaque biodegradable a base de almidón maíz) y el segundo factor correspondió a las temperaturas de almacenamiento (5 °C, 16 °C), con 4 repeticiones respectivamente.

Tabla 1. Tratamientos

Tratamiento 1	Empaques biodegradables + T° Ambiente (16°C)
Tratamiento 2	Empaques biodegradables + 5°C
Tratamiento 3	Empaque polietileno + T° Ambiente (16°C)
Tratamiento 4	Empaque polietileno + 5°C
Tratamiento 5 (Testigo)	Sin empaque

6.4. Población/muestra

La población de estudio fueron frutos de arándano que se encontraban en estado de madurez 3 (50% azules y 50% rojizos) libres de daños mecánicos, fisiopatías y fitopatógenos, de tamaño homogéneo, provenientes del municipio de Tuta

(Boyacá), donde se tuvieron 20 unidades experimentales cada una compuesta por 120 g de fruto

6.5. Descripción y operalización de las variables

En la (tabla 2) que se observa a continuación se realizó la clasificación de las variables de acuerdo con su escala de medición, las variables independientes son: temperatura y clase de empaque y las variables dependientes son: firmeza, color, sólidos solubles totales, acidez titulable, tasa respiratoria, pérdida de maza, relación de madurez.

Tabla 2. Operalización de las variables del proyecto


VARIABLE	DEPENDIENTE	INDEPENDIENTE	CUALITATIVA		CUANTITATIVA	
			Ordinal	Nominal	Discreta	Continua
Temperatura (°C)		x				x
Empaques		x		x		
Firmeza (N)	X					x
Color epidermis (parámetros del sistema CIELab)	X					x
Sólidos solubles totales (SST) °Brix	X					x






Acidez titulable (ATT) %	X					X
Relación de madurez (RM)	X					X
Pérdida de masa (%)	X					X
tasa respiratoria (mg CO ₂ Kg ⁻¹ h ⁻¹)	X					X


6.6. Métodos, procesos y procedimientos

Los frutos de arándano fueron desinfectados, posteriormente se aplicaron los tratamientos indicados de almacenamiento en empaques biodegradables a base de maíz y en empaques de tipo convencional, se sometieron a temperatura de 5°C y temperatura ambiente de 16°C, se realizaron mediciones cada 2 días después de cosecha (ddc) de las variables de pérdida de masa, tasa respiratoria y color y cada 5 ddc las demás de variables evaluadas que se describen a continuación, los frutos fueron almacenados hasta que perdieron la calidad organoléptica.

Tabla.3 Métodos

Material vegetal	Unidad de medida	Cantidad requerida	Imagen
Arándano (<i>Vaccinium corymbosum</i>)	Kg	10 kg	
Tipo de Prueba	Parámetro	Instrumento utilizado	Imagen

	Peso (g)	Balanza de precisión 0,0001 g	
Física	Firmeza (N)	Penetrómetro digital GY-4 con aproximación 0,05 N.	
	Color	CIELab "L", "a" y "b"	
Fisiológicas	Tasa de respiración $\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$	Respiro metro	
	Sólidos solubles	Refractómetro digital marca Hanna de rango	

Químicas	totales SST(°Brix)	0 a 85% con precisión 0,1 °Brix.	
	Acidez total titulable ATT	bureta digital Brand	

- Firmeza (N): la medición de este parámetro se realizó, mediante el uso de un penetrómetro digital GY-4 con aproximación 0,05 N.
- Color de la epidermis: mediante colorímetro digital se determinaron los parámetros del sistema CIELab “L”, “a” y “b”, a cada fruto se le hizo tres lecturas en el diámetro ecuatorial. L indica la luminosidad, donde 0 es negro y 100 blanco; valores de “a” <0 indican tendencia hacia el verde y >0 hacia el rojo; “b” tiene el mismo rango, valores <0 indican tendencia hacia el azul y >0 hacia el amarillo.
- Sólidos solubles totales (SST): se realizó a través de mediciones de grados °Brix con un refractómetro digital marca Hanna de rango 0 a 85% con precisión 0,1 °Brix.
- Acidez titulable (ATT): se ejerció de acuerdo con la metodología de la AOAC (AOAC, 1995), mediante cálculos con datos de volumen de NaOH, incorporado en 1 g de jugo de frutos, agregando 3 gotas de fenoftaleína en una titulación potenciométrica con bureta digital Brand hasta pH de 8,2 para ello, se utiliza la fórmula. %Acidez = $(A*B*C)*100/D$. En donde: A = Volumen de NaOH gastado; B = Normalidad del NaOH (0,097); C = peso equivalente

expresado en g de ácido predominante en el fruto (ácido cítrico 0,064 g meq-1); D = peso en gramos de la muestra utilizada (5g).

- Relación de madurez (RM): mediante la relación SST/ATT.
- Pérdida de masa (%): Se determinó a través de la medición de peso fresco de los frutos con una balanza (Ohaus, Ohio, OH) de precisión 0,0001 g.
- Determinación de la tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$): Se realizó aproximadamente con 120 g de frutos que fueron puestos en una cámara hermética de 1 L, en la cual fue ubicado un sensor infrarrojo de CO_2 , que se conectó a una Labquest (equipo de captura de datos). Cada 4 segundos y durante 5 minutos se registraron los valores de CO_2 , con estos valores se calculó la pendiente, que correspondió a la tasa respiratoria, se tuvo en cuenta el peso de los frutos y el volumen de la cámara para convertir los datos a $\text{mg de CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

6.7. Análisis de datos

Con los datos obtenidos se realizaron pruebas de cumplimiento de supuestos estadísticos (Independencia, homogeneidad de varianza, normalidad), posteriormente se llevaron a cabo un análisis de varianza (ANOVA) para determinar las diferencias estadísticas entre tratamientos y a su vez poder clasificarlos mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) ($P \leq 0,05$). Los análisis se realizaron con el programa estadístico R versión 4.0.5.

6.8. Consideraciones éticas

Este trabajo no requiere pasar por comité de ética, ya que no se causará ningún tipo de daño ambiental o biológico del material experimental.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Pérdida de peso

La pérdida de peso en los frutos de arándano en los 5 tratamientos (T) se observa en la (figura 2), el T2: BIO+5°C fue en el que se observó menor pérdida de peso ya que al día 21 perdió solo el 1.9 % de peso ,con respecto a el T5 se observa una diferencia significativa porque los frutos de este tratamiento perdieron el 28.8% de peso en solo 11 días de almacenamiento, según Téllez (2007) explica que “ la baja temperatura es una tecnología eficiente para disminuir la senescencia de los frutos, esto porque la mayoría de los frutos pierden su frescura cuando transpiran más del 3 al 10% de su peso fresco”.

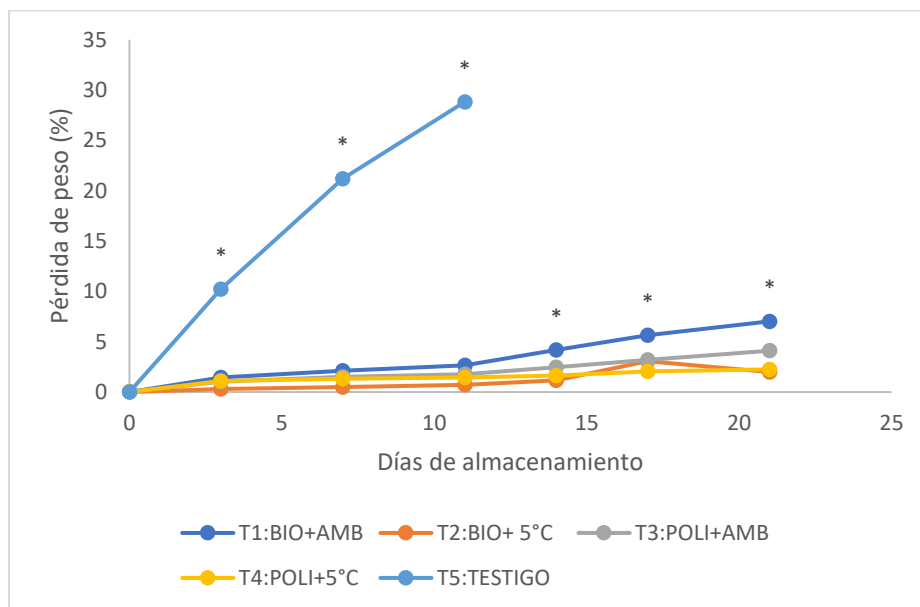


Figura.2. % de pérdida de peso frutos de arándano bajo temperaturas de 5 ° y 16 °C en empaques biodegradables y de polietileno.

Las barras indican la desviación estándar de los estados de madurez. (*) diferencia estadística significativa prueba de Tukey ($P < 0,05$).

7.2 Firmeza

Para el análisis estadístico de este parámetro se presentó una diferencia estadística significativa, en la (figura 3) podemos observar que a medida que pasan los días de almacenamiento la firmeza de los frutos de arándano disminuye, siendo el T1: BIO+°T ambiente, el tratamiento que menos firmeza presentó, no obstante el T4: POLI+5°C fue el tratamiento que mejor resultados obtuvo, ya que para el día 7 de almacenamiento su firmeza fue de 6.77 N y para el día 21 su firmeza fue de 5.43 N

la firmeza es el parámetro más usado para establecer el grado de madurez de un fruto y es un indicativo sobre su vida útil potencial (Gutiérrez, 2007) además, una de las principales causas de pérdida de firmeza en frutos, es la actividad de enzimas que hidrolizan polisacáridos estructurales y de reserva (Kays, 2004), siendo la temperatura un factor determinante en la actividad de enzimas, que actúan en la degradación de la pared celular, lo que constituye el principal proceso responsable de la pérdida de firmeza en los frutos

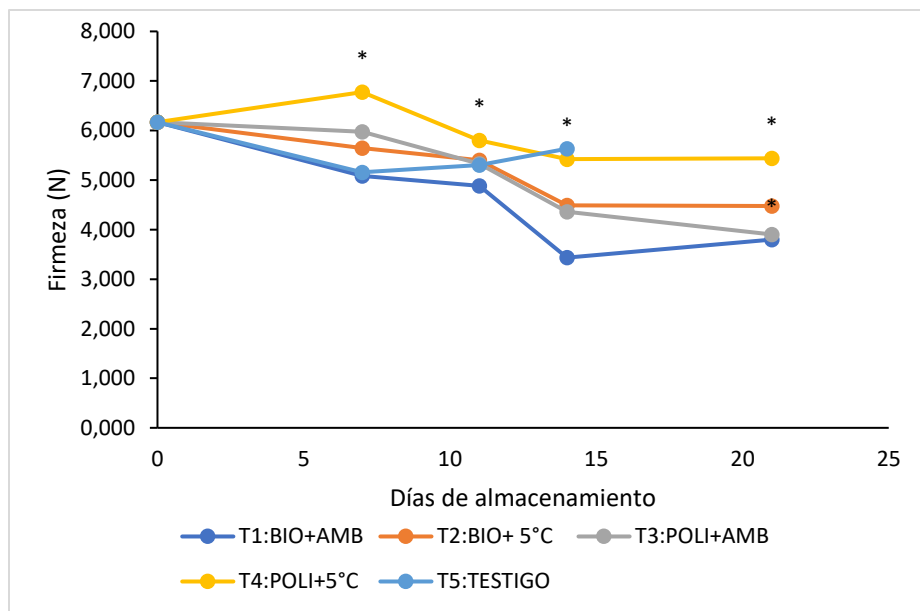


FIGURA.3 Firmeza (N) de frutos de arándano bajo temperaturas de 5 ° y 16 °C en empaques biodegradables y de polietileno.

Las barras indican la desviación estándar de los estados de madurez. (*) diferencia estadística significativa prueba de Tukey ($P < 0,05$).

7.3 SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES

Los sólidos solubles totales (SST) presentaron diferencia significativa en los diferentes tratamientos (figura 4) el tratamiento que mayor cantidad de sólidos solubles totales obtuvo fue el T5: Testigo, ya que para el día 14 su nivel de SST fue de 16.33 ° brix, además los T1 y T3 tuvieron una variación estándar en el día 14, el tratamiento que presentó menor nivel de ° brix fue el T3, puesto que obtuvo el pico más bajo en el día 14.

(Balaguera et al, 2014) afirman que en frutos de feijoa, encontraron que frutos almacenados a 6 y 12°C, presentaron valores bajos de sólidos solubles, frente a frutos almacenados a temperatura ambiente, lo cual es consecuencia de la condición de baja temperatura, debido a que bajo ésta condición, el ritmo respiratorio del fruto se reduce, ya que es un fruto climatérico al igual que el arándano , además (Saftner et al, 2008) reporta que para frutos de 11 variedades de arándanos donde el contenido de SST varió entre 10,6-13,2 °Brix.

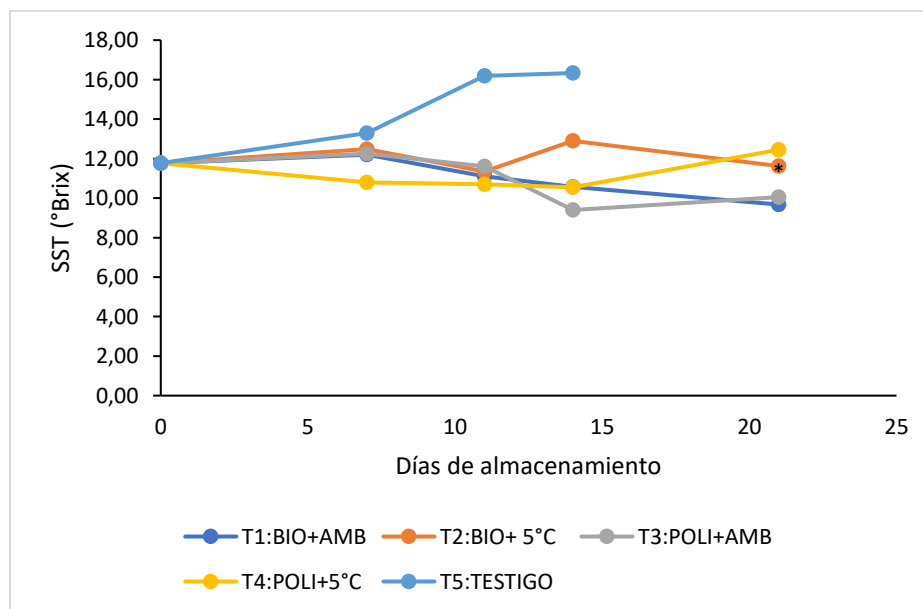


FIGURA.4 Sólidos solubles totales (SST) de frutos de arándano bajo temperaturas de 5 ° y 16 °C en empaques biodegradables y de polietileno.

Las barras indican la desviación estándar de los estados de madurez. (*) diferencia estadística significativa prueba de Tukey (P<0,05).

7.4 ACIDEZ TOTAL TITULABLE

El % de acidez total titulable (ATT) realizó una tendencia de disminución (figura 5), el T1 fue el que menor % de ATT obtuvo con un valor de un 0.63 % el día 14, así mismo el T2 fue el tratamiento que mayor % de ATT obtuvo con un nivel de un 2.08 %, presentando diferencias estadísticas significativas, cifras que similares a las informadas por, (Magnitskiy ,2009) en los cuales frutos de agraz presentaron una ATT de un 1,44%.

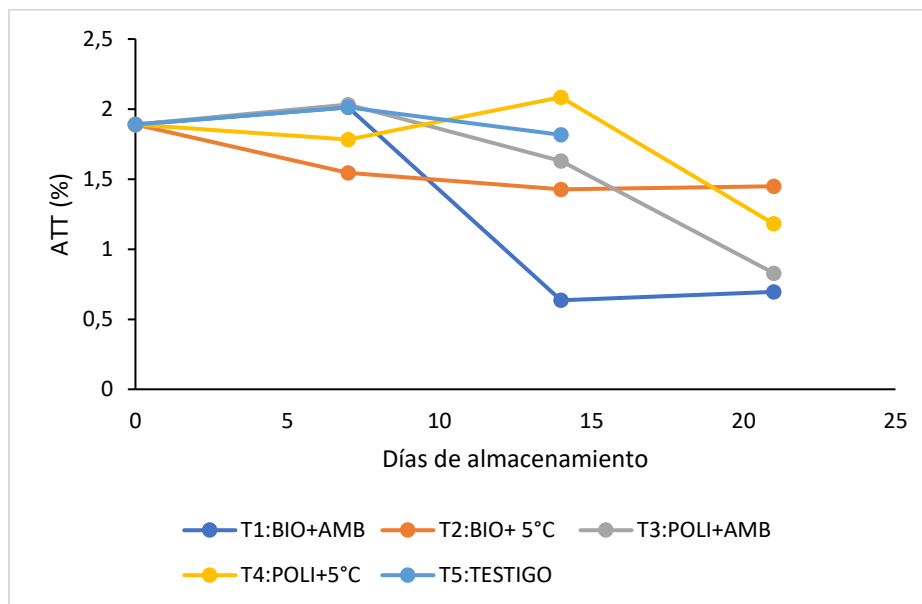


FIGURA.5 Acidez total titulable (ATT) de frutos de bajo temperaturas de 5 ° y 16 °C en empaques biodegradables y de polietileno.

Las barras indican la desviación estándar de los estados de madurez. (*) diferencia estadística significativa prueba de Tukey (P<0,05).

7.5 RELACIÓN DE MADUREZ

La relación de madurez obtuvo una diferencia significativa en los 5 tratamientos (figura 6), los T1,T3,T4 y T5 tuvieron una variación estándar el día 7, así mismo el pico de relación de madurez lo obtuvo el T1 el día 14 de almacenamiento con un valor de 17.8 (Rivera et al. ,2010) demuestra que en frutos de arándano no sometidos a un periodo de almacenamiento presentaron una RM de 6, 6,5 a 7 y 12 a 15 en el estado de madurez 3, 4 y 5, respectivamente.

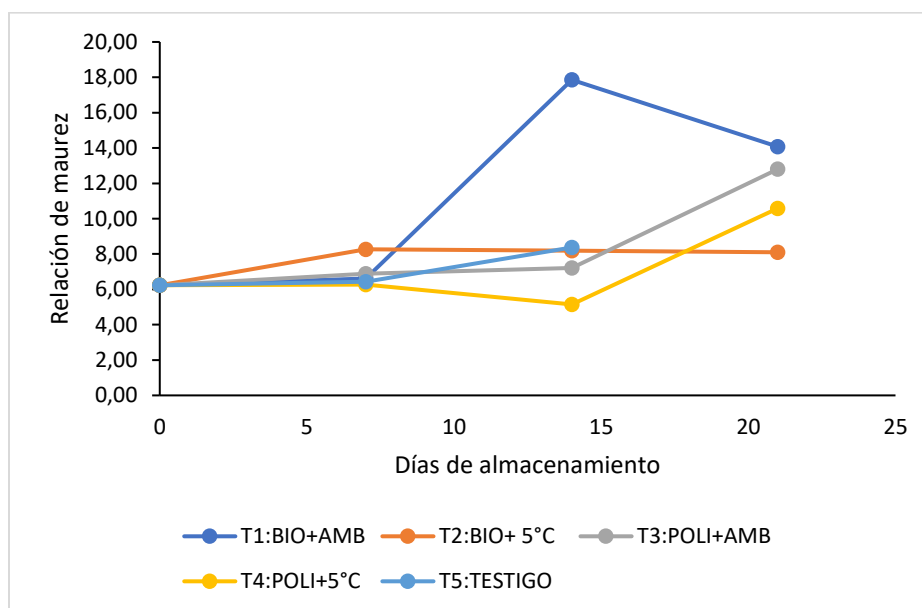


FIGURA.6 Relación de madurez (RM) bajo temperaturas de 5 ° y 16 °C en empaques biodegradables y de polietileno.

Las barras indican la desviación estándar de los estados de madurez. (*) diferencia estadística significativa prueba de Tukey ($P < 0,05$).

7.6 TASA RESPIRATORIA

La tasa respiratoria (figura 7) para los diferentes tratamientos logró una diferencia estadística significativa, donde el T1 obtuvo el mayor nivel de CO₂ el día 17, aunque

este mismo tratamiento presentó una disminución en la tasa respiratoria del día 1 al día 3.

Las temperaturas de 4°C y 5°C en los arándanos tienen una tasa respiratoria baja a moderada, que se eleva considerablemente a temperatura ambiente, a mayor tasa respiratoria tendrá mayores cambios involucrados en la maduración y en la pérdida de calidad. (García, 2010)

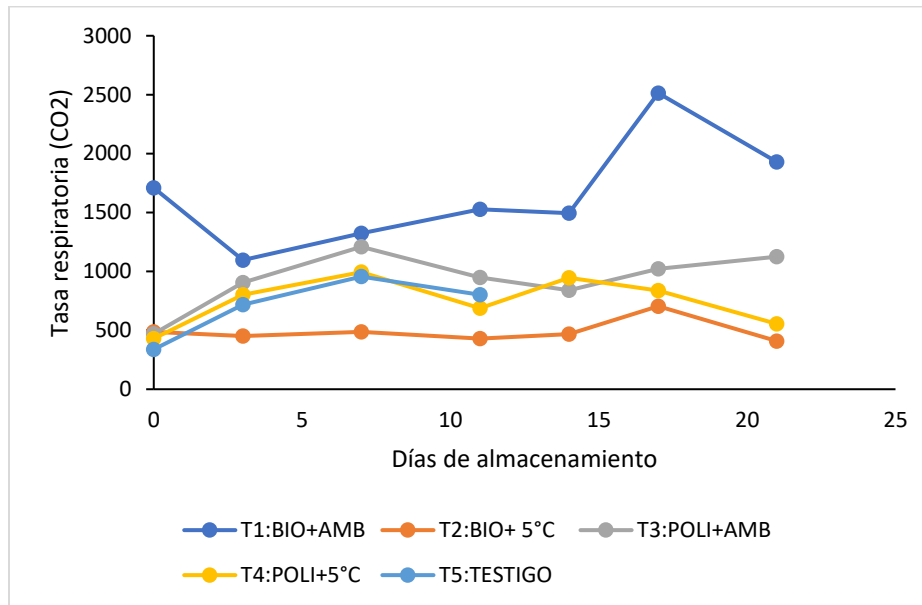


FIGURA.7 Tasa respiratoria (CO₂) de frutos de arándano bajo temperaturas de 5 ° y 16 °C en empaques biodegradables y de polietileno.

Las barras indican la desviación estándar de los estados de madurez. (*) diferencia estadística significativa prueba de Tukey (P<0,05).

7.7 ÍNDICE DE COLOR

El índice de color (figura 8) presentó una diferencia estadística significativa en los todos los tratamientos, el T1 para el día 6 presentó una disminución en el índice de color con un valor de -23.18, además el día 21 obtuvo el pico con un valor de 23.64, asimismo el T2 se mantuvo por debajo del nivel 0 excepto el día 15 cuyo valor fue de 1.33.

Los arándanos tienen un tono parecido al agraz en el último estado de madurez con valores de L^* (12,9 + 3,4) y b^* (1,7 + 0,7) que expresan el color morado típico de este fruto, (Rosemarie et al, 2007) haciendo una comparación entre las variables de color entre arándano y agraz solo se observa una diferencia entre los valores obtenidos en a^* exhibiendo un tono más rojizo en los frutos de arándano.

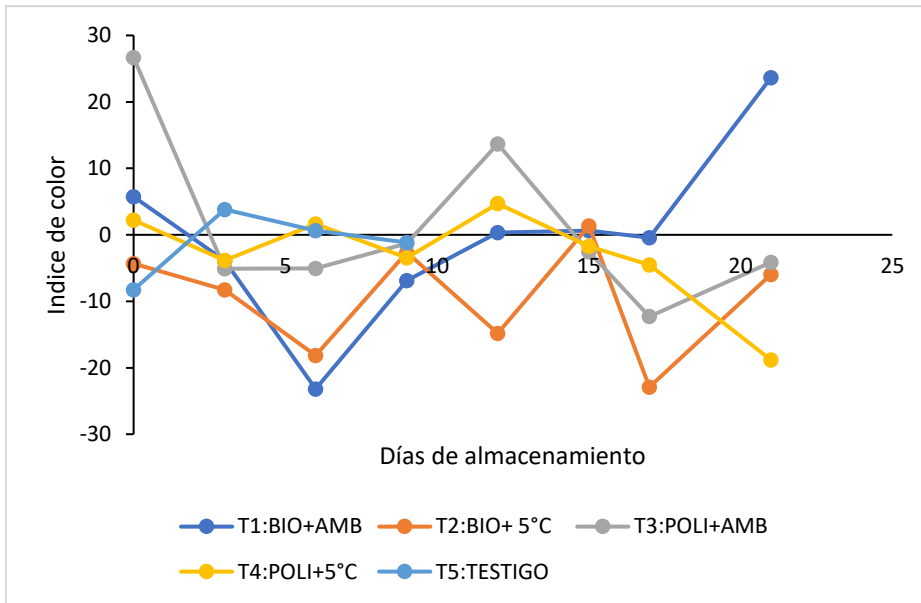


FIGURA.8 índice de color con respecto de frutos de arándano bajo temperaturas de 5 ° y 16 °C en empaques biodegradables y de polietileno.

Las barras indican la desviación estándar de los estados de madurez. (*) diferencia estadística significativa prueba de Tukey ($P < 0,05$).

8 CONCLUSIONES

- Se determinó que el T2 : empaque biodegradable + Temperatura de 5°C, fue el tratamiento que mejores resultados obtuvo, ya que algunas propiedades físico químicas lograron tener una mínima diferencia significativa, en el peso para el día 21 solo disminuyó un 1.6% con un peso inicial de 120 g y un peso final de 116.9 g , el % de ° brix inicial fue de 11.78 y el % final fue de 11.63 ° brix con una diferencia de 0.15° brix , además fue el tratamiento que mayor % de ATT obtuvo con un nivel de 2.08%, demostrando que el uso del empaque biodegradable y la temperatura de 5°C prolonga que las propiedades físico químicas para que sean óptimas para el consumo de los arándanos
- La temperatura óptima para el almacenamiento de arándanos es de 5 °C, dado que los tratamientos con los frutos bajo esta temperatura se conservaron por 21 días después de cosecha, conservando sus condiciones fisicoquímicas óptimas para el consumidor
- El efecto de temperaturas y empaques biodegradables en la tasa respiratoria en los frutos de arándano obtuvo buenos resultados, ya que el tratamiento 1 obtuvo una menor producción de CO₂ este tratamiento inicio con una tasa respiratoria de 485.7 mg CO₂ •kg⁻¹•h⁻¹ para el día 1 y para el día 21 su tasa respiratoria fue de 408.7 mg CO₂•kg⁻¹•h⁻¹ disminuyendo 77 mg CO₂ •kg⁻¹•h⁻¹ esto a comparación del T3 en el que no se utilizó empaque biodegradable ,este inicio con una tasa respiratoria de 470.5 mg CO₂•kg⁻¹•h⁻¹ y finalizo para el día 21 con una tasa respiratoria de 1125.8 mg CO₂ •kg⁻¹•h⁻¹ aumentando su tasa respiratoria en 655.3 mg CO₂ •kg⁻¹•h⁻¹.
- El tratamiento T5: testigo se logró medir hasta el día 11, ya que por ser el tratamiento testigo no se utilizó ningún empaque, después de este día el fruto

entro en proceso de senescencia perdiendo sus propiedades fisicoquímicas óptimas para el consumo

- Esta clase de investigación beneficia a los productores y consumidores de arándanos al determinar el punto óptimo de consumo, aprovechando al máximo las propiedades fisicoquímicas del fruto.

9 IMPACTO

Impacto productivo: se mejoró la vida poscosecha de los frutos de arándano conservando sus propiedades fisicoquímicas, esto ayudara a disminuir las pérdidas de los productores a nivel de almacenamiento y comercialización de estos frutos

Impacto ambiental: sensibilizar a los productores de arándanos sobre la opción de cambiar el uso de empaques convencionales no biodegradables por empaques biodegradables hechos a base de almidón de maíz para ayudar con la contaminación ambiental ayudando a combatir el cambio climático

Impacto social: el uso de estas tecnologías repercutirá positivamente en los productores y consumidores de este producto en fresco, permitiendo contribuir a la seguridad alimentaria de este fruto.

10. RECOMENDACIONES

El uso de temperaturas y empaques biodegradables en el almacenamiento de frutos de arándano tiene efecto positivo en la conservación de las propiedades fisicoquímicas tales como firmeza, color, sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (ATT), Relación de madurez (RM), Pérdida de masa (%) y Tasa respiratoria, además con la conservación del medio ambiente, mitigando los problemas de contaminación, por ende, se recomienda la utilización de estos empaques biodegradables

se recomienda almacenar los arándanos en temperatura de 5 °C ya que es la Temperatura óptima para la conservación del fruto sin afectar sus propiedades fisicoquímicas

1. LITERATURA CITADA

Alcaldía Municipal De Tuta. (2018). Nuestro Municipio - Alcaldía Municipal De Tuta.

Afanador, L. C. (2020). Pionero De Las Exportaciones De Arándanos Colombianos.

Ansari, M.; Tuteja, N. (2015). Riesgos De Calidad Poscosecha Por Estrés/Etileno: Manejo Para Mitigar. Protoplasma.

Balaguera-López, H.E., Ramírez, L.V. Y Herrera, A. (2014). Fisiología Y Bioquímica Del Fruto De Uchuva (*Physalis Peruviana* L.) Durante La Maduración Y Postcosecha. Pp. 113-131. En: Carvalho, C.P. Y D.A. Moreno (Eds.). *Physalis Peruviana: Fruta Andina Para El Mundo*. Programa Iberoamericano De Ciencia Y Tecnología Para El Desarrollo-CYTED; Limencop. 231 P.

Barichivich, J; (2010). El Canal De La Distribución Del Arándano En Fresco Exportado Desde Chile A Os Estados Unidos. Universidad Austral De Chile; Facultad De Ciencias Agrarias; Escuela De Agronomía; Valdivia – Chile.

Bof, M. J. (2018). Estrategias Para Preservar Arándanos Utilizando Empaque Biodegradables.

Bustillo, A. (2018). El Cultivo Del Arándano (*Vaccinium Corymbosum*) Y Su Proyección En Colombia. Universidad De Ciencias Aplicadas Y Ambientales (Udca) Facultad De Ingeniería Agronómica.

Caballero, J. (2010) Crecimiento Y Desarrollo Vegetativo De Dos Cultivares De Arándano (*Vaccinium Corymbosum*) Biloxi Y Sharpblue En La Sabana De Bogotá. Universidad Militar Nueva Granada; Facultad De Ciencias Básicas Y Aplicadas; Tecnología En Horticultura. Cajicá-Colombia.

Chiabrando, V. & Giacalone, G. (2011). Prolongación De La Vida Útil De Arándanos De Alto Arbusto Utilizando 1-Metil-Ciclopropeno Almacenado Al Aire Y En Atmósfera Controlada. *Química De Alimentos*.

Coba-Santamaría, P., Coronel, D., Verdugo, K., Paredes, M. F., & Huachi, L. (2012). Estudio Etnobotánico Del Mortiño (*Vaccinium Floribundum*) Como Alimento Ancestral Y Potencial Alimento Funcional. *La Granja, Revista De Ciencias De La Vida*.

Cortés-Rojas, M. E., Mesa-Torres, P. A., Grijalba-Rativa, C. M., & Pérez-Trujillo, M. M. (2016). Rendimiento Y Calidad De Frutos De Los Cultivares De Arándano Biloxi Y Sharpblue En Guasca, Colombia. *Agronomía Colombiana*.

Enrique. (2012). Comportamiento Del Fruto De Agraz (*Vaccinium Meridionale Swartz*) Cosechado En Diferentes Estados De Madurez Y Almacenado En Refrigeración. *Revista Facultad Nacional De Agronomía Medellín*, 65(2), 6615-6625.

Farfán, H;(2016.) Posibilidades De Producción Del Cultivo De Arándano (*Vaccinium Myrtillus*) Bajo Las Buenas Prácticas Agrícolas (Bpa) En Una Finca Del Municipio De Villa Pinzón, Cundinamarca. Colombia-Bogotá Dc. Universidad De La Salle; Facultad De Ciencias Agropecuarias; Administración De Empresas Agropecuarias.

Forbes, P; Mangas, E; Pagano, N. (2009). Producción De Arándanos. Universidad Nacional De La Pampa; Facultad De Agronomía

Franco Tobón, Yuly Nataly, Rojano, Benjamín A., Alzate Arbeláez, Andrés Felipe, Morales Saavedra, Diana Marcela, & Maldonado Celis, María Elena. (2016). Efecto Del Tiempo De Almacenamiento Sobre Las Características Físicoquímicas, Antioxidantes Y Anti proliferativa De Néctar De Agraz (*Vaccinium Meridionale Swartz*). *Archivos Latinoamericanos De Nutrición*.

Gantiva, E & Castañeda, A. (2018). Avalúo De Cultivo Frutal Exótico. Caso De Estudio: Arándano Azul, En Combita (Boyacá), Villapinzón (Cundinamarca) Y Guasca (Cundinamarca). Universidad Distrital Francisco José De Caldas.

García Rubio, Jc. (2010) Conservación Del Arándano Y Orientaciones Para El Cultivo De Arándano. Serida – España

Gutiérrez, A., J. Burgos Y E. Molto. (2007). Pre-Commercial Sorting Line For Peaches Firmness Assessment. J. Food Eng. 81, 721-727.

Montero Calderón Marta, Rojas Graü María Alejandra, Soliva Fortuny Robert, Martín Belloso Olga. (2016); Tendencias En El Procesado Mínimo De Frutas Y Hortalizas Frescas Universidad De Lleida, Departamento De Tecnología De Alimentos.

Magnitskiy, S. Y G. Ligarreto. (2009). Plantas De Agraz O Mortiño (*Vaccinium Meridionale* Swartz): Potencial De Propagación Sexual. Pp. 75-91. En: Ligarreto, G. (Ed.). Perspectivas Del Cultivo De Agraz O Mortiño (*Vaccinium Meridionale* Swartz) En La Zona Altoandina De Colombia. Universidad Nacional De Colombia, Bogotá. 134 P

Meléndez-Jácome, María Raquel, Flor-Romero, Lorena Estefanía, Sandoval-Pacheco, María Esther, Vasquez-Castillo, Wilson Arturo, & Racines-Oliva, Mauricio Andrés. (2021). *Vaccinium Spp.*: Características Cariotípicas Y Filogenéticas, Composición Nutricional, Condiciones Edafoclimáticas, Factores Bióticos Y Microorganismos Benéficos En La Rizosfera. *Scientia Agropecuaria*

Ospina Meneses Silvia, Cartagena Valenzuela José Régulo (2008) 1794-, I. (S/F). *Revista Lasallista De Investigación*. Redalyc.Org.

Ormazábal, Y. M., Mena, C. A., Cantillana, J. C., & Lobos, G. E. (2020). Caracterización De Predios Productores De Arándanos (*Vaccinium Corymbosum*), Según Nivel Tecnológico. El Caso De La Región Del Maule-Chile. Cit Información Tecnológica.

Pino, C. (2017). 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.

Price, D., Luque, E. Y Meza, B. (2017) Efecto Del Refrigerado Y Congelado En El Contenido De Polifenoles Totales, Antocianinas Y Actividad Antioxidante De Arándanos (*Vaccinium Corymbosum*, Variedad "Biloxi") Cultivados En Diferentes Microclimas De Perú. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas (Upc).

Proplantas Tecnologías Agrícolas. (2017). El Cultivo De Arándano (*Vaccinium Corymbosum*) Y Su Proyección En Colombia,

Rincón Soledad, Martha Cecilia, Buitrago Guacaneme, Claudia Marcela, Ligarreto Moreno, Gustavo Adolfo, Torres Aponte, Walter Smith, & Balaguera López, Helbert Enrique. (2012). Comportamiento Del Fruto De Agraz (*Vaccinium Meridionale Swartz*) Cosechado En Diferentes Estados De Madurez Y Almacenado En Refrigeración. Revista Facultad Nacional De Agronomía Medellín, 65(2), 6615-6625

Rivadeneira, M.F. (2016). Consolidación Del Cultivo De Arándanos En Argentina Evolución Y Actualidad De La Producción. Ministerio De Agroindustria, Eea Inta Concordia.

Ribera, A.E., M. Reyes, M. Alberdi, G. Zuñiga And M. Mora. 2010. Antioxidant Compounds In Skin And Pulp Of Fruits Change Among Genotypes And Maturity Stages In Highbush Blueberry (*Vaccinium Corymbosum* L.) Grown In Southern Chile. Journal Of Soil Science And Plant Nutrition 10(4): 509-536

Rosemarie, S. Y G. Petzold. (2007). Formulación De Una Pasta Gelatinosa A Partir Del Descarte De Arándanos (*Vaccinium Corymbosum*). Información Tecnológica 18(2): 53-60.

Rubio, Jc; García, G; Ciordia, M, (2010) Situación Actual Del Cultivo Del Arándano En El Mundo. Tecnología Agroalimentaria - N.º 12.

Safner, R., J. Polashock, M. Ehlenfeldt And B. Vinyard. 2008. Instrumental And Sensory Quality Characteristics Of Blueberry Fruit From Twelve Cultivars. *Postharvest Biology And Technology* 49(1): 19–26.

Sierra Exportadora. (2013), Situación Mundial De Los Arándanos Frescos Y Procesados Y Perspectivas Próxima Temporada.

Téllez, C.P., G. Fischer Y O. Quintero. (2007). Comportamiento Fisiológico Y Físicoquímico De Frutos De Curuba (*Passiflora Mollissima* Bailey) Encerados Y Almacenados A Dos Temperaturas. *Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas*1(1): 67-80

Urrutia, G. Y Buzeta, A. Mercado Y Cultivo De Berries. (2011), Mac Pherson & Díaz.

Zoffoli, J.; Latorre B.; Rivera, S.; Rodríguez, J. (2013). Antecedentes Para Optimizar El Manejo De Postcosecha De Arándanos. *Revista Frutícola, Copefrut S.A.* 3(12): 29-37

11 ANEXOS

ANEXO 1. Frutos de arándano provenientes de Tuta Boyacá.



ANEXO 2. Envases biodegradables y de polietileno.



ANEXO 3. Embalaje de muestras.



ANEXO 4. Prueba de acidez titulable (ATT).



ANEXO 5. Edición de tasa respiratoria.



ANEXO 6. Prueba de sólidos solubles totales.



ANEXO 7. Prueba de colorimetría.



ANEXO 8. Prueba de peso.

