



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN INHIBIDOR DE ETILENO EN
EL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE ARÁNDANO
(*VACCINIUM SP.*) EN TRES ÍNDICES DE COLOR EN EL CAMPUS
SALACHE 2024 – 2025”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo

Autor: Robayo Troncoso
Diego Andres

Tutor:
Parra Gallardo Giovana Paulina

LATACUNGA – ECUADOR Febrero 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Robayo Troncoso Diego Andres, con cédula de ciudadanía No. 0550302806, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN INHIBIDOR DE ETILENO EN EL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE ARÁNDANO (*vaccinium sp.*) EN TRES ÍNDICES DE COLOR EN EL CAMPUS SALACHE 2024 – 2025”**, siendo la Ingeniera Mg. Giovana Paulina Parra Gallardo, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 17 de febrero del 2025



Diego Andres Robayo Troncoso
C.C: 0550302806
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ROBAYO TRONCOSO DIEGO ANDRES**, identificado con cédula de ciudadanía **0550302806** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN INHIBIDOR DE ETILENO EN EL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE ARÁNDANO (*vaccinium sp.*) EN TRES ÍNDICES DE COLOR EN EL CAMPUS SALACHE 2024 – 2025**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: octubre 2020 – marzo 2021

Finalización de la carrera: octubre 2024 – marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre del 2024

Tutor: Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo Mg.

Tema: “**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN INHIBIDOR DE ETILENO EN EL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE ARÁNDANO (*vaccinium sp.*) EN TRES ÍNDICES DE COLOR EN EL CAMPUS SALACHE 2024 – 2025**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.

- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 17 días del mes de febrero del 2025.



Diego Andres Robayo Troncoso

EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN INHIBIDOR DE ETILENO EN EL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE ARÁNDANO (*vaccinium sp.*) EN TRES ÍNDICES DE COLOR EN EL CAMPUS SALACHE 2024 – 2025”, de Robayo Troncoso Diego Andrés, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 17 de febrero del 2025



Ing. Giovana Paulina Parra Gallardo, Mg.
C.C: 18022677037
DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Robayo Troncoso Diego Andres , con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN INHIBIDOR DE ETILENO EN EL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE ARÁNDANO (*vaccinium sp.*) EN TRES ÍNDICES DE COLOR EN EL CAMPUS SALACHE 2024 – 2025”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

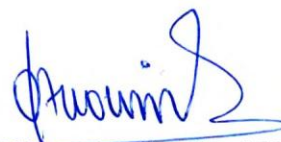
Latacunga, 17 de febrero del 2025



Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza

C.C: 050160440-9

LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete

C.C: 050267293-4

LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja

CC: 050266175-4

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Esta investigación de pregrado y el resultado de mi formación se la debo a Dios quien me dio la salud y la vida para poder cumplir con esta meta, a mis padres quienes fueron el apoyo incondicional durante mi vida estudiantil, a mi familia quienes me brindaron sus palabras de aliento en todo momento, también le quiero agradecer a mi tía Florcita quien me guió y me formó en mis estudios primarios y secundarios, a mis docentes que tuve a lo largo de mi formación universitaria quienes me brindaron sus conocimientos y me guiaron paso a paso, estoy seguro que no me alcanzaría esta página para agradecer y detallar sus cualidades y virtudes, en mi memoria siempre estará el beneficio que recibí de ustedes, le doy gracias a Dios por mi vida y por haberlos puesto en mi camino para ayudarme a construir mis éxitos, por todas las cosas buenas que me permitieron sonreír y las malas que indudablemente me ayudaron a crecer.

Diego Andres Robayo Troncoso

DEDICATORIA

Con profunda gratitud y amor, dedico este proyecto de investigación a quienes han sido mi mayor inspiración y apoyo en este camino. A mi mamita Diana que desde el cielo guía cada uno de mis pasos con su amor infinito, su recuerdo es mi fuerza y su legado vive conmigo en cada logro que alcanzo. A mis padres Diego y Charito por su esfuerzo, sacrificio y enseñanzas, que han sido la base de mi crecimiento y desarrollo. A mis hermanos Erika, Samy y Dylan gracias por creer en mí y por impulsarme siempre a dar lo mejor. A mi familia, por su apoyo incondicional y por ser mi refugio en los momentos de dificultad. Su cariño me da la fortaleza para seguir adelante. A mi colega y amigo que, con su compañía, aliento y las risas han hecho de este proceso un viaje más llevadero. A mis maestros, por compartir su conocimiento y por su dedicación en el proceso de aprendizaje. A mi tutora del proyecto, por su paciencia, orientación y compromiso. Su apoyo ha sido clave para el desarrollo de esta investigación. Y a mi novia, por su amor, paciencia y motivación constante. Gracias por estar a mi lado en cada desafío, por celebrar mis logros y por ser mi fuente de inspiración. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento. Este proyecto es también suyo.

Diego Andres Robayo Troncoso

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN INHIBIDOR DE ETILENO EN EL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE ARÁNDANO (*vaccinium sp.*) EN TRES ÍNDICES DE COLOR EN EL CAMPUS SALACHE 2024 – 2025”.

Autor:

Robayo Troncoso Diego Andres

RESUMEN

El presente estudio evalúa el comportamiento poscosecha del arándano (*Vaccinium sp.*) en tres índices de color en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi. El objetivo es determinar el efecto de la dosis del inhibidor de etileno (Ethyl Fresh) en la conservación del fruto y su impacto en la pérdida de peso y firmeza durante el almacenamiento. La metodología utilizada correspondió a un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA), donde se evaluaron tres colores diferentes (A1: rojo, A2: azul oscuro, A3: negro) y cuatro concentraciones de inhibidor de etileno (B1: 0.5 cm²/peso, B2: 1 cm²/peso, B3: 1.5 cm²/peso y B4: 0 cm²/peso - superficie). Se llevaron a cabo mediciones de la pérdida de peso y la firmeza del producto cada tres días durante un período de almacenamiento de 12 días. Los resultados muestran que el tratamiento B3 (una relación de 1,5 cm² por peso de 1-MCP) resultó ser el más eficiente para reducir la pérdida de peso y mantener la firmeza de los frutos a lo largo del almacenamiento, presentando diferencias significativas a partir del quinto día. Por otro lado, se observó que los frutos recolectados en el estado A1 (100 % rojo) mantuvieron su firmeza de manera óptima en comparación a los provenientes del estado A3 (100 % negro), los cuales experimentaron una maduración acelerada y un mayor deteriorado en su condición física. Se llega a la conclusión de que el emplear inhibidores de etileno es fundamental para preservar los arándanos de manera efectiva al prolongar su vida útil y disminuir las pérdidas después de la cosecha. Asimismo, se aconseja recolectar los frutos en el estado de madurez A1 (100% rojo) para optimizar la calidad y la durabilidad durante el almacenamiento.

Palabras clave: poscosecha, arándano (*Vaccinium sp.*), inhibidor de etileno, color.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “EVALUATION OF THE EFFECT OF AN ETHYLENE INHIBITOR ON THE POSTHARVEST BEHAVIOR OF BLUEBERRY (*vaccinium sp.*) AT THREE COLOR INDICES ON THE SALACHE CAMPUS 2024 – 2025”

Author:

Robayo Troncoso Diego Andres

ABSTRACT

The present study evaluates the postharvest behavior of blueberries (*Vaccinium sp.*) in three color indices at the campus Salache of Technical University of Cotopaxi. The purpose is to determine the effect of ethylene inhibitor dosage (Ethyl Fresh) on fruit preservation and its impact on weight loss and firmness during storage. The methodology used correspond to a randomized complete block experimental design (DBCA), where three color indices (A1: red, A2: dark blue, A3: black) and four concentrations of ethylene inhibitor were evaluated (B1: 0.5 cm²/weight, B2: 1 cm²/weight, B3: 1.5 cm²/weight y B4: 0 cm²/weight - surface). Weight loss and product firmness measurements were carried out every three days during a storage period of 12 days. The results show that treatment B3 (a ratio of 1.5 cm² per weight of 1-MCP) was the most efficient in reducing weight loss and maintaining fruit firmness throughout storage, with significant differences on the fifth day of storage. On the other hand, it was observed that the fruits harvested in the state A1 (100 % red) maintained their firmness optimally compared to those harvested at stage A3 (100 % black), which experienced accelerated maturation and a further deterioration in their physical condition. It is concluded that the use of ethylene inhibitor is essential for the effective preservation of blueberries by prolonging their shelf life and reducing post-harvest losses. Likewise, it is advisable to harvest the fruit at maturity stage A1 (100% red) to optimize quality and shelf life during storage.

Keywords: Postharvest, blueberry (*Vaccinium sp.*), ethylene inhibitor, color.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
------------------------------	----

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii	
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v	
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi	
AGRADECIMIENTO	vii	
DEDICATORIA	viii	
RESUMEN	ix	
ABSTRACT	x	
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi	
ÍNDICE DE TABLAS		xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv	
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3	
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	5	
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6	
5. OBJETIVOS	8	
5.1. General.....	8	
5.2. Específicos	8	
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	9	
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	10	
7.1. Arándano (<i>Vaccinium sp.</i>)	10	
7.2. Fruto	11	
7.3. Sabor y Aroma	11	
7.4. Semillas y Composición Interna	12	
7.5. Valor Nutricional	12	
7.6. Propiedades	13	
7.7. Cosecha	14	
7.8. Poscosecha	14	
7.9. Índices de Cosecha	14	
7.9.1 Color de la piel	15	

7.9.2	Firmeza del fruto	15
7.9.3	Contenido de sólidos solubles (°Brix)	16
7.9.4	Relación sólidos solubles/acidez (madurez organoléptica)	16
7.9.5	Facilidad de desprendimiento del fruto	17
7.9.6	Ethyl fresh (Inhibidor de etileno)	17
8.	HIPÓTESIS	18
9.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	19
9.1.	Características de área de investigación	19
9.2.	Características del área de investigación en poscosecha.	20
9.3.	Tipo de investigación	21
9.3.1	Cuantitativo	21
9.3.2	Experimental	21
9.4.	Modalidad básica de la investigación	21
9.4.1	Investigación de campo	21
9.4.2	Investigación de laboratorio	21
9.4.3	Investigación bibliográfica documental.....	22
9.5.	Técnicas de la investigación	22
9.5.1	Observación Directa	22
9.5.2	Comparativa	22
9.5.3	Registro de Datos y Análisis Estadístico	22
9.5.4	Análisis Estadístico	23
9.6.	Materiales	23
9.6.1	Materiales de Campo	23
9.6.2	Materiales para la Realización del Proyecto de investigación	23
9.7.	Factores de Estudio	24
9.8.	Diseño Experimental	24
9.9.	Tratamiento en Estudio	25
9.10.	Análisis Estadístico y Pruebas de Significación al 5%.....	25

9.11. Análisis funcional	26
9.12. Características de la unidad experimental	26
9.12.1 Delimitación del Área de Recolección	27
9.12.2 Cosecha del Arándano para la Etapa de Poscosecha	28
9.12.3 Empacado con la dosis del Inhibidor de Etileno	28
9.12.4 Almacenamiento de los Arándanos	29
9.13. Fases de Laboratorio	29
9.14. Indicadores a evaluar	30
9.14.1 Pérdida de Peso (%)	30
9.14.2 Firmeza del Arándano (kg/cm ²).....	31
9.14.3 pH	31
9.14.4 Contenido de Sólidos Solubles Totales (°Brix)	32
9.14.5 Incidencia de plagas, enfermedades y fisiopatías	32
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
10.1. Análisis de varianza de peso	34
10.2. Firmeza	38
10.3. pH	45
10.4. Sólidos solubles	48
10.5. Diámetro	51
10.6. Plagas, enfermedades y fisiopatías	54
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
11.1. Conclusiones	58
11.2. Recomendaciones	59
12. BIBLIOGRAFÍA	59
13. ANEXOS	67
ÍNDICE DE TABLAS Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2 Clasificación de la taxonomía del arándano	10
Tabla 3 Valor nutritivo del arándano	12

Tabla 4 Datos del lugar de investigación.....	19
Tabla 5 Datos de ubicación de la investigación en laboratorio	20
Tabla 6 Tabla de tratamientos que se realizó el estudio.....	24
Tabla 7 Tabla del Análisis de Varianza (ADEVA)	25
Tabla 8 ADEVA para pérdida de peso (%).....	33
Tabla 9 Prueba de Tukey al 5% para la dosis del Inhibidor de Etileno (B).....	37
Tabla 10 ADEVA para firmeza	39
Tabla 11 Prueba de tukey al 5% para el índice de cosecha de los arándanos en la variable firmeza	43
Tabla 12 Prueba de tukey al 5% para la dosis del Inhibidor de Etileno (B)de los arándanos en la variable firmeza	43
Tabla 13 Prueba de Tukey al 5% para el Interacción A x B.....	43
Tabla 14 ADEVA para pH	47
Tabla 15 ADEVA para sólidos solubles	52
Tabla 16 ADEVA para diámetro.....	57
Tabla 17 ADEVA para plagas enfermedades y fisiopatías	61
Tabla 18 Prueba de tukey al 5% para la dosis del Inhibidor de Etileno (B)en la variable de plagas enfermedades y fisiopatías	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del previo	19
Figura 2. Ubicación del laboratorio	20
Figura 3 Valores medios de pérdida de peso (%) por cada toma	35
Figura 4 Comparación del Factor B (inhibidor de etileno) en la variable de pérdida de peso.	37
Figura 5 Valores medios de firmeza por cada toma	40
Figura 6 Comparación del Factor A (índice de cosecha) en la variable de firmeza	43
Figura 7 Comparación del Factor B (inhibidor de etileno) en la variable de firmeza	44
Figura 8 Valores medios de pH por cada toma	47
Figura 9 Valores medios de sólidos disueltos por cada toma	50

Figura 10 Valores medios de diámetro por cada toma	53
Figura 11 Valores medios de aparición de plagas, enfermedades y fisiopatías por cada toma	56
Figura 12 Comparación del Factor B (inhibidor de etileno) en la variable de aparición de plagas, enfermedades y fisiopatías.....	58

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN INHIBIDOR DE ETILENO EN EL
COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE ARÁNDANO (*VACCINIUM SP.*) EN TRES
ÍNDICES DE COLOR EN EL CAMPUS SALACHE 2024 – 2025

Fecha de inicio:

Octubre 2024

Fecha de finalización:

Marzo 2025

Lugar de ejecución:

Provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Eloy Alfaro, barrio Salache bajo en la
Universidad Técnica de Cotopaxi.

Facultad que auspicia

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Agronomía

Equipo de Trabajo:

Responsable del proyecto:

Tutora: Ing. Parra Gallardo Giovana Paulina, Mg.

Lector 1: Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza.

Lector 2: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete.

Lector 3: Ing. Alexandra Isabel Tapia Borja.

Coordinador del Proyecto:

Nombre/s: Robayo Troncoso Diego Andres

Teléfonos: 0963627773

Correo electrónico: diego.robayo2806@utc.edu.ec

Área de Conocimiento: Agricultura,
silvicultura y pesca

Línea de investigación:

1.Desarrollo y seguridad alimentaria

Se entiende por seguridad alimentaria cuando se dispone de la alimentación requerida para mantener una vida saludable. El objetivo de esta línea será la investigación sobre productos, factores y procesos que faciliten el acceso de la comunidad a alimentos nutritivos e inocuos y supongan una mejora de la economía local.

2.Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

La biodiversidad forma parte intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, en la medicina, en actividades pecuarias, incluso en ritos, costumbres y tradiciones culturales. Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad local, basado en la caracterización agronómica, morfológica, genómica, física, bioquímica y usos ancestrales de los recursos naturales locales. Esta información será fundamental para establecer planes de manejo, de producción y de conservación del patrimonio natural.

Línea de vinculación de la carrera:

Producción agrícola sostenible

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El arándano, originario de las zonas frías del hemisferio norte, pertenece al grupo de arbustos del género *Vaccinium* (Tineo et al., 2022). En los últimos años, su consumo ha experimentado un aumento debido a los múltiples beneficios que aporta a la salud (Kukula et al., 2024). Esto se debe a su elevado contenido de antocianinas, flavonoles y antioxidantes, además de su bajo aporte calórico. Asimismo, los compuestos bioactivos presentes en el arándano han demostrado ser efectivos en la prevención de enfermedades cardiovasculares y degenerativas (Álvarez et al., 2020).

Según Agrocalidad (2022) el cultivo de arándano en Ecuador comenzó en 2015 con la iniciativa de un pequeño grupo de emprendedores. Durante 2022, las exportaciones de esta fruta tuvieron como destinos principales a Países Bajos, Alemania y Singapur, alcanzando un total de 161.500 kilogramos exportados. Se estima que este volumen crecerá progresivamente a medida que las nuevas áreas de cultivo lleguen a su capacidad máxima de producción.

Los arándanos han logrado adaptarse exitosamente a las condiciones ecuatorianas en los últimos años; sin embargo, la fragilidad de su composición plantea retos importantes para su preservación durante el almacenamiento y transporte, lo cual puede resultar en pérdidas económicas sustanciales (Albert et al., 2023). Destacando que, aproximadamente entre 8% y 12% de la producción total se descarta debido a daños mecánicos durante la recolección manual y la manipulación inadecuada y se estima que entre 15% y 20% de la producción se deteriora antes de llegar al mercado, principalmente por deshidratación, moho y daños por compresión durante el almacenamiento y transporte.

Por lo que, analizar cómo un compuesto inhibidor de etileno afectaría el comportamiento de los arándanos después de la cosecha en términos de su coloración responde a la creciente necesidad de mejorar las técnicas utilizadas en el manejo de los arándanos después de ser recolectados debido a su alto valor comercial.

Con base en lo expuesto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto de un inhibidor de etileno en el comportamiento poscosecha de arándano (*Vaccinium sp.*) en tres

índices de color, con el fin de evaluar cómo afecta la vida útil de la fruta y disminuir su deterioración para reducir las pérdidas económicas durante el almacenamiento y transporte.

La investigación se realiza debido a la necesidad de optimizar el tratamiento posterior a la cosecha de los arándanos, que incluye los procedimientos de selección, clasificación, aplicación del inhibidor de etileno, condiciones de almacenamiento (temperatura y humedad relativa), y métodos de embalaje, con el fin de evaluar su impacto en la conservación del fruto y en los tres índices de color analizados.

En Ecuador donde la producción de arándanos, no existen protocolos claros para utilizar los inhibidores de etileno que puedan mantener las características físicas y químicas del fruto durante su almacenamiento de forma efectiva. Además, es necesario realizar una investigación sobre la diversidad en los niveles de maduración, el cual se divide en tres etapas según su tonalidad. En primer lugar, está el nivel A1 (Índice 2), donde los frutos son completamente rojos y muestran una maduración temprana caracterizada por alta acidez y firmeza. Luego tenemos el nivel A2 (Índice 3), donde el 45 % del fruto adquiere un color azul oscuro, que revela una fase intermedia en la que aumentan los niveles de azúcar y la firmeza es óptima. Por último, se encuentra el nivel A3 (Índice 4), donde la totalidad del fruto es de color negro indicando su madurez completa y máxima calidad sensorial, aunque también una mayor vulnerabilidad al deterioro, y cómo interactúan estos niveles en presencia del inhibidor de etileno para identificar las condiciones óptimas que mejoren al máximo su conservación y aceptación en el mercado.

Este estudio aporta significativamente, destacando que desde el punto de vista teórico contribuirá al conocimiento sobre el efectivo uso de la dosis del inhibidor de etileno en frutas delicadas como el arándano; esto generará nuevo conocimiento científico en un campo donde existen vacíos importantes y específicamente en relación a las condiciones climáticas y de producción en Ecuador. En cuanto a los aspectos prácticos de la investigación permitirá establecer pautas específicas para la gestión después de la cosecha tales como la dosis ideal del inhibidor a utilizar; el punto óptimo de madurez para la recolecta y el color del fruto que asegure una mejor conservación a largo plazo. Estos hallazgos podrían servir para crear procedimientos útiles en

distintas situaciones y disminuir las pérdidas después de la cosecha mientras se incrementa el valor económico de los arándanos

El impacto de esta investigación se traduce en una mejora sustancial en la gestión poscosecha del arándano, que permitirá posicionar al Ecuador como un exportador competitivo de esta fruta en los mercados internacionales. Además, al optimizar los procesos de almacenamiento y transporte, se reducirá el desperdicio de alimentos y se aumentará la sostenibilidad del sistema productivo. En términos científicos, la investigación llenará un vacío existente en el manejo poscosecha del arándano, especialmente en el contexto ecuatoriano, sentando las bases para futuras investigaciones en cultivos similares.

La aplicación práctica de este proyecto consiste en crear directrices específicas para el uso de inhibidores de etileno en arándanos que puedan ser utilizadas directamente por productores y exportadores del sector agrícola. Estas directrices incluirán la cantidad ideal de fruta respecto a la dosis del inhibidor a aplicar, el momento óptimo para la recolección y las condiciones de almacenamiento adecuadas basadas en el índice de color de la fruta. Estos hallazgos ayudarán a los productores a reducir las pérdidas económicas y a mejorar la calidad de los arándanos, incrementando su competitividad en los mercados globales.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los principales beneficiarios directos son los agricultores y exportadores de arándanos en la zona del campus Salache y sus alrededores. Se estima que alrededor de 200 individuos se ven beneficiados por este proyecto en su mayoría pequeñas y medianas empresas locales. Dentro de este grupo se calcula que el 60% son hombres (120 personas), mientras que el 40% restante son mujeres (80 personas), lo que demuestra la activa participación de ambos géneros en las labores agrícolas y comerciales de exportación del sector.

Otros beneficiarios directos también incluirían estudiantes y profesionales dedicados a la investigación agrícola y al procesamiento posterior de la cosecha; estos podrán emplear los hallazgos en diferentes cultivos de frutas afines en el futuro próximo. Se calculan beneficios directos para un mínimo de 50 individuos en esta situación particular; incluyendo investigadores educadores

y estudiantes tanto del campus Salache como de organizaciones vinculadas al ámbito agroalimentario.

Entre los que se verán favorecidos de manera indirecta se encuentran los clientes tanto nacionales como internacionales de arándanos; quienes disfrutarán de frutas de mejor calidad y más sabrosas y frescas por un período más prolongado en comparación al actual estado del producto en el mercado actualmente disponible para su consumo directamente del productor o vendedor local. Este grupo es considerablemente amplio ya que abarca tanto aquellos que realizan la compra directamente como aquellos que serán quienes consumirán el producto finalmente adquirido; estimándose una cifra superior a las 10 mil personas tanto en mercados locales como extranjeros.

Además, las comunidades agrícolas ubicadas cerca del campus Salache podrían obtener beneficios de manera indirecta al seguir los procedimientos desarrollados en esta investigación en sus propias cosechas, lo que favorecería un efecto positivo en la productividad y la viabilidad económica de la zona.

El proyecto contribuirá al empoderamiento tanto de hombres como de mujeres al fomentar la igualdad de oportunidades en el acceso a los resultados de la investigación en el ámbito agrícola. Se espera que alrededor del 50 % de las personas beneficiadas, incluyendo productores/as, estudiantes y consumidores/as, sean mujeres, lo que impulsará la participación inclusiva en la adopción de prácticas innovadoras en dicho sector.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El manejo poscosecha de frutas como el arándano (*Vaccinium sp.*) supone un desafío considerable debido a su elevada susceptibilidad al deterioro, lo que resultan en importantes pérdidas económicas durante el almacenamiento y el transporte (Nuñez et al., 2008). Uno de los factores críticos que influyen en la longevidad de los arándanos es su elevada velocidad de respiración y producción de etileno, una fitohormona que acelera los procesos de maduración y envejecimiento del fruto (Farneti et al., 2022).

Los inhibidores de etileno, como el 1-metilciclopropeno (1-MCP), han demostrado ser efectivos en otras frutas para prolongar su vida útil, pero su eficacia puede variar según la proporción

utilizada, el estado de madurez del fruto y las condiciones de almacenamiento (Li et al., 2022). En este sentido, algunos artículos publicados han reportado resultados relacionados con el desarrollo del color (Xie et al., 2020). Por ejemplo, se ha encontrado que el color de la piel del durazno cambió de manera desigual después del tratamiento con 1-MCP, además se informó de un cambio significativo en el color de la pulpa en comparación con el control en los días 4, 6 y 8, pero no hubo una diferencia significativa en el color de la piel (Zhang et al., 2022).

En este contexto, se ha establecido que el color de la fruta se considera un factor clave para determinar su madurez y calidad; no obstante, la efectividad de los inhibidores de etileno puede verse influenciada por la época de cosecha y las condiciones de almacenamiento, lo que afecta su interacción con el fruto. Estudios han demostrado que una dosificación inadecuada de estos inhibidores puede ser ineficaz o incluso perjudicial, provocando alteraciones en la calidad organoléptica del arándano, lo que impacta negativamente su sabor, textura y apariencia.

Sin embargo, estos resultados no se han aplicado ni validado en el contexto local, específicamente en el campus Salache lo que subraya la necesidad de estudios adaptados al entorno.

En el entorno local del campus Salache se enfrentan desafíos en la gestión posterior de la cosecha de arándanos relacionados principalmente con las pérdidas durante el almacenamiento y la disminución de su calidad visual y sensorial, al igual que la necesidad de estrategias más eficaces para preservar la frescura de la fruta hasta que llegue al consumidor final. Destacando que, su manipulación durante el periodo post-cosecha sigue siendo un obstáculo debido a la ausencia de protocolos específicos para mejorar su conservación. En la actualidad no se dispone de una guía clara sobre el uso adecuado de los inhibidores de etileno en relación al grado de madurez de los arándanos ni sobre qué índice de color ofrece los mejores resultados en cuanto a su rentabilidad comercial y competitividad en el mercado se refiere.

Por lo que, la importancia de esta investigación, reside en su influencia tanto en el ámbito económico como científico. Desde un punto de vista económico, mejorar el proceso de post cosecha del arándano, podría disminuir las pérdidas después de la cosecha y alargar la vida útil de la fruta

además de mejorar su calidad; esto llevaría a un aumento de los ingresos para los agricultores locales y a una mayor competitividad en los mercados.

Desde una perspectiva científica se puede afirmar que este estudio aporta conocimiento sobre el comportamiento del arándano después de la cosecha cuando se ve afectado por inhibidores de etileno; teniendo en cuenta factores críticos como el momento de la cosecha y los índices de color. Además, los hallazgos obtenidos en esta investigación podrían sentar las bases para desarrollar protocolos reproducibles en otras áreas geográficas y para otros cultivos similares; ayudando así a avanzar en el manejo post-cosecha de frutas altamente demandadas en términos comerciales.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Evaluar el comportamiento poscosecha de arándano (*vaccinium sp.*) en tres índices de color en el campus Salache.

5.2. Específicos

- Determinar el índice de color del fruto que para un mejor comportamiento en poscosecha de arándano (*vaccinium sp.*) al aplicar un inhibidor de etileno.
- Identificar la proporción óptima entre el peso de los frutos de arándano y la superficie de la dosis del inhibidor de etileno en el comportamiento poscosecha de arándano

(*vaccinium sp.*)

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1.

Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivo	Actividad	Metodología	Resultados Esperados
Determinar el mejor índice de color del fruto para un mejor comportamiento poscosecha de arándano (<i>Vaccinium sp.</i>) al aplicar un inhibidor de etileno.	Clasificar frutos por índice de color.	Separar frutos según su madurez (45% azul oscuro, 100% negro, 100% rojo).	Determinación del índice de color con mejor estabilidad poscosecha.

Registrar parámetros durante almacenamiento.	Evaluación de pérdida de peso y firmeza en diferentes días de almacenamiento.	Datos sobre la interacción entre índice de color y tratamiento con inhibidor.
Analizar interacción colorinhibidor.	Análisis factorial para evaluar los efectos combinados de madurez e inhibidor.	Identificación del índice de color óptimo para la conservación y vida útil del fruto.
Identificar la proporción óptima entre el peso de los frutos y la superficie de la dosis del inhibidor de etileno.	Seleccionar y tratar los frutos.	Recolección y clasificación de arándanos frescos del campus Salache. Aplicación de diferentes dosis del inhibidor.
		Determinación de la dosis óptima del inhibidor para maximizar calidad y vida útil.
Registrar datos poscosecha.	Monitoreo de pérdida de peso bajo condiciones controladas.	Datos sobre la efectividad del inhibidor según dosis aplicadas.
Analizar	Uso de diseño dosis-experimental.	Relación óptima entre interacción peso del fruto y peso. concentración del inhibidor.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Arándano (*Vaccinium sp.*)

El arándano (*Vaccinium sp.*) es un fruto de gran importancia económica, ampliamente valorado por sus propiedades nutricionales y antioxidantes, lo que ha generado una creciente demanda a nivel mundial (Doyle et al., 2021). En el contexto de la postcosecha, uno de los principales desafíos es la preservación de la calidad del fruto durante el almacenamiento (Ma et al., 2022). Dado que los arándanos presentan una alta sensibilidad al etileno, un gas que, a pesar de su baja concentración, puede desencadenar procesos de senescencia y degradación (Zhang et al., 2023).

En este sentido, se han propuesto diversas tecnologías para minimizar los efectos negativos del etileno, siendo el uso de inhibidores de este compuesto. El color del arándano es uno de los atributos clave de calidad visual que influye directamente en la aceptación del consumidor y que también está correlacionado con la madurez y los niveles de compuestos fenólicos y antocianinas del fruto (Giongo et al., 2023).

El presente estudio que se realiza en el Campus Salache, se enfoca en investigar el efecto de un inhibidor de etileno en tres índices de color, con el objetivo de evaluar si dicha intervención puede contribuir a mejorar la conservación poscosecha del arándano, preservando su calidad visual y su valor nutricional durante un periodo de almacenamiento prolongado.

Tabla 2 *Clasificación de la taxonomía del arándano*

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Ericales

Familia: Ericaceae

Subfamilia: Vaccinioideae

Tribu: Vaccinieae

Género: Vaccinium

Fuente: (Giovannelli y Buratti, 2009).

7.2 Fruto

Es un fruto pequeño, generalmente de forma esférica, con un diámetro promedio de entre 5 y 16 mm, y su color varía del azul oscuro al negro cuando está completamente maduro (Rering et al., 2024). Este fruto pertenece al grupo de las berries y es apreciado por su contenido de compuestos bioactivos, como las antocianinas, flavonoides y ácidos fenólicos, los cuales contribuyen a sus propiedades antioxidantes y a sus beneficios para la salud humana (Haralson et al., 2023). La piel del arándano es fina y recubre una pulpa jugosa, cuyo sabor varía desde

ligeramente ácido hasta dulce, dependiendo de la variedad y del estado de madurez (Vaitiekunaite et al., 2022).

El arándano posee una piel fina, flexible y cerosa, cubierta por una ligera pruina blanquecina, la cual actúa como una barrera natural contra la deshidratación y agentes patógenos (Correia et al., 2024). Su pulpa es jugosa y carnosa, con una textura suave que varía según la variedad y el grado de maduración. Durante el almacenamiento y transporte, la firmeza del fruto es un parámetro clave, ya que determina su resistencia a daños mecánicos y su vida útil en condiciones poscosecha (Meléndez et al., 2021).

7.3 Sabor y Aroma

El perfil sensorial del arándano es complejo y equilibrado, caracterizado por un sabor que oscila entre ácido y dulce, dependiendo de la concentración de azúcares, ácidos orgánicos y compuestos volátiles (Meléndez et al., 2021):

- Frutos inmaduros: Predomina la acidez y la astringencia debido al alto contenido de ácidos málico y cítrico.
- Frutos maduros: La dulzura aumenta con la acumulación de azúcares como glucosa y fructosa, reduciéndose la acidez y generando un sabor más agradable.

El aroma del arándano está compuesto por una mezcla de ésteres, aldehídos y alcoholes volátiles, que se intensifican conforme avanza la maduración, aportando notas frutales características.

7.4 Semillas y Composición Interna

El interior del arándano contiene entre 15 y 60 semillas, de tamaño diminuto (0,5 a 1,4 mm de diámetro), las cuales se distribuyen en la pulpa y no afectan la experiencia sensorial del consumidor. La proporción entre pulpa y semillas varía según la especie y el manejo agronómico, influyendo en la textura y jugosidad del fruto (Meléndez et al., 2021).

7.5 Valor Nutricional

Los arándanos ofrecen importantes beneficios para la salud, al contar con menos de 80 calorías por taza, elevados niveles de antioxidantes y de vitamina C. Una porción del orden de 14 mg contiene casi el 25 % de las necesidades diarias de esta vitamina. También son una buena fuente de fibra y una excelente fuente de manganeso (Hislop et al., 2023).

Tabla 3 *Valor nutritive del arándano*

Nutriente	Cantidad
Energía	57 kcal
Agua	84.21 g
Proteínas	0.74 g
Grasas totales	0.33 g
Carbohidratos	14.49 g
Fibra dietética	2.4 g
Azúcares	9.96 g
Calcio	6 mg
Hierro	0.28 mg
Magnesio	6 mg
Fósforo	12 mg
Potasio	77 mg
Vitamina C	9.7 mg
Vitamina A (RAE)	3 µg
Vitamina E (α -tocoferol)	0.57 mg
Folato	6 µg

Fuente: USDA (United States Department of Agriculture). "FoodData Central." U.S. Department of Agriculture, 2019.

7.6 Propiedades

Es conocido por sus diversas propiedades nutricionales y beneficios para la salud, lo que lo convierte en un "superalimento". Entre sus propiedades más destacadas está su alto contenido de compuestos antioxidantes, como las antocianinas, flavonoides y ácidos fenólicos, los cuales han demostrado tener efectos protectores contra el estrés oxidativo y enfermedades crónicas, como enfermedades cardiovasculares, cáncer y trastornos neurodegenerativos (Redpath, et al., 2021).

El cultivo de arándano se puede establecer con densidades de siembra de 3 000 a 4 000 plantas por hectárea, dependiendo de la variedad y el sistema de producción. Las distancias entre plantas varían entre 0,80 y 1 metro, mientras que la separación entre líneas o surcos oscila entre 2,50 y 3,50 metros (Farneti et al., 2020).

Para un óptimo desarrollo, el arándano requiere suelos sueltos y bien drenados, evitando aquellos compactados, calcáreos o con erosión hídrica. El pH ideal se encuentra entre 4 y 5, con un contenido de materia orgánica del 3 al 4%, el cual puede ajustarse mediante enmiendas. El control del pH es crítico durante los primeros dos años del cultivo, ya que valores superiores a 5 pueden provocar bajo vigor y clorosis en la brotación. Por otro lado, un pH inferior a 4,8 incrementa el riesgo de toxicidad por manganeso (Ordóñez et al., 2020)

Los suelos ácidos favorecen la absorción de nitrógeno (N) en forma de amonio (NH_4^+), lo que mejora el crecimiento del arándano alto (*V. corymbosum* L.) y *lowbush* (*V. angustifolium* Ait). Estudios indican que la fertilización con NH_4^+ en lugar de NO_3^- incrementa el crecimiento de la planta. Para suplementar nitrógeno y reducir el pH del suelo, se utilizan fuentes como sulfato de amonio, sulfato de magnesio, urea y triple 18 (Kaya et al., 2020). Además, el ácido sulfúrico se ha demostrado eficaz para mejorar la disponibilidad de fósforo, manganeso, zinc y hierro en suelos calcáreos (Brownrigg et al., 2022).

Las diferencias en el crecimiento vegetativo del arándano no dependen únicamente de la fuente de nitrógeno utilizada, sino del pH de la solución nutritiva empleada en la fertilización (Ordóñez et al., 2020). En este sentido, los fertilizantes foliares representan una alternativa eficiente para la nutrición del cultivo y la corrección de deficiencias nutricionales.

7.7 Cosecha

La cosecha del arándano se realiza generalmente cuando los frutos han alcanzado su madurez completa, lo que se manifiesta por un cambio de color a azul oscuro o negro, dependiendo de la variedad. Este momento es crucial, ya que la madurez influye directamente

en la calidad y vida útil del fruto en la poscosecha. La recolección del arándano suele hacerse manualmente para evitar daños mecánicos, dado que los frutos son muy sensibles al maltrato físico, lo que puede acelerar su deterioro (Zhang et al., 2020).

7.8 Poscosecha

En la etapa poscosecha, el arándano es particularmente sensible al etileno, lo que puede acortar su vida útil al acelerar procesos de senescencia como el ablandamiento y la pérdida de color (Godara et al., 2025). La temperatura de almacenamiento ideal para los arándanos es de 0-1°C, con una humedad relativa del 90-95%, lo que permite una conservación de hasta dos semanas, aunque la vida útil puede variar según la variedad y las condiciones de manejo (Mengist et al., 2023).

7.9 Índices de Cosecha

Los índices de cosecha del arándano se basan principalmente en criterios visuales y fisiológicos que permiten determinar el momento óptimo para recolectar los frutos, garantizando una mayor calidad y vida útil en la poscosecha (Moggia et al., 2022). Los principales índices de cosecha son:

7.9.1 Color de la piel

El color es uno de los indicadores más confiables de madurez en los arándanos. La madurez completa se alcanza cuando el fruto cambia de un color verde o rojo a un tono azul oscuro o negro en toda su superficie (Yan et al., 2023). Este cambio de color se debe a la acumulación de antocianinas, pigmentos responsables del color característico del arándano y con propiedades antioxidantes (Wang et al., 2024).

Sin embargo, no todos los arándanos que presentan color azul están completamente maduros. En algunas variedades, el interior del fruto puede tardar un poco más en alcanzar la madurez deseada. Para evitar la cosecha prematura, algunos productores esperan uno o dos días después de que el fruto ha adquirido su color azul uniforme antes de recolectarlo (Virgin et al.,

2024). Además, el color puede variar ligeramente entre distintas variedades de arándano, lo que hace que la observación visual deba complementarse con otros índices de madurez (Maya et al., 2021).

7.9.2 Firmeza del fruto

La firmeza es un factor clave en la determinación de la calidad y en la manipulación poscosecha (Ivanovski et al., 2020). Los arándanos más firmes tienen una mayor vida útil (Crump et al., 2022). Dado que resisten mejor el transporte y el almacenamiento sin sufrir daños o aplastamientos (Rivera et al., 2022). La firmeza del fruto disminuye a medida que madura, por lo que este parámetro se evalúa con equipos como el penetrómetro, que mide la resistencia del fruto a la compresión (Crisosto et al., 2012).

Un arándano óptimamente maduro presenta una firmeza intermedia: ni demasiado dura (lo que indicaría inmadurez y falta de sabor), ni demasiado blanda (lo que implicaría sobre maduración y menor resistencia mecánica) (Yang et al., 2022). La firmeza del fruto también puede depender de la variedad, las condiciones climáticas durante la maduración y las prácticas de riego (Kuzucu, 2020). Un manejo adecuado del riego y la nutrición del cultivo ayuda a mantener una buena firmeza en la fruta hasta el momento de la cosecha (Ren et al., 2023).

7.9.3 Contenido de sólidos solubles (°Brix)

El contenido de sólidos solubles mide la concentración de azúcares en el fruto y es un indicador clave de su sabor y madurez interna. En los arándanos, los valores de °Brix generalmente se encuentran entre 10 y 15 °Brix en el momento óptimo de cosecha, aunque esto puede variar según la variedad y las condiciones de cultivo. Este parámetro se mide con un refractómetro, un instrumento que permite conocer el porcentaje de azúcares presentes en el jugo del fruto (Al-Dairi, et al., 2024).

Los arándanos con un contenido de Brix más alto suelen tener un sabor más dulce y atractivo para el consumidor (Singh et al., 2023). Sin embargo, no solo los azúcares influyen

en la percepción del sabor, sino también la acidez, que debe estar equilibrada (Feng et al., 2020). Un fruto con un Brix alto, pero con una acidez elevada puede seguir siendo percibido como ácido, mientras que un fruto con un Brix bajo pero baja acidez puede parecer insípido (Al-Dairi, et al., 2024).

7.9.4 Relación sólidos solubles/acidez (madurez organoléptica)

La relación entre los sólidos solubles (azúcares) y la acidez total del fruto es un indicador del equilibrio entre dulzura y acidez, el cual influye directamente en la aceptación del consumidor (Threlfall et al., 2020). En los arándanos, la acidez suele disminuir durante la maduración, mientras que el contenido de azúcares aumenta (Jiang et al., 2022). Esta relación se expresa en un índice de madurez organoléptica, que determina el mejor momento para la cosecha en términos de sabor (Cai et al., 2021).

El equilibrio ideal entre azúcares y acidez depende del mercado y del destino del fruto (Kalopesa et al., 2023). Para consumo en fresco, se prefieren frutos con un buen balance entre dulzura y acidez, mientras que para procesos industriales (como jugos o mermeladas) pueden elegirse frutos con un mayor contenido de azúcares (Ashique et al., 2024).

Además, las condiciones ambientales pueden influir en la acidez del fruto, ya que temperaturas más frías durante la maduración pueden preservar la acidez, mientras que temperaturas más cálidas aceleran la conversión de ácidos en azúcares (Atkins et al., 2024).

7.9.5 Facilidad de desprendimiento del fruto

Este índice evalúa la resistencia del fruto a desprenderse del racimo. Los frutos que están listos para la cosecha se desprenden fácilmente con una leve presión (Setiawan et al., 2024). Un arándano inmaduro requiere más fuerza para ser removido, mientras que un fruto sobre maduro tiende a caerse con facilidad (Song et al., 2020).

En la cosecha manual, los recolectores deben identificar los frutos que se desprenden suavemente sin necesidad de aplicar demasiada presión (Pedrini et al., 2020). Los frutos que

aún ofrecen resistencia probablemente necesiten más tiempo para madurar en la planta (Nasir et al., 2024). En sistemas de cosecha mecanizada, la facilidad de desprendimiento es aún más importante, ya que las máquinas deben estar calibradas para recolectar únicamente los frutos que están en su punto óptimo de maduración, evitando daños en aquellos que aún no están listos (Chen et al., 2024).

Además, la facilidad de desprendimiento también puede influir en las pérdidas por caída natural del fruto (Pérez et al., 2020). Si un arándano sobre maduro se suelta demasiado fácilmente, puede caerse al suelo antes de la cosecha y perderse (Kapoor et al., 2022). Por eso, un equilibrio entre facilidad de cosecha y firmeza del fruto es esencial para minimizar pérdidas y mantener la calidad del producto (Sing et al., 2020).

7.9.6 Ethyl fresh (Inhibidor de etileno)

Es un inhibidor de etileno la cual se puede decir que este actúa como limitador a la hormona de senescencia (etileno) (Ting et al., 2023). Para evitar que los productos como; flores/vegetales /frutas en el proceso de perecibilidad aumenten su vida en florero y en percha (Satekge & Magwaza, 2020). Los principales beneficios son:

- Proteger de daños causados por el etileno externo e interno, esto ocurre con la unión o mezcla de diversos productos en la cadena de transporte y percha, la cual al empezar a emitir cada uno de ellos diferentes dosis de etileno acelera el proceso de maduración, Ethyl fresh ayuda a controlar los momentos críticos que se presentan lo que ocurre un envejecimiento prematuro (Jiang et al., 2024).
- Actúa con el control de la actividad microbiana de bacterias y hongos como botritis sp. Realizado por el proceso de respiración y transpiración (Tomala et al., 2020).

- Aumenta los días de exposición en floreros en las flores cortadas (Choi et al., 2023).

7.9.6 Dosis

- Flores: 1 card para (100-50) tallos.
- Vegetales: 1 card para 10 kilos.
- Frutas: 1 card para 5 kilos.

8. HIPÓTESIS

Objetivo 1: Determinar el mejor índice de color del fruto para un mejor comportamiento poscosecha de arándano (*Vaccinium sp.*) al aplicar un inhibidor de etileno

- Ho: El mejor índice de color del fruto a la cosecha influye en el comportamiento poscosecha del arándano (*Vaccinium sp.*) al aplicar un inhibidor de etileno.
- Ha: El mejor índice de color del fruto a la cosecha no influye en el comportamiento poscosecha del arándano (*Vaccinium sp.*) al aplicar un inhibidor de etileno.

Objetivo 2: Identificar la proporción óptima entre el peso de los frutos de arándano y la superficie de la dosis del inhibidor de etileno en el comportamiento poscosecha de arándano (*Vaccinium sp.*)

- Ho: La proporción entre el peso de los frutos de arándano y la superficie de la dosis del inhibidor de etileno no influye en el comportamiento poscosecha del arándano (*Vaccinium sp.*).
- Ha: La proporción entre el peso de los frutos de arándano y la superficie de la dosis del inhibidor de etileno influye en el comportamiento poscosecha del arándano (*Vaccinium sp.*).

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Características de área de investigación

La presente investigación se está llevando a cabo en la universidad técnica de Cotopaxi en sus laboratorios de poscosecha.

Figura 1 *Ubicación del previo*



Fuente:(Google maps,2024)

Tabla 4 *Datos del lugar de investigación*

Provincia:	Cotopaxi
Cantón:	Latacunga
Parroquia:	Eloy Alfaro
Longitud:	0°55'04''
Latitud:	78°37'58''
Altitud:	2750 m.s.n.m

9.2 Características del área de investigación en poscosecha.

El proyecto de esta investigación se llevó a cabo en el laboratorio de la carrera de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el laboratorio de poscosecha del campus del CESASA.

Figura 2. *Ubicación del laboratorio*



Fuente: (Google maps, 2024)

Tabla 5 Datos de ubicación de la investigación en laboratorio

Cotopaxi	
<u>Provincia:</u>	
<u>Cantón:</u>	Latacunga
<u>Parroquia:</u>	Eloy Alfaro
<u>Longitud:</u>	78°37'23'' W
<u>Latitud:</u>	0°59'57'' S
<u>Altitud:</u>	<u>2750 m.s.n.m</u>

9.3. Tipo de investigación

9.3.1. Cuantitativo

La investigación se fundamentó en un enfoque cuantitativo, lo que permitió la recolección y análisis de datos numéricos mediante mediciones directas realizadas en el laboratorio. Los datos obtenidos incluyeron mediciones periódicas de pérdida de peso, firmeza, pH, contenido de sólidos solubles (°Brix) y presencia de fitopatologías en los arándanos almacenados. Estos valores fueron organizados en tablas de control y posteriormente sometidos a análisis estadístico, utilizando el análisis de varianza (ADEVA) y la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para determinar diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

9.3.2 Experimental

En este tipo de investigación se diseñó a base al diseño experimental, con la utilización de un inhibidor de etileno (Ethyl fresh) la cual se utilizó para probar el aumento de tiempo en poscosecha, la prueba se realizó en el laboratorio de poscosecha, teniendo en cuenta las

diferentes variables y métodos que usamos de acuerdo a los indicadores con los que realizaremos su progreso.

9.4. Modalidad básica de la investigación

9.4.1. Investigación de campo

La investigación de campo se realizó en el cantón Latacunga en la parroquia Pastocalle en donde se adquirió la materia prima para la investigación.

9.4.2. Investigación de laboratorio

El desarrollo de esta investigación se llevó a cabo en el laboratorio de la carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Se llevo un registro de datos en las cuales fueron establecidos en base a los indicadores establecidos en la respectiva investigación.

9.4.3. Investigación bibliográfica documental

La base de esta investigación bibliográfica se basó en documentos web, artículos científicos, revista, libros digitales y varias publicaciones, que llegaron a formar parte en el desarrollo del marco teórico de la investigación y con sustento en la realización de las misma.

9.5. Técnicas de la investigación

9.5.1 Observación Directa

La investigación se basó en la observación directa, lo que permitió un seguimiento visual y documentado de las características de los arándanos a lo largo del período de evaluación. Esta técnica fue clave para identificar variaciones en la firmeza, el color, la presencia de fitopatologías y la pérdida de peso de los frutos almacenados bajo diferentes tratamientos. Se registraron cambios en intervalos de tres días, permitiendo detectar tendencias y establecer correlaciones entre los factores evaluados. Para complementar la observación, se tomaron registros fotográficos y se documentaron datos en fichas de laboratorio, garantizando un control del estado de cada unidad experimental.

9.5.2 Comparativa

Se implementó un análisis comparativo basado en un enfoque experimental, lo que permitió evaluar la influencia de los tratamientos aplicados en la calidad poscosecha de los arándanos. Esta técnica se utilizó para establecer diferencias entre los distintos niveles de inhibidor de etileno y su interacción con los índices de cosecha. Se compararon variables como la pérdida de peso, la firmeza del fruto, la estabilidad del pH y el contenido de sólidos solubles totales (°Brix), determinando cómo estas características se modificaron con el tiempo y qué combinación de tratamiento ofreció mejores resultados en la conservación del arándano.

9.5.3 Registro de Datos y Análisis Estadístico

En este estudio, se recopilaron datos sobre la pérdida de peso y firmeza del fruto, utilizando instrumentos calibrados y mediciones repetidas para garantizar precisión.

9.5.4 Análisis Estadístico

Se realizó un Análisis de Varianza (ADEVA) con un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial 3×4, seguido de la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para identificar diferencias significativas entre tratamientos. El procesamiento estadístico se llevó a cabo con INFOSTAT v. y Microsoft Excel, generando tablas y gráficos que facilitaron la interpretación de los resultados, permitiendo establecer conclusiones sobre el efecto del inhibidor de etileno en la conservación poscosecha del arándano (*Vaccinium sp.*).

9.6. Materiales

9.6.1. Materiales de Campo

- Cuaderno de campo
- Esfero
- Lápiz
- Borrador
- Cámara celular

9.6.2. Materiales para la Realización del Proyecto de investigación

- Material vegetal (arándano)

- Inhibidor de etileno (Ethyl fresh)
- Guantes
- Mandil
- Tabla de índices de madurez de color

9.6.3. Equipos e Instrumento De Laboratorio

- Balanza digital
- calibrador
- PH metro
- Penetrómetro
- Licuadora
- Refractómetro
- Cuchillo
- Pipeta

9.7. Factores de Estudio

Factor A- Índices de cosecha por color (A)

A1: 100% de color rojo que corresponde el índice 2.

A2: 45% de color azul oscuro que corresponde al índice 3.

A3: 100% de color negro que corresponde al índice 4.

Factor B- Dosis del Inhibidor de Etileno (B) (Ethyl fresh)

B1: 0,5 cm²/peso

B2: 1 cm²/peso

B3: 1,5 cm²/peso

B4: 0 cm²/peso

9.8. Diseño Experimental

El estudio se llevó a cabo utilizando un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con un arreglo factorial 3×4, en el que se evaluaron 12 tratamientos con 3 repeticiones, resultando en un total de 36 unidades experimentales. El diseño experimental se estructuró de la siguiente manera:

- Factor A - Índices de cosecha por color (3 niveles):

A1: 100% de color rojo (Índice 2).

A2: 45% de color azul oscuro (Índice 3).

A3: 100% de color negro (Índice 4).

- Factor B – Dosis del Inhibidor de etileno (1.MCP) (4 niveles):

B1: 0,5 cm²/peso.

B2: 1 cm²/peso.

B3: 1,5 cm²/peso.

B4: 0 cm²/peso (control).

Cada unidad experimental estuvo conformada por 25 arándanos, organizados en 20 envases plásticos esterilizados, lo que garantizó la correcta aplicación de los tratamientos y el almacenamiento controlado en el laboratorio. Los tratamientos se distribuyeron de manera aleatoria dentro de cada bloque para minimizar el efecto de factores externos y garantizar la validez del experimento.

9.9. Tratamiento en Estudio

Este proyecto es destinado para el uso de 12 tratamientos e interactuado con los factores de estudio.

Tabla 6 *Tabla de tratamientos que se realizó el estudio*

Tratamiento	Índices de Cosecha (A)	Dosis del inhibidor de Etileno (B)	Código	Descripción
1	A1 (Rojo)	B1 (0.5 cm ² /peso)	A1B1	Índice de cosecha 1 + Inhibidor de etileno 1
2	A1 (Rojo)	B2 (1 cm ² /peso)	A1B2	Índice de cosecha 1 + Inhibidor de etileno 2
3	A1 (Rojo)	B3 (1.5 cm ² /peso)	A1B3	Índice de cosecha 1 + Inhibidor de etileno 3
4	A1 (Rojo)	B4 (0 cm ² /peso) (Control)	A1B4	Índice de cosecha 1 + Sin inhibidor de etileno
5	A2 (Azul Oscuro)	B1 (0.5 cm ² /peso)	A2B1	Índice de cosecha 2 + Inhibidor de etileno 1
6	A2 (Azul Oscuro)	B2 (1 cm ² /peso)	A2B2	Índice de cosecha 2 + Inhibidor de etileno 2
7	A2 (Azul Oscuro)	B3 (1.5 cm ² /peso)	A2B3	Índice de cosecha 2 + Inhibidor de etileno 3

8	A2 (Azul Oscuro)	B4 (0 cm ² /peso) (Control)	A2B4	Índice de cosecha 2 + Sin inhibidor de etileno
9	A3 (Negro)	B1 (0.5 cm ² /peso)	A3B1	Índice de cosecha 3 + Inhibidor de etileno 1
10	A3 (Negro)	B2 (1 cm ² /peso)	A3B2	Índice de cosecha 3 + Inhibidor de etileno 2
11	A3 (Negro)	B3 (1.5 cm ² /peso)	A3B3	Índice de cosecha 3 + Inhibidor de etileno 3
12	A3 (Negro)	B4 (0 cm ² /peso) (Control)	A3B4	Índice de cosecha 3 + Sin inhibidor de etileno

9.10. Análisis Estadístico y Pruebas de Significación al 5%

Para evaluar el efecto del inhibidor de etileno en la conservación poscosecha del arándano (*Vaccinium sp.*), se realizó un análisis de varianza (ADEVA) utilizando los programas INFOSAT v. y Microsoft Excel. El análisis de varianza permitió evaluar la influencia de los dos factores experimentales en la conservación de los arándanos; además, se utilizó la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) para realizar comparaciones múltiples entre tratamientos y determinar diferencias significativas entre los niveles de los factores de estudio.

Tabla 7 Tabla del Análisis de Varianza (ADEVA)

Fuente de Variación	Fórmula	Grados de Libertad (GL)
Total	(A * B * R) - 1	35
Repeticiones (R)	R - 1	2
Índices de cosecha (A)	A - 1	2
Dosis del Inhibidor de etileno (B)	B - 1	3
Interacción A * B	(A - 1) * (B - 1)	6
Error Experimental	Diferencia	22

9.11. Análisis funcional

Para la evaluación del efecto del inhibidor de etileno en la conservación poscosecha del arándano (*Vaccinium sp.*), se realizó un análisis estadístico mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$). Este análisis permitió determinar diferencias significativas entre

los tratamientos y factores de estudio, identificando cuáles tuvieron un impacto estadísticamente relevante en los parámetros evaluados, como la pérdida de peso, firmeza, pH, contenido de sólidos solubles y la incidencia de fitopatologías durante el período de almacenamiento. Los resultados obtenidos fueron analizados para establecer relaciones entre la concentración del inhibidor de etileno y la estabilidad de los arándanos en poscosecha, permitiendo determinar la efectividad del tratamiento en la conservación de la calidad del fruto.

9.12. Características de la unidad experimental

Cada unidad experimental estuvo conformada por arándanos homogéneos en tamaño, color y estado de madurez, asegurando condiciones óptimas para la evaluación del efecto de la dosis del inhibidor de etileno en su conservación. Las tarrinas utilizadas en el estudio fueron recipientes de PET transparente con cierre hermético, diseñadas para conservar la frescura de los arándanos, regular la humedad y evitar la acumulación de etileno, asegurando su protección y estabilidad durante el almacenamiento y evaluación.

Los arándanos fueron distribuidos en los envases según el diseño experimental, asegurando un almacenamiento controlado en el laboratorio para su posterior evaluación en intervalos de tres días durante los 12 días del ensayo. Esta configuración experimental permitió obtener datos representativos y estadísticamente robustos sobre el impacto del inhibidor de etileno en la vida útil y calidad poscosecha del arándano (*Vaccinium sp.*).

9.12.1. Delimitación del Área de Recolección

La recolección de los arándanos se llevó a cabo en una parcela experimental, con un área delimitada de 1 000 m² donde el cultivo de arándano estaba previamente establecido bajo condiciones homogéneas de manejo agronómico. Se seleccionaron plantas vigorosas con un desarrollo uniforme y una carga frutal adecuada para asegurar la representatividad de la muestra.

Para la identificación de los frutos, se establecieron criterios estrictos de selección basados en el índice de madurez, asegurando que cada muestra correspondiera a uno de los tres niveles de coloración definidos en el diseño experimental. La selección se realizó visualmente, verificando la uniformidad del tamaño, color y firmeza de los frutos, descartando aquellos con daños mecánicos, deformaciones o signos de enfermedades.

Para evitar la contaminación cruzada y garantizar la calidad de la muestra, los recolectores utilizaron indumentaria de laboratorio adecuada, incluyendo guantes de nitrilo, batas y mascarillas. Se documentó la ubicación de cada planta de donde se extrajeron los frutos, asegurando la trazabilidad de la muestra durante todo el proceso experimental.

9.12.2. Cosecha del Arándano para la Etapa de Poscosecha

La cosecha se llevó a cabo en horas de la mañana para minimizar el impacto de la temperatura sobre la fisiología del fruto y reducir la pérdida de humedad. La recolección fue manual y se emplearon tijeras de poda desinfectadas para realizar cortes precisos sin dañar los frutos o la estructura de la planta. Cada tijera fue sumergida en una solución desinfectante de hipoclorito de sodio al 1% antes y después de su uso en cada planta para evitar la transmisión de microorganismos.

Tras la cosecha, los frutos fueron clasificados en campo según su tamaño, color y firmeza, utilizando estándares de calidad previamente establecidos. Se descartaron aquellos frutos que presentaban rajaduras, ataques de plagas, deformaciones o síntomas de deshidratación.

Los frutos seleccionados fueron colocados en contenedores plásticos perforados, diseñados para permitir una adecuada ventilación y evitar la acumulación de humedad. Estos contenedores fueron transportados inmediatamente al laboratorio de poscosecha en un vehículo con temperatura controlada, asegurando un manejo cuidadoso para prevenir golpes y lesiones mecánicas que pudieran acelerar su deterioro.

9.12.3. Empacado con la dosis del Inhibidor de Etileno

Antes del empacado, el área de trabajo del laboratorio fue desinfectada mediante la aplicación de hipoclorito de sodio al 1%, asegurando un ambiente libre de contaminantes y reduciendo el riesgo de contaminación microbiológica en la fruta.

Dentro del laboratorio, los frutos pasaron por una segunda fase de clasificación, en la cual se verificó nuevamente su estado físico. Aquellos frutos que presentaron signos de deterioro durante el transporte fueron descartados para garantizar que solo se utilizaran muestras en óptimas condiciones.

Cada grupo de frutos seleccionados fue empacado en recipientes plásticos estériles, los cuales fueron previamente desinfectados con alcohol al 70% para minimizar la presencia de microorganismos externos.

La aplicación del inhibidor de etileno se realizó de acuerdo con las concentraciones definidas en el diseño experimental. Se utilizó un método de pulverización homogénea, asegurando que cada unidad experimental recibiera una cantidad precisa del inhibidor sin exceso ni deficiencia. Para evitar confusiones y facilitar la identificación en el análisis posterior, cada recipiente fue rotulado con su respectivo código de tratamiento, indicando la concentración aplicada y el índice de color correspondiente.

9.12.4. Almacenamiento de los Arándanos

Una vez empacados, los arándanos fueron organizados en el área de almacenamiento del laboratorio, siguiendo el diseño experimental preestablecido. Se dispusieron sobre mesones de laboratorio, manteniendo un distanciamiento adecuado entre los envases para permitir una circulación de aire uniforme y evitar la condensación de humedad.

El monitoreo de las condiciones ambientales se llevó a cabo de manera rigurosa. Se registró diariamente la temperatura y humedad relativa del laboratorio mediante el uso de

termohigrómetros digitales, asegurando que las condiciones de almacenamiento se mantuvieran dentro de los rangos óptimos para la conservación del fruto.

La evaluación de las variables físicas y químicas se realizó en intervalos de tres días, siguiendo un cronograma de medición previamente establecido. En cada medición, se analizaron parámetros como pérdida de peso, cambios de color, firmeza y deterioro estructural, permitiendo comparar el efecto del inhibidor de etileno en los diferentes índices de madurez.

9.13. Fases de Laboratorio

Las actividades de laboratorio se estructuraron en diferentes fases para garantizar la precisión en la medición de los parámetros poscosecha (pérdida de peso, firmeza del fruto, pH, contenido de sólidos solubles totales e incidencia de fitopatologías), así como el adecuado manejo del experimento.

- Previo al inicio del ensayo, se realizó una limpieza exhaustiva del laboratorio utilizando detergente neutro y agua para remover residuos y polvo de las superficies de trabajo.
- Para la desinfección del área, se aplicó una solución de hipoclorito de sodio al 1% y alcohol al 70%, asegurando la eliminación de posibles microorganismos que pudieran afectar la calidad de los arándanos durante el experimento.
- El instrumental de laboratorio, como el penetrómetro, balanza digital, pH-metro y refractómetro, fue calibrado y desinfectado antes de cada sesión de medición para garantizar resultados precisos y evitar la contaminación cruzada entre muestras.
- Los datos obtenidos en cada una de las mediciones fueron registrados en hojas de control de laboratorio.

9.14 Indicadores a evaluar

Para evaluar el efecto del inhibidor de etileno en la conservación del arándano, se analizaron parámetros físicos y químicos durante 12 días, con mediciones realizadas cada tres días, desde 8 de noviembre hasta el 12 de diciembre del 2024:

9.14.1. Pérdida de Peso (%)

La pérdida de peso es un indicador clave en la conservación del arándano, ya que está asociada a la deshidratación del fruto y su posterior deterioro.

Procedimiento:

- Se registró el peso inicial de cada arándano el día 0 utilizando una balanza digital de alta precisión.
- Posteriormente, se pesaron los mismos arándanos cada tres días hasta completar 12 días de evaluación.

Fórmula utilizada:

$$\%Pp = \frac{W_o - W_d}{W_o} * 100$$

Donde:

- W_o = Peso inicial del arándano (día 0) en gramos.
- W_d = Peso del arándano en el día de evaluación en gramos.

Los datos fueron registrados en tablas y analizados para determinar qué concentración del inhibidor de etileno reducía la tasa de pérdida de peso en los arándanos.

9.14.2. Firmeza del Arándano (kg/cm^2)

La firmeza es un parámetro determinante en la calidad poscosecha del arándano, ya que afecta su resistencia a la manipulación, transporte y almacenamiento.

Procedimiento:

- Se utilizó un penetrómetro digital con punta cónica para medir la resistencia del arándano a la compresión.
- Se aplicó una fuerza progresiva sobre la superficie del arándano hasta que la sonda penetró su pulpa.
- La firmeza se registró en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2) y se repitió la medición cada tres días en muestras representativas.

9.14.3. pH

El pH es un indicador de la acidez del arándano y juega un papel fundamental en su estabilidad química y microbiológica.

Procedimiento:

- Se seleccionaron arándanos de cada unidad experimental y se extrajo su jugo mediante licuado y filtrado.
- Se utilizó un pH-metro digital calibrado, el cual funciona mediante un electrodo de vidrio que mide la actividad de los iones de hidrógeno en la muestra.
- El valor de pH se registró cada tres días y se comparó con los tratamientos aplicados. El pH-metro mide la acidez o alcalinidad de una solución en una escala de 0 a 14, donde valores más bajos indican mayor acidez. En los arándanos, un pH estable es crucial para prolongar su conservación y prevenir el desarrollo de microorganismos.

9.14.4. Contenido de Sólidos Solubles Totales (°Brix)

El contenido de sólidos solubles totales (SST) en los arándanos es un indicador de la concentración de azúcares, minerales y otros compuestos solubles que afectan su dulzura y calidad sensorial.

Procedimiento:

- Se extrajo jugo fresco de los arándanos y se colocó una gota en la superficie de un refractómetro digital.
- El refractómetro proyectó un haz de luz a través de la muestra, midiendo el índice de refracción del líquido.
- Los valores se expresaron en grados Brix (°Brix) y fueron registrados cada tres días.

El refractómetro funciona con base en el principio de refracción de la luz: cuanto mayor es el contenido de sólidos solubles en el jugo del arándano, mayor es el desvío del haz de luz, lo que se traduce en un mayor valor de °Brix. Un aumento en este valor puede indicar una mejor conservación del arándano.

9.14.5. Incidencia de plagas, enfermedades y fisiopatías

El desarrollo de plagas, enfermedades y fisiopatías puede acelerar la degradación del arándano, afectando su vida útil.

Procedimiento:

- Se realizó una inspección visual cada tres días para identificar signos de moho, podredumbre o presencia de insectos en los arándanos.
- Se registró el número de arándanos afectados y se comparó con el total de la muestra.

Fórmula utilizada para calcular la incidencia de fitopatologías:

$$\%Incidencia = \frac{\text{Número de arándanos enfermos}}{\text{Número de arándanos evaluados}} * 100$$

Los arándanos enfermos fueron retirados del ensayo para evitar la propagación de microorganismos y plagas.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Análisis de varianza de peso

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a la variación de peso, en los 12 días de seguimiento experimental:

Tabla 8 ADEVA para pérdida de peso (%)

F.V.	gl	Dia 1		Dia 2		Dia 3		Dia 4		Dia 5		Dia 6		Dia 7		Dia 8		Dia 9		Dia 10		Dia 11		Dia 12	
		pvalor	sig	pvalor	sig	p-valor	sig	p-valor	Sig	p-valor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	pvalor	sig
Índices de cosecha (A)	2	sd	ns	sd	ns	0,7636	ns	0,9838	Ns	0,9158	ns	0,8615	ns	0,9999	ns	0,9498	ns	0,9071	ns	0,9650	ns	0,8394	ns	sd	ns
Dosis del inhibidor de etileno (B)	3	sd	ns	sd	ns	<0,0001	**	<0,0001	**	<0,0001	**	<0,0001	**	0,0302	*	0,0002	**	<0,0001	**	0,0170	**	<0,0001	**	sd	ns
Repetición		sd	ns	sd	ns	0,9876	ns	0,8567	Ns	0,9987	ns	0,964	ns	0,9999	ns	0,8903	ns	0,9876	ns	0,9543	ns	0,9865	ns	sd	ns
A*B Error	6	sd	ns	sd	ns	0,7909	ns	0,8651	Ns	0,9833	ns	0,9787	ns	>0,9999	ns	0,9981	Ns	0,9990	ns	0,9998	ns	0,9801	ns	sd	ns
Total	4,44	35																							
Media		25		25		24,87		24,49		24,08		23,78		22,26		20,64		15,91		11,37		6,43		0	
D.E.		0		0		0,16		0,36		0,29		0,38		0,7		3,7		5,92		3,8		2,71		0	
CV (%)		0		0		0,6433454		1,4699878		1,2043189		1,5979815		3,1446541		17,926357		27,209302		23,421284		22,14619		sd	

Nota. Cv: coeficiente de variación ns: no significativo *: significativo al 5%

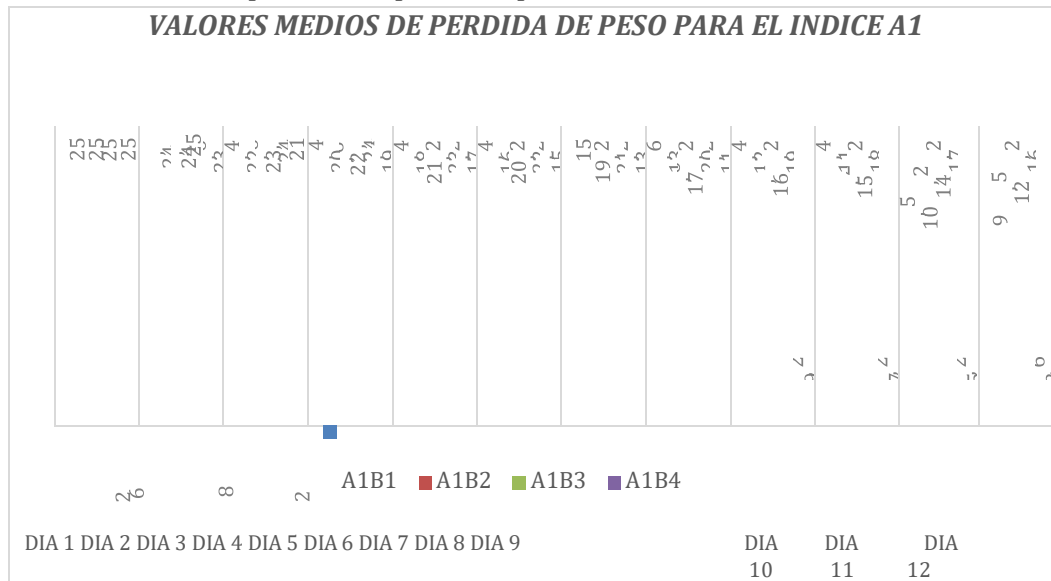
El análisis de los distintos días de registro de datos muestra que el inhibidor de etileno tuvo significancia estadística en todas las mediciones. En los días (cinco, seis, nueve y diez), también hubo significancia en el modelo general, mientras que el índice de cosecha y su interacción con el inhibidor no fueron significativos en ninguna medición, por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

El coeficiente de variación presentó fluctuaciones considerables, con valores desde 1,15% (En el día uno) hasta 30,67% (En el día once). Los promedios de las mediciones también fueron decreciendo en general, desde 40,68 en el día uno hasta 39,98 en el día once.

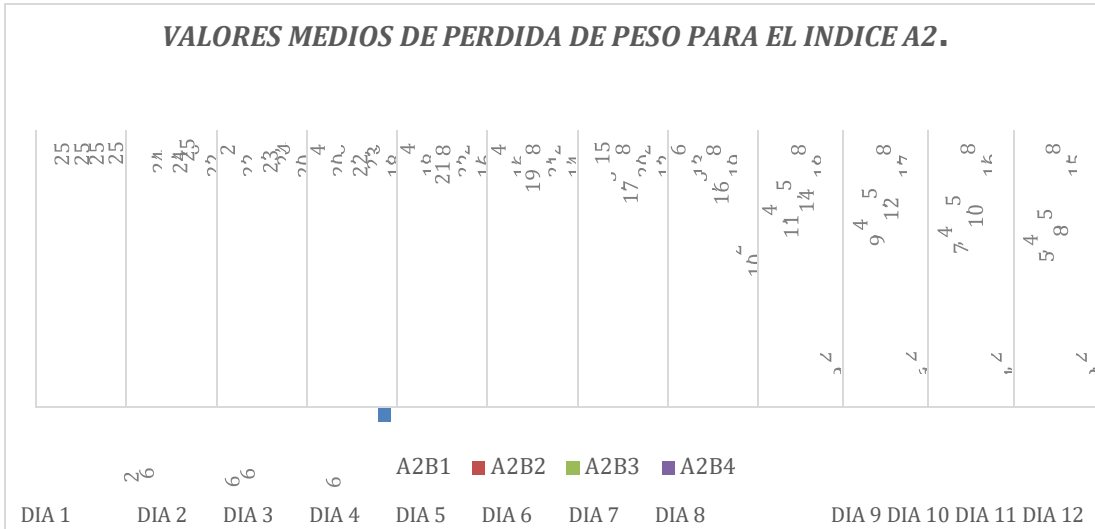
El inhibidor de etileno es el único factor que mostró un efecto significativo en los días de registro del experimento, mientras que las demás fuentes de variación no fueron relevantes.

Figura 3

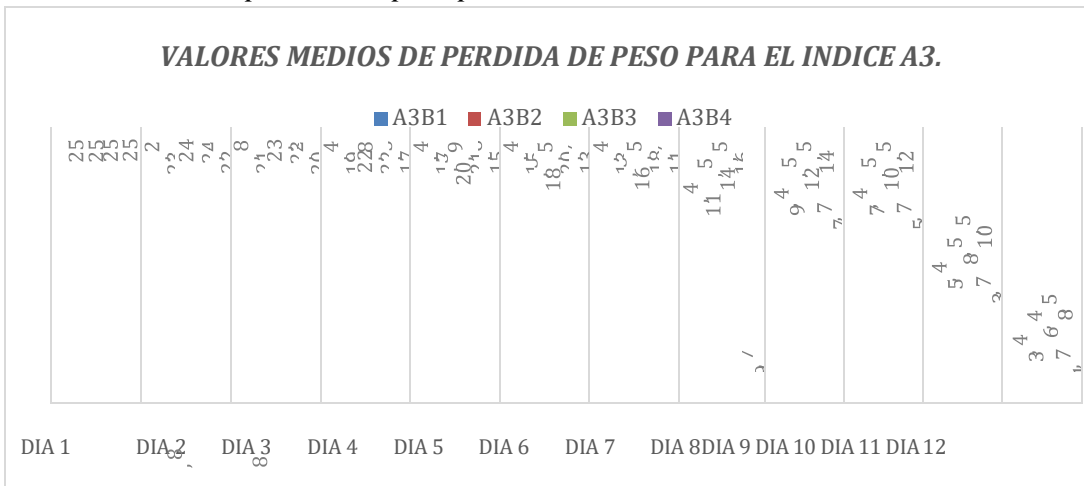
Valores medios de pérdida de peso (%) por cada indice



Valores medios de pérdida de peso para el indice A1



Valores medios de perdida de peso para el indice A2.



Valores medios de perdida de peso para el indice A3.

La pérdida de peso en los frutos de arándano muestra una tendencia descendente progresiva, manteniéndose en 25gr en los primeros días y disminuyendo gradualmente hasta alcanzar 0gr en el último día. La reducción se acentúa a partir del día 7, con una caída más pronunciada desde el día 9 en adelante. Estos resultados destacan la importancia del uso de inhibidores de etileno para minimizar la pérdida de peso y prolongar la calidad poscosecha del fruto.

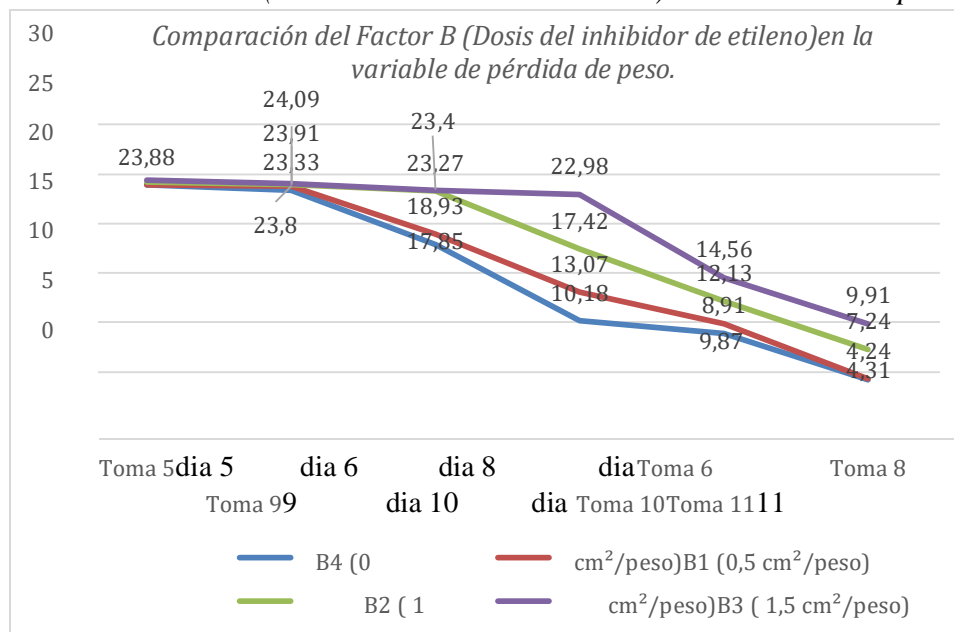
Tabla 9 Prueba de Tukey al 5% para la dosis del Inhibidor de Etileno (B)

Dosis del	Dia 5	Dia 6	Dia 8	Dia 9	Dia 10	Dia 11	inhibidor de Etileno (B)					
B3	23,88	A	23,33	A	17,85	A	10,18	A	8,91	A	4,24	A
B2	23,93	A B	23,80	B	18,93	A	13,07	A B	9,87	A B	4,31	A
B1	24,18	B C	23,91	B	23,27	B	17,42	B	12,13	A B	7,24	B
B4	<u>24,42</u>	<u>C</u>	<u>24,09</u>	<u>B</u>	<u>23,40</u>	<u>B</u>	<u>22,98</u>	<u>C</u>	<u>14,56</u>	<u>B</u>	<u>9,91</u>	<u>C</u>

Los resultados de la prueba de Tukey mostraron que en los días iniciales los tratamientos con el inhibidor de etileno no presentaban grandes diferencias, pero a partir del día 8, los tratamientos comenzaron a agruparse en diferentes niveles de significancia.

Figura 4

Comparación del Factor B (Dosis del inhibidor de etileno) en la variable de pérdida de peso.



En particular, B1 y B4 fueron los tratamientos con mayores valores de pérdida de peso en los últimos días, mientras que B2 y B3 presentaron menores valores. Esto sugiere que los tratamientos sin inhibidores de etileno pueden estar afectando la tasa de pérdida de peso de manera diferencial en el tiempo.

10.2. Firmeza

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a la variación de firmeza, en los 12 días de seguimiento experimental:

Tabla 10 ADEVA para firmeza

F.V.	Gl	Dia 1		Dia 2		Dia 3		Dia 4		Dia 5		Dia 6		Dia 7		Dia 8		Dia 9		Dia 10		Dia 11		Dia 12	
		pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	p-valor	Sig	p-valor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig
Índices de cosecha (A)	2	sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	<0,0001	**	<0,0001	**	<0,0001	**	<0,0001	**	<0,0001	**	0,0001	**	0,0001	**
Dosis del inhibidor de etileno (B)	3	sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	<0,0001	**	<0,0001	**	0,0051	**	0,0066	**	0,0412	ns	0,3676	ns	0,4270	ns
Repetición		sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	0,9876	ns	0,7896	ns	0,5642	ns	0,9967	Ns	0,9564	ns	0,8976	ns	0,8965	ns
A*B	6	sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	0,0009	**	<0,0001	**	0,1449	ns	0,3430	Ns	0,4077	ns	0,8892	ns	0,9836	ns
Error	24	0.00																							
Total	35																								
Media		3,67		3,63		3,38		3,33		3,12		3,04		3		2,79		2,63		2,5		2,29		2,08	
D.E.		0,24		0,3		0,22		0,24		0,26		0,32		0,32		0,32		0,37		0,36		0,32		0,41	
CV (%)		6,5		8,26		6,50		7,2072072		8,33		10,52		10,66		11,46		14,068		14,4		13,97		19,71	

Nota. Cv: coeficiente de variación ns: no significativo *: significativo al 5%

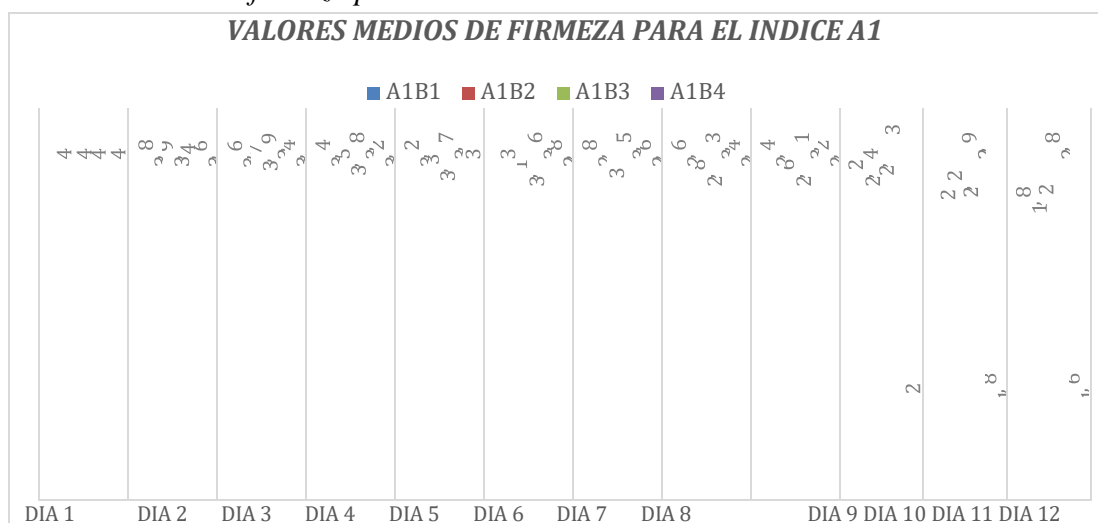
El índice de cosecha (color) fue el único factor con significancia constante en todos los registros, lo que indica su impacto en la conservación del arándano durante la poscosecha. En los días tres y siete, se observó una interacción significativa entre el color del fruto y el tamaño del mismo, lo que sugiere que, en esos momentos específicos del almacenamiento, ambos factores influyeron en la calidad del arándano, por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

El coeficiente de variación (CV%) mostró una tendencia variable, reflejando la heterogeneidad en la conservación del fruto. Se inició con un CV de 24,83% en el día dos, aumentando a 30,81% en el día cinco y luego descendiendo a 13,67% en el día ocho, lo que sugiere que con el tiempo la calidad del fruto se deterioró y las condiciones de almacenamiento se volvieron menos uniformes.

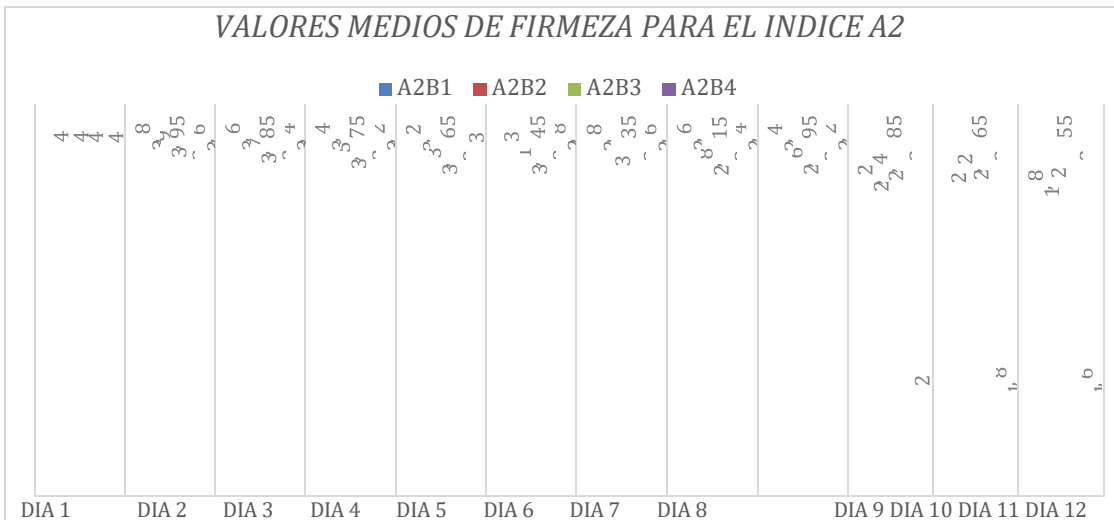
Los promedios obtenidos también siguieron una tendencia decreciente, reflejando la pérdida de calidad del fruto a lo largo del período de estudio. En conclusión, el almacenamiento afectó progresivamente la conservación de los arándanos, y el índice de cosecha fue el factor clave en su estabilidad poscosecha.

Figura 5

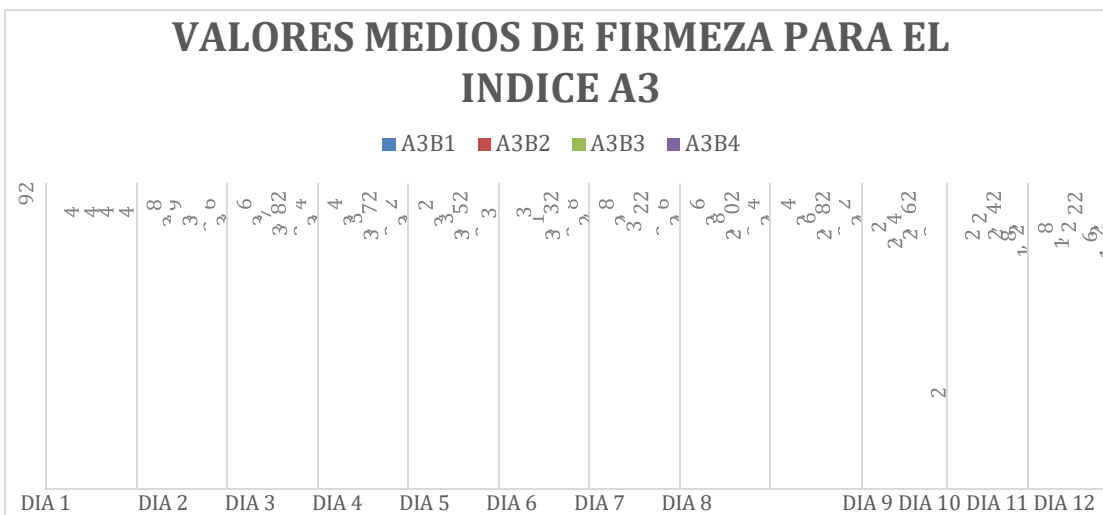
Valores medios de firmeza por cada índice



Valores medios de firmeza para el índice A1.



Valores medio de firmeza para el indice A2.



Valores medios de firmeza para el indice A3.

En términos de promedios obtenidos, se observa una tendencia decreciente en los valores a lo largo del período de estudio. Mientras que en la segunda toma de datos el promedio fue de 45,65, este disminuyó progresivamente hasta alcanzar 29,98 en el día ocho. Este comportamiento refleja la progresiva pérdida de calidad de los arándanos en almacenamiento y el impacto de los factores evaluados en la conservación poscosecha.

Tabla 11 Prueba de tukey al 5% para el índice de cosecha de los arándanos en la variable firmeza

Índice de Cosecha (A)	Dia 6		Dia 7		Dia 8		Dia 9		Dia 10		Dia 11		Dia 12	
	Me dia	Gr upo	Me dia	Gr upo	Me dia	Gr upo	Me dia	Gr upo	Me dia	Gr upo	Me dia	Gr upo	Me dia	Gr upo
A1	2,8 1	A	2,7 1	A	2,5 8	A	2,5 2	A	2,4 6	A	2,3 3	A	2,2 1	A
A2	3,0 6	B	3,0 2	B	3,0 2	B	2,8 3	B	2,7 7	B	2,7 7	B	2,5 8	A B
A3	3,4 4	C	3,4 4	C	3,2 1	C	3,2 1	C	3,1 5	C	2,9 6	B	2,9 6	B

Tabla 12 Prueba de tukey al 5% para la dosis del Inhibidor de Etileno (B) de los arándanos en la variable firmeza

Dosis del inhibidor de Etileno (B)	Dia 6		Dia 7		Dia 8		Dia 9		Dia 10		Dia 11		Dia 12	
	Me dia	Gru po	Me dia	Gru po	Me dia	Gru po	Me dia	Gru po	Me dia	Gru po	Me dia	Gru po	Me dia	Gru po
B3	2,9 2	A	2,8 6	A	2,7 8	A	2,6 9	A	2,6 1	A	2,5 3	A	2,4 4	A
B2	3,0 8	B	3,0 3	B	2,9 4	A B	2,7 8	A B	2,7 8	A B	2,6 9	A	2,5 3	A
B1	3,1 7	B C	3,1 1	B C	3,0 4	B	2,9 4	B	2,8 6	B	2,7 5	A	2,6 1	A
B4	3,2 5	C	3,1 7	C	3,0 3	B	3,0 3	B	2,9 2	B	2,7 8	A	2,7 5	A

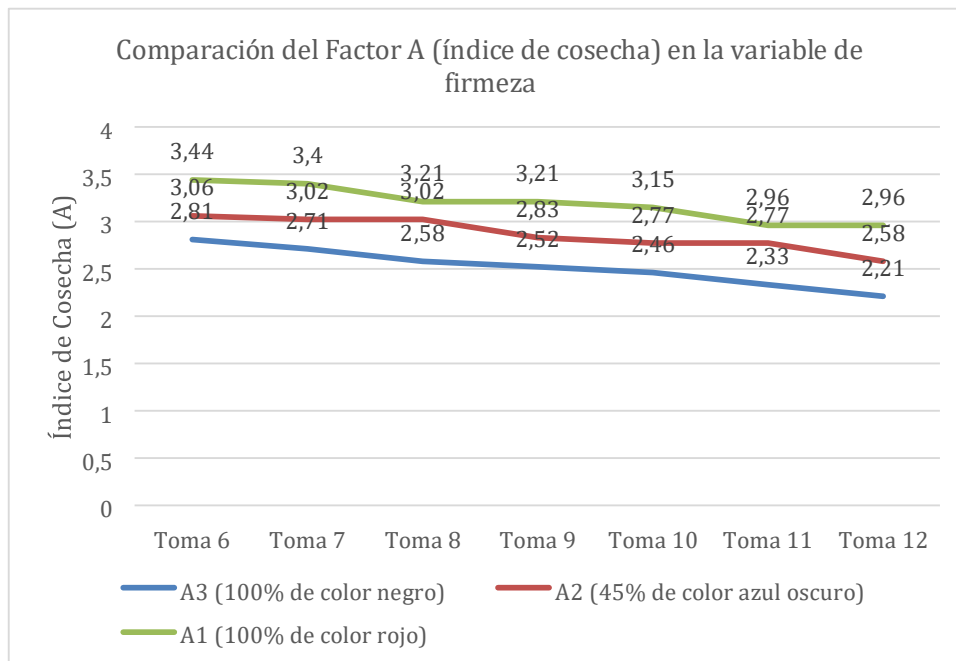
Tabla 13 Prueba de Tukey al 5% para el Interacción A x B

Interacion A x B	Dia 6 Media		Dia 7 Media	
	Media	Grupo	Media	Grupo
B3	2,82	A	2,46	A
B2	3,1	A	3,07	B
B1	3,19	B	3,11	B
B4	3,15	C	3,17	C

En el análisis de los datos obtenidos a través de la prueba de Tukey al 5% para el índice de cosecha y el inhibidor de etileno en la variable firmeza, se evidencia una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados en las distintas tomas de almacenamiento.

Para el índice de cosecha (color), se observa que el tratamiento A1 (100% rojo) mantiene los valores más altos de firmeza a lo largo del estudio, presentando una media inicial de 2,81 en el día 6, la cual disminuye progresivamente hasta 2,21 en el día 12. Este tratamiento se ubicó en el grupo “A” en las primeras tomas, lo que indica que conservó mejor la firmeza del fruto en comparación con los demás tratamientos.

Figura 6 Comparación del Factor A (índice de cosecha) en la variable de firmeza



Por otro lado, el tratamiento A2 (45% azul oscuro) presentó valores intermedios, iniciando con una firmeza de 3,06 en la día 6 y terminando con 2,58 en el día 12. A lo largo del periodo de evaluación, este tratamiento se ubicó en el grupo “B”, lo que indica que su conservación de firmeza fue menor en comparación con A1, pero significativamente mejor que A3.

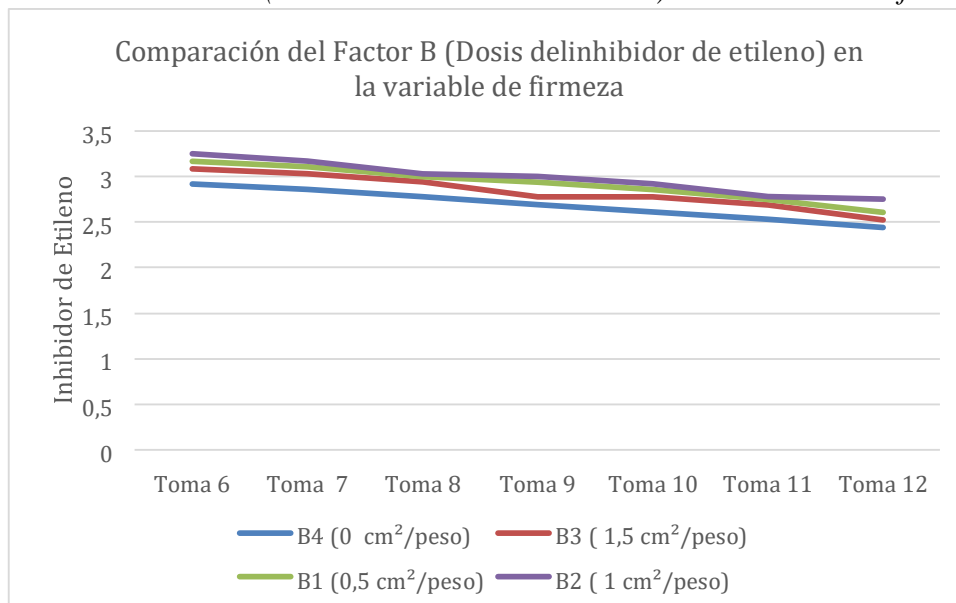
Finalmente, el tratamiento A3 (100% negro) presentó las menores medias de firmeza en todas las tomas de datos, comenzando con 3,44 en el día 6 y reduciéndose a 2,96 en el día 12.

Este tratamiento se clasificó dentro del grupo “C”, reflejando una mayor pérdida de firmeza en el tiempo, lo que sugiere una menor resistencia a los efectos del almacenamiento y una maduración más acelerada en comparación con los otros tratamientos.

En cuanto al inhibidor de etileno, los resultados de la prueba de Tukey muestran diferencias en la firmeza según la concentración aplicada. El tratamiento B3 (1.5 cm²/peso 1MCP) presentó los valores menor pérdida de firmeza en la mayoría de registros, con un valor inicial de 2,92 en el día 6, manteniéndose en el grupo “A” en los primeros registros y finalizando en 2,44 en el día 12. Esto sugiere que esta dosis de inhibidor de etileno contribuyó de manera efectiva a la conservación de la firmeza en el tiempo.

Figura 7

Comparación del Factor B (Dosis del inhibidor de etileno) en la variable de firmeza



Por otro lado, el tratamiento B3 (1,5 cm²/peso de 1-MCP) mostró valores intermedios, con una media de 2,92 en el día 6 y una reducción progresiva hasta 2,44 en el día 12, ubicándose principalmente en el grupo “A”. Esto indica que, aunque el inhibidor de etileno ayudó a retrasar la pérdida de firmeza, su efecto no fue tan pronunciado como en B2.

El tratamiento B2 (1 cm²/peso de 1-MCP) presentó valores similares a B1 en los primeros registros, pero con una tendencia a reducir la firmeza de manera más acelerada, terminando en 2,53 en el día 12. Este tratamiento osciló entre los grupos “A B” y “B”, lo que sugiere que una dosis mayor de inhibidor no necesariamente mejoró la conservación de la firmeza en comparación con B3.

Finalmente, el tratamiento B4 (0 cm²/peso de 1-MCP, control) mostró la menor conservación de firmeza, iniciando con 3,25 en el día 6 y reduciéndose a 2.75 en el día 12. Este tratamiento se ubicó consistentemente en el grupo “C”, lo que indica que la ausencia del inhibidor de etileno aceleró la pérdida de firmeza de los frutos en almacenamiento.

10.3 pH

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a la variación de pH, en los 12 días de seguimiento experimental:

Tabla 14 ADEVA para pH

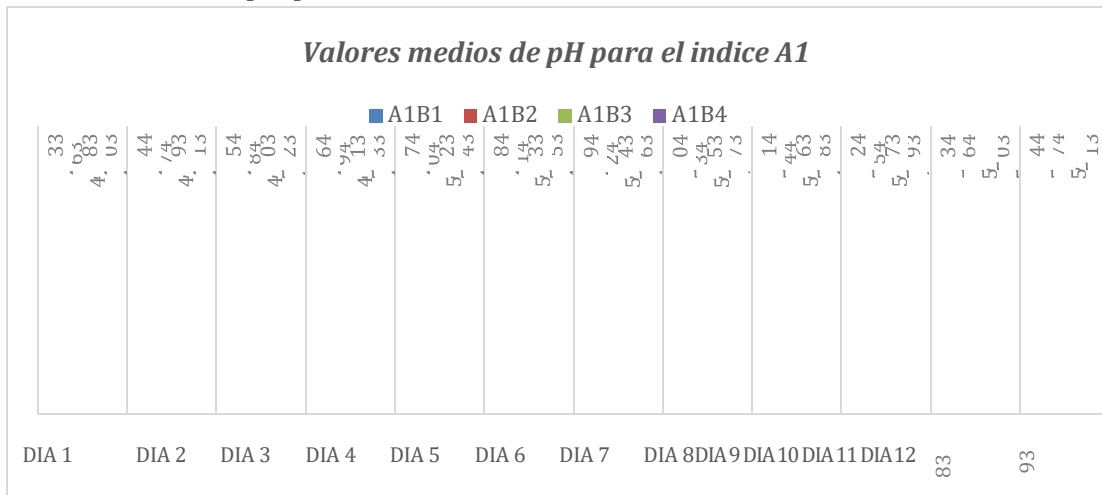
F.V.	Gl	Dia 1		Dia 2		Dia 3		Dia 4		Dia 5		Dia 6		Dia 7		Dia 8		Dia 9		Dia 10		Dia 11		Dia 12	
		pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig
Índices de cosecha (A)	2	sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns
Dosis del inhibidor de etileno (B)	3	sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns
A*B	6	sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns
Error	24	0.00																							
Total	35																								
Media		6,5		6,3		6,1		6,0		5,8		5,7		5,5		5,4		5,3		5,2		5,1		5,0	
D.E.		0,3		0,35		0,4		0,45		0,5		0,52		0,55		0,57		0,6		0,62		0,65		0,67	
CV (%)		4,6		5,5		6,5		7,5		8,6		9,1		10,0		10,5		11,3		12,0		12,7		13,4	

Nota. Cv: coeficiente de variación ns: no significativo *: significativo al 5%

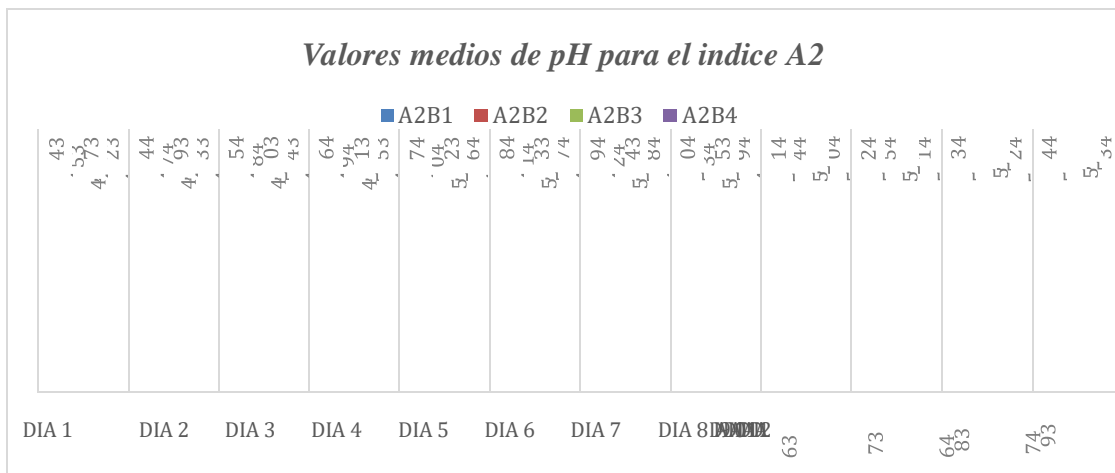
El análisis de varianza (ADEVA) realizado para el pH en la poscosecha del arándano (*Vaccinium sp.*) no mostró diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los días evaluados para los factores índices de cosecha (A), Dosis del inhibidor de etileno (B) ni su interacción (A*B). Esto indica que ni el estado de madurez en el momento de la cosecha ni la aplicación del inhibidor de etileno afectaron significativamente la evolución del pH durante el almacenamiento, por lo que se acepta la hipótesis nula,

Figura 8

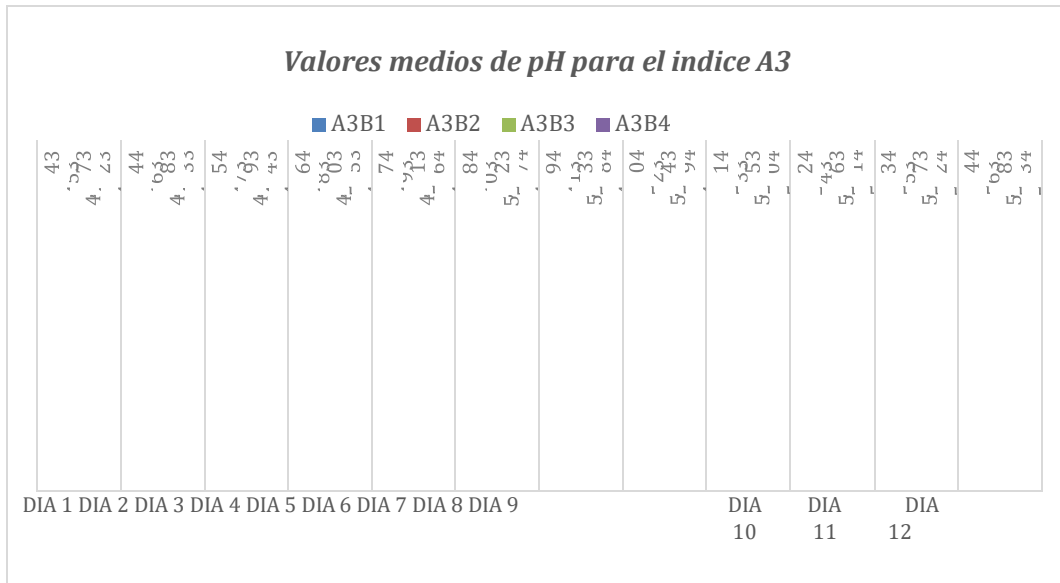
Valores medios de pH por cada indice



Valores medios de pH para el índice A1



Valores medios de pH para el índice A2



Valores medios de pH para el índice A3.

A pesar de la falta de significancia estadística, los valores promedio del pH muestran una tendencia creciente a lo largo del tiempo, pasando de 4,44 en el día 1 a 5,83 en el día 12. Esto sugiere una acidificación progresiva del fruto, lo cual es un comportamiento esperado en la poscosecha debido a la actividad metabólica del fruto y la respiración celular.

El coeficiente de variación (CV) aumentó de 4,6% en el día 1 a 13,4% en el día 12, lo que indica una mayor dispersión de los datos a medida que avanza el tiempo de almacenamiento. Este aumento de la variabilidad podría estar relacionado con diferencias en la madurez inicial de los frutos o con la heterogeneidad en la respuesta fisiológica al almacenamiento.

En conclusión, aunque no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, la reducción del pH y el incremento en la variabilidad a lo largo del tiempo reflejan cambios fisiológicos naturales del fruto durante la poscosecha.

10.4. Sólidos solubles

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a la variación de sólidos solubles, en los 12 días de seguimiento experimental:

Tabla 15 ADEVA para sólidos solubles

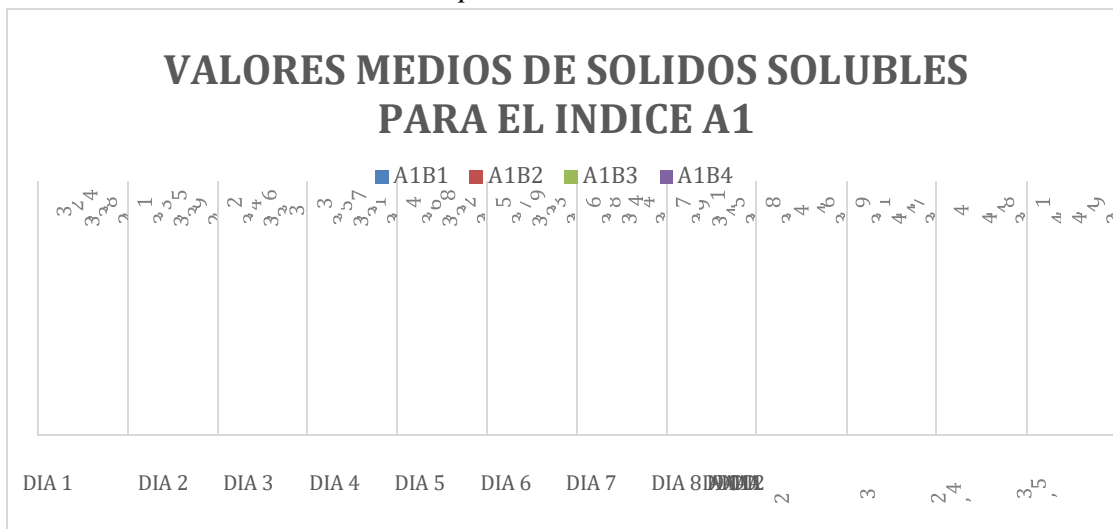
		Dia 1		Dia 2		Dia 3		Dia 4		Dia 5		Dia 6		Dia 7		Dia 8		Dia 9		Dia 10		Dia 11		Dia 12			
F.V.	Gl																										
		pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig
Índices de cosecha (A)	2	sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns
Dosis del inhibidor de etileno (B)	3	sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns
A*B	6	sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns
Error	24	0,00																									
Total	35																										
Media		3,49		3,6		3,66		3,97		4,01		4,17		4,25		4,41		4,75		5,0		5,22		5,32			
D.E.		0,29		0,39		0,42		0,35		0,52		0,67		0,48		0,75		0,7		0,75		0,65		0,78			
CV (%)		0,0817		0,1091		0,114		0,0882		0,1298		0,1607		0,1135		0,1707		0,1475		0,15		0,1242		0,1469			

Nota. Cv: coeficiente de variación ns: no significativo *: significativo al 5%

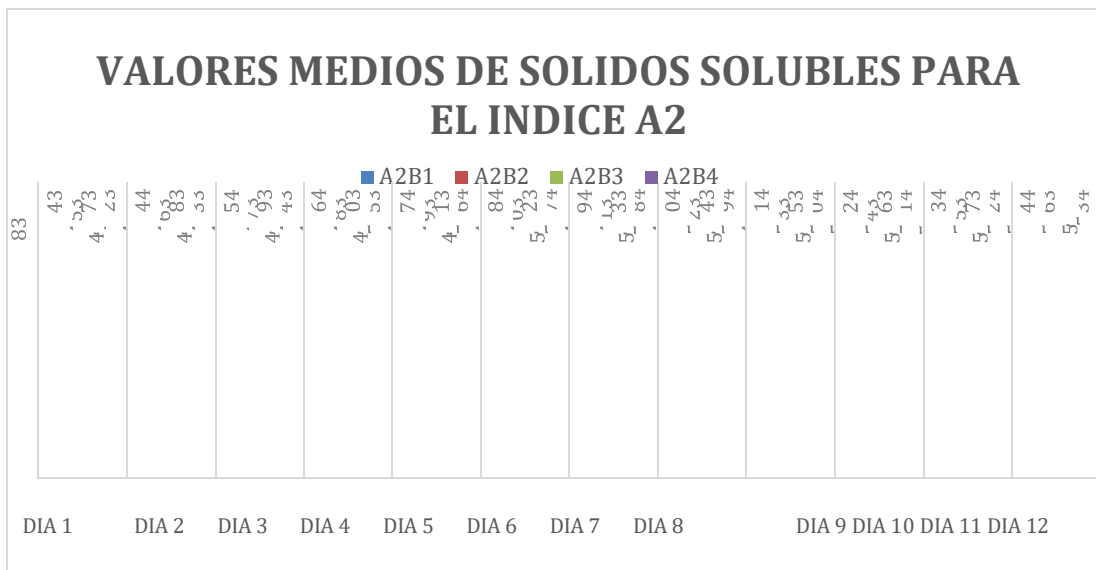
El análisis de varianza (ADEVA) para los sólidos disueltos en la poscosecha del arándano (*Vaccinium sp.*) no mostró diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los días evaluados para los factores índices de cosecha (A), Dosis del inhibidor de etileno (B) ni su interacción (A*B). Esto indica que ni el estado de madurez del fruto en la cosecha ni la aplicación del inhibidor de etileno influyeron significativamente en la concentración de sólidos disueltos a lo largo del almacenamiento, por lo que se acepta la hipótesis nula.

Figura 9

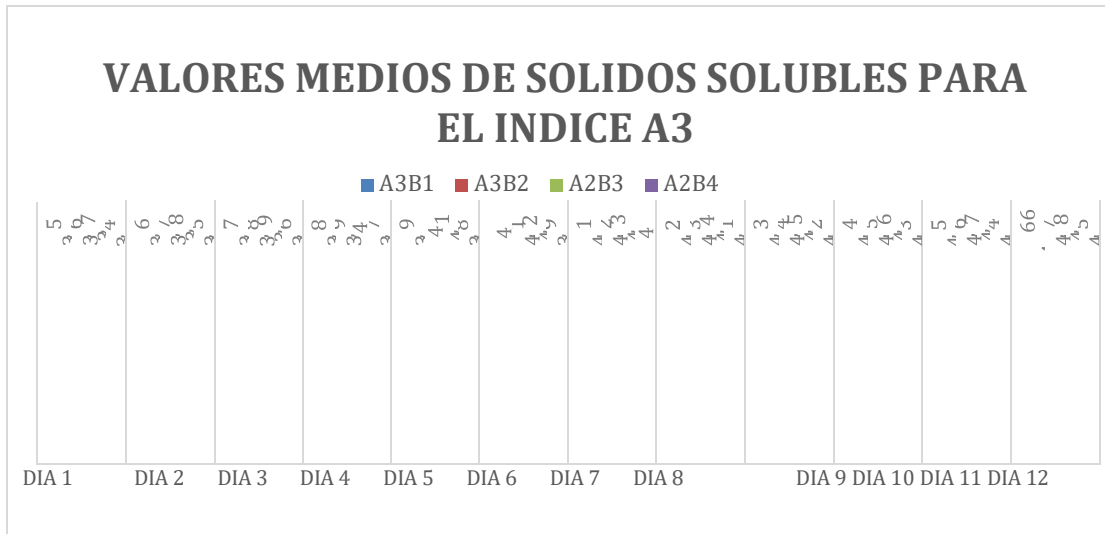
Valores medios de sólidos solubles por cada índice.



Valores medios de sólidos solubles para el índice A1



Valores medios de sólidos solubles para el índice A2.



Valores medios de sólidos solubles para el índice A3.

A pesar de la falta de significancia estadística, se observa una tendencia creciente en la media de sólidos disueltos, pasando de 3,49°Brix en el día 1 a 5,32°Brix en el día 12. Este aumento podría deberse a la concentración de azúcares en el fruto debido a la pérdida de agua durante el almacenamiento, un proceso común en la poscosecha de frutas.

El coeficiente de variación (CV) muestra una fluctuación a lo largo del tiempo, con valores relativamente bajos en los primeros días (8,17% en el día 1) y aumentando en ciertos momentos del almacenamiento (16,07% en el día 6 y 17,07% en el día 8). Esto indica que la variabilidad en la concentración de sólidos disueltos aumenta con el tiempo, posiblemente debido a diferencias en la tasa de deshidratación y metabolismo de los frutos individuales.

10.5. Diámetro

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a la variación de diámetro en los 12 días de seguimiento experimental:

Tabla 16 ADEVA para diámetro

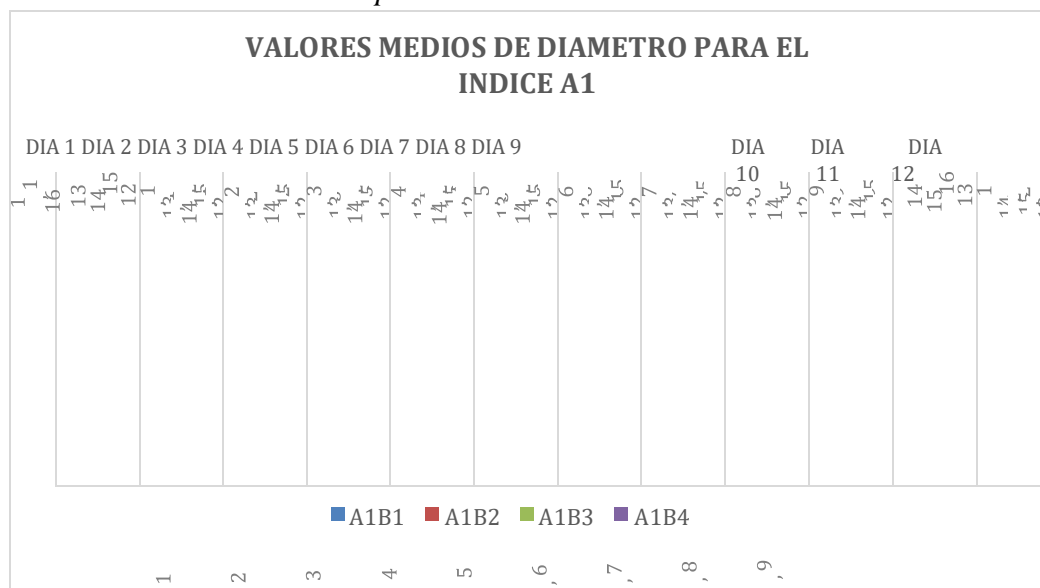
F.V.	Gl	Dia 1		Dia 2		Dia 3		Dia 4		Dia 5		Dia 6		Dia 7		Dia 8		Dia 9		Dia 10		Dia 11		Dia 12	
		pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	p-valor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig
Índices de cosecha (A)	2	sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns
Dosis del inhibidor de etileno (B)	3	sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns
A*B	6	sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns
Error	24	0.00																							
Total	35																								
Media		14,83		14,82		13,83		14,92		14,0		14,42		15,08		14,67		14,0		14,92		14,96		15,0	
D.E.		0,81		1,4		1,36		1,4		1,1		1,2		0,97		1,04		0,97		1,27		1,12		1,17	
CV (%)		0,0547		0,097		0,098		0,094		0,0783		0,0839		0,0641		0,071		0,0641		0,0853		0,0764		0,0781	

Nota. Cv: coeficiente de variación ns: no significativo *: significativo al 5%

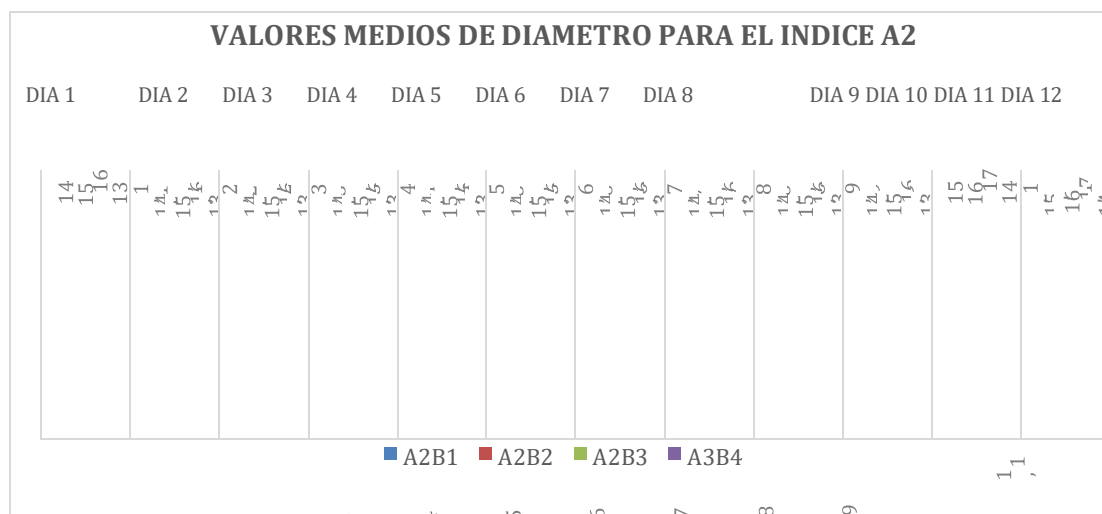
El análisis de varianza (ADEVA) para el diámetro de los arándanos no mostró diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los días evaluados para los factores índices de cosecha (A), Dosis del inhibidor de etileno (B) ni su interacción (A*B). Esto indica que ni el estado de madurez en la cosecha ni la aplicación del inhibidor de etileno influyeron significativamente en la variación del diámetro del fruto durante la poscosecha.

Figura 10

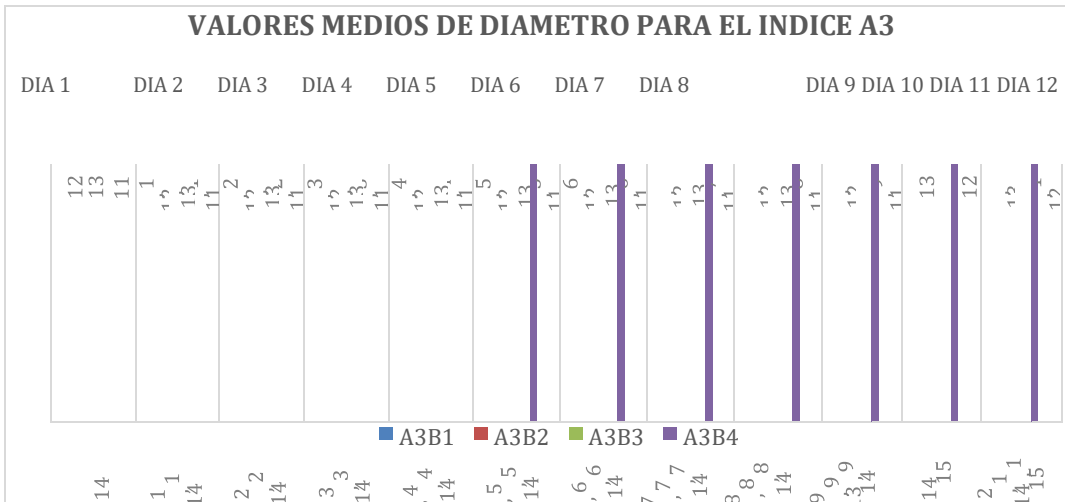
Valores medios de diámetro por cada índice



Valores medios de diámetro para el indice A1



Valores medios de diámetro para el indice A2



Valores medios de diámetro para el índice A3

A nivel descriptivo, la media del diámetro varió ligeramente a lo largo del tiempo, con valores entre 13.83 mm (día 3) y 15.08 mm (día 7), sin una tendencia clara de reducción o incremento. La desviación estándar (D.E.) se mantuvo relativamente constante, oscilando entre 0.81 mm y 1.4 mm, lo que indica que la variabilidad del diámetro dentro de cada grupo se mantuvo estable.

El coeficiente de variación (CV) mostró valores bajos en todos los días, con un rango entre 0.0547 y 0.098, lo que sugiere que el diámetro del fruto fue una característica homogénea dentro de cada tratamiento a lo largo del tiempo.

10.6. Plagas, enfermedades y fisiopatías

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a la variación de plagas, enfermedades y fisiopatías, en los 12 días de seguimiento experimental:

Tabla 17 ADEVA para plagas enfermedades y fisiopatías

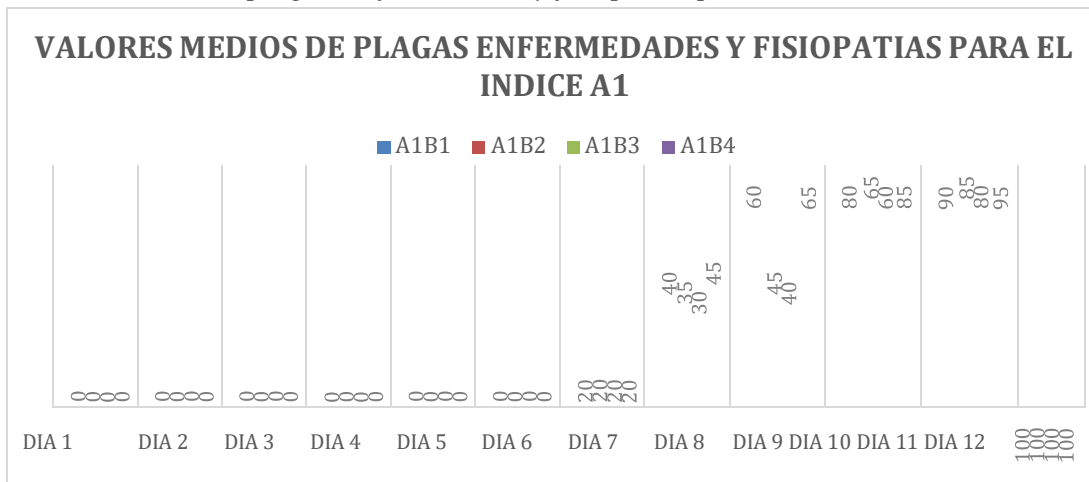
F.V.	Gl	Dia 1		Dia 2		Dia 3		Dia 4		Dia 5		Dia 6		Dia 7		Dia 8		Dia 9		Dia 10		Dia 11		Dia 12	
		pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig	pvalor	sig
Índices de cosecha (A)	2	sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	0,9999	ns	0,9999	ns	0,9999	ns	0,4704		0,8676		sd	ns
Dosis del inhibidor de etileno (B)	3	sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	0,1142	ns	0,0034	ns	0,0034	**	<0,0001	**	0,0817		sd	ns
A*B	6	sd	ns	sd	ns	Sd	ns	sd	ns	sd	ns	sd	ns	0,9999	ns	0,9999	ns	0,9999	ns	0,5953		0,8839		sd	ns
Error	24	0.00																							
Total	35																								
Media		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		5,0		10,0		28,89		47,78		70,56		100,0	
D.E.		sd		sd		Sd		Sd		sd		sd		12,07		15,49		24,59		17,42		13,93		0,0	
CV(%)		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		2,414		1,5492		0,851		0,3644		0,1974		0,0	

Nota. Cv: coeficiente de variación ns: no significativo *: significativo al 5%

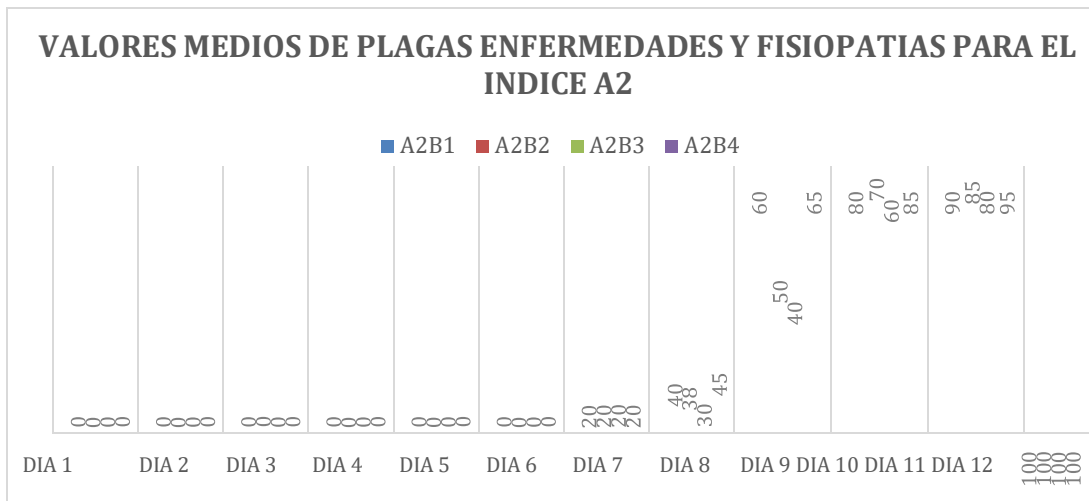
El análisis de varianza (ADEVA) muestra que el índice de cosecha (A) no presentó efectos significativos en ninguno de los días evaluados, pero la dosis del inhibidor de etileno si mostro significancia estadística en el día 9 y 10 del registro de datos. Esto indica que el momento de cosecha no influyó en la aparición de plagas, enfermedades y fisiopatías durante la poscosecha, por lo que se acepta la hipótesis nula.

Figura 11

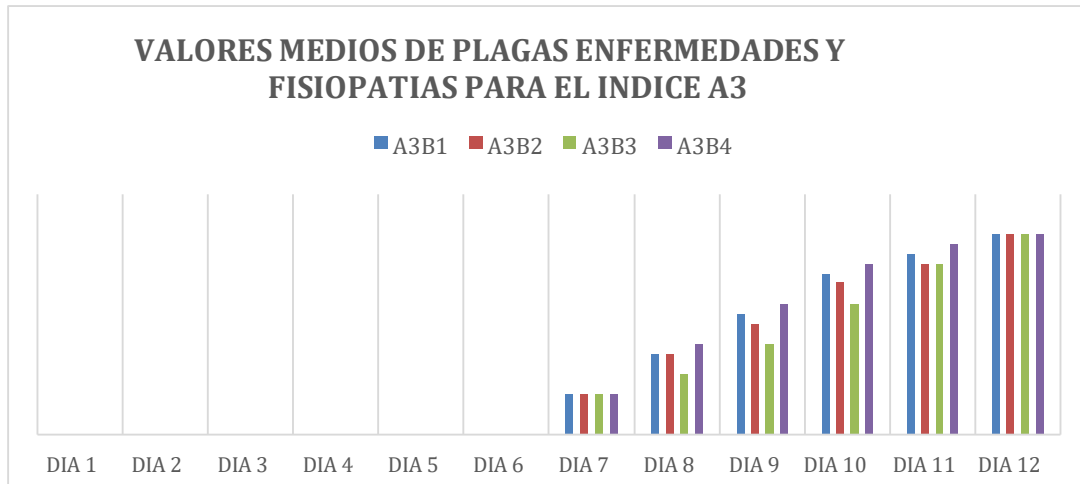
Valores medios de plagas, enfermedades y fisiopatías por cada indice



Valores medios de plagas, enfermedades y fisiopatías para el indice A1



Valores medios de plagas, enfermedades y fisiopatías para el indice A2



Valores medios de plagas, enfermedades y fisiopatias para el indice A3

Tabla 18 Prueba de tukey al 5% para la dosis del Inhibidor de Etileno (B) en la variable de plagas

enfermedades y fisiopatias.

Dosis del Inhibidor	Dia 9	Dia 10	de Etileno (B)	
	Media Grupo	Media Grupo		
B3	0	A	55,56	A
B2	24,44	B	66,67	A
B4	35,56	B C	80,00	B
B1	55,56	C	80,00	B

El inhibidor de etileno (B) sí mostró efectos significativos a partir de la toma 9 ($p = 0,0034$) y altamente significativos en el día 10 ($p < 0,0001$), lo que sugiere que su aplicación influye en el desarrollo de plagas, enfermedades y fisiopatias a medida que avanza el almacenamiento. La interacción A*B no presentó diferencias significativas en ningún día evaluado, lo que indica que el efecto del inhibidor de etileno en la fisiopatias ocurre de manera independiente del índice de cosecha.

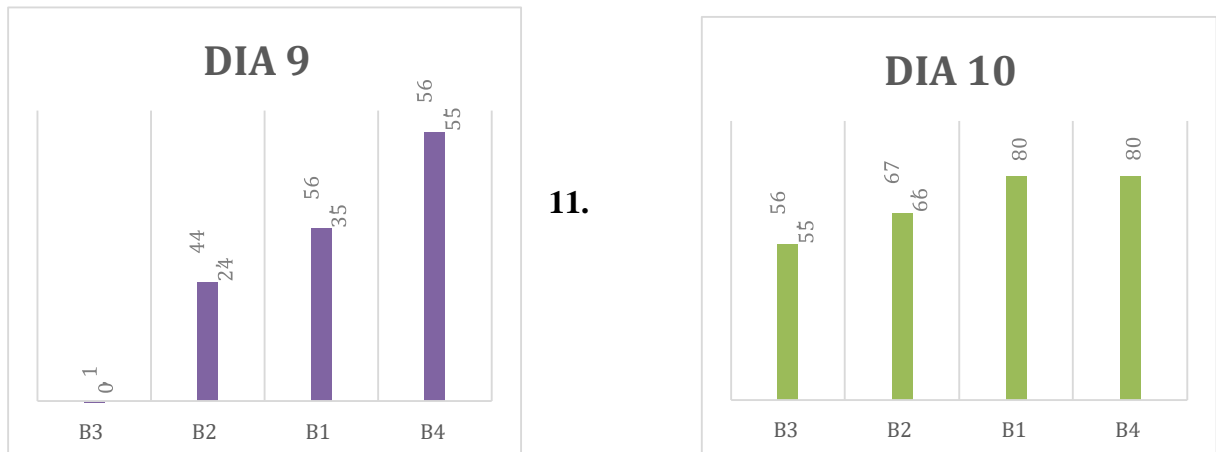
Los valores medios muestran que la incidencia de plagas, enfermedades y fisiopatias se mantiene en 0% hasta el día 6, y luego aumenta progresivamente hasta alcanzar el 100% en el día 12, lo que refleja la inevitabilidad del deterioro del fruto con el tiempo. La desviación estándar

(D.E.) muestra valores relativamente altos entre los días 7 y 10, lo que indica una variabilidad en la respuesta de los frutos a los tratamientos.

El coeficiente de variación (CV) presenta valores elevados en los primeros días donde aparecen enfermedades (2,414% en el día 7) y disminuye progresivamente a medida que la totalidad de los frutos presentan síntomas (0% en el día 12), lo que sugiere que, con el avance de la enfermedad, la variabilidad se reduce y la afectación es generalizada.

Figura 12

Comparación del Factor B (Dosis del inhibidor de etileno) en la variable de plagas, enfermedades y fisiopatías.



11.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 Conclusiones

- Para índice que tuvo un mejor comportamiento en poscosecha se observa que el índice A1 (100% rojo) es el que tuvo un mejor comportamiento en cuanto a firmeza desde el día 5 en adelante, lo que lo ubica en un rango A.
- Para la proporción óptima entre el peso de los frutos y la superficie de la dosis del inhibidor de etileno, se observó que el tratamiento B3 (1,5 cm²/peso) tuvo un mejor comportamiento en cuanto a firmeza e incidencia de plagas, enfermedades y fisiopatías, especialmente desde el día 7 en adelante, lo que lo ubica en el rango A.
- Esto demuestra que una cosecha en el estado A1 junto con la aplicación de B3 optimiza la calidad del fruto en términos de firmeza.

11.2 Recomendaciones

- Se recomienda aplicar el tratamiento B3 (1,5 cm²/peso de 1-MCP) en los frutos cosechados en el estado A1 (100% rojo) para maximizar la conservación de firmeza y reducir la incidencia de enfermedades durante el almacenamiento.
- Es importante capacitar a los productores y cosechadores para estandarizar la recolección en el estado A1 (100% rojo), asegurando una mayor vida útil poscosecha y mejor calidad del fruto para su comercialización.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Agrocalidad. (2022). *Arándanos ecuatorianos ya conquistan el mercado de Estados Unidos*.
<https://www.agrocalidad.gob.ec/arandanos-ecuatorianos-ya-conquistan-el-mercado-de-estados-unidos/>
- Albert, N. W., Iorizzo, M., Mengist, M. F., Montanari, S., Zalapa, J., Maule, A., . . . & Espley, R. V. (2023). Vaccinium as a comparative system for understanding of complex flavonoid accumulation profiles. *Plant Physiology*, 192(3), 1696-1710.
<https://doi.org/10.1093/plphys/kiad250>
- Al-Dairi, M., Pathare, P. B., Al-Yahyai, R., Jayasuriya, H., & Al-Attabi, Z. (2024). Evaluation of chemical quality attributes in bruised bananas during storage. *LWT*, 197,(115904). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.115904>
- Álvarez, Y., Oliva, M., Collazos, R., Vilca, N., & Huaman, E. (2020). Desempeño agronómico de cuatro variedades de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivadas en diferentes sustratos y pisos altitudinales. *Bioagro*, 32(3), 187-194.
<https://www.researchgate.net/publication/346642802>
- Ashique, S., Mukherjee, T., Mohanty, S., Garg, A., Mishra, N., Kaushik, M., . . . & TaghizadehHesary, F. (2024). Blueberries in focus: Exploring the phytochemical potentials and therapeutic applications. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18(101300). <https://spectralevolution.com/wp-content/uploads/2023/12/Rapid-Determination-of->

- Wine-Grape-Maturity-Level.pdf
- Atkins, E., Scialò, E., Catalano, C., Caballero Hernández, C., Wegel, E., Hill, L., . . . & Butelli, E. (2024). Distinctive acidity in citrus fruit is linked to loss of proanthocyanidin biosynthesis. *iScience*, *27*(10). <https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.110923>
- Brownrigg, S., McLaughlin, M. J., & McBeath, T. (2022). Effect of acidifying amendments on P availability in calcareous soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, *124*, 247–262. <https://doi.org/10.1007/s10705-022-10241-1>
- Cai, Y., Takeda, F., Foote, B., & DeVette, L. W. (2021). Effects of machine-harvest interval on fruit quality of fresh market northern highbush blueberry. *Horticulturae*, *7*(8). <https://doi.org/10.3390/horticulturae7080245>
- Chen, Y., Tang, X., Fei, Z., & Giovannoni, J. (2024). Fruit ripening and postharvest changes in very early-harvested tomatoes. *Horticulture Research*, *11*(9). <https://doi.org/10.1093/hr/uhae199>
- Choi, D., Choi, J. H., Park, K.-J., Kim, C., Lim, J.-H., & Kim, D.-H. (2023). Transcriptomic analysis of effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) and ethylene treatment on kiwifruit (*Actinidia chinensis*) ripening. *Frontiers in Plant Science*, *13*(10). <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1084997>
- Correia, S., Matos, M., & Leal, F. (2024). Advances in blueberry (*Vaccinium* spp.) in vitro culture: A review. *Horticulturae*, *10*(6). <https://doi.org/10.3390/horticulturae10060533>
- Crump, W. W., Peace, C., Zhang, Z., & McCord, P. (2022). Detection of breeding-relevant fruit cracking and fruit firmness quantitative trait loci in sweet cherry via pedigree-based and genome-wide association approaches. *Frontiers in Plant Science*, *13*(82). <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.823250>
- Doyle, J., Nambeesan, S., & Malladi, A. (2021). Physiology of Nitrogen and Calcium Nutrition in Blueberry (*Vaccinium* sp.). *Agronomy*, *11*(4), 765. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040765>
- Farneti, B., Emanuelli, F., Khomenko, I., Ajelli, M., Biasioli, F., & Giongo, L. (2020). Development of a novel phenotypic roadmap to improve blueberry quality and storability. *Frontiers in Plant Science*, *11*(1140). <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01140>

- Farneti, B., Khomenko, I., Ajelli, M., Emanuelli, F., Biasioli, F., & Giongo, L. (2022). Ethylene production affects blueberry fruit texture and storability. *Frontiers in Plant Science*, *13*(813863). <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.813863>
- Feng, J., Jiang, L., Zhang, J., Zheng, H., Sun, Y., Chen, S., . . . Lu, H. (2020). Nondestructive determination of soluble solids content and pH in red bayberry (*Myrica rubra*) based on color space. *Journal of Food Science*, *57*(12), 4541–4550. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04493-4>
- Giongo, L., Poncetta, P., Loretto, P., & Costa, F. (2023). 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>
- Godara, A., Rubio Ames, Z., & Deltsidis, A. (2025). Delayed harvest reduces postharvest quality and storability of Southern Highbush cv. Meadowlark and Rabbiteye Blueberry cv. Brightwell. *HortScience*, *60*(2), 182–190. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI18301-24>
- Haralson, J., Brannen, P. M., Sanders, W., & Scherm, H. (2023). Changes in production practices used for disease management in blueberry nurseries in Georgia, USA, over a 15-year period. *HortTechnology*, *33*(3), 268–277. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH05>
- Hislop, L. M., Luby, C. H., Loarca, J., Humann, J., Hummer, K. E., Bassil, N., . . . Mackey, T. (2023). A Blueberry (*Vaccinium* L.) crop ontology to enable standardized phenotyping for blueberry breeding and research. *HortScience*, *59*(10), 1433–1442. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI17676-23>
- Ivanovski, T., Zhang, G., Jemrić, T., Gulić, M., & Matetić, M. (2020). Fruit firmness prediction using multiple linear regression. In *Proceedings of the 2020 43rd International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)*, 306–311. <https://doi.org/10.23919/MIPRO48935.2020.9245213>
- Jiang, B., Fang, X., Fu, D., Wu, W., Han, Y., Chen, H., . . . & Gao, H. (2022). Exogenous salicylic acid regulates organic acids metabolism in postharvest blueberry fruit. *Frontiers in Plant Science*, *13*(1024909). <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.10249>
- Jiang, Y., Li, W., Wang, H., Du, J., Zhang, Y., Li, D., . . . & Tang, Y. (2024). 1-MCP delays ripening and maintains postharvest quality of nectarines by regulating transcriptional

- and metabolic responses. *Scientia Horticulturae*, 330(113083). <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113083>
- Kalopesa, E., Gkrimpizis, T., Samarinas, N., Tsakiridis, N. L., & Zalidis, G. C. (2023). Rapid determination of wine grape maturity level from pH, titratable acidity, and sugar content using non-destructive in situ infrared spectroscopy and multi-head att. *Sensors*, 23(9356). <https://doi.org/10.3390/s23199536>
- Kapoor, L., Simkin, A. J., Doss, C. G., & Siva, R. (2022). Fruit ripening: Dynamics and integrated analysis of carotenoids and anthocyanins. *BMC Plant Biology*, 22(27). <https://doi.org/10.1186/s12870-022-03381-x>
- Kaya, C., Şenbayram, M., & Akram, N. (2020). Sulfur-enriched leonardite and humic acid soil amendments enhance tolerance to drought and phosphorus deficiency stress). *Scientific Reports*, 10(6432). <https://doi.org/10.1038/s415>
- Kukula, W., Dycha, N., Lechwar, P., Lasota, M., Okoń, E., Szczeblewski, P., . . . Wilkołek, P. (2024). Vaccinium species—Unexplored sources of active constituents for cosmeceutical. *Biomolecules*, 14(9). <https://doi.org/10.3390/biom14091110>
- Kuzucu, F. (2020). New approaches on measurement of fruit firmness for fresh-cut products. *Türk Tarım*, 7(2), 510–519. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1068299>
- Li, R., Ma, J., Gu, H., Jia, W., Shao, Y., & Li, W. (2022). 1-Methylcyclopropene counteracts ethylene promotion of fruit softening and roles of MiERF2/8 and MiPG in postharvest mangoes. *Frontiers in Plant Science*, 13(971050). Obtenido de <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.971050>
- Ma, C., Meng, L., Wang, R., Fan, Y., & Wang, R. (2022). Dynamics of anthocyanin profiles of the fruits of four blueberry (*Vaccinium* sp.) cultivars during different growth stages. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 1302–1316. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2075380>
- Maya, D., Arango-Varela, S., & Santa-Gonzalez, G. A. (2021). Phenolic compounds of blueberries (*Vaccinium* spp) as a protective strategy against skin cell damage induced by ROS: A review of antioxidant potential and antiproliferative capacity. *Heliyon*, 7(2). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06297>
- Meléndez, M., Flor, L., Sandoval, M., Vasquez, W., & Racine, M. (2021). *Vaccinium* spp.: Características cariotípicas y filogenéticas, composición nutricional, condiciones

- edafoclimáticas, factores bióticos y microorganismos benéficos en la rizosfera. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 1-13. Obtenido de <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.20>
- Mengist, M., Pottorff, M., Mackey, T., Ferrao, F., Casorzo, G., Lila, M. A., . . . Iorizzo, M. (2023). Assessing predictability of post-storage texture and appearance characteristics in blueberry. *Postharvest Biology and Technology*, 214(112964). <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.112964>
- Moggia, C., Peñaloza, O., Torres, J., Romero-Bravo, S., Sepulveda, D., Jara, R., . . . Lobos, G. A. (2022). Within-plant variability in blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) Is a shorter harvest interval always the ideal strategy to maximize fruit firmness? *Postharvest Biology and Technology*. 186(111815). <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111815>
- Nasir, U., Ismail, A., Riaz, M., Razzaq, K., Ali, S., Hussain, A., . . . & Oliveira, C. A. (2024). Exploring fruit ripening methods: Conventional, artificial, and novel approaches for quality and health. *Food Control*, 165(110). <https://academic.oup.com/hr/article/11/9/uhae199/7717997>
- Núñez, A., Sánchez, E., Ruiz, J., & Gonzalez, A. (2008). Calidad de poscosecha en cultivares de arándano (*Vaccinium* sp.) sometidos a períodos de prealmacenamiento y temperaturas. *Research Center for Food and D*, 34(4), 453-457 . https://www.researchgate.net/publication/46387720_Calidad_de_poscosecha_en_cultivos_de_arandano_Vaccinium_sp_sometidos_a_periodos_de_prealmacenamiento_y_temperaturas
- Ordóñez, J., Pereira Caro, G., Cardenosa, V., & Muriel, J. (2020). Study of the quality attributes of selected blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) varieties grown under different irrigation regimes and cultivation systems. *Applied Science*, 10(23). <https://doi.org/10.3390/app10238459>
- Pedrini, S., Gibson-Roy, P., Trivedi, C., Gálvez-Ramírez, C., Hardwick, K., Shaw, N., . . . Dixon, K. (2020). Collection and production of native seeds for ecological restoration. *Restoration Ecology*. <https://doi.org/10.1111/rec.13>
- Pérez, L., Carrasco, E., & Valero, A. (2020). Strategies for microbial decontamination of fresh blueberries and derived products. *Foods*, 9(11). <https://doi.org/10.3390/foods9111558>

- Redpath, L., Gumpertz, M., Ballington, J. R., Bassil, N., & Ashrafi, H. (2021). Genotype, environment, year, and harvest effects on fruit quality traits of five blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivar. *Agronomy*, *11*(9), 11-16. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091788>
- Ren, Y., Li, B., Jia, H., Yang, X., Sun, Y., Shou, J., . . . & Chen, K. (2023). Comparative analysis of fruit firmness and genes associated with cell wall metabolisms in three cultivated strawberries during ripening and postharvest. *Food Quality and Safety*, *7*. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyad020>
- Rering, C., Rudolph, A., Li, Q., Read, Q., Muñoz, P. R., Ternest, J. J., & Hunter, C. T. (2024). A quantitative survey of the blueberry (*Vaccinium* spp.) culturable nectar microbiome: variation between cultivars, locations, and farm management ap. *EMS Microbiology Ecology*, *100*(3). Obtenido de <https://doi.org/10.1093/femsec/fiae020>
- Rivera, S., Giongo, L., Cappai, F., Kerckhoffs, H., Sofkova-Bobcheva, S., Hutchins, D., & East, A. (2022). Blueberry firmness - A review of the textural and mechanical properties used in quality evaluations. *Postharvest Biology and Technology*, *192*(112016). <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2022.112016>
- Satekge, T., & Magwaza, L. (2020). The Combined Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) and Ethylene on Green-life and Postharvest Quality of Banana Fruit. *20*(sup3). *International Journal of Fruit Science*, S1539–S1551. <https://doi.org/10.1080/1553836>
- Setiawan, H., Hermawan, E., Adiarso, A., Setiadi, S., Saputra, H., Handayani, I. D., Saparudin., &. (2024). Optimized supply chain of empty fruit bunches as feedstocks for second generation bioethanol production. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, *10*. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100950>
- Singh, N., Sharma, R. M., Dubey, A. K., Awasthi, O. P., Porat, R., Saha, S., . . . & Carmi, N. (2023). Harvesting maturity assessment of newly developed citrus hybrids (*Citrus maxima* Merr. × *Citrus sinensis*). *Plants*, *12*(23). <https://doi.org/10.3390/plants12233978>
- Singh, P., Tarkha, A., Kumar, P., & Singh, J. (2020). Impact of chemicals on the ripening physiology of fruits. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *9*(12), 219-229. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.912.029>
- Song, J., Shi, Q., Yan, S.-M., Fu, H.-Y., Wu, S.-Z., & Xu, L. (2020). Classification of different blueberry cultivars by analysis of physical factors, chemical and nutritional

- ingredients, and antioxidant capacities. . *Journal of Food Quality*, 11(1).
<https://doi.org/10.1155/2020/9474158>
- Threlfall, R. T., Clark, J. R., Dunteman, A. N., & & Worthington, M. L. (2020). Identifying marketable attributes of fresh-market blackberries through consumer sensory evaluations. *HortScience*, 56(1), 30–35. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI15483-20>
- Tineo, D., Bustamante, D., Calderon, M., & Huaman, E. (2022). Exploring the diversity of Andean berries from northern Peru based on molecular analyses. *Heliyon*, 8(2).
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08839>
- Ting, V., Silcock, P., Biasioli, F., & & Bremer, P. (2023). The physical and structural effects of 1-MCP on four different apple cultivars during storage. *Foods*, 12(22).
<https://doi.org/10.3390/foods12224050>
- Tomala, K., Małachowska, M., Guzek, D., Głąbska, D., & Gutkowska, K. (2020). The effects of 1-methylcyclopropene treatment on the fruit quality of ‘Idared’ apples during storage and transportation. *Agriculture*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/agricul>
- Vaitiekunaite, D., Bruzaite, I., & Snitka, V. (2022). Endophytes from blueberry (*Vaccinium* sp.) fruit: Characterization of yeast and bacteria via label-free surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS). *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomoleculr*, 275(121158). <https://doi.org/10.1016/j.saa.2022.121158>
- Virgin, S., Üçüncü, O., Baltacı, C., & & Aykoç, A. M. (2024). Microencapsulation of Caucasian blueberries (*Vaccinium arctostaphylos* L.) anthocyanins: Colour stability in varying storage conditions. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22(1).
<https://doi.org/10.1111/cote.12798>
- Wang, L., Lan, W., & & Chen, D. (2024). Blueberry (*Vaccinium* spp.) anthocyanins and their functions, stability, bioavailability, and applications. *Foods*, 13(17).
<https://doi.org/10.3390/foods13172851>
- Xie, G., Feng, Y., Chen, Y., & Zhang, M. (2020). Effects of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) and ethylene on postharvest lignification of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *ACS Omega*, 5(15). <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c01456>
- Yan, Y., Pico, J., Gerbrandt, E. M., Dossett, M., & & Castellarin, S. D. (2023). Comprehensive anthocyanin and flavonol profiling and fruit surface color of 20 blueberry genotypes

- during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, 199(112274). <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112274>
- Yang, H., Wu, Y., Zhang, C., Wu, W., Lyu, L., & Li, W. (2022). Growth and physiological characteristics of four blueberry cultivars under different high soil pH treatments. *Environmental and Experimental Botany*, 197(104842). <https://doi.org/10.1016/j.enve>
- Zhang, F., Ji, S., Wei, B., Cheng, S., Wang, Y., Hao, J., . . . Zhou, Q. (2020). Transcriptome analysis of postharvest blueberries (*Vaccinium corymbosum* ‘Duke’) in response to cold stress. *BMC Plant Biology*, 20(80). <https://doi.org/10.1186/s12870-020->
- Zhang, Y., Huang, D., Wang, B., Yang, X., Wu, H., Qu, P., . . . Qiu, D. (2023). Characterization of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) anthocyanin biosynthesis related MYBs and functional analysis of VcMYB gene. *Current Issues in Molecular Biology*, 45(1), 379–399. <https://doi.org/10.3390/cimb45010027>
- Zhang, Y., Ling, J., Zhou, H., Tian, M., Huang, W., Luo, S., . . . Li, P. (2022). 1Methylcyclopropene counteracts ethylene inhibition of anthocyanin accumulation in peach skin after harvest. *Postharvest Biology and Technology*, 183(111737). <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111737>