



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

Determinación de parámetros tecnológicos y evaluación de la vida útil
del *Vaccinium myrtillus* “arándano” azul fresco exportable

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias

Autoras

Yulisa Quiñones Ortega

Ruth Yanira Salas Pardo

Asesor

Dr. Fredesvindo Fernández Herrera

Huacho -Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales.

Sin Derivadas: Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Quiñones Ortega, Yulisa	71532588	10/12/2024
Salas Pardo, Ruth Yanira	72222927	10/12/2024
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Fernández Herrera, Fredesvindo	40588728	0000-0003-2973-7973
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA- DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
Miranda Cabrera, Danton Jorge	07046189	0000-0003-2594-4000
Bustamante Bustamante, Felix	44229029	0000-0001-9061-1718
Caro Degollar, Edson Max	45593669	0000-0001-7156-6691

Yulisa Quiñones 2024-083407 Ruth Salas 2024-0834...

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS TECNOLÓGICOS Y EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL *Vaccinium myrtillus* ARÁNDANA...

- Quick Submit
- Quick Submit
- Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

Detalles del documento

Identificador de la entrega

tm:oid::1:3086770424

Fecha de entrega

20 nov 2024, 1:22 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

20 nov 2024, 1:25 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

Borrador_de_testis_QUI_ones_Salas_ok.pdf

Tamaño de archivo

1.6 MB

99 Páginas

22,977 Palabras

119,371 Caracteres



Página 1 of 109 - Portada

Identificador de la entrega tm:oid::1:3086770424



Página 2 of 109 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega tm:oid::1:3086770424

14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

- 14% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 6% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Primeramente, queremos dar gracias a Dios por habernos permitido compartir momentos inolvidables en la universidad y a los docentes por proporcionarnos su sabiduría y su ayuda para seguir desarrollándonos profesionalmente.

Dar gracias a nuestros padres, hermanos por el apoyo incondicional que nos fueron brindando en cada etapa de nuestras vidas.

AGRADECIMIENTO

Nos gustaría manifestar nuestra honesta gratitud al Dr. Fernández Herrera, Fredesvindo por su valiosa orientación y respaldo durante el proceso de desarrollo de esta tesis. A mis maestros, por compartir sus experiencias y ser una fuente de inspiración durante mi educación.

A mi familia por su amor, paciencia y aliento constante, y a mis amigos por su apoyo y compañía durante este proceso. Finalmente, quiero declarar mi más grato agradecimiento a todas las personas que sumaron de alguna manera a este logro.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE.....	vi
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	1
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	1
2.1.2. Antecedentes nacionales	2
2.2.1. Arándano.....	6
2.2.2. Variedades	7
2.2.3. Arándano azul (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	7
2.2.4. Parámetros que indican el final de la vida útil del arándano	8
2.2.5. Vida útil	8
2.2.6. Características del deterioro de los alimentos.....	9
2.2.7. Factores que afectan la vida útil del alimento.....	10
2.5.1. Hipótesis general.....	12
2.5.2. Hipótesis específicas.....	13

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	16
3.1.1. Tipo de investigación	16
3.1.2. Nivel de investigación	16
3.1.3. Diseño	16
3.2.1. Población	17
3.2.2. Muestra	17
3.3.1. Análisis de los arándanos azules frescos	18
3.3.2. Formulación de los tratamientos para la investigación.....	21
3.3.3. Análisis de los arándanos azules para exportación	23
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	27
4.1.1. Análisis de la calidad en los arándanos frescos.	27
4.1.2. Análisis de la calidad de los arándanos dosificados	29
4.1.3. Determinación del mejor tratamiento	60
CAPITULO V. DISCUSIONES	67
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS	71
ANEXOS	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valor nutricional del arándano	6
Tabla 2. Clasificación de cambios indeseables que presentan en los alimentos.....	9
Tabla 3. Operacionalización de las variables.....	14
Tabla 4. Operacionalización de las variables.....	15
Tabla 5. Interpretación para la evaluación de sabor	19
Tabla 6. Formulación de los tratamientos para la investigación.....	22
Tabla 7. Materia prima sin dosificación de SO ₂	29
Tabla 8. Resultados de color final (L* a* b*).....	58
Tabla 9. Anova – Análisis de varianza para L* (alpha=0.05)	59
Tabla 10. Anova – Análisis de varianza para a* (alpha=0.05).....	59
Tabla 11. Anova – Análisis de varianza para b* (alpha=0.05).....	59
Tabla 12. Resumen de resultados experimentales a los 60 días de almacenamiento.	60
Tabla 13. Análisis de Varianza del efecto sobre el % de defectos progresivos.....	61
Tabla 14. Análisis de Varianza del efecto sobre el % de Deshidratación.....	61
Tabla 15. Análisis de Varianza del efecto sobre el % O ₂	61
Tabla 16. Análisis de Varianza del efecto sobre el % CO ₂	62
Tabla 17. Análisis de Varianza del efecto sobre el % Brix	62
Tabla 18. Análisis de Varianza del efecto sobre el % Acidez	62
Tabla 19. Análisis de Varianza del efecto sobre la Firmeza.....	63

Tabla 20. Análisis de Varianza del efecto sobre el sabor	63
Tabla 21. Análisis de Varianza del efecto sobre la condición interna (C.I.)	63
Tabla 22. Parámetros para Optimización de respuesta	64
Tabla 23. Solución de optimización de respuesta.....	64
Tabla 24. Resultados del análisis sensorial durante 60 días.	65
Tabla 25. Análisis microbiológicos de la Materia tratada con diferentes dosis de SO ₂ .	66
Tabla 26. Fenoles solubles totales después de los 60 días.....	66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Arándano azul (<i>Vaccinium myrtillus</i>).....	7
Figura 2: Vida útil del arándano	8
Figura 3. Factores en la vida útil de un alimento.....	11
Figura 4. Diseño experimental de la investigación.....	17
Figura 5. Condición interna (madurez).....	19
Figura 6. Diagrama de flujo del proceso tecnológico.....	21
Figura 7. Representación de las tres bolsas que se usaron en la investigación.....	22
Figura 8. Materia prima (Defectos No Progresivos).....	28
Figura 9. Materia prima (Defectos Progresivos)	27
Figura 10. Materia prima (Análisis fisicoquímico)	28
Figura 11. Dosificación de SO ₂ -100ppm (Defectos No Progresivos).....	29
Figura 12. Dosificación de SO ₂ -100ppm (Defectos Progresivos)	30
Figura 13. Dosificación de SO ₂ - 150ppm (Defectos No Progresivos)	31
Figura 14. Dosificación de SO ₂ -150ppm (Defectos Progresivos)	32
Figura 15. Dosificación de SO ₂ -200ppm (Defectos No Progresivos)	33
Figura 16. Dosificación de SO ₂ -200ppm (Defectos Progresivos)	34
Figura 17. Dosificación de SO ₂ -100ppm (Defectos No Progresivos)	35
Figura 18. Dosificación de SO ₂ -100ppm (Defectos Progresivos)	36
Figura 19. Dosificación de SO ₂ -150ppm (Defectos No Progresivos)	37

Figura 20. Dosificación de SO ₂ -150ppm (Defectos Progresivos)	38
Figura 21. Dosificación de SO ₂ -200ppm (Defectos No Progresivos)	39
Figura 22. Dosificación de SO ₂ -200ppm (Defectos Progresivos)	40
Figura 23. Dosificación de SO ₂ -100ppm (Defectos No Progresivos)	41
Figura 24. Dosificación de SO ₂ -100ppm (Defectos Progresivos)	42
Figura 25. Dosificación de SO ₂ -150ppm (Defectos No Progresivos)	43
Figura 26. Dosificación de SO ₂ -150ppm (Defectos Progresivos)	44
Figura 27. Dosificación de SO ₂ -200ppm (Defectos No Progresivos)	45
Figura 28. Dosificación de SO ₂ -200ppm (Defectos Progresivos)	46
Figura 29. Resumen de %Total defectos progresivos y no progresivos de arándanos a diferentes dosificaciones SO ₂ y tipos de empaque.	48
Figura 30. Resumen de los resultados para %O y %CO ₂ en los tipos de empaque con arándanos dosificados a diferentes niveles de SO ₂	52
Figura 31. %Brix de los arándanos empacados a diferentes tipos de bolsa y a diferentes niveles de dosificación con SO ₂	53
Figura 32. %Acidez de los arándanos empacados a diferentes tipos de bolsa y a diferentes niveles de dosificación con SO ₂	54
Figura 33. La firmeza de los arándanos empacados a diferentes tipos de bolsa y a diferentes niveles de dosificación con SO ₂	55
Figura 34. %Deshidratación de los arándanos empacados a diferentes tipos de bolsa y a diferentes niveles de dosificación con SO ₂	56
Figura 35. Sabor de los arándanos empacados a diferentes tipos de bolsa y a diferentes niveles de dosificación con SO ₂	57

Figura 36. Optimización de respuesta múltiple	64
Figura 37 Pesado de arándanos.....	80
Figura 38. Equipo Durofell para medir FIRMEZA	80
Figura 39. Refractómetro de los °Brix y acidez.....	80
Figura 40. Medición de Concentración de O ₂ – CO ₂	81
Figura 41. Evaluación microbiológica.....	81
Figura 42. Evaluación de Brix y acidez.....	81

RESUMEN

Objetivo. Determinar la influencia de los parámetros tecnológicos de procesamiento en la calidad exportable y la vida útil del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C. **Metodología.** La investigación se realizó en Larama Berries S.A.C. en Pisco, Perú, en 2023-2024. Se evaluaron 36 cajas de arándanos frescos (1.5 kg cada una) para estudiar la influencia de concentraciones de dióxido de azufre (SO₂) y tipos de empaque en la conservación del arándano azul (*Vaccinium myrtillus*). Se aplicaron tres concentraciones de SO₂ (100 ppm, 150 ppm y 200 ppm) en tres tipos de bolsa: Packlife, San Jorge y View Fresh, y se almacenaron a 0 °C durante 60 días. Se realizaron análisis físico-químicos (firmeza, °Brix, acidez), microbiológicos (mesófilos, hongos, levaduras y coliformes) y sensoriales (sabor y aspecto visual). Además, se monitorearon las concentraciones de O₂ y CO₂, la deshidratación y los defectos en el fruto. **Resultados.** La bolsa View Fresh con 150 ppm de SO₂ fue la más efectiva, manteniendo O₂ (17.20%) y CO₂ (7.10%), lo que preservó la frescura. Los análisis físico-químicos reportaron 12.8°Brix, 0.8 de acidez y 88.4 shore de firmeza, adecuados para exportación. El sabor fue aceptable hasta el día 51. No hubo relación significativa entre los defectos no progresivos y la dosis de SO₂. La pérdida másica fue mínima (0.65%). El tratamiento con 200 ppm controló mejor la microbiología, pero incrementó el riesgo de daños como pedúnculo profundo. **Conclusión.** La bolsa View Fresh con 150 ppm de SO₂ fue la mejor para preservar la calidad y prolongar la vida útil de los arándanos hasta 60 días. Este tratamiento equilibra la conservación físico-química, microbiológica y sensorial del fruto. La dosis de 200 ppm, aunque efectiva en microbiología, puede causar daños en los frutos.

Palabras claves: Arándanos, calidad, vida útil, empaque, dosificación

ABSTRACT

Objective. To determine the influence of technological processing parameters on the exportable quality and shelf life of fresh *Vaccinium myrtillus* (blueberry) stored at 0 °C at Larama Berries S.A.C. **Methodology.** The research was conducted at Larama Berries S.A.C. in Pisco, Peru, in 2023-2024. Thirty-six boxes of fresh blueberries (1.5 kg each) were evaluated to study the influence of sulfur dioxide (SO₂) concentrations and packaging types on blueberry (*Vaccinium myrtillus*) preservation. Three concentrations of SO₂ (100 ppm, 150 ppm and 200 ppm) were applied in three types of bag: Packlife, San Jorge and View Fresh, and stored at 0 °C for 60 days. Physical-chemical (firmness, °Brix, acidity), microbiological (mesophiles, fungi, yeasts and coliforms) and sensory (flavor and visual appearance) analyses were performed. In addition, O₂ and CO₂ concentrations, dehydration and fruit defects were monitored. **Results.** The View Fresh bag with 150 ppm SO₂ was the most effective, maintaining O₂ (17.20%) and CO₂ (7.10%), which preserved freshness. Physicochemical analysis reported 12.8°Brix, 0.8 acidity and 88.4 shore firmness, suitable for export. Flavor was acceptable until day 51. There was no significant relationship between non-progressive defects and SO₂ dosage. Weight loss was minimal (0.65%). Treatment with 200 ppm controlled microbiology better, but increased the risk of damage as deep peduncle. Phenolic compounds were elevated (2259.8 mg/100 g). **Conclusion.** The View Fresh bag with 150 ppm SO₂ was the best choice for preserving quality and extending shelf life of fresh blueberries up to 60 days. This treatment balances the physicochemical, microbiological and sensory preservation of the fruit. The dose of 200 ppm, although effective in microbiology, can cause fruit damage.

Key words: Blueberries, quality, shelf life, packing, dosage, quality.

INTRODUCCIÓN

Los mercados internacionales tienen ahora una mayor necesidad de productos frescos de alta calidad debido a la globalización y a la expansión del comercio internacional. El arándano (*Vaccinium myrtillus*) es uno de esos productos., conocido por sus propiedades nutricionales y beneficios para la salud. Sin embargo, la naturaleza perecedera de los arándanos presenta desafíos significativos en términos de conservación y vida útil, factores cruciales para su exportación exitosa.

La actual indagación se concentra en la determinación de parámetros tecnológicos y la evaluación de la vida útil del arándano azul fresco exportable. La investigación se centra en dos aspectos críticos: el tipo de empaque y la dosificación óptima de dióxido de azufre (SO₂) necesarios para prolongar la frescura y calidad del fruto durante el almacenamiento y transporte. Estos elementos son fundamentales para mantener la competitividad en mercados exigentes y minimizar pérdidas económicas debido al deterioro del producto.

Para abordar estos desafíos, se realizaron experimentos detallados para evaluar diferentes tipos de empaques y niveles de dosificación de SO₂. Los resultados obtenidos permitieron identificar las combinaciones más efectivas para preservar la calidad organoléptica y nutricional del arándano azul, reduciendo la incidencia de microorganismos y el deterioro físico.

El estudio busca proporcionar una guía técnica para productores y exportadores de arándanos azules, facilitando la implementación de prácticas que optimicen la vida útil del producto. Además, pretende contribuir al conocimiento científico en el campo de la conservación de frutas frescas, ofreciendo una base sólida para futuras investigaciones y mejoras en la tecnología postcosecha. En resumen, esta tesis se dedica a la identificación y optimización de parámetros tecnológicos que permitan extender la vida útil del arándano azul fresco, asegurando su calidad y viabilidad en mercados internacionales, lo cual es esencial para el crecimiento y sostenibilidad de la industria frutícola.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La fruta conocida como arándano azul posee gran popularidad comercial en países como Chile, EE.UU. y Canadá sobre todo por sus atribuciones medicinales, sabor, textura y otras características (Chunga, Montalván & Pasache, 2022). Asimismo, los autores anteriores también subrayan que los arándanos poseen bajos niveles de azúcares, pero sí unos altos niveles en antioxidantes y flavonoides. Entre ellos destacan las antocianinas que son aquellas que favorecen la regeneración celular y la prevención de enfermedades del hígado, riñón, vías urinarias y sistema cardiovascular e, incluso, previene la diabetes y el cáncer.

Inicialmente, la fruta se cultivaba principalmente en el hemisferio norte, especialmente en regiones frías. Sin embargo, con la industrialización de su cultivo y diversas hibridaciones, su producción se ha expandido a América, amplias zonas de Europa, el norte de África y algunas áreas de Asia y el Pacífico. A nivel global, los principales productores son EE. UU., Perú y Canadá, que juntos representan alrededor del 80% de la producción, mientras que Polonia, México y España también contribuyen, aunque en menor medida (Collantes, Rodríguez & Beyer, 2021).

En el ámbito alimentario, así como en el de bebidas, se mueven 1.6 billones de dólares, lo que representa un aproximado del 10 % del total del comercio mundial anual. El rol de los consumidores modernos, quienes valoran los estilos de vida y tienen la salud como prioridad, se centra en la sostenibilidad de los procesos productivos. De esta forma, se generan nuevas oportunidades de negocio, además de un incremento paulatino en el sector de alimentos a nivel internacional. Esto se promueve en términos de nuevas modalidades de productos como frescos, congelados, enlatados y otros (Rodríguez & Villafuerte, 2021).

El Perú cuenta con excelentes condiciones agroclimáticas y puede cultivar arándanos durante todo el año en toda la costa y parte de la sierra, ya que existe un gran potencial para la producción de arándanos de excelente calidad. En gran medida, se debe a su adaptación a todas las condiciones; por ello, se debe aprovechar el potencial existente (Flores, 2019).

Aunque la variedad que inició el negocio en Perú fue la Biloxi, ahora está siendo desplazada por otras variedades. En la actualidad, la mejor herramienta para aumentar la

competitividad en este negocio es la genética, dado que la variedad adaptada a nuestras condiciones determinará la rentabilidad del productor, su competitividad como exportador y como proveedor potencial al mundo (Flores, 2019).

Durante la campaña agrícola 2017-2018, se cultivaron arándanos en 7.884 hectáreas en Perú, produciendo 89.735 toneladas, incremento del 71.6 % respecto al año anterior. En Lima, el rendimiento promedio fue de 4.5 toneladas por hectárea. A pesar de las prometedoras estadísticas a nivel nacional, es crucial analizar la situación de los productores en zonas agrícolas clave, como Cañete, que es un punto importante para el desarrollo agrícola del país (Collantes & Altamirano, 2020).

Cuando los frutos han alcanzado el estado normal de madurez, se producen numerosos cambios en cuanto a color, dureza y sabor, consideradas características organolépticas y, en última instancia, generan que los frutos sean sumamente llamativos para su consumo. Los arándanos son frutos que se recolectan después de la maduración normal, pero pueden adquirir características similares que poseen los frutos madurados en la planta (Leonardo, 2022).

Sin embargo, una vez alcanzada la calidad máxima, la sobre maduración se produce muy rápidamente y se asocia a un ablandamiento excesivo, pérdida de sabor y de color; por tanto, debe ser evitada. El grado de pérdida de calidad tras la cosecha depende en gran medida de la temperatura; por ello, una gestión adecuada de la temperatura desde el momento de la cosecha es fundamental para conservar la calidad de la fruta (Leonardo, 2022). Por lo consiguiente, la presente investigación busca determinar los parámetros tecnológicos y evaluación de la vida útil del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco exportable en la empresa LARAMA BERRIES SAC.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de los parámetros tecnológicos de procesamiento en la calidad exportable y la vida útil del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es la influencia de los parámetros tecnológicos de procesamiento en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.?

¿Cuál es la influencia de los parámetros tecnológicos de procesamiento en la vida útil del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.?

¿Cuáles son los parámetros tecnológicos de procesamiento que influyen significativamente en la calidad exportable y vida útil del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de los parámetros tecnológicos de procesamiento en la calidad exportable y la vida útil del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.

1.3.2. Objetivos específicos

Evaluar la influencia de los parámetros tecnológicos de procesamiento en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco almacenado a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.

Evaluar la influencia de los parámetros tecnológicos de procesamiento en la vida útil del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco almacenado a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.

Determinar los parámetros tecnológicos de procesamiento que influyen significativamente en la calidad exportable y vida útil del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco almacenado a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.

1.4. Justificación de la investigación

Desde forma teórica, el estudio estará dirigido en la comprensión de los parámetros de conservación de la vida útil del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul). Este estudio

promoverá mejoras a producciones de la fruta (arándano azul) para obtener los parámetros adecuados en favor del clima peruano y para el transporte del mismo.

En el aspecto metodológico, este estudio presentará un logro de los pasos del procesamiento tecnológico para caracterizar los factores de conservación del arándano azul, con la finalidad de que otros procesadores e investigadores puedan aplicarlo tanto a nivel nacional como internacional.

En relación a lo práctico, este estudio ayudará a mejorar la producción de arándanos del Perú, sobre todo en su calidad de exportación, dado que este país es uno de los grandes exponentes de la venta del fruto.

Y en lo ecológico, este estudio aportará información de mejoras en el rendimiento; el cual ayudará a que todos los recursos gastados en el procesamiento sean aprovechados de la mejor forma.

1.5. Delimitación del estudio

El estudio, que sólo se llevará a cabo en 2023-2024 en Larama Berries S.A.C. en Pisco, se centrará en la identificación de las características técnicas y la evaluación de la vida útil del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco exportable.

1.6. Viabilidad del estudio

La pesquisa es viable ya que se cuenta con acceso a la tecnología indispensable para realizar las pruebas de laboratorio, estas se realizan en la empresa Larama Berries S.A.C. En el caso de los fondos requeridos para llevar a cabo la investigación son autofinanciados por parte de las investigadoras. Asimismo, se cuenta con el personal profesional experto en el tema (asesor).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Maldonado (2022), en investigación “Evaluación de la capacidad antioxidante y características fisicoquímicas del arándano *Vaccinium corymbosum* en tecnologías de conservación combinadas”, se evaluó el impacto de la atmósfera modificada (AM) y el enfriamiento en la calidad de arándanos maduros provenientes de Cayambe. Las frutas fueron almacenadas a 5 y 8 °C en bolsas de polietileno con tres mezclas de gases: aire ambiental; 60% O₂ + 20% CO₂ + 20% N₂; y 7% O₂ + 12% CO₂ + 81% N₂. Durante 16 días de almacenamiento, se midieron parámetros como decoloración, pH, sólidos solubles, acidez titulable, índice de madurez, vitamina C y capacidad antioxidante. El tratamiento más efectivo fue el de 7% O₂ y 12% CO₂ a 5 °C, conservando mejor las propiedades físico-químicas y funcionales de los arándanos.

Nucifora (2021), en su estudio “Implementación de recubrimientos comestibles en arándanos azules como tecnología postcosecha para extender su vida útil y mejorar su calidad y valor nutricional”, donde el objetivo fue delinear diferentes recubrimientos comestibles que se pueden aplicar a los arándanos para transportar compuestos bioactivos y alargar su vida, promover la exportación de esta baya desde Argentina y contribuir a la protección del medio ambiente. Las investigaciones muestran que el efecto de las propiedades y la eficacia de la RCs sobre la longevidad de la fruta depende en gran medida de las características del alimento, las condiciones de almacenamiento, el método de aplicación y, finalmente, la composición química y estructural. Biomateriales y aditivos utilizados en los preparados. Específicamente, determina la elección y combinación de estos CR. Existen diferentes biopolímeros (hidratos de carbono, proteínas y lípidos) y aditivos que retrasan más o menos el deterioro de los arándanos y aportan propiedades nutricionales. En particular, de todos los aspectos discutidos en este trabajo, el uso de AEs o sus componentes como antimicrobiano y conservante mediante nanoemulsiones es sin duda una alternativa muy potencial a los aditivos y antibióticos sintéticos. De por sí, la inclusión de prebióticos y probióticos es la última tendencia en el desarrollo de alimentos funcionales.

Campero, Barrionuevo, & Gomez (2021), en su estudio “Evaluación de parámetros de exportación en arándanos tratados con luz UV”, se analizó la calidad de arándanos de la

región NOA de Argentina tras la aplicación de irradiación UV. Se evaluaron parámetros como la pérdida de peso del fruto, el contenido fenólico total, el color y el espectro UV-visible, así como la longevidad de los frutos tratados. Utilizando arándanos de la empacadora “Tierra de Arándanos S.R.L” en Tucumán, los resultados mostraron que la pérdida de peso se mantuvo similar entre muestras control y tratadas a lo largo del tiempo. La espectroscopía UV-Vis evidenció la presencia de pigmentos antocianínicos, sin cambios significativos debido al tratamiento, mientras que el contenido fenólico total se mantuvo constante durante 7 días en los frutos tratados, mostrando un incremento respecto a los no irradiados. La diferencia de color entre las muestras tratadas y de control fue baja inicialmente, pero aumentó con el tiempo. En conclusión, el tratamiento con luz UV se presenta como una alternativa efectiva para preservar las propiedades sensoriales de los arándanos.

Carrasco (2017), en su investigación "Comportamiento de la condición y calidad de fruta de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.), cv. Liberty y Aurora bajo simulación de parámetros de exportación", se revisaron los cambios en las propiedades físico - químicas y microbianas de dos cultivares de arándano durante simulaciones de viaje de exportación a lo largo de 0, 30, 45 y 60 días. Se aplicaron tratamientos con té de compost (Liberty) y calcio (Aurora), además de gasificación con dióxido de azufre (SO₂). Las muestras, recolectadas entre 2013 y 2014 en Chile, mostraron que la humedad disminuyó significativamente en ambos cultivares a los 45 días. El tratamiento con SO₂ aumentó la deshidratación y ablandó la fruta, sin afectar las características de calidad. El tratamiento con calcio fue más efectivo para Aurora en comparación con otros tratamientos. Aurora mostró mayor calibre y menor exposición ambiental que Liberty, aunque Liberty presentó mayor contenido de azúcar y capacidad antioxidante superior. El té de compost no mejoró las condiciones poscosecha y se observó un aumento en los hongos dañinos.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Mondalgo (2022), en su estudio “Proceso y empaque de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) para exportación”, tiene como objetivo describir detalladamente el proceso de producción de arándanos frescos (*Vaccinium corymbosum* L.) destinados a la exportación. Se aborda cada etapa del procesamiento, desde la recepción de la materia prima hasta el envío del producto final, asegurando que los arándanos cumplan con los estándares de calidad requeridos para el mercado internacional. Es importante que la cadena de frío no se interrumpa durante todo el proceso y se mantenga dentro de los parámetros establecidos

para asegurar que el producto llegue a su destino en óptimas condiciones de calidad e inocuidad. Los arándanos son frutas con piel muy fina que pueden dañarse fácilmente durante el procesamiento. En última instancia, define los requisitos de calidad que deben cumplir los productos cuando se exportan y establece tolerancias máximas para defectos de calidad, condición y seguridad.

Seminario (2022), en su estudio «El impacto de la duración del almacenamiento de dióxido de azufre en la firmeza, el crecimiento de moho y levaduras, y la aceptabilidad general de la variedad de arándano Ventura (*Vaccinium corymbosum* L.)» Este estudio pretende evaluar cómo afecta la duración del almacenamiento de dióxido de azufre (SO₂) a la firmeza, el crecimiento de moho y levaduras, y la aceptabilidad general del cultivar de arándano. Los arándanos se recolectan en la zona de La Libertad, provincia de Virú. Se seleccionan, clasifican y empaquetan en contenedores con tapas ventiladas, luego se colocan en bolsas y cajas microporosas y, finalmente, se colocan en generadores de dióxido de azufre. Durofel se evaluó durante 0, 7, 15 y 30 días a 10°C. El análisis de varianza mostró un efecto significativo de los días de almacenamiento de dióxido de azufre sobre la firmeza de los arándanos, el crecimiento de moho y levaduras y la aceptación general. El valor de dureza más alto corresponde al día 0 (75.25 Durofel) y el valor más bajo al día 30 (65.25 Durofel). El crecimiento más bajo de moho y levadura ocurrió el día 0 con 14,475 UFC/año, y el crecimiento más alto ocurrió el día 30 con 21.319 UFC/año. Los arándanos alcanzaron la máxima aceptabilidad después de 7 días de almacenamiento en dióxido de azufre, condición 7.

Leonardo (2022), En su estudio “Comparación de la atmósfera controlada y modificada en la conservación de arándano fresco para exportación”, se evaluó la efectividad de distintos métodos de conservación de arándanos destinados a la exportación, con un tiempo de transporte de 30 a 45 días. Se llevaron a cabo experimentos en una planta empacadora, analizando la pérdida de peso tras el enfriamiento a 15 y 30 °C utilizando tres tipos de envases: sin bolsas, bolsas de polietileno de alta densidad (HDPE) perforadas al 0.9% y bolsas de poliamida no perforadas. Los ensayos se ajustaron a las normativas sanitarias de los destinos, Europa y EE.UU. Los resultados indicaron que las bolsas no porosas redujeron significativamente la pérdida de peso ($p \leq 0.05$). Para los envíos a Europa, se recomendó el uso de bolsas no perforadas para minimizar la deshidratación y la pudrición, aunque no se observaron diferencias significativas en la textura de los arándanos entre

tratamientos. En los envíos a EE.UU., se encontró una diferencia significativa entre las bolsas perforadas y las de atmósfera modificada, mientras que no hubo diferencias entre las bolsas perforadas y la combinación de ambas. En conclusión, las bolsas perforadas al 0.9% resultaron ser la opción más efectiva para la conservación de arándanos en exportaciones.

Sanchez (2021), en su investigación Efecto de la aplicación de ozono sobre la carga microbiana y el aspecto general de los arándanos) antes de su almacenamiento se evaluaron los efectos del tratamiento con ozono sobre la carga microbiológica y la calidad sensorial de los arándanos (*Vaccinium myrtillus*) antes de su almacenamiento. Se aplicaron a las muestras tres tratamientos con distintas concentraciones de ozono y duración de la exposición; el mejor tratamiento para reducir la carga microbiana fue el de 5 ppm durante cinco minutos. Los resultados mostraron una aceptación por parte de los clientes, aunque no hubo variaciones perceptibles en las cualidades sensoriales de las muestras tratadas y no tratadas. Además, el tratamiento con ozono mejoró la durabilidad del producto hasta el quinto día, lo que sugiere que este método es una alternativa viable para la desinfección de arándanos antes del almacenamiento.

Pineda (2021), en su estudio “Elaboración de un plan HACCP para *Vaccinium myrtillus* “Arándanos” frescos con fines de exportación en la empresa VISIONS, Cañete-2019.”, El objetivo de este trabajo de investigación es desarrollar un sistema de análisis de peligros e identificar los principales PCC en la línea de producción de “arándano” fresco de arándano rojo Cañete VISIONS para exportación. método. La investigación se realiza con base en el modelo descriptivo adaptativo a nivel de aplicación, ya que tiene como objetivo resolver problemas e intervenir en su desarrollo. Este estudio de investigación se centró en la recolección de datos del área de calidad y producción de la empresa. La información se obtuvo en los lugares donde se cosechan materias primas y se procesan arándanos para su exportación. Los resultados incluyen un desglose de los procedimientos implicados en la producción de arándanos frescos, así como los factores clave a considerar al implementar el sistema HACCP. La información cubre la adquisición de MP (arándanos) hasta su envío, así como el desarrollo de sistemas HACCP. Se han evitado pérdidas financieras y se garantiza la seguridad de la exportación de productos acabados. Finalmente, Cañete Vison desarrolló un plan HACCP para “arándanos” frescos de arándano rojo para exportación en 2019, que garantizará la inocuidad de los arándanos.

Lucho (2020), en su estudio “Estandarización de los parámetros tecnológicos en el procesamiento de *Vaccinium Myrtillus* ‘arándano azul’ exportable en una empresa agroindustrial, Barranca-2020” tiene como objetivo determinar el impacto de la estandarización de parámetros técnicos en la calidad de exportación de arándanos. Se empleó el análisis de Pareto para identificar los principales problemas de calidad en la empresa, los cuales incluían productos no calificados, bayas mohosas y frutas demasiado maduras. Se identificaron factores de control críticos asociados con estos problemas y se establecieron niveles de prueba (80%, 85%, 90%, 95%, 99%) para cada factor. Se diseñó un experimento utilizando dióxido de azufre en concentraciones de 150, 200 y 250 ppm, con tiempos de exposición de 20 y 30 minutos, para evaluar el porcentaje de fallas tras los tratamientos. Los resultados mostraron que la tasa de error en la calidad de los arándanos se redujo de un rango de 15.36-36.71% a 1.11-3.09%. En el producto final, los defectos por pudrición blanda disminuyeron del 17.67% al 1.67%, y los defectos de bayas demasiado maduras se redujeron del 10.90% al 1.68%. En conclusión, la estandarización de parámetros técnicos tuvo un impacto positivo en el cumplimiento de los requisitos de calidad de exportación de la empresa agroindustrial Barranca, logrando reducir los defectos a niveles aceptables.

Mego (2018) Mediante técnicas físicas de conservación como la temperatura y la concentración de CO₂ en atmósfera modificada, se evaluó la vida útil de arándanos frescos (*Vaccinium corymbosum*), variedad azul, almacenados en un ambiente modificado. La conservación se midió en términos de sus cualidades fisicoquímicas y sensoriales. Los arándanos que se mantuvieron a 5 °C durante 17 días en envases de alta densidad y en un ambiente modificado con CO₂ fueron las muestras que demostraron una mayor conservación de la vitamina C durante el almacenamiento. Sin embargo, las muestras que se mantuvieron a 5 °C, en envases de alta densidad y en un entorno modificado activo con CO₂ durante 17 días mostraron un color y un olor superiores. Las muestras que se conservaron en un envase de alta densidad a 5 °C y en un entorno activo modificado con CO₂ durante 16 días tuvieron un sabor más agradable. Las muestras que se conservaron durante 18 días a 5 °C en un envase de alta densidad obtuvieron puntuaciones más altas en la evaluación de la textura. Las muestras que se conservaron en envase de alta densidad a 5 °C durante 17 días recibieron las puntuaciones más altas en la valoración del aspecto general.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Arándano

2.2.1.1. Origen

El arándano es autóctono de Norteamérica y su nombre científico es *Vaccinium ericaceae*. Desde el ámbito comercial, integran al grupo de las bayas, que comprende fundamentalmente frutas como la frambuesa, la zarzamora, la fresa y el arándano. Los frutos de la familia Ericáceas, género *Vaccinium*, se caracterizan por su pequeño tamaño, forma ovalada o esférica, sabor agrio y limitada conservación tras la cosecha. Las azaleas y los rododendros pertenecen a la misma familia. Originalmente crecía en suelos ácidos de zonas pantanosas o secas del hemisferio norte y, en mayor medida, en EE.UU. y Canadá. Según la variedad, el arándano crece de 1.5 a 2.5 metros de altura y puede vivir más de 20 años. Incluso puede llegar a los 40 años si mantiene un buen nivel de producción (Villegas, 2021).

Según el Departamento de Agricultura y Riego (Sierra Exportadora), Todas las especies conocidas como arándanos, incluidos los arándanos rojos (*Vaccinium corymbosum*), pertenecen al género *Vaccinium* de arbustos de la familia Ericaceae. Cerca de 450 especies pertenecen a este género, que se encuentra principalmente en las zonas más frías del hemisferio norte, a pesar de que existen igualmente especies en zonas tropicales como Hawai y Madagascar (Sánchez, 2021).

Tabla 1

Valor nutricional del arándano

Componente	Cantidad/100 g
Energía	60 kcal
Proteína	0.74 g
Lípidos	0.33 g
Carbohidratos	14.49 g
Azúcares	9.96 g
Fibra dietética	2.4 g
Cenizas	0.21 g
Aguas	84.21 mg
Calcio	6.0 mg
Hierro	0.17 mg

Magnesio	5.0 mg
Fósforo	10.0 mg
Potasio	79.0 mg
Sodio	6.0 mg
Vitamina C	9.7 mg
Tiamina	0.05 mg
Riboflavina	0.5 mg
Niacina	0.36 mg
Vitamina B6	0.4 mg
Vitamina E	1.0 mg

Fuente: Chunga et al. (2022)

2.2.2. Variedades

Conforme con Paredes (2022) existen unas 26 especies conocidas en la actualidad, todas ellas pertenecientes al género *Vaccinium* y que, se crearon mediante el fitomejoramiento y la selección a partir de especies autóctonas de Estados Unidos. No obstante, únicamente tres son relevantes comercialmente: El arándano bajo o *lowbush*, el arándano ojo de conejo o *rabbit-eye* y el arándano alto o *Highbush blueberry*.

2.2.3. Arándano azul (*Vaccinium myrtillus*)

En el noreste de Estados Unidos, esta especie se destaca por ser una de las más comunes. Puede crecer hasta 1,8 metros de altura y produce frutos negros y azules de tamaño notable, los cuales son conocidos por su delicioso sabor (Chunga et al., 2022).



Figura 1. Arándano azul (*Vaccinium myrtillus*)

Tomado de Chunga et al. (2022)

2.2.4. Parámetros que indican el final de la vida útil del arándano

Aunque la ciencia y la tecnología alimentarias han avanzado, los alimentos conservan sus propiedades durante un tiempo limitado. Por lo tanto, hay evidencia que sugiere que el producto ha alcanzado el final de su ciclo de vida. Entre los signos que indican esto se encuentran la elevada cantidad de microorganismos, la oxidación de grasas y aceites, la pérdida de humedad, la reducción de vitaminas y nutrientes, la degradación de las proteínas, cambios en la textura debidos a la actividad enzimática, así como la pérdida de sabor y color. También se puede observar una alteración en la viscosidad, ya sea una reducción o un aumento de la misma (Ubillus, 2019).

2.2.5. Vida útil

Se trata del tiempo durante el cual el producto conserva determinados indicadores de calidad en determinadas condiciones. La calidad de los alimentos se refiere a aspectos organolépticos (como sabor y olor), nutricionales (contenido de nutrientes) y consideraciones higiénico-sanitarias que aseguran la seguridad alimentaria. Estos factores están interrelacionados con procesos de degradación física, química y microbiológica. Cuando alguno de los criterios de calidad no se cumple, el producto se considera caducado (Pires, Caleja, Santos-Buelga, Barros, & Ferreira, 2020).



Figura 2: Vida útil del arándano

Tomado de Ubillus (2019)

La duración de conservación de un alimento queda determinada por el lapso de tiempo tras su elaboración, en circunstancias de almacenamiento controladas, a lo largo del cual el producto pierde sus cualidades sensoriales y fisicoquímicas y cambia su perfil microbiológico (Urbonaviciene et al., 2022).

2.2.6. Características del deterioro de los alimentos

En el transcurso de su conservación y consiguiente distribución, los productos alimentarios quedan expuestos a una serie de agentes ambientales. Varios mecanismos de reacción provocados por diversos parámetros, como la luz, la humedad, la temperatura y el oxígeno, provoquen el deterioro de los alimentos (Demir y Bicim 2022).

La mayoría de los motivos de deterioro de los alimentos son biológicos y, entre ellos, los microorganismos y las enzimas alimentarias naturales son, sin duda, los más importantes en términos de daños económicos. Estas dos causas, junto con las causas químicas, son muy importantes, no únicamente por la continuidad con que participan en los fenómenos de deterioro, sino también, y, sobre todo, porque los procesos de deterioro que ponen en marcha conducen en casi todos los casos a la destrucción de la totalidad del producto, a diferencia de las demás causas de deterioro, que pueden ocasionar procesos de degradación locales que permiten el uso parcial del producto (Eckerter, Buse, Förschler, & Pufal, 2019).

Tabla 2

Clasificación de cambios indeseables que presentan en los alimentos

Atributo	Cambio
Textura	- Disminución de la solubilidad
	- Disminución de la capacidad de retención de agua
	- Endurecimiento
	- Reblandecimiento
Sabor	- Desarrollo de rancidez hidrolítica u oxidativa
	- Sabor acaramelado o de cocción
	- Otros gustos extraños
Color	- Oscurecimiento
	- Blanqueamiento
	- Desarrollo de colores extraños
Valor nutritivo	- Pérdida de vitaminas
	- P. Minerales
	- P. Proteínas
	- P. Lípidos

Fuente: Ubillus (2019)

2.2.6.1. Cambios físicos

Están causados por la mala manipulación de los productos agrícolas durante la recolecta, la transformación y la distribución. Tales alteraciones disminuyen el calibre medio

de los productos. Con frecuencia, el aplastamiento de las frutas y hortalizas del campo durante la recolección y el periodo postrecolección provoca su putrefacción. Las verduras conservadas en ambientes poco húmedos pierden agua (Vrancheva et al., 2020). Los alimentos secos almacenados en un entorno húmedo absorben agua, lo que modifica sus propiedades. La quemadura por congelación constituye uno de los defectos principales de calidad de los alimentos, y a su vez, es consecuencia de estar expuesto a cambios de temperatura; del mismo modo, el cambio de fase durante la fusión y solidificación de las grasas afecta a la calidad de los productos de confitería y otros productos en los que se emplean grasas (Ubillus, 2019).

2.2.7. Factores que afectan la vida útil del alimento

2.2.7.1. Materia prima

Constituye uno de los elementos de mayor trascendencia que generan efecto en la conservación de un alimento. Pueden ser ricos en proteínas, grasas o hidratos de carbono. Dependiendo de qué macronutriente o combinación de macronutrientes predomine en un alimento, se producen diferentes reacciones. Por ejemplo, la carne reacciona de forma diferente al pan o las galletas al queso. Además, la descomposición de un producto alimentario varía según la composición de sus materias primas, que pueden ser ricas en proteínas, grasas o carbohidratos, y también depende de la calidad y el contenido de humedad de estos ingredientes (Shamilov et al., 2022).

2.2.7.2. Formulación del producto

Los ingredientes y aditivos presentes en un producto influyen considerablemente en la vida útil de un alimento. En ocasiones, ciertos productos tienen un alto contenido en sal, como algunos quesos curados o los embutidos artesanales que se consumen en distintas partes del mundo. Los estudios de vida útil tienen como meta valorar el resultado de productos nuevos y clásicos que han sufrido alteraciones en el proceso (Ubillus, 2019).

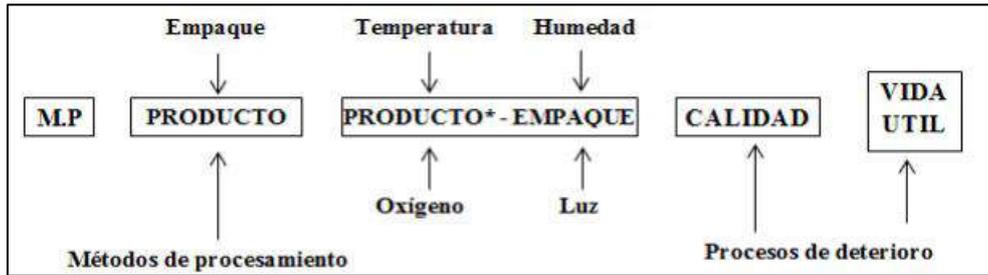


Figura 3. Factores en la vida útil de un alimento

Tomado de Ubillus (2019)

2.3. Bases filosóficas

En 2004, la primera planta mejorada genéticamente fue traída a Perú por la empresa estadounidense Fall Creek. Sólo cuatro de las doce variedades de arándanos que la empresa INKA BERRIES examinó en 2006 resultaron ser las más apropiadas para la zona costera. Con el fin de desarrollar un método para identificar la ubicación geológica de los mejores lugares para la producción, ese mismo año se llevó a cabo una investigación sobre la zonificación agrícola de los cultivos en Perú. En lo que respecta al cultivo de arándanos, Cajamarca y otras regiones comparables de la nación, como Arequipa y La Libertad, son posibles zonas geológicas ya que sus climas son adecuados para el cultivo. Los primeros experimentos de campo con arándanos se llevaron a cabo en 2008 en Arequipa, evaluando seis tipos diferentes de cultivares y once más a una altitud de 2.900 msn. Sin embargo, los resultados fueron bastante decepcionantes. Sin embargo, el mercado peruano del arándano está creciendo rápidamente y con grandes esperanzas en la actualidad. Los productores saben qué tipos plantar en determinados climas. El director gerente de Blueberries Perú, Francisco Unzueta, afirma que Perú es el único lugar del mundo donde los arándanos gozan actualmente de tal auge, y que ahora se vislumbra un desarrollo extraordinario en este país (Quispe, 2019).

2.4. Definición de términos básicos

- **Arándanos.** Planta de rododendro, de 20 a 50 cm de altura, con ramas angulosas, hojas alternas, ovaladas y dentadas, flores solitarias, axilares, bayas verde-blancas o rosadas, negras o azules, puede utilizarse como fruta, dulce y comestible.
- **Proceso.** En ingeniería se denomina proceso a una secuencia de acciones conectadas que convierten colectivamente una entrada en una salida.
- **Tecnología.** Conjunto de métodos, procedimientos, habilidades y estrategias utilizados para alcanzar objetivos como el estudio científico o la creación de bienes o servicios.
- **Parámetros.** Proporcionó los factores necesarios para analizar o evaluar la situación.
- **Vida útil.** Una existencia fructífera es así. En contraste con el tiempo de reposición, que es «el tiempo que transcurre hasta que el cliente original vuelve a la tienda a por un repuesto».
- **Almacenamiento.** Esto incluye almacenar un producto utilizando tecnología especialmente diseñada para mantener sus características y ponerlos a disposición cuando sea necesario.
- **Anhídrido sulfuroso.** Es un compuesto de azufre y oxígeno. Es el aditivo más común e insustituible en la elaboración del vino y uno de los conservantes tradicionalmente utilizados en la industria alimentaria, aunque ha tenido más siglos de restricciones y prohibiciones que otros conservantes.

2.5. Hipótesis de investigación

2.5.1. Hipótesis general

F₀: La aplicación de los adecuados parámetros tecnológicos de procesamiento influyeran significativamente en la calidad exportable y la vida útil del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.

2.5.2. Hipótesis específicas

F₁: Los parámetros tecnológicos de procesamiento tendrán una influencia positiva en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.

F₂: Los parámetros tecnológicos de procesamiento influirán significativamente en la vida útil del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.

F₃: Se determinará los parámetros tecnológicos de procesamiento que influirán significativamente en la calidad exportable y vida útil del *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.

2.6. Operacionalización de las variables

En la tabla 3 y tabla 4 se muestran y describen las variables independiente y dependiente respectivamente.

Tabla 3

Operacionalización de las variables

Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Instrumento de medición	Escala de medición
Parámetros tecnológicos de procesamiento a los arándanos azules frescos	Es una operación que consiste en aplicar parámetros tecnológicos de procesamiento a los arándanos azules frescos	Estos parámetros tecnológicos de procesamiento aplicados se desarrollarán en procedimientos estandarizados.	Calidad de materia prima	Procedimientos estandarizados (defectos progresivos y no progresivos)	Nominal	%
				Color	CIELAB	L*a*b*
				Sabor	Degustación	Puntuación (1- 10)
				Firmeza	Durofell	Shore
				Sólidos totales	Refractómetro	°Brix
				Acidez	AOAC (1995)	%
			Análisis microbiológico de la materia prima	Recuento total de mesófilos	AOAC., (1995).	UFC/g
				Recuento total de hongos y levaduras	AOAC., (1995).	UFC/g
				Recuento de coliformes totales	AOAC., (1995).	UFC/g
			Parámetros tecnológicos	Concentración de SO ₂	Tubo GASTEC	Ppm
				Tiempo de inyección	Reloj	min.
				Tiempo de gasificación	Reloj	min.
				Tiempo de evacuación	Reloj	min.
Tipo de empaque	Código	-				
	Temperatura de almacenamiento	Termómetro	°C			
	Humedad de almacenamiento	Termohigrómetro	%			

Tabla 4

Operacionalización de las variables

Variable Dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Instrumento de medición	Escala de medición	
Calidad exportable y vida útil a los arándanos azules frescos para exportación	Cambios que se darán en la calidad exportable y vida útil a los arándanos azules frescos para exportación	La evaluación de la vida útil se desenvolverá en métodos instrumentales, mediciones físicas y mediciones microbiológicas.	Calidad de producto	Procedimientos estandarizados (defectos progresivos y no progresivos)	Nominal	%	
				Concentración de O ₂ – CO ₂	F-920	%	
				Color	CIELAB	L*a*b*	
				Sabor	Degustación	Puntuación (1- 10)	
				Firmeza	Durofell	Shore	
				Sólidos totales	Refractómetro	°Brix	
				Acidez	AOAC (1995)	%	
				Fenoles solubles totales	Folin-Ciocalteu	mg GAE/100 ml	
				Análisis microbiológico del producto	Recuento total de mesófilos	AOAC., (1995).	UFC/g
					Recuento total de hongos y levaduras	AOAC., (1995).	UFC/g
	Recuento de coliformes totales	AOAC., (1995).	UFC/g				
Vida útil del producto			Tiempo de vida	Reloj	Días		

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Tipo de investigación

El enfoque será cuantitativo, en este se recopilan datos mediante la aplicación de técnicas estandarizadas, como cuestionarios, encuestas, experimentos, pruebas y análisis estadísticos. Los datos se analizan utilizando métodos matemáticos y estadísticos para obtener resultados objetivos y confiables. Asimismo, utiliza para investigar relaciones causa-efecto, para establecer patrones de comportamiento y para medir la magnitud y la frecuencia de un fenómeno (Manterola et al., 2019).

Además, será aplicada, lo que hace hincapié en la resolución de problemas del mundo real y en la utilización de los conocimientos científicos en la vida cotidiana. Su objetivo es resolver problemas concretos y elevar el nivel de vida de las personas, los grupos y la sociedad en general (Arias & Covinos, 2021).

3.1.2. Nivel de investigación

La investigación será de nivel explicativo, esta se basa en la observación sistemática y rigurosa de los hechos, la recopilación de datos y la identificación de patrones y relaciones causales. Se trata de un enfoque deductivo que parte de una hipótesis y busca confirmar o refutar esa hipótesis mediante la recopilación y análisis de datos metodología (Manterola et al., 2019).

3.1.3. Diseño

Será un diseño experimental ya que es un procedimiento cuyo objetivo principal es confirmar cuantitativamente la relación causal entre dos variables; esto implica manipular o controlar la variable independiente, lo que exige una estrategia que puede desarrollarse gradualmente, como un programa de intervención, o nivelarse estableciendo parámetros de rangos. El tratamiento, factor, condición o intervención que el investigador modifica y/o controla para examinar el impacto sobre la variable dependiente se conoce como variable independiente en los diseños experimentales (Arias & Covinos, 2021).

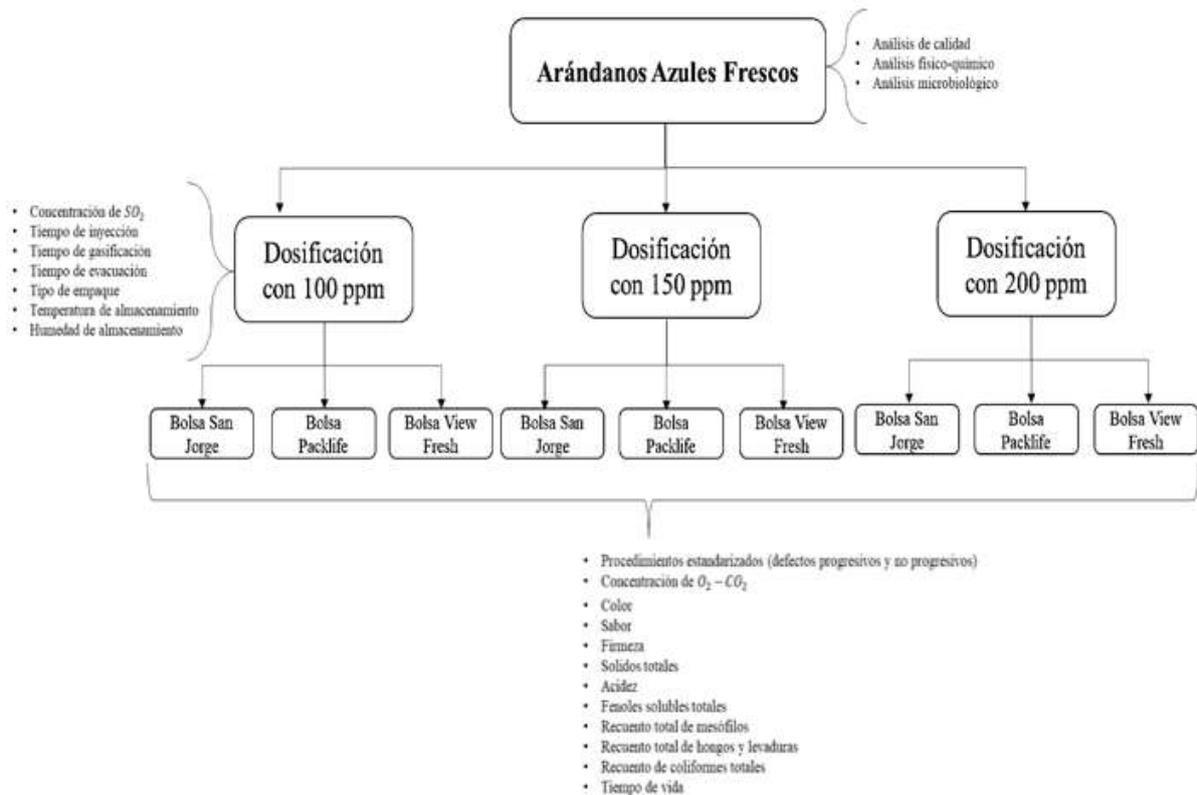


Figura 4. Diseño experimental de la investigación

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población está referida a un conjunto conglomerado de sujetos, objetos, animales o cualquier cantidad de elementos que sean agrupables con fines de determinar sus características propias y desarrollar estudios sobre estas (Hernández & Mendoza, 2018). En la presente investigación se utilizaron arándanos azules frescos, adquiridos en una empresa agroindustrial “Larama Berries SAC” ubicada en la ciudad de Pisco.

3.2.2. Muestra

Partiendo del concepto de lo que se refiere como una población, la muestra, en cambio, resulta ser un extracto de esta y fielmente representativa, de modo que debe incluir individuos que sean similares en las características relevantes que se están estudiando (Hernández & Mendoza, 2018). Para la presente investigación se utilizaron 36 cajas (1.5 Kg c/u) de arándanos azules frescos que se procesaron en la empresa agroindustrial “Larama Berries SAC” ubicada en la ciudad de Pisco.

3.3. Técnicas de recolección de datos

Para estos propósitos se recurrió a la observación de tipo directa, la cual parte de los datos en la que los investigadores observan y registran el comportamiento de las personas, animales o eventos en su entorno natural. La misma será estructurada ya que el investigador planificará de antemano lo que se va a observar y cómo se van a registrar los datos (Manterola et al., 2019).

Como instrumento se hizo uso de una ficha de observación, la cual es un medio de registro utilizado para registrar sistemáticamente los datos obtenidos durante una observación directa. La ficha de observación se utilizó para recopilar información detallada y objetiva sobre el comportamiento, las acciones o los eventos que se observan (Manterola et al., 2019)

3.3.1. Análisis de los arándanos azules frescos

3.3.1.1. Análisis de calidad de los arándanos azules frescos

Se recolectarán los frutos de arándanos azules de los campos (cosechados), estos ingresaron a la planta de proceso de la empresa agroindustrial “Larama Berries SAC” ubicada en la ciudad de Pisco. Donde se realizó los análisis de defectos no progresivos (fuera de color, presencia de cicatrices, tierra, pedicelo, sin Bloom, restos vegetales y restos de polen) y progresivos (blando, desgarrado, partiduras, deshidratado leve, deshidratación severa, pudrición, pedúnculo profundo y fumagina).

3.3.1.2. Análisis físico-químico de los arándanos azules frescos

Una vez realizados los análisis de calidad de los arándanos azules frescos traídos de los campos, luego a estos se le hacen los siguientes análisis físico-químicos como se detallan a continuación:

A. Determinación de la pérdida del peso (%Deshidratación)

Estos pesos son tomados de los arándanos azules frescos del calibre +19mm que son dirigidos para clientes de China, ya que, este destino tiene un tiempo prolongado de llegada hasta el puerto del cliente. En un tiempo estimado de 45 a 60 días. Por lo tanto, así se estimó la pérdida de %deshidratación en cada evaluación realizada.

B. Color

Para este análisis en la investigación se usó las Apps de Android para celular (Color Grab, donde podemos evaluar espacio de color $L^*a^*b^*$ y el XYZ de método CIELAB.

C. Sabor

Se realizó el análisis de las muestras; probando 05 bayas, luego se promedió los números obtenidos, teniendo en cuenta que la puntuación óptima es hasta el número 6 de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 5

Interpretación para la evaluación de sabor

Puntuación	Descripción
1	Sabor muy pobre- Amargo y ácido
2	Pobre-Ácido
3	Significativamente por debajo del promedio-Blando y ligeramente ácido
4	Debajo del promedio-Blando/ácido/débil en sabor
5	Promedio-No ofensivo, pero no tiene un sabor fuerte
6	Debajo del promedio-Un leve balance de sabor
7	Bueno-Dulce con un balance de sabor
8	Significativamente por encima del promedio-Dulce con sabor aromático
9	Muy bueno-Muy dulce con un sabor aromático fuerte
10	Excelente-Muy dulce y lleno de sabor

D. Condición interna (Madurez)

Esta evaluación consistió en cortar 05 bayas por la mitad, esto con el fin de identificar si la fruta tiene sobremadurez. En la siguiente figura se muestra la interpretación de condición interna de la fruta, considerando que es aceptable hasta el número 2:



Figura 5. Condición interna (madurez)

E. Firmeza

Para obtener la firmeza, se evaluó 15 bayas y se usó el equipo Durofell; se colocan las bayas en la mesa y con el equipo se presiona en la parte ecuatorial del fruto, por último, se promedió el resultado de las 15 bayas. Teniendo presente que, el parámetro óptimo es de ≥ 75 shore.

F. Sólidos totales

Para obtener los °Brix, se colocó 15 bayas en una bolsa y se homogeneizó, para proceder a colocar directamente en el refractómetro unas gotas de zumo de la mezcla y nos mostrará el resultado. Teniendo en cuenta que, los valores tienen que estar en un rango de ≥ 11.5 a ≥ 12 .

G. Acidez

Para obtener la acidez, se colocó 15 bayas en una bolsa y se homogeneizó, se colocó en un vaso precipitado encima de una balanza gramera el cual se taró (peso 0 g), luego se coloca 1 ml de pulpa de la mezcla homogeneizada en el vaso precipitado, después se agregó 49 ml de agua destilada, es decir se obtuvo 50 ml de mezcla, por último, con una cucharita se homogeneizó y se colocó la muestra en el refractómetro para medir la acidez. Teniendo presente que, la acidez mínima es de 0.60.

3.3.1.3. Análisis microbiológico de los arándanos azules frescos

El análisis microbiológico de los arándanos azules frescos se realizó para determinar la presencia o ausencia de dichos microorganismos como son los recuentos de aeróbicos mesófilos totales, coliformes totales, hongos y levaduras. Dichos recuentos se realizan según el método AOAC (1995). Esto nos dará el flujo que vemos en UFC/g.

3.3.1.4. Proceso tecnológico de los arándanos azules frescos

En la figura 6 se muestra el proceso tecnológico que se realizará a los arándanos azules frescos, en cual se tomará en cuenta los siguientes parámetros los cuales se muestran a continuación:

- Concentración de SO₂, este análisis se realizará con el uso de Tubos GASTEC.
- Tiempo de inyección (3 minutos)
- Tiempo de gasificación (8 minutos)
- Tiempo de evacuación (4 minutos)
- Tipo de empaque

- Temperatura de almacenamiento
- Humedad de almacenamiento.

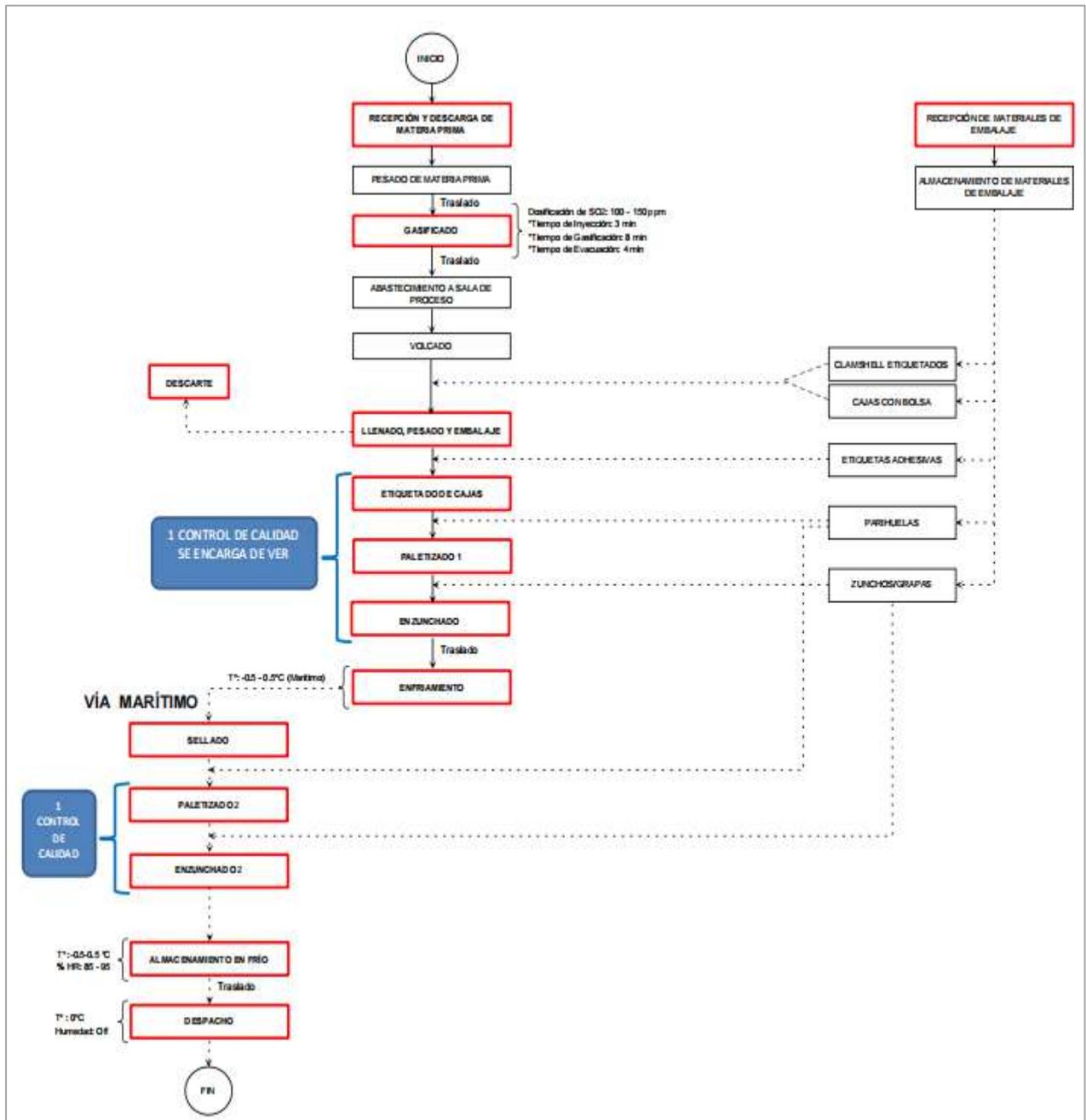


Figura 6. Diagrama de flujo del proceso tecnológico

3.3.2. Formulación de los tratamientos para la investigación

En la presente investigación se realizó mediante 9 tratamientos los cuales se manifiestan en la siguiente tabla:

Tabla 6

Formulación de los tratamientos para la investigación

Concentración de SO ₂ (ppm)	Tipo de empaque	Tratamientos
100ppm	PACLIFE	T ₁
100ppm	SAN JORGE	T ₂
100ppm	VIEW FRESH	T ₃
150ppm	PACLIFE	T ₄
150ppm	SAN JORGE	T ₅
150ppm	VIEW FRESH	T ₆
200ppm	PACLIFE	T ₇
200ppm	SAN JORGE	T ₈
200ppm	VIEW FRESH	T ₉

El tipo de bolsa se diferencia en que la Bolsa San Jorge (espesor de 30 µm y su sellado es haciendo uso de una máquina conocida como bandas Emplex MPS6100), la Bolsa Packlife (espesor de 35 µm y su sellado es haciendo uso de una máquina conocida como “flowpack”) y la Bolsa View Fresh (espesor de 40 µm y su sellado se hace de manera manual), además de los diferentes componentes que tienen. A continuación, en la figura se representa los tipos de bolsa que se usarán en la investigación:



Figura 7. Representación de las tres bolsas que se usaron en la investigación

3.3.3. *Análisis de los arándanos azules para exportación*

3.3.3.1. Análisis de calidad de los arándanos azules para exportación

3.3.3.1.1 *Determinación de procedimientos estandarizados*

Los arándanos después de pasar por el proceso tecnológico son evaluados con el objetivo de cumplir los procedimientos estandarizados sugeridos por el cliente los cuales comprenden en análisis de defectos no progresivos (fuera de color, presencia de cicatrices, tierra, pedicelo, sin Bloom, restos vegetales y restos de polen) y progresivos (blando, desgarrado, partiduras, deshidratado leve, deshidratación severa, pudrición, pedúnculo profundo y fumagina).

3.3.3.1.2 *Concentración de O₂ – CO₂*

Esta evaluación se realizó el día final de la respectiva caja. Cabe resaltar que, las cajas evaluadas tienen que estar debidamente selladas; además, tiene que transcurrir un periodo de tiempo, en este caso sería 15-30-45-60 días.

3.3.3.2. Análisis físico-químico de los arándanos azules para exportación

Una vez que se realicen los análisis de calidad de los arándanos azules frescos procesados, luego de esto se realizó los siguientes análisis físico-químicos como se detallan a continuación:

A. Determinación de la pérdida del peso

Estos pesos son tomados de los arándanos azules frescos del calibre +19mm que son dirigidos para clientes de China, ya que, este destino tiene un tiempo prolongado de llegada hasta el puerto del cliente. En un tiempo estimado de 45 a 60 días. Por lo tanto, así se estimó la pérdida de %deshidratación en cada evaluación realizada.

B. Color

Para este análisis en la investigación se usó las Apps de Android para celular (Color Grab, donde podemos evaluar espacio de color L*a*b* y el XYZ de método CIELAB.

C. Sabor

Se realizó este análisis de los arándanos azules frescos procesados; probando 05 bayas, luego se promedió los números obtenidos, para después interpretar de acuerdo a la

tabla que se utilizó en la evaluación del sabor de la materia prima (arándanos azules frescos). Teniendo en cuenta que la puntuación óptima es hasta el número 6.

D. Condición interna (Madurez)

En esta evaluación se cortó 05 bayas por la mitad de los arándanos azules frescos procesados, esto con el fin de identificar si la fruta tiene sobre madurez. Haciendo uso de los parámetros que se utilizó en la evaluación de la madurez de la materia prima (arándanos azules frescos).

E. Firmeza

Para obtener la firmeza, se evaluó 15 bayas de los arándanos azules frescos procesados y se usó el equipo Durofell; se colocaron las bayas en la mesa y con el equipo se presionará en la parte ecuatorial del fruto, por último, se promedió el resultado de las 15 bayas.

F. Sólidos totales

Para obtener los °Brix, se colocó 15 bayas en una bolsa y se homogeneizó, para proceder a colocar directamente en el refractómetro unas gotas de zumo de la mezcla y nos muestra el resultado.

G. Acidez

Para obtener la acidez, se colocó 15 bayas en una bolsa y se homogeneizó, se colocó en un vaso precipitado encima de una balanza gramera el cual se taro (peso 0 g), luego se colocó 1 ml de jugo de la mezcla homogeneizada en el vaso precipitado, después se agregó 49 ml de agua destilada, es decir se obtendrá 50 ml de mezcla, por último, con una cucharita se homogeneizó y se colocó la muestra en el refractómetro para medir los grados de acidez.

H. Fenoles solubles totales

La cantidad total de polifenoles en muestras rociadas de arándanos azules frescos procesados con encapsulantes se determinará mediante el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu.

Para ello se seguirá lo siguientes pasos:

- Se preparará microtubos eppendorf numerados.
- Agregue la cantidad adecuada de ácido gálico a cada tubo de ensayo.
- Se agregará 1500 μL de agua destilada a cada tubo.
- Se Añadirá 100 μL de reactivo de Folin Ciocalteu a cada tubo.
- Luego se centrifugará durante 5 minutos a 3000 rpm.
- Se agregará 200 μL de carbonato de sodio a cada tubo.
- Se agitará el Vórtex a 3000 rpm y mantener en la oscuridad durante 30 minutos.
- Finalmente, se enviará a un espectrofotómetro y se lee a 765 nm.

3.3.3.3. Análisis microbiológico de los arándanos azules para exportación

Los análisis microbiológicos de los arándanos azules frescos procesados se realizan para determinar la presencia o ausencia de dichos microorganismos como son los recuentos de aeróbicos mesófilos totales, coliformes totales, hongos y levaduras. Dichos recuentos se realizan según el método AOAC (1995). Esto nos dará el flujo que vemos en UFC/g.

3.3.3.4. Análisis de la vida útil de los arándanos azules para exportación

Se utilizará la prueba de vida útil sensorial durante 2 meses. Se utilizarán y evaluarán nueve paquetes diferentes (como se muestra en la tabla 5) de acuerdo con un cronograma fijo.

A. Selección del orden de reacción de degradación

La indagación se planificó optando los criterios específicos para los arándanos frescos. Después del proceso de dosificado y empaque, se almacena y conserva a temperatura de refrigeración (0°C), se evalúa sensorialmente los tratamientos a temperatura de refrigeración cada 15 días durante 60 días y finalmente procesar los datos estadísticos con ecuaciones de cinéticas de reacción de orden 0 y 1 como se presenta a continuación respectivamente:

$$A = A_0 \pm k.t \dots \text{Ecuación (1)}$$

$$\ln(A) = \ln(A_0) \pm k.t \dots \text{Ecuación (2)}$$

Siendo, el valor crítico (A), valor inicial (A_0), velocidad de reacción (k) y el tiempo de vida útil (t). Donde se reemplazó en la evaluación sensorial el valor de 6 (tolerancia), y

el valor correspondiente del tiempo será el tiempo de vida útil del producto almacenado el cual cumpla con lo especificado en la tabla 5.

El valor de k resultante se sustituirá luego en la ecuación de pérdida de masa previamente determinada de acuerdo con el orden de reacción que mejor coincida con el valor del factor de calidad; y el valor experimental inicial del factor de calidad estimado (A_0) y su límite de calidad, es decir se conocerá el umbral (A), el tiempo que el producto permanece estable a temperatura establecida se obtendrá en función de las condiciones enmarcados por el cliente.

3.4. Técnicas para el procesamiento de la información

Se recopiló la información en el programa Microsoft Excel para calcular las medias de los resultados con ello evidenciar un resultado final. Asimismo, se utilizará el método de Selección de descriptor crítico sensorial para la obtención de la vida útil del arándano. Finalmente se empleó Minitab 19 en su versión de prueba para analizar efectos de los factores y optimizar la mejor combinación.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de los resultados

Los resultados se representan en primer lugar para la materia prima, los cuales representan los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y tecnológicos de los arándanos frescos antes aplicarse los tratamientos propuestos. En segundo lugar, se evaluará el efecto de los tratamientos sobre las mismas características de calidad y poder analizar la presencia o ausencia de variaciones en dichos parámetros y cuál es su magnitud para poder comprender como los tratamientos pueden influenciar los parámetros tecnológicos y en la vida útil del arándano azul exportable.

4.1.1. Análisis de la calidad en los arándanos frescos.

La evaluación de los arándanos frescos se realizó en el área de recepción antes de ser gasificado. A continuación, se detalla los resultados obtenidos:

4.1.1.1. Análisis fisicoquímicos

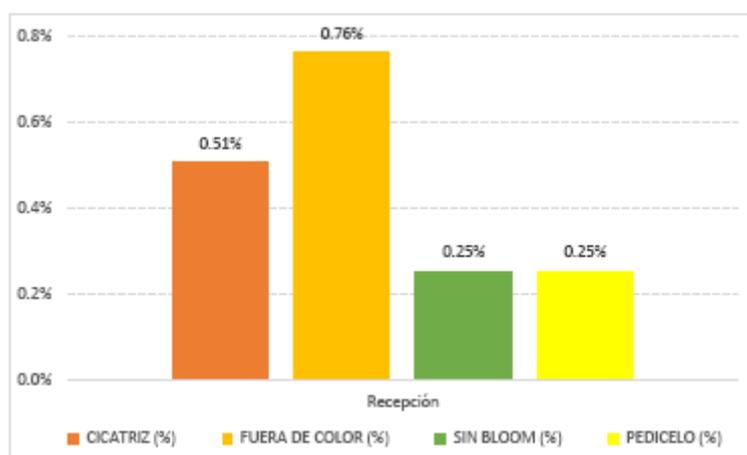


Figura 8. Materia prima (Defectos No Progresivos)

La figura 8 muestra que se presenta niveles leves de defectos no progresivos del arándano fresco antes de empacarse, se observa que la cicatriz leve en promedio llegó hasta el 0.51 %, fuera de color llegó hasta el 0.76%, la sim bloom y pedicelo ambos llegaron a un promedio 0.25%.

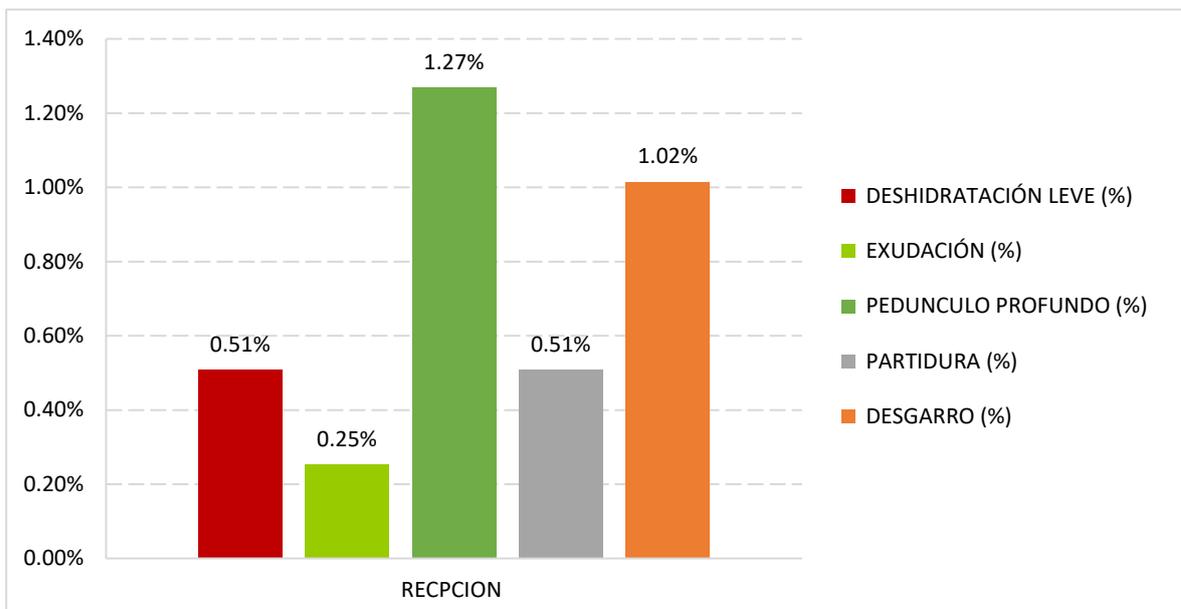


Figura 9. Materia prima (Defectos Progresivos)

La figura 9 muestra niveles leves de defectos progresivos del arandano fresco antes de emparcarse, se observa que la deshidratación leve en promedio llegó hasta el 0.51 %, la exudación llegó hasta el 0.25%, la pedunculo profundo 1.27%, partidura 0.51% y desgarró 1.02%.

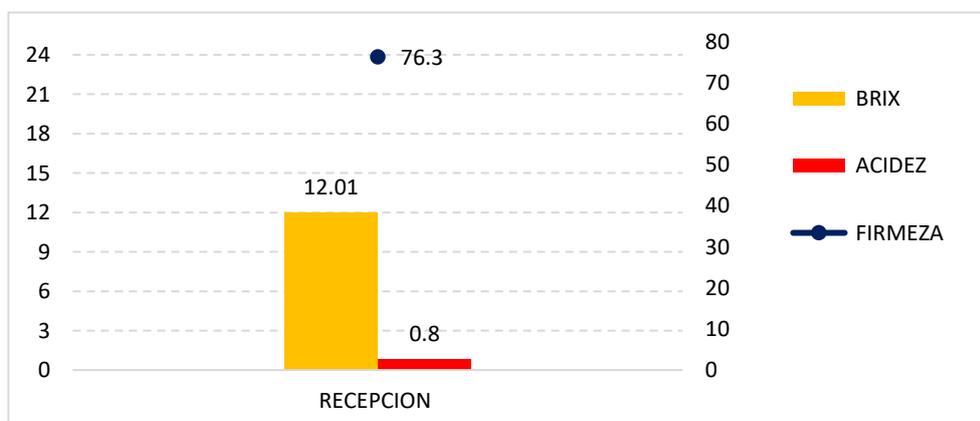


Figura 10. Materia prima (Análisis fisicoquímico)

En la figura 10 se puede visualizar que se presenta los resultados de análisis físico-químicos de la materia prima con Brix de 12.01, acidez 0.8 y firmeza 76.3 °Shore.

4.1.1.2. Análisis microbiológico

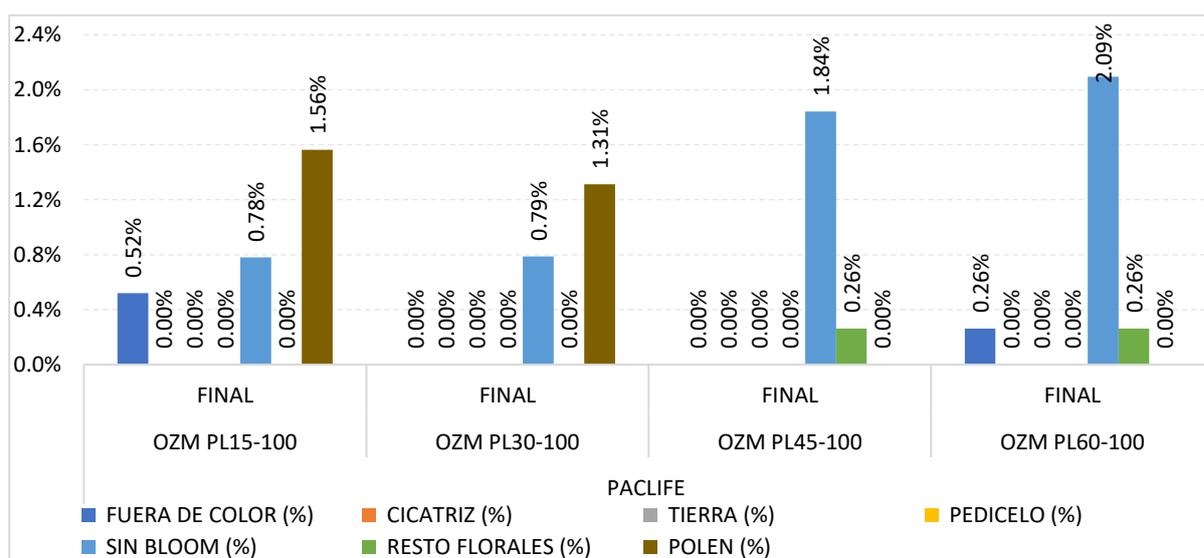
En la tabla 7 se muestra los resultados obtenidos de la evaluación que se realizó a la materia prima (arándanos) sin gasificar (SO₂).

Tabla 7*Materia prima sin dosificación de SO₂*

Item	Ensayos	Resultado
1	N. de Aerobios Mesòfilos (UFC/g)	10x10 ³
2	N. de Coliformes (NMP/g)	<3
3	N. de mohos (UFC/G)	43x10 ²

4.1.2. Análisis de la calidad de los arándanos dosificados

La evaluación se realizó en las bolsas Paclife, San Jorge y View Fresh a diferentes dosificaciones (100, 150 y 200 ppm) durante un tiempo de almacenamiento de 15, 30, 45 y 60.

4.1.2.1. Análisis de Defectos No Progresivos y Progresivos**A. Bolsa Paclife****Figura 11. Dosificación de SO₂ -100ppm (Defectos No Progresivos)**

En la figura 11 se puede observar que se presenta dosificación de SO₂- 100ppm en la bolsa paclife en diferentes concentraciones (OZM PL15-100, OZM PL30-100, OZM PL45-100, OZM PL60-100) en la presencia de defectos no progresivos, lo cual en OZM PL15-100 predominan "fuera de color" (0.52%) y "sin bloom" (0.78%), OZM PL30-100 el defecto principal es "sin bloom" (1.56%), OZM PL45-100 predomina "fuera de color" (1.31%) y no presenta "sin bloom", OZM PL60-100 presenta la mayor cantidad de defectos "sin bloom" (1.84%) y también "fuera de color" (0.26%) con la aparición de "resto florales"

(0.26%). Concluimos que los defectos sin bloom y fuera de color son los más comunes, con algunas variaciones significativas entre las distintas categorías de OZM.

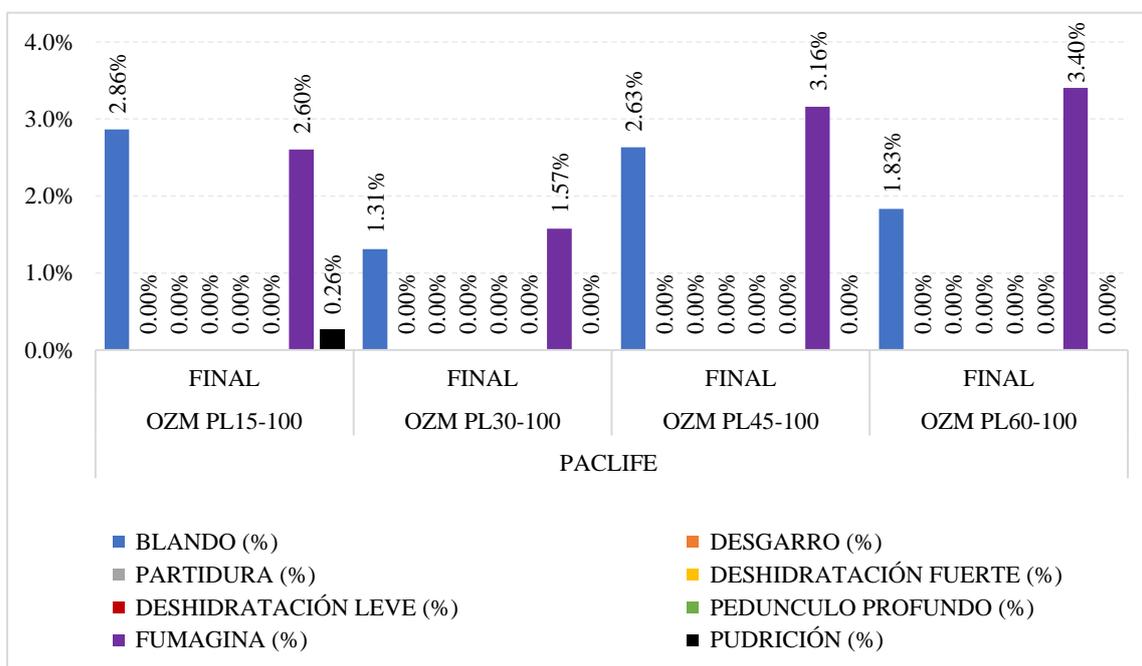


Figura 12. Dosificación de SO₂ -100ppm (Defectos Progresivos)

En la figura 12 se visualiza los porcentajes de diferentes defectos progresivos en arándanos azules tratados con una dosificación de SO₂ a 100 ppm, evaluados en varias condiciones finales indicadas como OZM PL15-100, OZM PL30-100, OZM PL45-100, y OZM PL60-100 usando el empaque PACLIFE, Lo cual los defectos considerados son BLANDO es un defecto presente en todas las observaciones con un rango de porcentaje entre 1.31% a 2.86%, FUMAGINA aparece en todos los tiramientos con porcentajes variando entre 1.57% a 3.40%, PUDRICIÓN es un defecto notable que presenta en tratamiento OZM PL15-100 con un porcentaje de 0.26% y los demás defectos DESGARRO, DESHIDRATACIÓN FUERTE, DESHIDRATACIÓN LEVE, PEDÚNCULO PROFUNDO y PARTIDURA no están presentes (0%) en ninguna de las condiciones analizadas. Esto sugiere que los defectos de BLANDO y FUMAGINA son los más comunes en las frutas tratadas bajo las condiciones experimentales descritas.

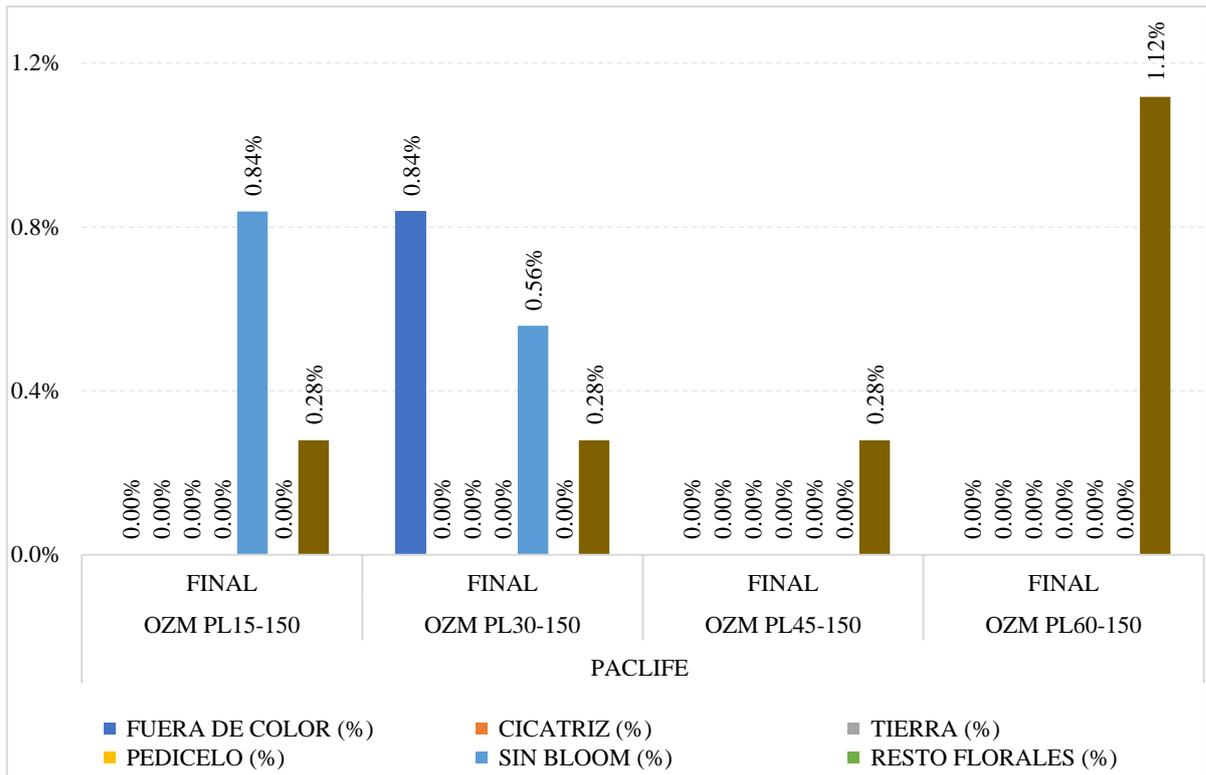


Figura 13. Dosificación de SO₂ - 150ppm (Defectos No Progresivos)

En la figura 13 se observa los diferentes defectos no progresivos en arándanos azules tratados con una dosificación de SO₂ a 150ppm y son evaluados en varias condiciones finales indicadas como OZM PL15-150, OZM PL30-150, OZM PL45-150, y OZM PL60-150 usando el empaque PACLIFE, lo cual los defectos considerados son FUERA DE COLOR es un defecto presente en OZM PL30-150 con un porcentaje 0.84%, SIN BLOOM es un defecto presente en tratamientos OZM PL15-150, OZM PL30-150 con un rango de porcentaje entre 0.56% y 0.84%, POLEN aparece en todas las condiciones con porcentajes variando entre 0.28% y 1.12%. Los otros tipos de defectos tienen porcentajes muy bajos o nulos.

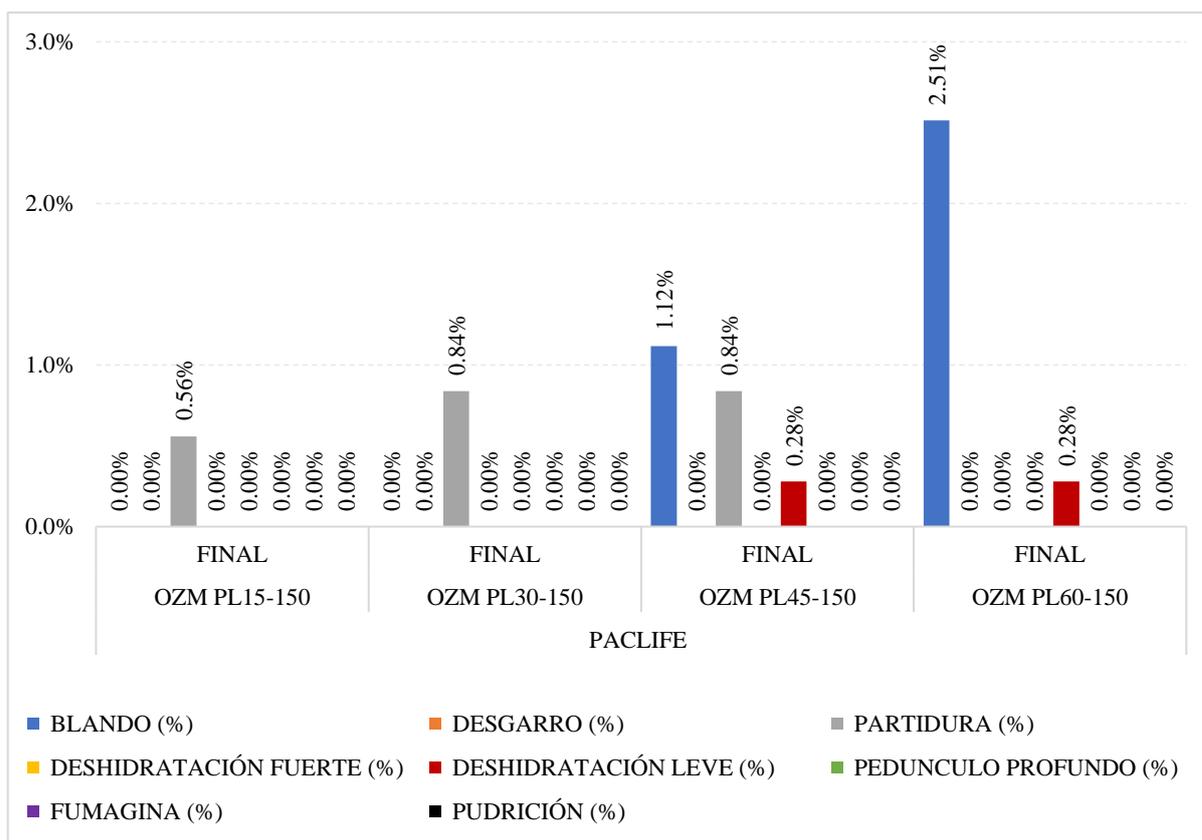


Figura 14. Dosificación de SO₂ -150ppm (Defectos Progresivos)

En la figura 14 se observa los diferentes defectos progresivos en arándanos azules tratados con una dosificación de SO₂ a 150 ppm y son evaluados en varias condiciones finales indicadas como OZM PL15-150, OZM PL30-150, OZM PL45-150, y OZM PL60-150 usando el empaque PACLIFE, lo cual los defectos considerados son BLANDO es un defecto presente en OZM PL45-150, y OZM PL60-150 con un rango de porcentaje entre 1.12% a 2.51%, DESHIDRATACIÓN LEVE aparece en los OZM PL45-150, y OZM PL60-150 con porcentajes de ambos 0.28%, PARTIDURA es un defecto que está presente en toda las condiciones con rango de 0.56% a 0.84% y los demás defectos tienen porcentajes muy bajos o nulos.

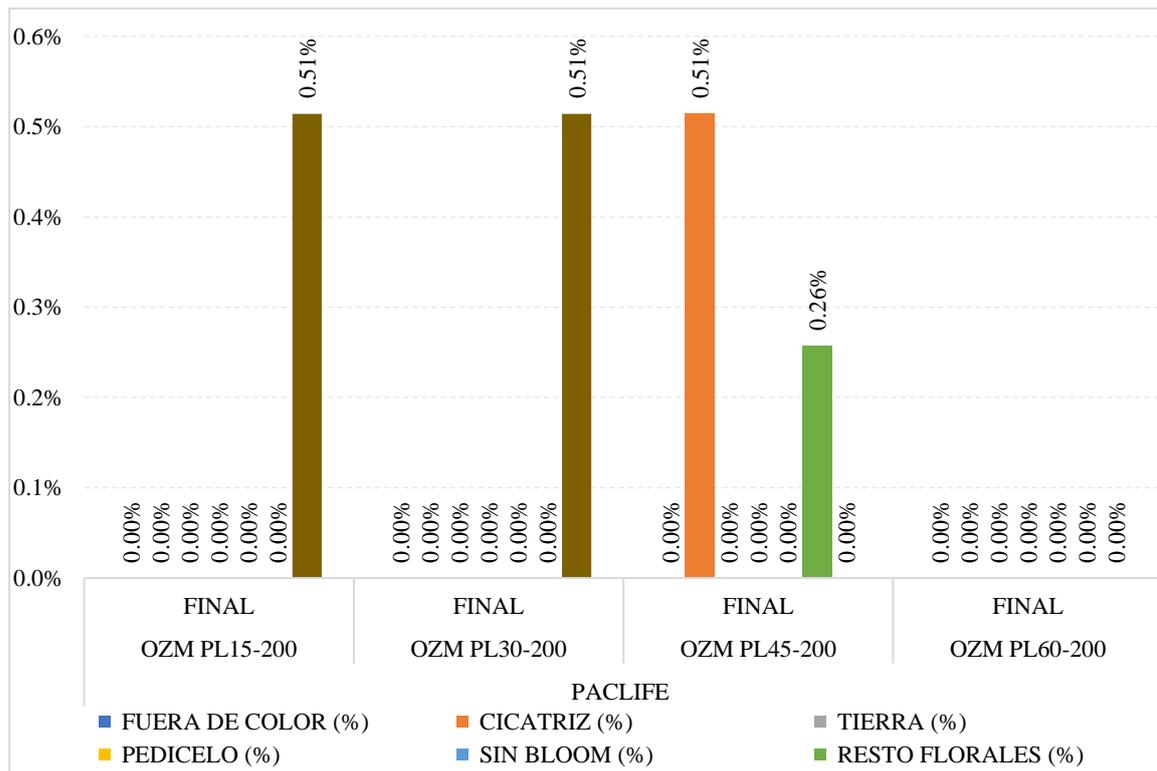


Figura 15. Dosificación de SO₂ -200ppm (Defectos No Progresivos)

En la figura 15 se observa los diferentes defectos no progresivos en arándanos azules tratados con una dosificación de SO₂ a 200 ppm y son evaluados durante los cuatros tiempos de observación (15, 30, 45 y 60 días)OZM PL15-150, OZM PL30-150, OZM PL45-150, y OZM PL60-200 usando el empaque PACLIFE, lo cual los defectos considerados es el POLEN y está presente en las observaciones OZM PL15-200 y OZM PL30-200 mostrando el mismo rango de 0.51% para ambas barras, PEDICELO se observa en el tratamiento OZM PL45-200 con un rango de porcentaje de 0.51%, TIERRA es un defecto que está presente OZM PL45-200 con un rango de 0.26%, y las demás categorías de defectos muestran valores muy bajos, cercanos al 0%.

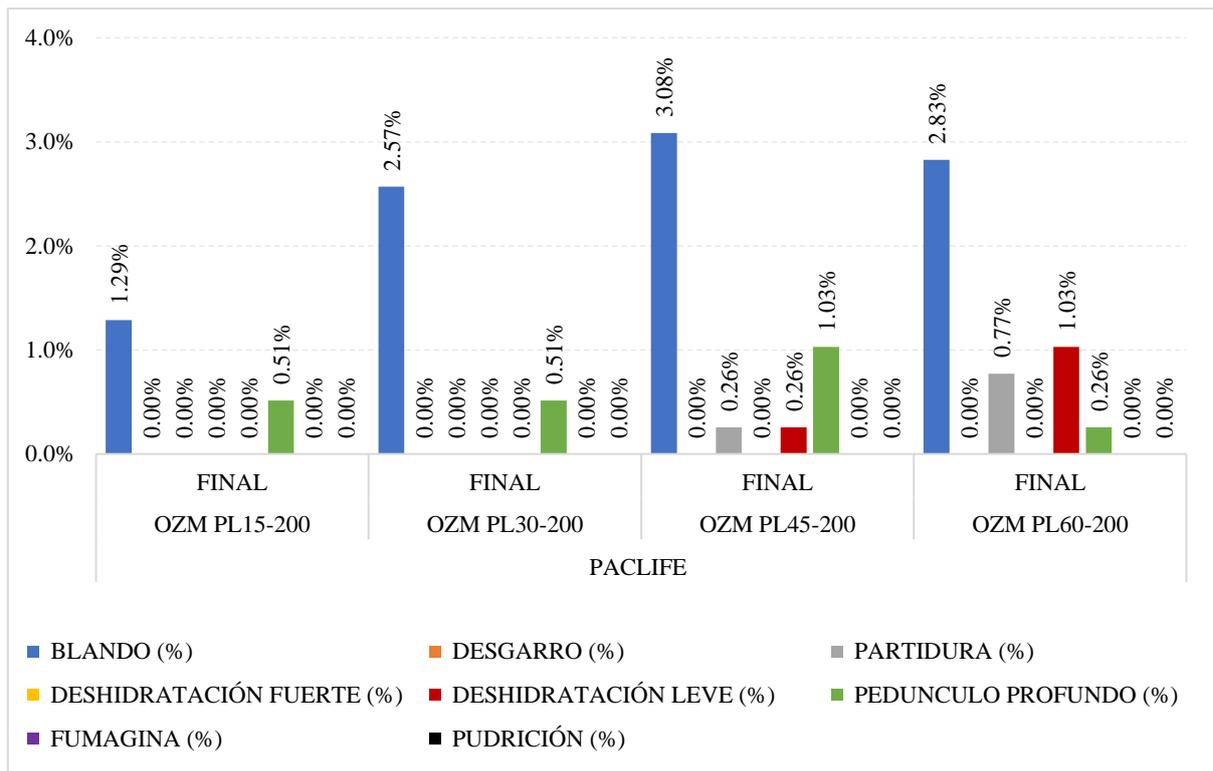


Figura 16. Dosificación de SO₂ -200ppm (Defectos Progresivos)

En la figura 16 se visualiza las gráficas de barras que representa la dosificación de SO₂ a 200 ppm y sus defectos progresivos durante los cuatros tiempos de observación (15, 30, 45 y 60 días), OZM PL15-200, OZM PL30-200, OZM PL45-200 y OZM PL60-200. Los defectos progresivos considerados son BLANDO Y PEDÚNCULO PROFUNDO es un defecto presente en todas las condiciones del tratamiento, con un rango de porcentaje entre 1.29% a 2.83% y 0.26% a 1.05%, DESHIDRATACION LEVE Y PARTITURA se puede visualizar entre las observaciones OZM PL45-200 y OZM PL60-200 con un rango de 0.26% a 1.03% y 0.26% a 0.77%. Concluimos que los defectos de deshidratación fuerte, fumagina, desgarro, pudrición, muestran valores muy bajos, cercanos al 0%.

B. Bolsa San Jorge

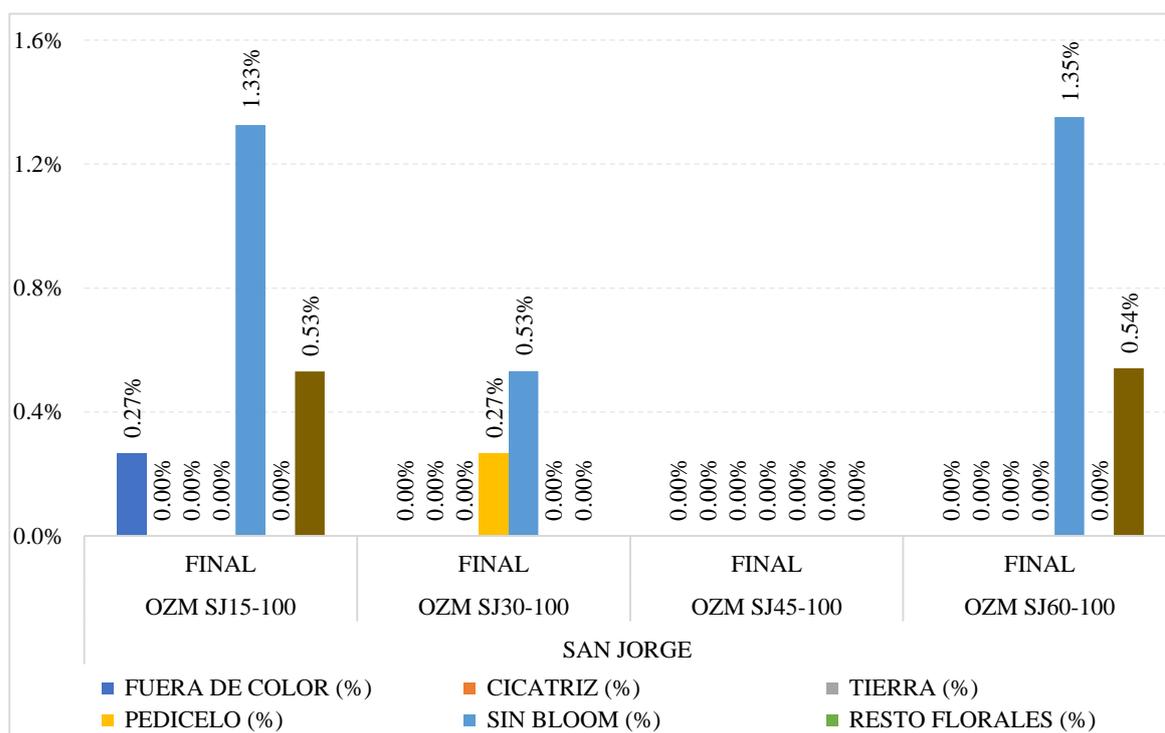


Figura 17. Dosificación de SO_2 -100ppm (Defectos No Progresivos)

En la figura 17 se observa las evaluaciones de defectos no progresivos en la bolsa de San Jorge con la dosificación de SO_2 a 100 ppm durante los cuatros tiempos de observación (15, 30, 45 y 60 días) OZM SJ15-100, OZM SJ30-100, OZM SJ45-100, OZM SJ60-100. Los defectos presentes no progresivos es SIM BLOOM que está presente en los siguientes tratamientos OZM SJ15-100, OZM SJ30-100, OZM SJ60-100 con un rango de 0.53% a 1.35%, POLEN es un defecto presente en las observaciones OZM SJ15-100, OZM SJ60-100 con un rango de 0.53% y 0.54%, FUERA DE COLOR Y CICRATIZ se observa en los tratamientos OZM SJ15-100 y OZM SJ30-100 con los mismos rangos de 0.27%. concluimos de toda la evaluación los defectos "FUERA DE COLOR" y "RESTO FLORALES" son los más comunes en las bolsas de San Jorge. Los demás defectos evaluados tienen una presencia mucho menor o nula en las barras analizadas.

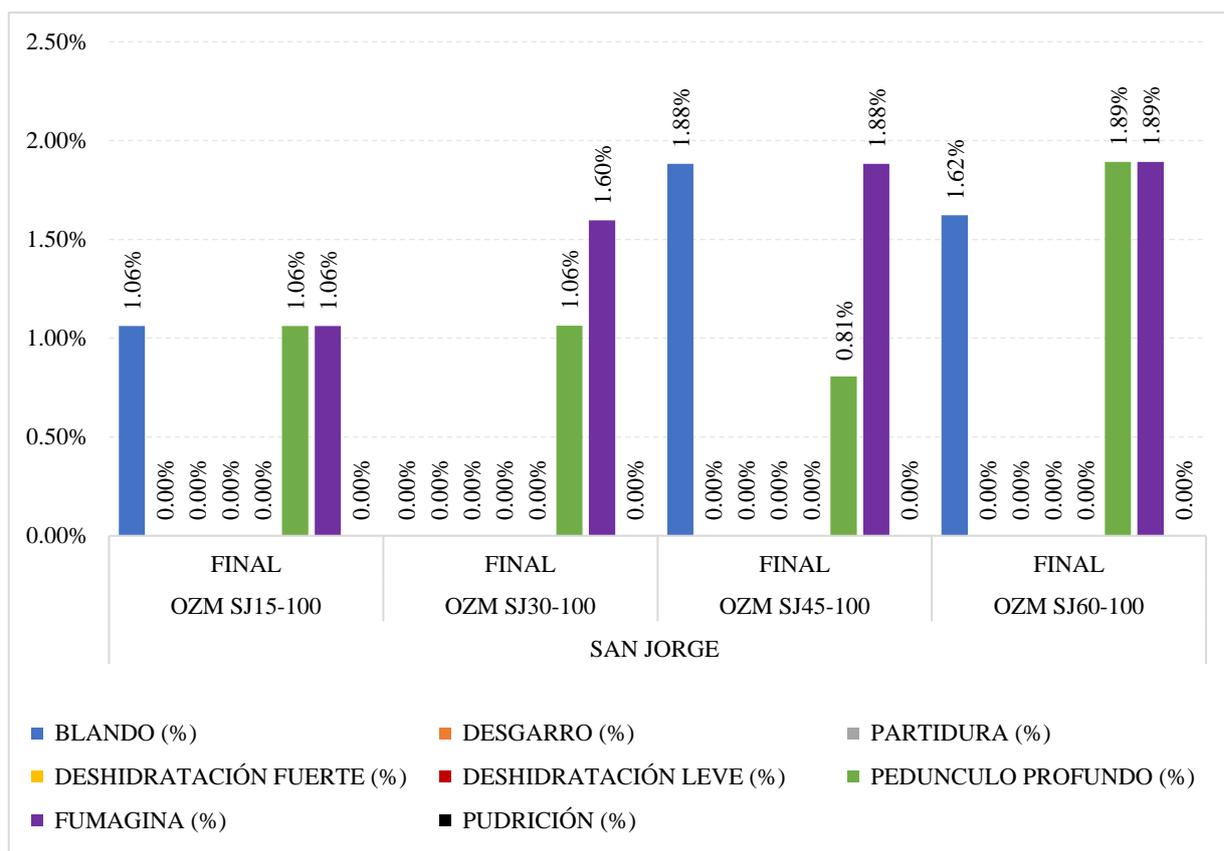


Figura 18. Dosificación de SO₂ -100ppm (Defectos Progresivos)

En la figura 18 se observa los defectos progresivos en la bolsa de San Jorge con una dosificación de SO₂ a 100 ppm durante los cuatros tiempos de observación (15, 30, 45 y 60 días) OZM SJ15-100, OZM SJ30-100, OZM SJ45-100, OZM SJ60-100. Los defectos progresivos que se puede visualizar son BLANDO, PENDUCULO PROFUNDO, Y FUMAGINA es un defecto que se encuentra presentes en todas las observaciones con los siguientes rangos que varían entre 1.06% a 1.88% .0.81 a 1.89%, 0.06% a 1.88%. Concluimos que los defectos Blando, Pedúnculo Profundo y Fumagina, son los más prevalentes en todas las observaciones evaluadas, mientras que otros defectos no progresivos no están presentes.

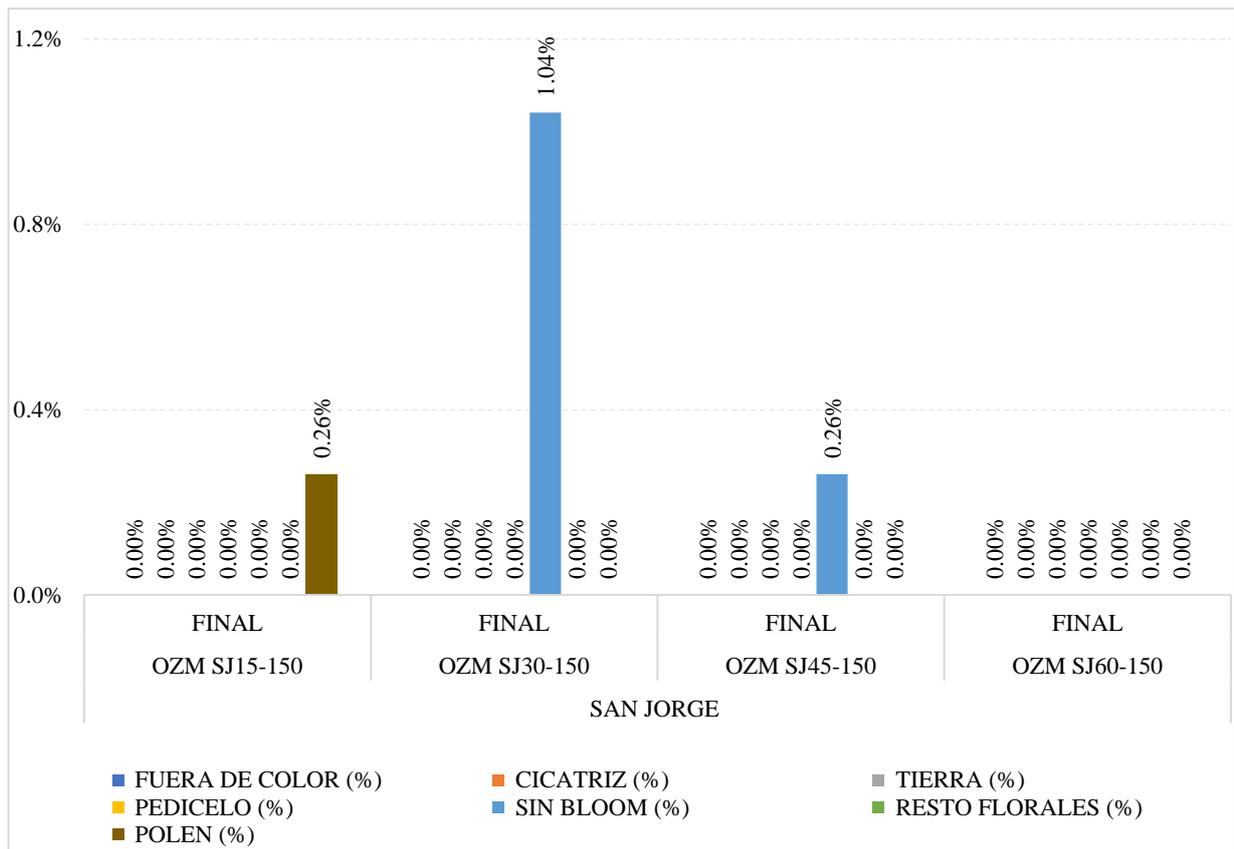


Figura 19. Dosificación de SO₂ -150ppm (Defectos No Progresivos)

En la figura 19 se observa los defectos no progresivos en la bolsa de San Jorge con una dosificación de SO₂ a 150 ppm en los cuatro las observaciones OZM SJ15-150, OZM SJ30-150, OZM SJ45-150, OZM SJ60-150. Los defectos no progresivos que se puede visualizar en la barra son los siguientes, SIM BLOOM es un defecto que está presente tanto OZM SJ30-150 y OZM SJ45-150 con un rango de 0.26% a 1.04%, POLEN se puede observar en el tratamiento OZM SJ15-150 con rango de 0.26%, y los demás defectos evaluados no presentan valores significativos en el tratamiento analizadas.

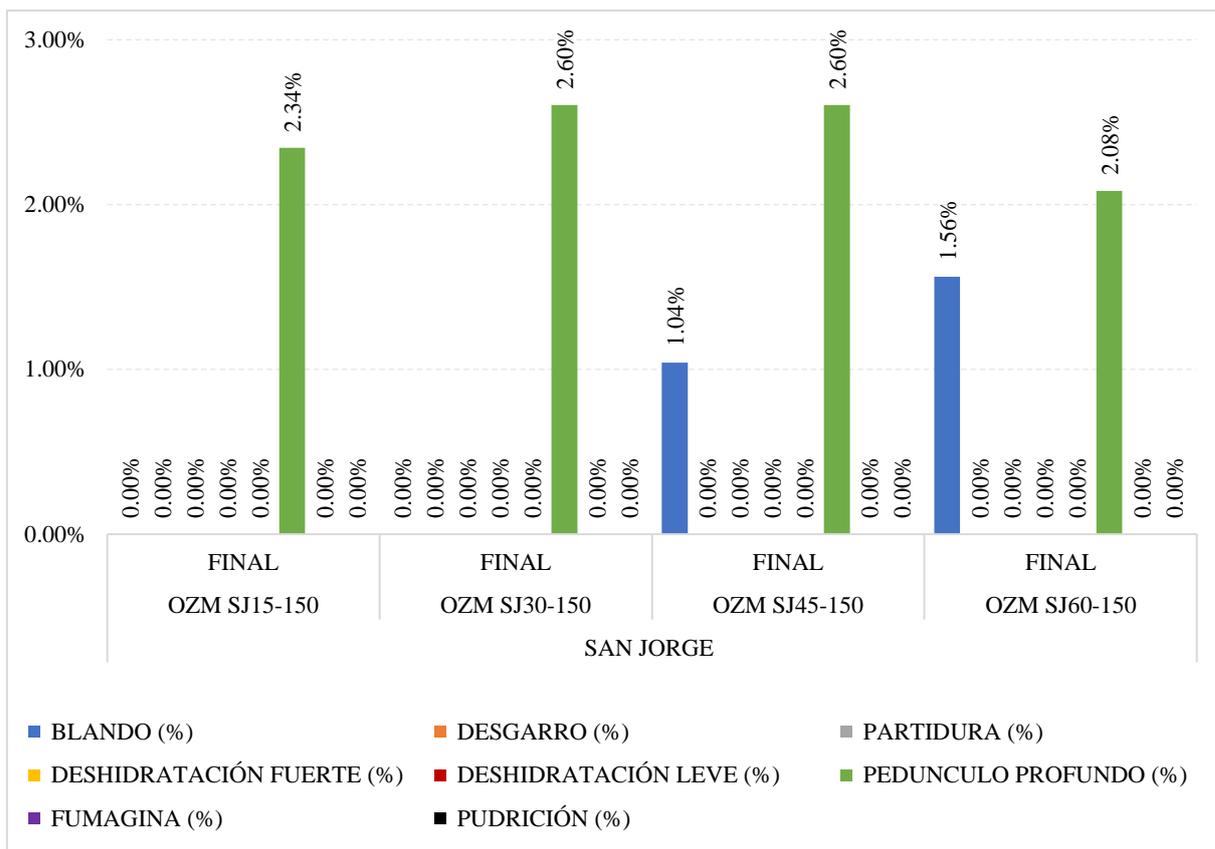


Figura 20. Dosificación de SO₂ -150ppm (Defectos Progresivos)

En la figura 20 se observa las evaluaciones de defectos progresivos en la bolsa de San Jorge con una dosificación de SO₂ a 150 ppm durante los cuatro tiempos de observación (15, 30, 45 y 60 días) OZM SJ15-150, OZM SJ30-150, OZM SJ45-150, OZM SJ60-150. Los defectos progresivos evaluados son Blando, Desgarro, Partidura, Deshidratación Fuerte, Deshidratación Leve, Pedúnculo Profundo, Fumagina y Pudrición. Cada defecto está representado por un color específico. El defecto progresivo PEDÚNCULO PROFUNDO es el más común en todas las observaciones evaluadas con el rango 2.08% a 2.60%, seguido de BLANDO está presente en algunos tratamientos con el rango 1.04% a 1.56%, mientras que otros defectos progresivos no están presentes.

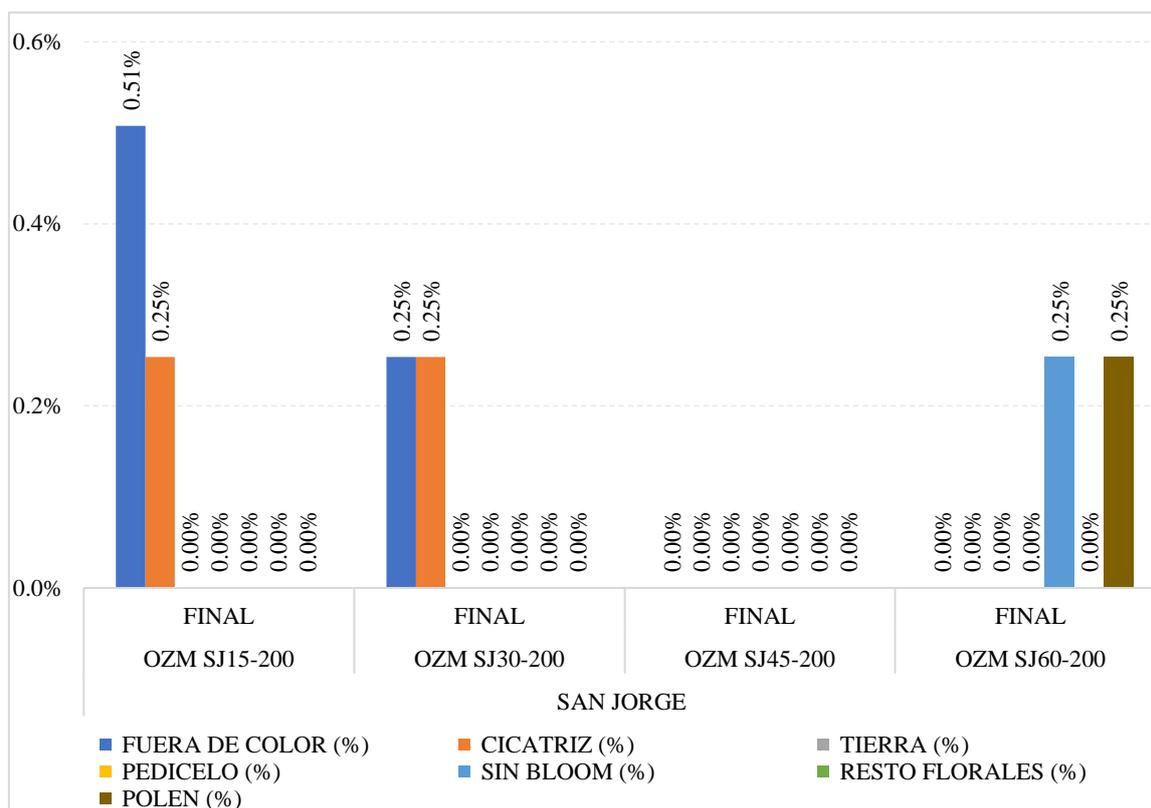


Figura 21. Dosificación de SO₂ -200ppm (Defectos No Progresivos)

En la figura 21 se observa defectos progresivos en la bolsa de San Jorge con una dosificación de SO₂ a 200 ppm durante los cuatro tiempos de observación (15, 30, 45 y 60 días) OZM S15-200, OZM SJ30-200, OZM SJ45-200, OZM SJ60-200. Los defectos progresivos evaluados son fuera de color, sin Bloom, cicatriz, restos florales, tierra, polen y pedicelo. Los defectos se presentan en diferentes colores y cada uno tiene un porcentaje asociado, lo cual los defectos progresivos son FUERA DE COLOR es un defecto que está presente en las observaciones OZM S15-200, OZM SJ30-200 con un rango 0.25% y 0.51%, CICATRIZ es un defecto que se visualiza en las observaciones OZM S15-200, OZM SJ30-200 con un mismo porcentaje de 0.25%, SIN BLOOM Y POLEN es un defecto que tiene el mismo rango 0.25%. Los valores más altos se observan en las observaciones OZM S15-200 y OZM SJ60-200 y los otros tratamientos presentan defectos menores o nulos.

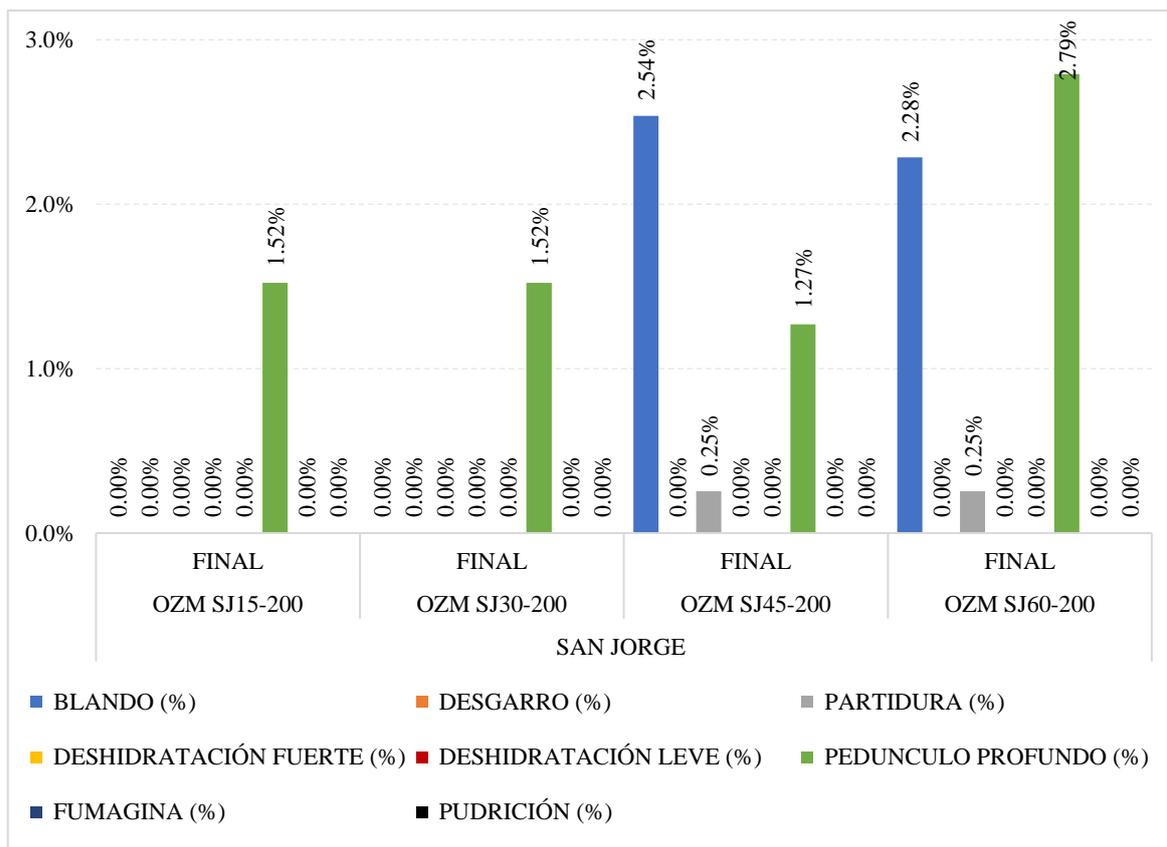


Figura 22. Dosificación de SO₂ -200ppm (Defectos Progresivos)

En la figura 22 se observa defectos no progresivos en la bolsa de San Jorge con una dosificación de SO₂ a 200 ppm durante los cuatros tiempos de observación (15, 30, 45 y 60 días) OZM SJ15-200, OZM SJ30-200, OZM SJ45-200 y OZM SJ60-200. Los defectos progresivos que se visualiza en todas las observaciones es PEDUNCULO PROFUNDO con los siguientes rangos variados de 1.27% a 2.79%, BLANDO es un defecto que está presente en las observaciones OZM SJ45-200 y OZM SJ60-200 con el rango 2.28% a 2.54%. PARTIDURA es un defecto notable tanto en OZM SJ45-200 y OZM SJ60-200 con un rango 0.25%. Los demás defectos evaluados tienen una presencia mucho menor o nula en las barras analizadas.

C. Bolsa View Fresh

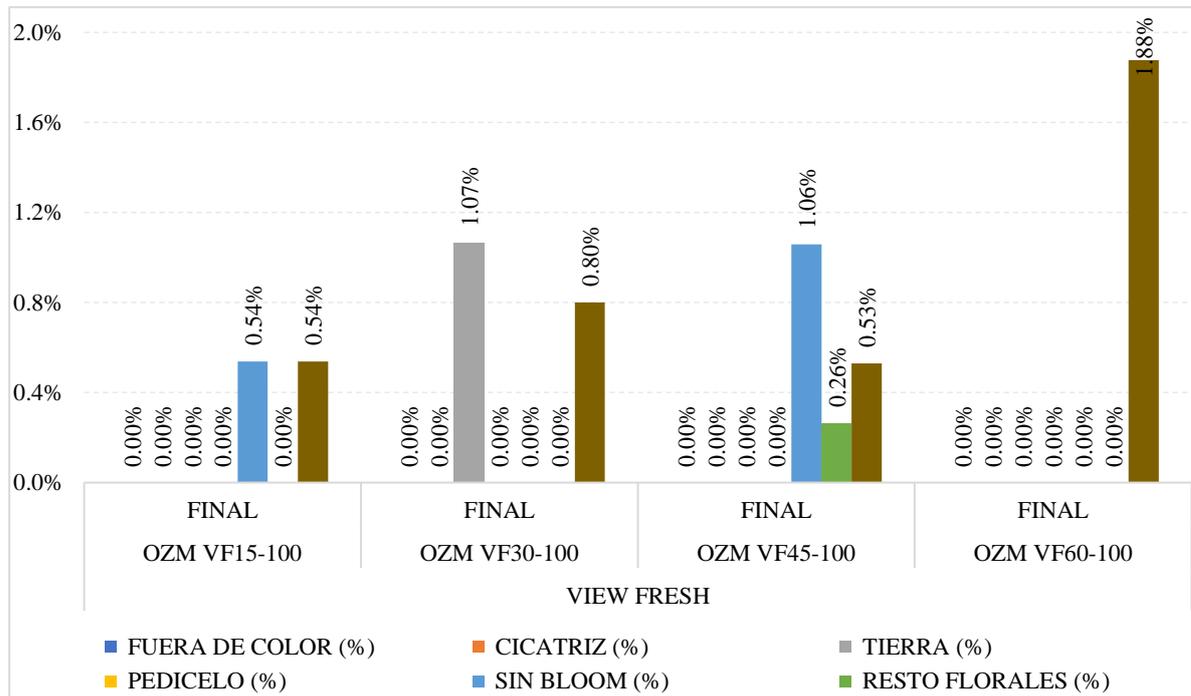


Figura 23. Dosificación de SO₂ -100ppm (Defectos No Progresivos)

En la figura 23 se observa defectos no progresivos en la bolsa view fresh con una dosificación de SO₂ a 100 ppm durante los cuatros tiempos de observación (15, 30, 45 y 60 días) OZM VF15-100, OZM VF30-100, OZM VF45-100, OZM VF60-100. Los defectos no progresivos evaluados son fuera de color, sin Bloom, cicatriz, restos florales, tierra, polen y pedicelo. POLEN es un defecto que se encuentran en todas las observaciones con los rangos de porcentaje variados de 0.54% a 1.88%, SIN BLOOM está presente en los siguientes tratamientos OZM VF15-100, OZM VF45-100 con un rango 0.54% a 1.06%, TIERRA cuenta con un porcentaje de 1.07% y RESTOS FLORALES con 0.26%. Concluimos que el tratamiento OZM VF60-100 muestra un alto porcentaje en PEDICELO. Los demás tratamientos presentan defectos menores o nulos.

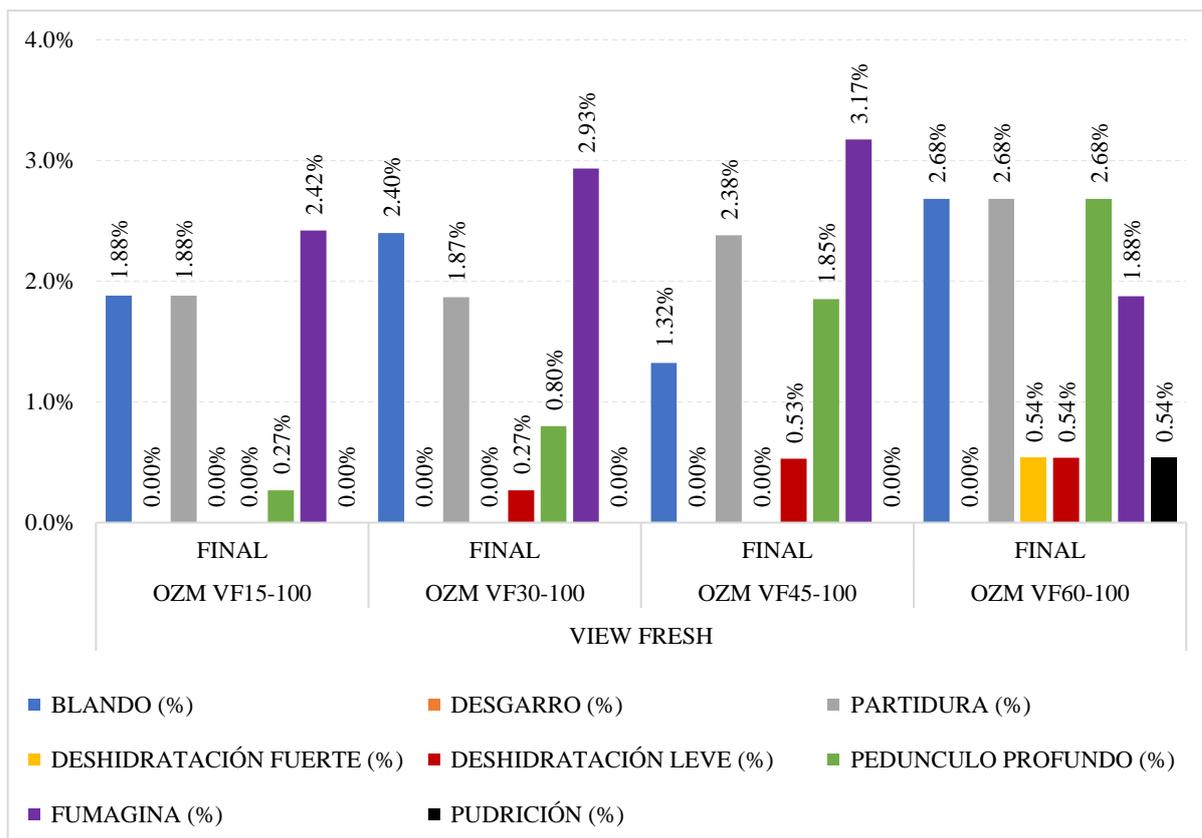


Figura 24. Dosificación de SO₂ -100ppm (Defectos Progresivos)

En la figura 24 se observa defectos progresivos en la bolsa view fresh con una dosificación de SO₂ a 100 ppm durante los cuatros tiempos de observación (15, 30, 45 y 60 días) OZM VF15-100, OZM VF30-100, OZM VF45-100, OZM VF60-100. Los defectos progresivos evaluados son los blando, desgarro, partitura, deshidratación fuerte, deshidratación leve, pedúnculo profundo, fumagina y pudrición. BLANDO, PARTIDURA, FUMAGINA, PEDUNCULO PROFUNDO, son los defectos que están presentes en todas las condiciones del tratamiento con los rangos siguientes 1.32% a 2.68%, 1.87% a 2.68%, 1.88% a 3.17%, 0.27% a 2.68%, DESHIDRATACIÓN LEVE Y DESHIDRATACIÓN FUERTE son defectos que se pueden observar entre las observaciones OZM VF30-100, OZM VF45-100, y OZM VF60-100 con un rango 0.27% a 0.54%, y los demás defectos evaluados no presentan valores significativos en el tratamiento analizadas.

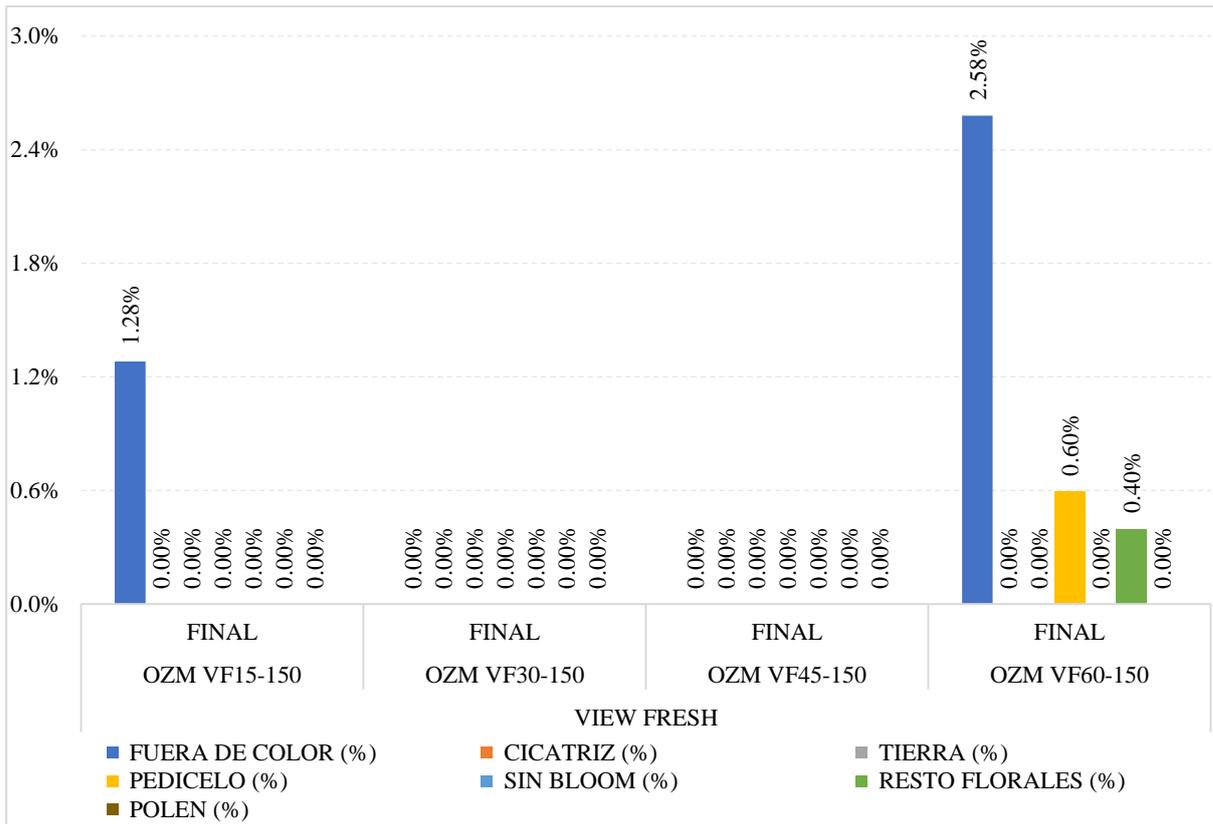


Figura 25. Dosificación de SO₂ -150ppm (Defectos No Progresivos)

En la figura 25 se observa defectos no progresivos en la bolsa view fresh con una dosificación de SO₂ a 150 ppm durante los cuatro tiempos de observación (15, 30, 45 y 60 días) OZM VF15-150, OZM VF30-150, OZM VF45-150, OZM VF60-150. Los defectos no progresivos evaluados son los siguientes Fuera de Color, Cicatriz, Resto Florales, Tierra, Polen, Sin Bloom y Pedicelo. Cada defecto está representado por un color específico. FUERA DE COLOR es un defecto que está presente en los siguientes tratamientos OZM VF15-150 y OZM VF60-150 con un rango de 1.28% a 2.58%. PEDICELO Y RESTOS FLORARES se puede visualizar en el tratamiento OZM VF60-150 con los rangos 0.60% y 0.40%. y las demás categorías de defectos tienen porcentajes muy bajos o nulos en todas las observaciones.

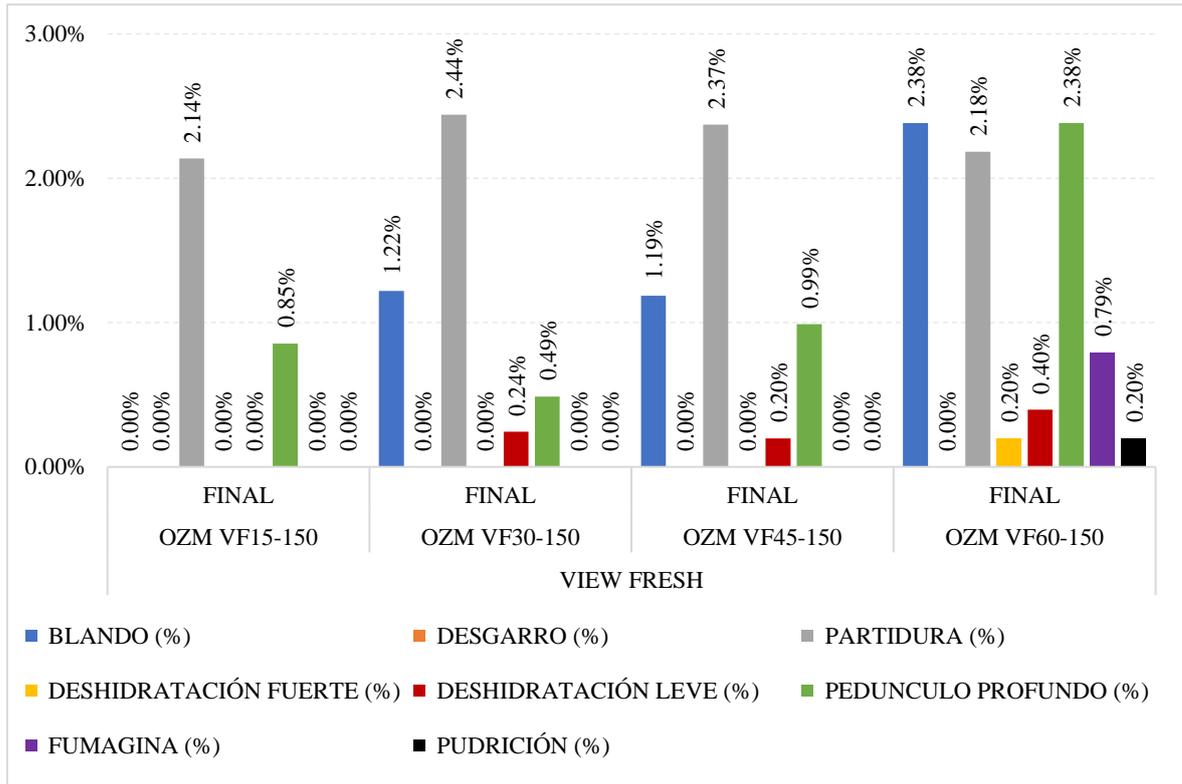


Figura 26. Dosificación de SO₂ -150ppm (Defectos Progresivos)

En la figura se observa defectos progresivos en la bolsa view fresh con una dosificación de SO₂ a 150 ppm durante los cuatros tiempos de observación (15, 30, 45 y 60 días) OZM VF15-150, OZM VF30-150, OZM VF45-150, OZM VF60-150. Los defectos progresivos evaluados son blandos, desgarro, partidura, deshidratación fuerte, deshidratación leve, pedúnculo profundo, fumagina y pudrición. Los defectos se presentan en diferentes colores y cada uno tiene un porcentaje asociado. PARTIDURA es un defecto que se encuentra en todas las observaciones con un rango 2.14% a 2.44%, seguido de BLANDO Y PEDUNCULO PROFUNDO con el porcentaje de 1.19% a 2.38% y 0.49% a 2.38%. DESHIDRTACIOÓN LEVE se visualiza en los siguientes tratamientos OZM VF30-150, OZM VF45-150, y OZM VF60-150 con los rangos 0.24% a 0.40%. DESGARRO Y PUDRICION tienen el mismo rango 0.20%, FUMAGINA cuenta con el rango 0.79%.

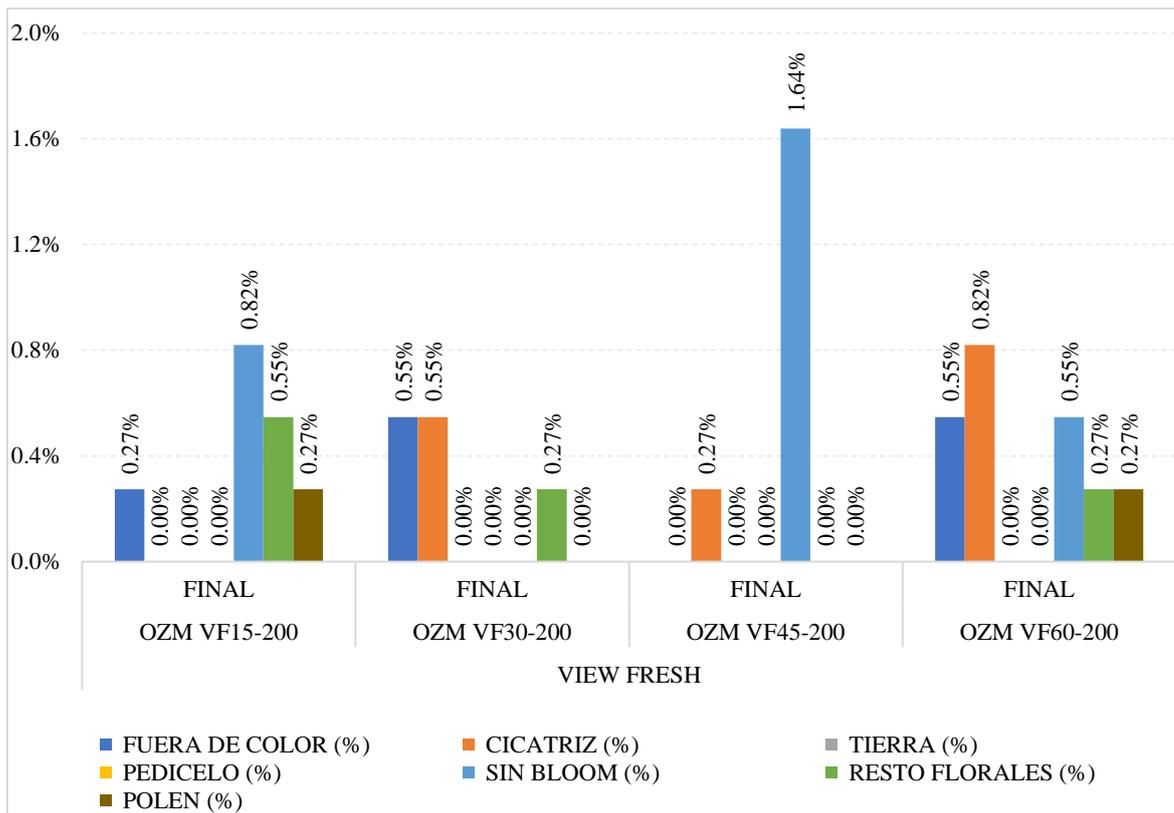


Figura 27. Dosificación de SO₂ -200ppm (Defectos No Progresivos)

En la figura 27 se observa defectos no progresivos en la bolsa view fresh con una dosificación de SO₂ a 200 ppm durante los cuatros tiempos de observación (15, 30, 45 y 60 días) OZM VF15-200, OZM VF30-200, OZM VF45-200, OZM VF60-200. Los defectos no progresivos son evaluados en los siguientes tratamientos fuera de color, sin Bloom, cicatriz, restos florales, tierra, polen y pedicelo. Los defectos se presentan en diferentes colores y cada uno de los grafico tiene un porcentaje asociado. SIN BLOOM es un defecto que se observa en todas las observaciones con un rango variado de 0.55% a 1.64%, seguido de CICATRIZ con un rango de 0.27% a 0.82%. FUERA DE COLOR se encuentra en los siguientes tratamientos OZM VF15-200, OZM VF45-200, y OZM VF60-200 con un rango 0.27% a 0.55%, POLEN se visualiza en las observaciones OZM VF15-200 y OZM VF60-200 y su rango de porcentaje no varía, se mantiene con valor de 0.27%. Los defectos tierra no se observan en ninguno de las observaciones.

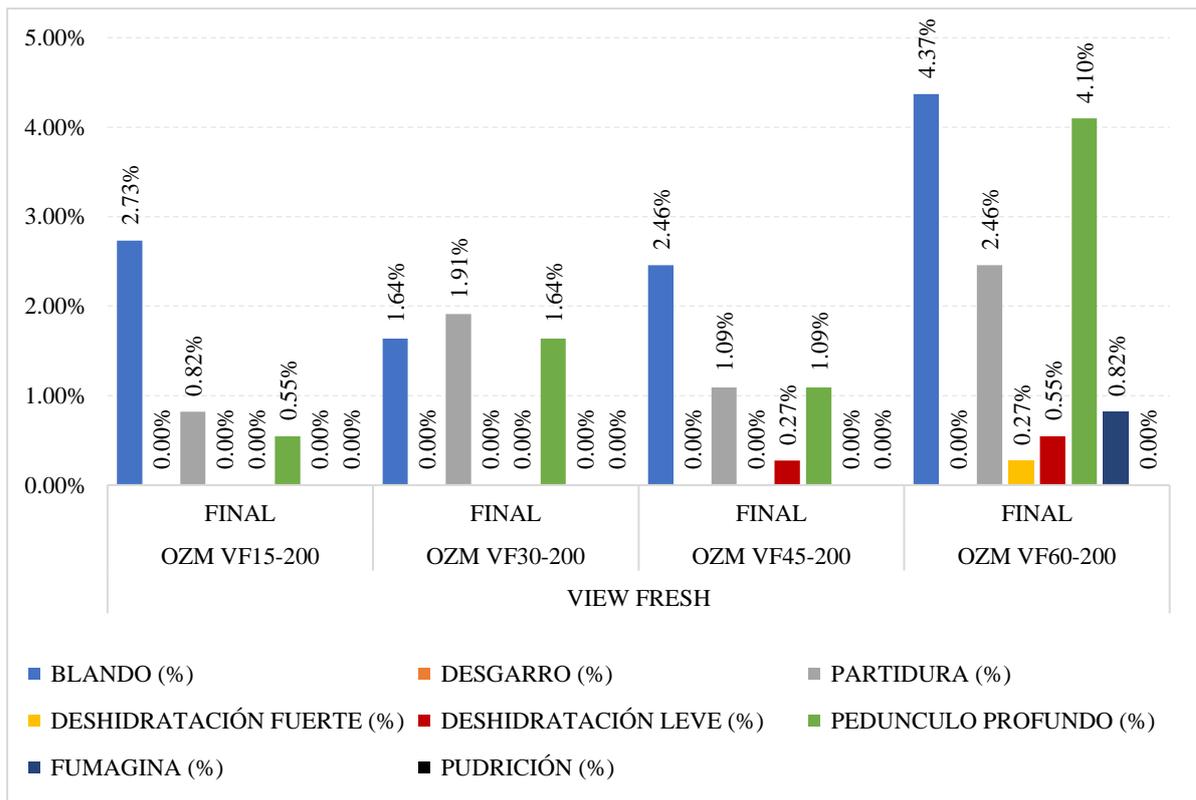


Figura 28. Dosificación de SO₂ -200ppm (Defectos Progresivos)

En la figura 28 se observa defectos no progresivos en la bolsa view fresh con una dosificación de SO₂ a 200 ppm durante los cuatros tiempos de observación (15, 30, 45 y 60 días) OZM VF15-200, OZM VF30-200, OZM VF45-200, y OZM VF60-200, del cual los defectos considerados son los siguientes blando, desgarro, partidura, deshidratación fuerte, deshidratación leve, pedúnculo profundo, fumagina y pudrición. Los defectos se presentan en diferentes colores y cada uno tiene un porcentaje asociado. BLANDO es un defecto que se encuentra presente en todas las observaciones con porcentaje de 1.64% a 4.37%. así mismo se puede apreciar PENDULO PROFUNDO con los siguientes rangos 0.55% a 4.10% seguido de PARTIDURA con el rango 0.82% a 2.46%. DESHIDRATCIÓN FUERTE, DESHIDRATCIÓN LEVE, PUDRICIÓN se observa en las observaciones OZM VF45-200, OZM VF60-200 con un rango 0.27%, 0.27% a 0.55%, 0.82.

4.1.2.1.1. Resumen comparativo del efecto de los tratamientos sobre Defectos No Progresivos y Progresivos

A continuación, se realizará un análisis comparativo que muestra el porcentaje total de defectos no progresivos y progresivos bajo diferentes dosificaciones de SO₂ y tipos de empaque (PACLIFE, SAN JORGE, VIEW FRESH) en arándanos frescos a lo largo de diferentes días de almacenamiento (15, 30, 45 y 60 días).

A. DEFECTOS NO PROGRESIVOS

Según la figura 29, se resume los resultados de las muestras observadas, se sabe que cada muestra es independiente a las demás (porque se abren por primera vez a cada tiempo de observación), aunque teóricamente no hay un efecto directo del nivel de dosificación (ppm) ni del tipo de empaque, los datos muestran tendencias de fluctuaciones en los defectos no progresivos en diferentes días de observación. Cada tipo de empaque presenta diferentes patrones de defectos, sugiriendo que otros factores pueden influir en la estabilidad de los arándanos frescos.

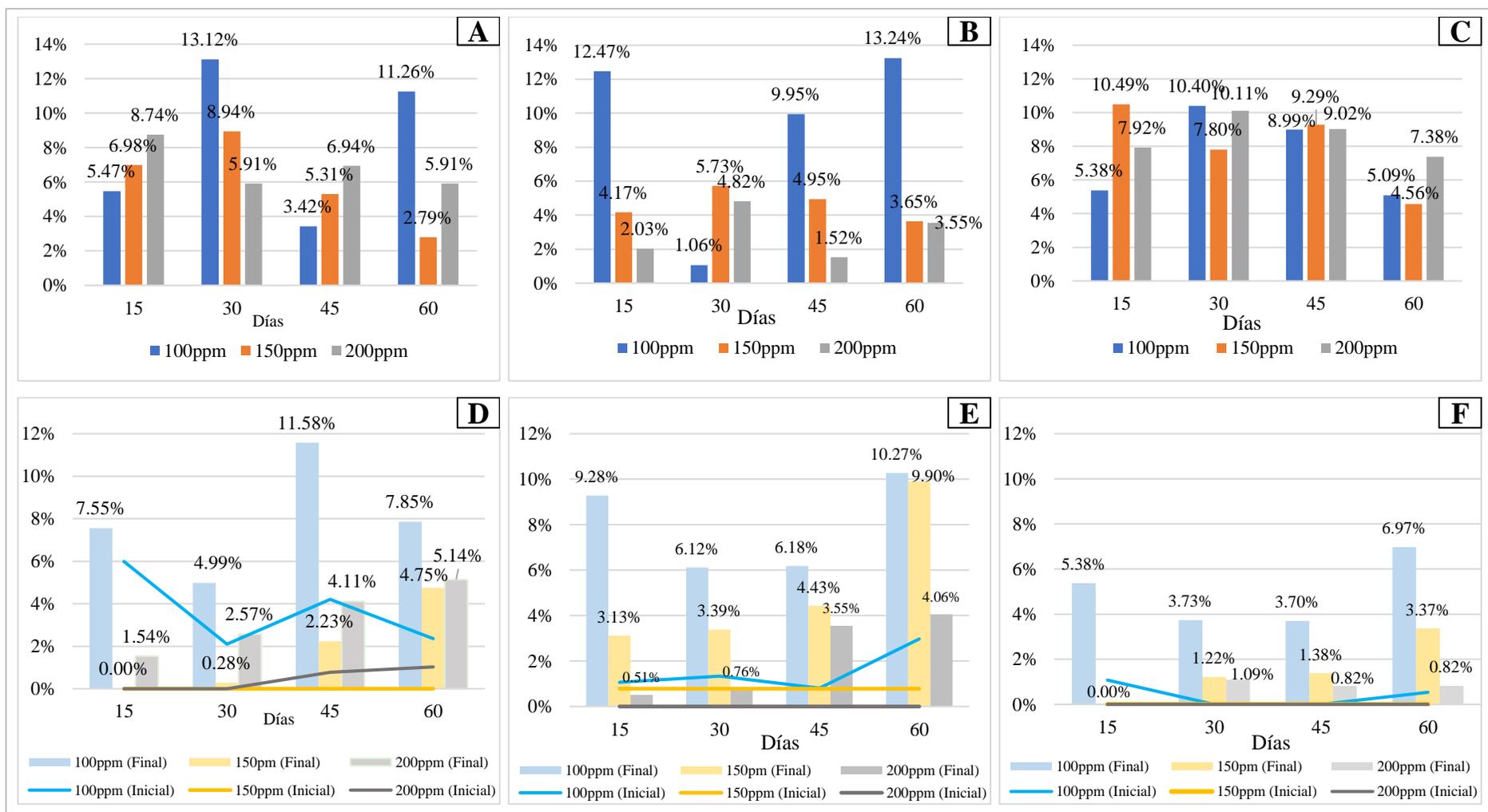


Figura 29. Resumen de %Total defectos progresivos y no progresivos de arándanos a diferentes dosificaciones SO₂ y tipos de empaque.

Nota. % Total Defectos no progresivos con PACLIFE (A), % Total Defectos no progresivos con SAN JORGE (B), % Total Defectos no progresivos con VIEW FRESH (C), % Total Defectos progresivos con PACLIFE (D), % Total Defectos progresivos con SAN JORGE (E), % Total Defectos progresivos con VIEW FRESH (F).

B. DEFECTOS PROGRESIVOS

B.1. PACLIFE (D)

100 ppm: Inicialmente tiene 0% defectos, aumentando significativamente a 7.55% a los 15 días y alcanzando un máximo de 11.58% a los 45 días.

150 ppm: Inicia en 1.54% y alcanza su punto más alto en el día 60 con 4.75%.

200 ppm: Inicialmente casi nulo (0.28%), con un aumento moderado hasta alcanzar 5.14% al día 60.

B.2. SAN JORGE (E)

100 ppm: Comienza en 3.13% y muestra un aumento considerable, llegando a 10.27% al día 60.

150 ppm: Comienza en 0.51% y llega a 9.90% al día 60.

200 ppm: Empieza en 0.76%, con un aumento menos pronunciado en comparación a las otras dosificaciones, alcanzando 4.06% al día 60.

B.3. VIEW FRESH (F)

100 ppm: Inicia en 0% y aumenta gradualmente hasta 6.97% al día 60.

150 ppm: Empieza en 1.22% y sube a 3.37% al día 60.

200 ppm: Inicialmente 1.09% y sube ligeramente hasta 0.82% al día 60.

B.4. Efecto de la Dosificación de SO₂

100 ppm: Muestra incrementos más pronunciados en todos los tipos de empaque. Es más notable en PACLIFE y SAN JORGE, donde los defectos progresivos alcanzan picos altos (11.58% y 10.27% respectivamente).

150 ppm: Aunque comienza con un porcentaje de defectos iniciales más bajos, también experimenta aumentos sustanciales, particularmente en SAN JORGE.

200 ppm: Tiende a ser más estable y con incrementos menos dramáticos en comparación con 100 ppm y 150 ppm, sugiriendo que esta dosificación podría ser más efectiva en reducir defectos progresivos a largo plazo.

B.5. Efecto del Tipo de Empaque

PACLIFE: Se observa que los defectos aumentan significativamente con 100 ppm a los 45 días, pero luego disminuyen, lo que indica un posible efecto retardado.

SAN JORGE: Los defectos progresivos son más altos a 60 días para 100 ppm y 150 ppm, sugiriendo que este tipo de empaque puede no ser tan efectivo en combinación con estas dosificaciones de SO₂.

VIEW FRESH: Muestra una tendencia más controlada y menos fluctuante en comparación con los otros empaques, especialmente con 200 ppm, lo que indica un buen control sobre los defectos progresivos.

B.6. Efectos Resaltantes

La dosificación de 200 ppm de SO₂ parece ser la más efectiva en minimizar los defectos progresivos a lo largo del tiempo en comparación con 100 ppm y 150 ppm.

El empaque VIEW FRESH combinado con 200 ppm parece proporcionar la mejor estabilidad y menor incremento en defectos progresivos.

Considerar el uso de 200 ppm de SO₂ en combinación con el empaque VIEW FRESH para una mejor preservación de arándanos frescos, minimizando defectos progresivos durante el almacenamiento a largo plazo.

Evaluar la eficiencia de los empaques SAN JORGE y PACLIFE con la dosificación de 200 ppm y ajustar según el tiempo de almacenamiento deseado y la tolerancia a los defectos.

Este análisis puede ayudar a tomar decisiones informadas sobre las estrategias de empaques y dosificaciones de SO₂ para maximizar la calidad y vida útil de los arándanos frescos.

4.1.2.2. Análisis de oxígeno (O) y dióxido de carbono (CO₂)

Para analizar los efectos del tipo de empaque (bolsas PACLIFE, SAN JORGE y VIEW FRESH) y el nivel de dosificación de SO₂ (100 ppm, 150 ppm, 200 ppm) en arándanos frescos empacados durante un periodo de 60 días, se considerarán los gráficos A, B y C que corresponden a cada tipo de empaque de la figura 30. A continuación, se analizan los resultados:

A. Efecto del Nivel de Dosificación de SO₂

A.1. Oxígeno (% O₂)

Los niveles más altos de SO₂ (150 ppm y 200 ppm) tienden a mostrar una disminución más pronunciada en el % de O₂ en las tres bolsas. En particular, las bolsas VIEW FRESH con 200 ppm muestran las mayores disminuciones en % de O₂ (10.80%).

A.2. Dióxido de Carbono (% CO₂)

Los niveles más altos de SO₂ (150 ppm y 200 ppm) tienden a mostrar un aumento más pronunciado en el % de CO₂. Las bolsas SAN JORGE con 150 ppm muestran el mayor aumento en % de CO₂ (8.50%).

B. Efecto del Tipo de Empaque

B.1. Bolsas PACLIFE

Mantienen niveles de O₂ relativamente estables en comparación con los otros empaques. Los niveles de CO₂ son moderados con un aumento máximo de 6.33% a 150 ppm.

B.2. Bolsas SAN JORGE

Muestran mayor acumulación de CO₂, especialmente a 150 ppm (8.50%), indicando una mayor permeabilidad o retención de CO₂. El % de O₂ también muestra una mayor disminución en comparación con PACLIFE, especialmente a 200 ppm (15.50%).

B.3. Bolsas VIEW FRESH

Exhiben la mayor variabilidad en % de O₂, con una disminución significativa a 200 ppm (10.80%). Los niveles de CO₂ también son altos, especialmente a 150 ppm (7.10%), aunque no tan altos como en SAN JORGE.

C. Efectos resaltantes

Al día 60, los empaques PACLIFE parecen ser los más efectivos en mantener un equilibrio estable de O₂ y CO₂, proporcionando un entorno más controlado para la preservación de los arándanos. Las bolsas SAN JORGE muestran una mayor acumulación de CO₂, lo cual podría ser perjudicial para la calidad del fruto, mientras que las bolsas VIEW FRESH presentan la mayor variabilidad en los niveles de O₂ y CO₂, lo que sugiere la necesidad de optimización en el control de la composición gaseosa interna.

C.1. Oxígeno (% O₂)

PACLIFE y SAN JORGE mantienen niveles más altos de O₂ en comparación con VIEW FRESH, especialmente a 200 ppm de SO₂.

VIEW FRESH muestra una disminución significativa en O₂ a 200 ppm, lo cual puede ser indicativo de una mayor actividad respiratoria de los arándanos o una mayor permeabilidad del empaque.

C.2. Dióxido de Carbono (% CO₂)

SAN JORGE muestra los niveles más altos de CO₂ a 150 ppm, lo que sugiere una mayor acumulación de CO₂ dentro del empaque.

PACLIFE mantiene niveles moderados de CO₂, lo cual puede ser beneficioso para la calidad de los arándanos al evitar niveles excesivamente altos de CO₂.

VIEW FRESH muestra un desempeño intermedio, con niveles altos de CO₂ a 150 ppm pero menores que SAN JORGE a 150 ppm.

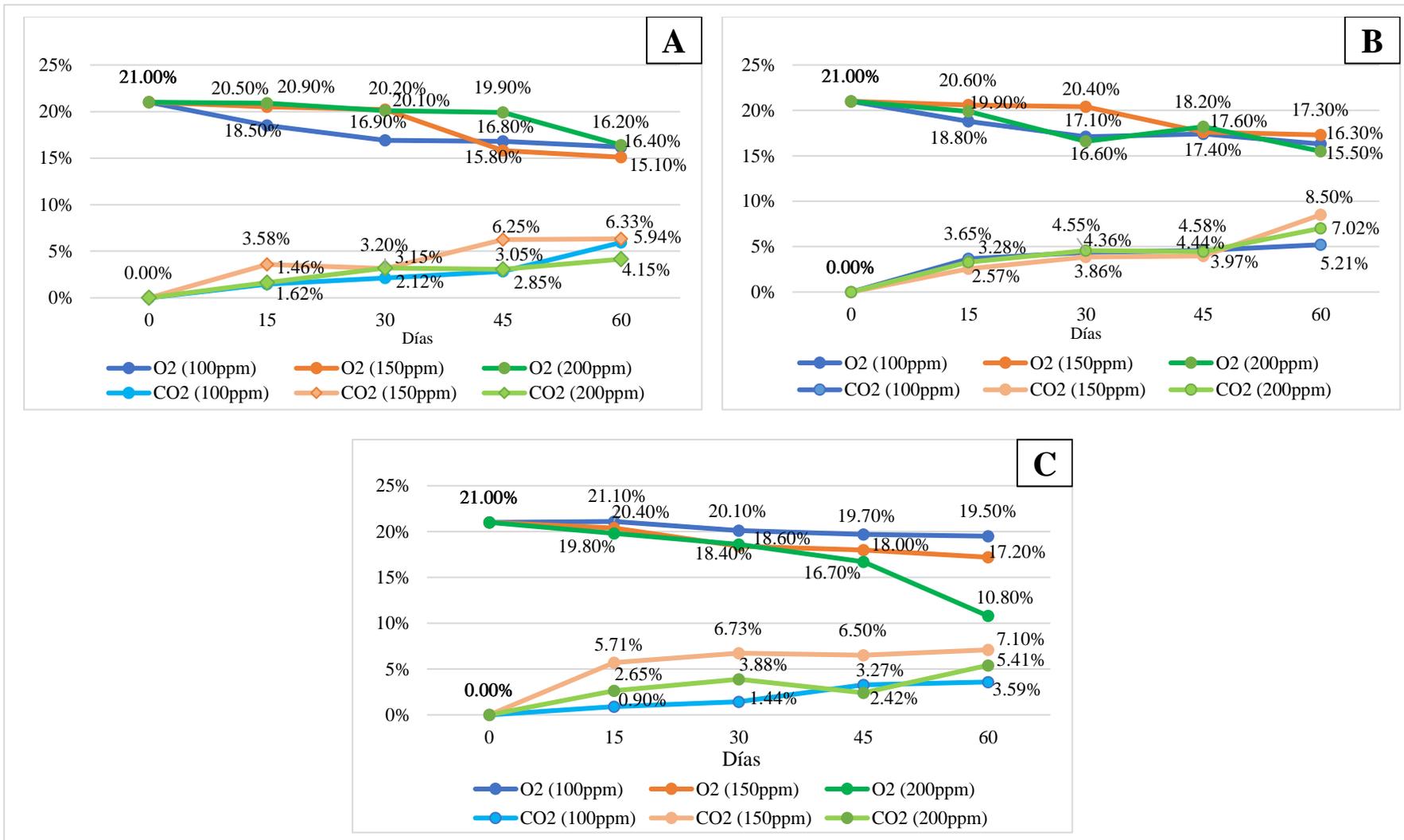


Figura 30. Resumen de los resultados para %O y %CO₂ en los tipos de empaque con arándanos dosificados a diferentes niveles de SO₂.

Nota. %O y %CO₂ con PACLIFE (A), %O y %CO₂ con SAN JORGE (B), %O y %CO₂ con VIEW FRESH (C).

4.1.2.3. Análisis de características fisicoquímicas

Se presenta los valores obtenidos de %Brix, %Acidez, Firmeza, % Deshidratación y Sabor de los arándanos dosificados a diferentes niveles de SO₂ y empacado en los tres tipos de bolsas evaluadas.

A. % BRIX

Para analizar el efecto del tipo de bolsa y el nivel de dosificación con SO₂ sobre el porcentaje de brix de los arándanos, se observará los resultados para cada combinación de empaque y dosificación a lo largo del tiempo como se muestra en la figura 31.

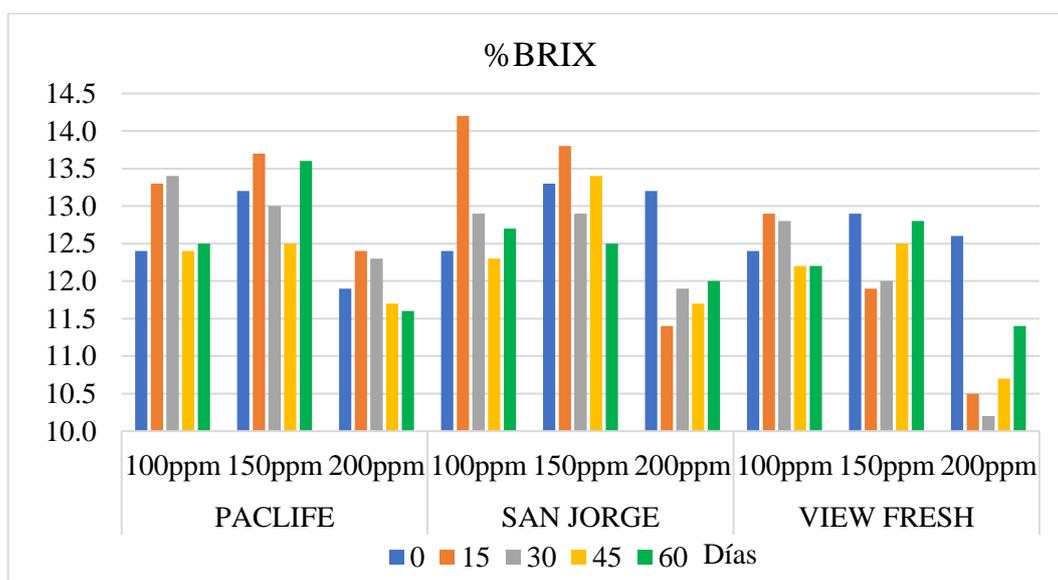


Figura 31. %Brix de los arándanos empacados a diferentes tipos de bolsa y a diferentes niveles de dosificación con SO₂.

A.1. Efecto de la Dosificación:

La dosificación de 200ppm de SO₂ es la más efectiva para mantener o incluso aumentar el % BRIX de los arándanos, lo cual es deseable para reducir la deshidratación y mantener la calidad del fruto.

A.2. Efecto del Tipo de Empaque

El empaque SAN JORGE parece ser el más efectivo en términos de mantener altos niveles de % BRIX, seguido por VIEW FRESH y PACLIFE.

Si se prioriza minimizar la deshidratación, se debería considerar el uso de SAN JORGE con una dosificación de 200ppm de SO₂.

Para obtener los mejores resultados en términos de % BRIX y minimizar la deshidratación, se recomienda utilizar el empaque SAN JORGE con una dosificación de 200ppm de SO₂. Esto debería ayudar a mantener la calidad y frescura de los arándanos durante un período prolongado.

B. % ACIDEZ

Para analizar el efecto del tipo de bolsa y el nivel de dosificación con SO₂ sobre el % de acidez de los arándanos, observemos los resultados para cada combinación de empaque y dosificación a lo largo del tiempo como se observa en la figura 32.

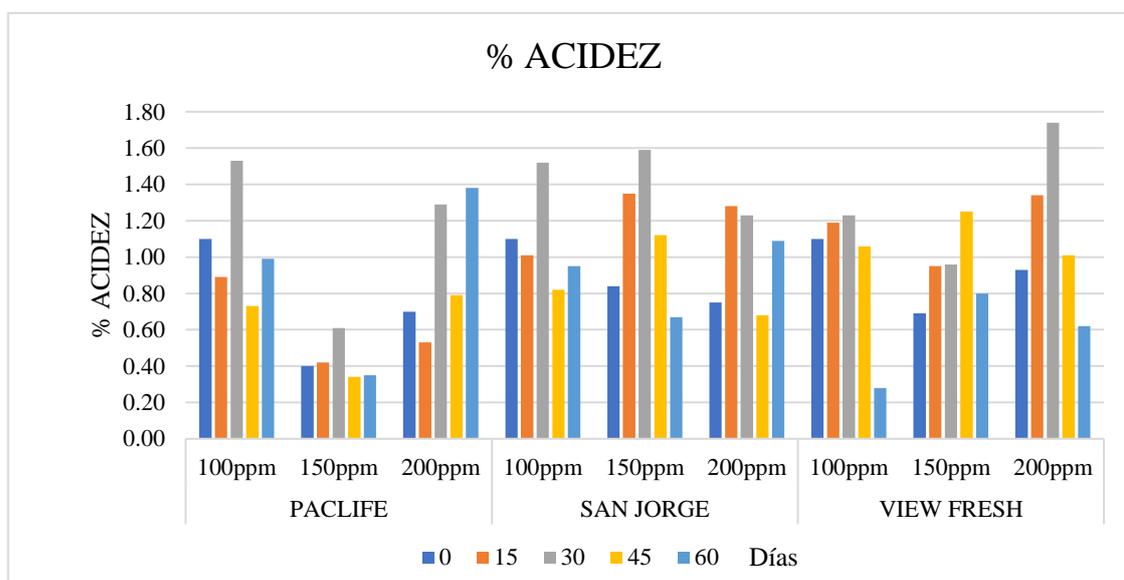


Figura 32. %Acidez de los arándanos empacados a diferentes tipos de bolsa y a diferentes niveles de dosificación con SO₂.

B.1. Efecto de la Dosificación

La dosificación de 200ppm de SO₂ tiende a aumentar la acidez de los arándanos con el tiempo, alcanzando su máximo a los 45 días mayormente.

Las dosificaciones de 100ppm y 150ppm muestran una acidez más estable y, en algunos casos, decreciente.

B.2. Efecto del Tipo de Empaque

PACLIFE: La dosificación de 100ppm mantiene una acidez más alta al inicio (0 días), pero luego disminuye a medida que pasa el tiempo. La dosificación de 150ppm mantiene una acidez baja y bastante constante, especialmente a los 45 y 60 días. La

dosificación de 200ppm muestra una acidez creciente con el tiempo, alcanzando el pico a los 45 días.

SAN JORGE: La dosificación de 100ppm comienza con alta acidez, pero esta disminuye con el tiempo. La dosificación de 150ppm muestra una acidez que aumenta hasta los 45 días y luego disminuye. La dosificación de 200ppm sigue una tendencia similar a la de 150ppm, con un pico a los 45 días.

VIEW FRESH: La dosificación de 100ppm muestra una acidez baja y estable a lo largo del tiempo. La dosificación de 150ppm mantiene una acidez constante y relativamente baja. La dosificación de 200ppm alcanza su acidez máxima a los 45 días, similar a PACLIFE y SAN JORGE.

El empaque SAN JORGE parece tener un efecto más marcado en el aumento de la acidez, especialmente a dosificaciones más altas.

VIEW FRESH tiende a mantener una acidez más constante y baja, lo cual puede ser deseable para minimizar la deshidratación y mantener un sabor más equilibrado.

C. FIRMEZA

Mediante la figura 33 se va analizar los datos específicos de firmeza (medida en grados Shore) a lo largo del tiempo para cada combinación de empaque y dosificación:

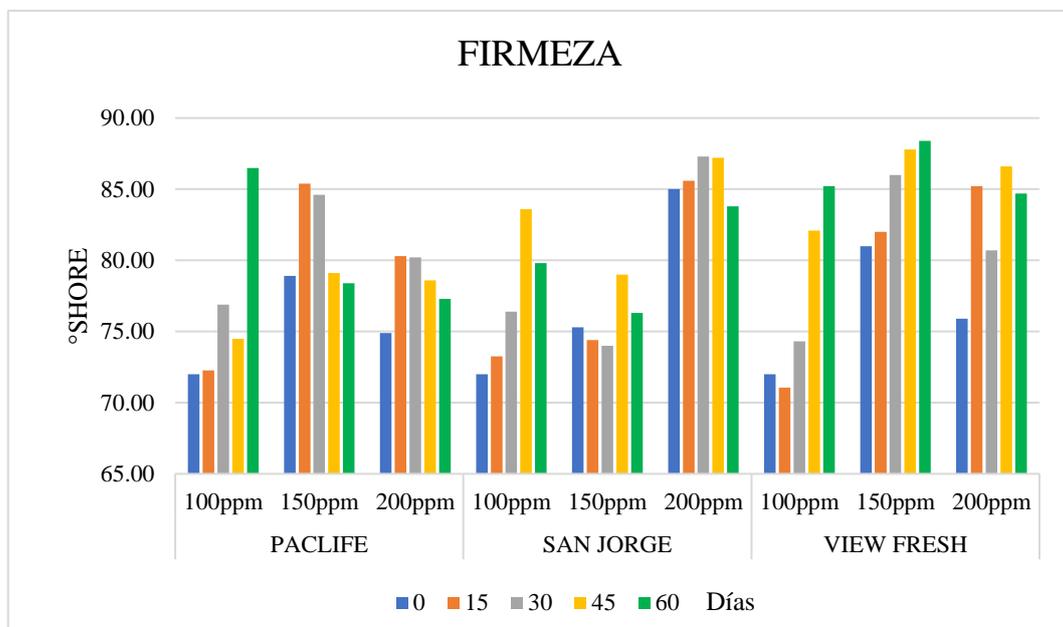


Figura 33. La firmeza de los arándanos empacados a diferentes tipos de bolsa y a diferentes niveles de dosificación con SO₂.

C.1. Efecto de la Dosificación

200ppm de SO₂ parece ser la más efectiva para mantener la firmeza alta en general, especialmente en el empaque VIEW FRESH donde la firmeza se mantiene desde ~86.6 hasta ~84.0. Mientras que, 100ppm y 150ppm muestran una mayor disminución en la firmeza con el tiempo.

C.2. Efecto del Tipo de Empaque

VIEW FRESH con 150ppm es el más efectivo para mantener la firmeza, con niveles casi constantes alrededor de ~85.0.

SAN JORGE con 200ppm también mantiene buena firmeza.

PACLIFE con 100ppm muestra la mayor variación de firmeza durante el tiempo.

Para mantener la firmeza de los arándanos en niveles óptimos, se recomienda utilizar el empaque SAN JORGE con una dosificación de 200ppm de SO₂. Esto se debe a que mantiene una firmeza alta y estable, con datos que muestran una variación mínima de ~88 a ~83 a lo largo de 60 días, lo cual es ideal para preservar la calidad del fruto.

D. % DESHIDRATACIÓN

Los datos se presentan en función del tiempo (0, 15, 30, 45 y 60 días) y muestran los efectos de tres tipos de empaques (PACLIFE, SAN JORGE y VIEW FRESH) con tres niveles de dosificación de SO₂ (100 ppm, 150 ppm y 200 ppm).

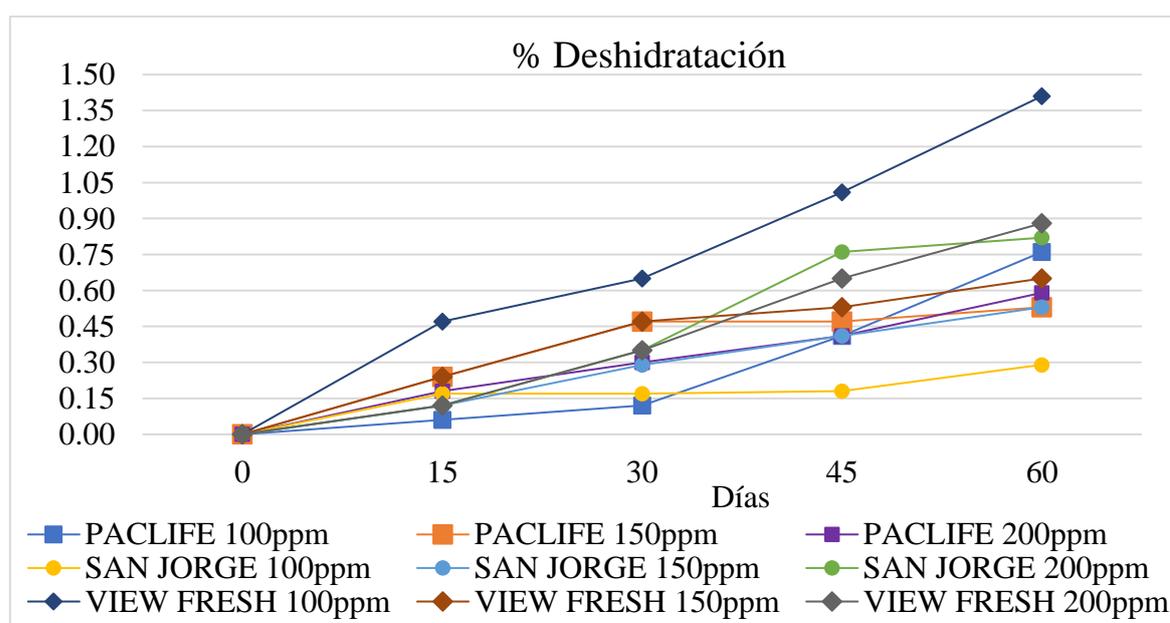


Figura 34. %Deshidratación de los arándanos empacados a diferentes tipos de bolsa y a diferentes niveles de dosificación con SO₂.

D.1. Efecto de la Dosificación

200ppm de SO₂ parece ser la más efectiva para mantener la firmeza alta en general, especialmente en el empaque VIEW FRESH donde la firmeza se mantiene desde ~86.6 hasta ~84.0. Mientras que, 100ppm y 150ppm muestran una mayor disminución en la firmeza con el tiempo.

D.2. Efecto del Tipo de Empaque

Los empaques SAN JORGE y PACLIFE tienden a mostrar una menor deshidratación en comparación con VIEW FRESH, especialmente en los niveles más altos de dosificación.

Para minimizar la deshidratación de los arándanos, el uso de una bolsa SAN JORGE a 100 ppm de SO₂ sería más efectivo. Este enfoque parece ser el más efectivo para mantener la calidad de los arándanos durante un período de 60 días.

Las bolsas VIEW FRESH muestran mayor deshidratación y, por lo tanto, podrían ser menos efectivas en mantener la frescura de los arándanos.

Para reducir el porcentaje de deshidratación en arándanos empacados, se recomienda utilizar empaques SAN JORGE o VIEW FRESH con una dosificación de 200 ppm de SO₂.

E. SABOR

Mediante la figura 35 se va analizar los datos específicos del sabor (medida en puntos) a lo largo del tiempo para cada combinación de empaque y dosificación:

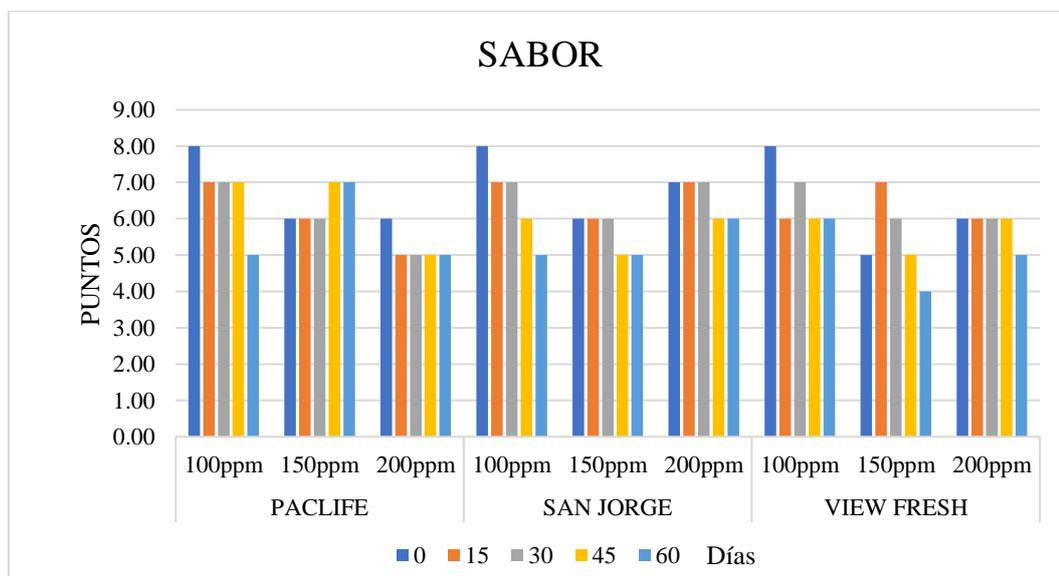


Figura 35. Sabor de los arándanos empacados a diferentes tipos de bolsa y a diferentes niveles de dosificación con SO₂.

La puntuación de sabor tiende a ser más alta al inicio y disminuye con el tiempo en todos los casos.

La dosificación de 100 ppm de SO₂ parece mantener el sabor mejor a lo largo del tiempo en comparación con 150 ppm y 200 ppm, especialmente en PACLIFE y SAN JORGE.

Los tres tipos de empaque muestran una disminución de la puntuación de sabor con el tiempo, pero PACLIFE parece mantener mejor la calidad del sabor en niveles más altos de SO₂ (200 ppm) comparado con SAN JORGE y VIEW FRESH.

E.1. Efecto del SO₂

Menores niveles de SO₂ (100 ppm) tienden a mantener una mejor puntuación de sabor a lo largo del tiempo.

A niveles más altos de SO₂ (150 ppm y 200 ppm), la puntuación de sabor disminuye más rápidamente.

E.2. Efecto del Tipo de Empaque

PACLIFE parece ser más eficaz en mantener la calidad del sabor, especialmente a niveles más altos de SO₂.

SAN JORGE y VIEW FRESH muestran una disminución más pronunciada en la puntuación de sabor con el tiempo y a niveles más altos de SO₂.

Este análisis sugiere que, para mantener la calidad del sabor de los arándanos durante el almacenamiento, es preferible usar una dosificación más baja de SO₂ (100 ppm) y considerar el tipo de empaque, con PACLIFE siendo una opción más favorable en este caso.

4.1.2.4. Análisis de comparación de color

Tabla 8

Resultados de color final (L a* b*) para arándanos frescos con almacenamiento durante 60 días a una temperatura de 0°C*

Tipo de Bolsa	Color	Dosificación de SO ₂		
		100ppm	150ppm	200ppm
Paclife	L*	44.9	32.8	37.0
	a*	0.9	2.7	2.0
	b*	-16.2	-16.5	-14.4
San Jorge	L*	41.1	33.1	45.6
	a*	1.7	1.3	1.7
	b*	-12.3	-12.3	-14
View Fresh	L*	28.6	31	22.6
	a*	0.7	0.2	2.7
	b*	-14.2	-16.2	-16.9

La tabla 8 presenta los resultados de color final (L^* a^* b^*) para arándanos frescos con almacenamiento durante 60 días a una temperatura de 0°C y en las tablas 9, 10 y 11 se puede evidenciar a través de análisis de varianza, que no existe diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 9

Anova – Análisis de varianza para L^ ($\alpha=0.05$)*

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>
Between Groups	52.282	2	26.141	0.3751	0.7023
Within Groups	418.15	6	69.691		
Total	470.43	8	58.804		

Tabla 10

Anova – Análisis de varianza para a^ ($\alpha=0.05$)*

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>
Between Groups	1.696	2	0.848	1.203	0.3635
Within Groups	4.227	6	0.704		
Total	5.922	8	0.740		

Tabla 11

Anova – Análisis de varianza para b^ ($\alpha=0.05$)*

<i>Sources</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P value</i>
Between Groups	1.3489	2	0.6744	0.1720	0.8460
Within Groups	23.5267	6	3.9211		
Total	24.8756	8	3.1094		

4.1.3. Determinación del mejor tratamiento

La tabla 12, muestra los valores obtenidos tras evaluar el efecto de los 9 tratamientos planteados. El efecto de los factores fue evaluado estadísticamente para determinar su significancia sobre las variables respuestas como se presentan en las tablas posteriores.

Tabla 12

Resumen de resultados experimentales a los 60 días de almacenamiento.

Dosificación SO ₂	Empaque	% Def. Progresivos	% Deshidratación	% O ₂	% CO ₂	%Brix	%Acidez	Firmeza	Sabor	Condición I.
100ppm	PACLIFE	7.85	0.7600	16.20	5.94	12.50	0.99	86.5	5	3.7
100ppm	SAN JORGE	10.27	0.2900	16.30	5.21	12.70	0.95	79.8	5	3.7
100ppm	VIEW FRESH	6.97	1.4100	19.50	3.59	12.20	0.28	85.2	6	3.7
150ppm	PACLIFE	4.75	0.5300	15.10	6.33	13.60	0.35	78.4	7	3.8
150ppm	SAN JORGE	9.90	0.5300	17.30	8.50	12.50	0.67	76.3	5	3.6
150ppm	VIEW FRESH	3.37	0.6500	17.20	7.10	12.80	0.8	88.4	4	3.9
200ppm	PACLIFE	5.14	0.5900	16.40	4.15	11.60	1.38	77.3	5	3.9
200ppm	SAN JORGE	4.06	0.8200	15.50	7.02	12.00	1.09	83.8	6	3.9
200ppm	VIEW FRESH	0.82	0.8800	10.80	5.41	11.40	0.62	84.7	5	4
100ppm	PACLIFE	7.80	0.7530	16.15	5.89	12.45	0.94	86.45	5	3.65
100ppm	SAN JORGE	9.78	0.2850	15.81	4.72	12.21	0.95	79.31	5	3.21
100ppm	VIEW FRESH	6.78	1.4012	19.31	3.40	12.01	0.30	85.01	6	3.51
150ppm	PACLIFE	4.19	0.5245	14.54	5.78	13.06	0.37	77.81	8	3.23
150ppm	SAN JORGE	9.10	0.5200	16.50	7.70	11.70	0.70	75.50	5	3.40
150ppm	VIEW FRESH	3.15	0.6200	16.98	6.88	12.58	0.88	88.18	5	3.68
200ppm	PACLIFE	4.93	0.5800	16.19	3.94	11.39	1.39	77.09	5	3.69
200ppm	SAN JORGE	3.73	0.7980	15.17	6.69	11.67	1.00	83.47	6	3.57
200ppm	VIEW FRESH	0.27	0.8710	10.25	4.86	10.85	0.58	84.15	6	3.45

Tabla 13*Análisis de Varianza del efecto sobre el % de defectos progresivos*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p	significancia
Modelo	8	153.549	19.1936	0.000	
Lineal	4	131.649	32.9123	0.000	
Dosificación SO ₂	2	77.508	38.7541	0.000	Si
EMPAQUE	2	54.141	27.0705	0.000	Si
Interacciones de 2 términos	4	21.900	5.4750	0.000	
Dosificación SO ₂ *EMPAQUE	4	21.900	5.4750	0.000	Si
Error	9	0.868	0.0964		
Total	17	154.417			

Tabla 14*Análisis de Varianza del efecto sobre el % de Deshidratación*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p	significancia
Modelo	8	1.58112	0.197640	0.000	
Lineal	4	0.84149	0.210372	0.000	
Dosificación SO ₂	2	0.21170	0.105848	0.000	Si
EMPAQUE	2	0.62979	0.314896	0.000	Si
Interacciones de 2 términos	4	0.73964	0.184909	0.000	
Dosificación SO ₂ *EMPAQUE	4	0.73964	0.184909	0.000	Si
Error	9	0.00092	0.000103		
Total	17	1.58205			

Tabla 15*Análisis de Varianza del efecto sobre el % O₂*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p	significancia
Modelo	8	90.6077	11.3260	0.000	
Lineal	4	32.1739	8.0435	0.000	
Dosificación SO ₂	2	31.5757	15.7879	0.000	Si
EMPAQUE	2	0.5982	0.2991	0.094	No
Interacciones de 2 términos	4	58.4338	14.6084	0.000	
Dosificación SO ₂ *EMPAQUE	4	58.4338	14.6084	0.000	Si
Error	9	0.8679	0.0964		
Total	17	91.4755			

Tabla 16*Análisis de Varianza del efecto sobre el % CO₂*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p	significancia
Modelo	8	34.7639	4.34549	0.000	
Lineal	4	24.1456	6.03640	0.000	
Dosificación SO ₂	2	16.6076	8.30381	0.000	Si
EMPAQUE	2	7.5380	3.76898	0.000	Si
Interacciones de 2 términos	4	10.6183	2.65458	0.000	
Dosificación SO ₂ *EMPAQUE	4	10.6183	2.65458	0.000	Si
Error	9	0.8623	0.09581		
Total	17	35.6262			

Tabla 17*Análisis de Varianza del efecto sobre el % Brix*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p	significancia
Modelo	8	6.9147	0.86434	0.002	
Lineal	4	5.3781	1.34452	0.001	
Dosificación SO ₂	2	4.7244	2.36221	0.000	Si
EMPAQUE	2	0.6537	0.32684	0.078	No
Interacciones de 2 términos	4	1.5366	0.38415	0.038	
Dosificación SO ₂ *EMPAQUE	4	1.5366	0.38415	0.038	Si
Error	9	0.8569	0.09521		
Total	17	7.7716			

Tabla 18*Análisis de Varianza del efecto sobre el % Acidez*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p	significancia
Modelo	8	1.91785	0.239731	0.000	
Lineal	4	0.87897	0.219742	0.000	
Dosificación SO ₂	2	0.46591	0.232954	0.000	Si
EMPAQUE	2	0.41306	0.206529	0.000	Si
Interacciones de 2 términos	4	1.03888	0.259721	0.051	
Dosificación SO ₂ *EMPAQUE	4	1.03888	0.259721	0.051	No
Error	9	0.01046	0.001162		
Total	17	1.92831			

Tabla 19*Análisis de Varianza del efecto sobre la Firmeza*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p	significancia
Modelo	8	318.310	39.7888	0.000	
Lineal	4	163.763	40.9407	0.000	
Dosificación SO ₂	2	26.983	13.4914	0.000	Si
EMPAQUE	2	136.780	68.3900	0.000	Si
Interacciones de 2 términos	4	154.547	38.6368	0.000	
Dosificación	4	154.547	38.6368	0.000	Si
SO ₂ *EMPAQUE					
Error	9	0.885	0.0983		
Total	17	319.195			

Tabla 20*Análisis de Varianza del efecto sobre el sabor*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p	significancia
Modelo	8	13.0000	1.6250	0.001	
Lineal	4	1.3333	0.3333	0.178	
Dosificación SO ₂	2	0.3333	0.1667	0.405	No
EMPAQUE	2	1.0000	0.5000	0.100	No
Interacciones de 2 términos	4	11.6667	2.9167	0.000	
Dosificación	4	11.6667	2.9167	0.000	Si
SO ₂ *EMPAQUE					
Error	9	1.5000	0.1667		
Total	17	14.5000			

Tabla 21*Análisis de Varianza del efecto sobre la condición interna (C.I.)*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor p	significancia
Modelo	8	0.26846	0.03356	0.810	
Lineal	4	0.17075	0.04269	0.629	
Dosificación SO ₂	2	0.10657	0.05329	0.464	No
EMPAQUE	2	0.06418	0.03209	0.620	No
Interacciones de 2 términos	4	0.09771	0.02443	0.815	
Dosificación	4	0.09771	0.02443	0.815	No
SO ₂ *EMPAQUE					
Error	9	0.57347	0.06372		
Total	17	0.84193			

Como se puede observar, solo % de Defectos Progresivos, % Deshidratación, %CO₂ y Firmeza son variables afectadas significativamente por los factores independientes estudiados (Dosificación con SO₂ y tipo de empaque) y sus interacciones, por lo que fueron elegidos para generar un tratamiento óptimo tal y como se presenta a continuación:

Tabla 22

Parámetros para Optimización de respuesta

Respuesta	Meta	Inferior	Objetivo	Superior
% Deshidratación	Mínimo		0.285	1.41
Firmeza	Máximo	75.5	88.400	
% CO ₂	Mínimo		3.400	8.50
% Def. Progresivos	Mínimo		0.270	10.27

Tabla 23

Solución de optimización de respuesta

Dosificación So ₂	Empaque	% Deshidratación Ajuste	Firmeza Ajuste	% CO ₂ Ajuste	% Def. Progresivos Ajuste	Deseabilidad Compuesta
150ppm	VIEW FRESH	0.63	88.29	6.99	3.26	0.7105

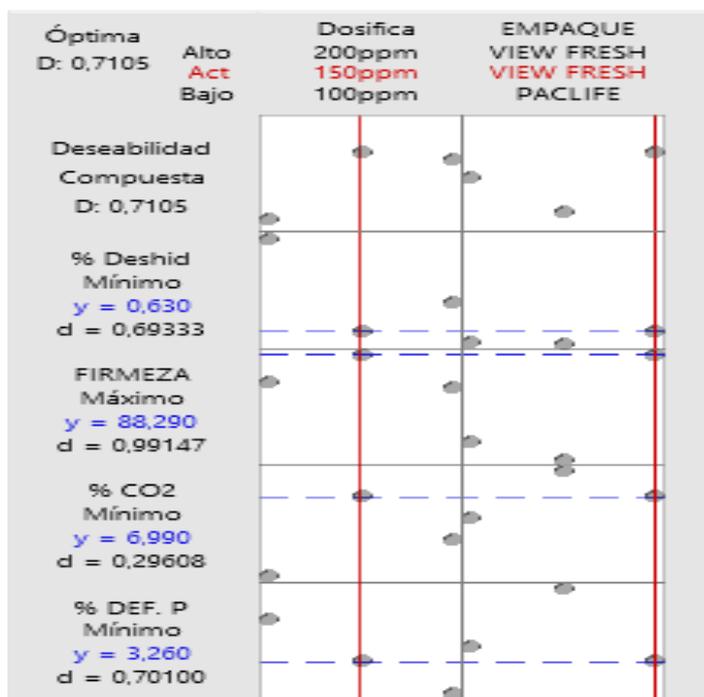


Figura 36. Optimización de respuesta múltiple

A través del análisis anterior, se pudo constatar que el mejor tratamiento fue aquel con una dosificación a 150 ppm y envasado en View fresh (Tratamiento 6).

4.1.3.1. Análisis de tiempo de vida útil sensorial

En primer lugar, se pudo encontrar que el tratamiento 6 (Dosificación a 150 ppm y envasado en View fresh) presenta un mejor perfil tecnológico para preservar la firmeza y para reducir la tasa de generación de % de Defectos Progresivos, % Deshidratación y %CO₂ en los arándanos frescos durante 60 días. Sin embargo, el parámetro sabor no fue influenciado significativamente por el nivel de dosificación con SO₂ y el tipo de empaque como se ve en la tabla 20, por lo que no fue posible integrar la variable en la optimización de respuesta.

Tabla 23

Resultados del análisis sensorial durante 60 días.

Juez	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60	R ²	Orden	Pendiente
Juez 1	8	7	7	6			
Juez 2	8	7	7	6			
Juez 3	8	7	6	5			
Juez 4	8	8	6	5			
Juez 5	8	7	6	6			
Juez 6	8	7	7	6			
Juez 7	8	7	5	4			
Juez 8	8	7	5	4			
Juez 9	8	8	6	6			
Juez 10	8	7	6	6			
Promedio	8	7.2	6.1	5.4	0.9602	0	-0.0740
Ln(X)	2.3026	2.0794	1.9741	1.8083	0.9864	1	-0.0100

Teniendo en cuenta que el orden 1 se ajusta mejor a los datos obtenidos, se hizo uso de la ecuación correspondiente para determinar el tiempo de vida útil para A crítico de 6.

$$\ln(A) = \ln(A_0) \pm k.t \Rightarrow \ln(6) = \ln(10) - 0.0100 * t$$

$$t = \ln(6/10) / -0.0100$$

$$t = 51.08256$$

Tiempo de vida útil = 51 días

4.1.3.2. Análisis microbiológico

La evaluación se realizó a la materia tratada (arándanos) con gasificado de SO₂ en tres diferentes dosificaciones (100ppm, 150ppm, 200ppm).

Tabla 25

Análisis microbiológicos de la Materia tratada con diferentes dosis de SO₂

Ítem	Ensayos	100ppm	150ppm	200ppm
1	N. de Aerobios Mesófilos (UFC/g)	10x10 ³	51x10 ²	67x10 ²
2	N. de Coliformes (NMP/g)	<3	<3	<3
3	N. de mohos (UFC/G)	43x10 ²	47x10 ²	38x10 ²

4.1.3.3. Análisis de compuesto fenólicos del mejor tratamiento

Se presenta el resultado obtenido de los arándanos con una dosificación a 150 ppm y envasado en View fresh (Tratamiento 6) después de 60 días.

Tabla 26

Fenoles solubles totales después de los 60 días.

Item	Ensayos	Resultado
1	Compuestos Fenólicos (exp. en mg de Àcido Gàlico Equival/100g de muestra)	2259.8

CAPITULO V. DISCUSIONES

5.1. Discusión de los resultados

En cuanto a la comparación de los defectos no progresivos según las gráficas observadas indican que, no hay relación de los defectos no progresivos presentes con las dosificaciones realizadas (100ppm, 150ppm, 200ppm). En el caso de los defectos progresivos se observó que, en las dosificaciones de 100ppm y 150ppm mostraron porcentajes menores en los defectos encontrados. Mostrándose, defectos como blando (3.08%), partidura (0.84%), y deshidratado leve (1.3%) en la bolsa Paclife; asimismo en la bolsa San Jorge se observó bayas blandas (2.54%), partiduras (0.25%), pedúnculo profundo (2.97%), fumagina (1.89%). Por el contrario, la bolsa View Fresh no obtuvo resultados positivos en las tres dosificaciones, ya que el sellado fue de manera manual lo que pudo generar que los defectos evolucionen. Observándose, defectos como blando (4.37%), partidura (2.68%), deshidratado leve (0.55%), deshidratado severo (0.20%), fumagina (3.17%) y pudrición (0.54%). Cabe mencionar que en la dosificación de 200ppm se observó un alto porcentaje de pedúnculo profundo (4.10%). Además, durante el proceso de sellado manual la fruta es manipulada y afecta al defecto del hallazgo de bayas blandas, ya que como menciona Mondalgo (2022), en su estudio “Proceso y empaque de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) para exportación”, los arándanos son frutas con piel muy fina que pueden dañarse fácilmente durante el procesamiento.

En la comparación de concentración de oxígeno (O) y dióxido de carbono (CO₂), se observa en las gráficas mostradas que la dosificación de SO₂ a 150ppm dentro de las tres bolsas utilizadas obtuvieron resultados óptimos. Observándose, en la bolsa Paclife valores de 15.10% de O y 6.33% de CO₂, asimismo, la bolsa San Jorge mostró 17.3% de O y 6.5% de CO₂, por último, la bolsa View Fresh obtuvo valores de 17.2 de O y 6.1 de CO₂. Cabe mencionar que, las diferencias de los valores no fueron significativas.

Se observa en las gráficas mostradas que las bolsas Paclife y San Jorge minimizan las pérdidas por deshidratación. Mostrando de 0.53% a 0.59% y de 0.53% a 0.82% respectivamente. Lo que es menos del 1%, con la consecuente preservación de firmeza. Por el contrario, la bolsa View Fresh obtuvo de 0.88% a 1.41% de deshidratación.

Campero, Barrionuevo & Gomez (2021) en su estudio evaluaron los parámetros de exportación en arándanos tratados con luz UV y observó que la diferencia de color entre la

muestra de control y la muestra tratada en tiempo cero fue baja y aumentó con el tiempo de almacenamiento, en el presente estudio, el color no presentó diferencias significativas entre los tratamientos aplicados.

Se observa en las gráficas mostradas del análisis físico-químico que los valores de °brix, acidez y firmeza se encuentran dentro de los parámetros tolerables hasta la evaluación de los 60 días. Obteniendo un promedio de 13.2°brix, 0.65 de acidez y 83.73shore de firmeza en la bolsa Paclife. Asimismo, se obtuvo valores similares en la bolsa San Jorge con 12.4°brix, 0.94 de acidez y 83.6shore de firmeza. Al igual que, la bolsa View Fresh mostró valores de 12.6°brix, 0.71 de acidez y 82 shore de firmeza. Cabe señalar que, la dosificación de SO₂ no tuvo significancia en los análisis realizados a °brix, acidez y firmeza. Al igual como lo menciona Carrasco (2017), en su investigación “Comportamiento de la condición y calidad de fruta de arándanos (*Vaccinium corymbosum L.*), cv. Liberty y Aurora bajo simulación de parámetros de exportación”, donde indica que el tratamiento con SO₂ no tuvo ningún efecto sobre las características de calidad de la fruta.

En los análisis microbiológicos se mostró que la dosificación de SO₂ a 100ppm, 150ppm y 200ppm estuvieron dentro de los parámetros según la norma. Observándose, valores de 51x10², 67x10², 68x10, de N. de Aerobios Mesófilos respectivamente, asimismo, N. de Coliformes con valor de <3 para las tres dosificaciones, al igual que el N. de mohos con 47x10², 38x10², 87x10 correspondientemente. Sin embargo, la muestra de *materia prima* antes del gasificado con SO₂, mostró valores elevados a comparación de las muestras gasificadas. Obteniendo como resultado 10x10³ de N. de Aerobios Mesófilos, <3 en N. de Coliformes y 43x10² de N. de mohos. La Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad e inocuidad sanitaria para alimentos y bebidas para consumo humano (RM N°591-2008/MINSA NTS N°071-MINSADIGESA) establece los estándares microbiológicos de inocuidad y calidad higiénica de alimentos y bebidas para consumo humano, indica que los N. de Aerobios mesófilos deben ser de <10000 ufc/g y el E. coli es de <100 ufc/g, por lo que se cumple con esta normativa, siendo efectiva la dosificación con SO₂.

En la tabla 26 de compuestos fenólicos observamos un resultado alto con un valor de 2259.8 mg GAE/100g en el arándano después de los 60 días de almacenamiento a 0°C de temperatura. Así como menciona Price, Luque y Meza en su investigación “Efecto del refrigerado y congelado en el contenido de polifenoles totales, antocianinas y actividad

antioxidante de arándanos (*vaccinium corymbosum*, variedad “biloxi”) cultivados en diferentes microclimas de Perú”, donde indican que a los 28 días a una temperatura de 4°C obtuvo valores de 1183.99 y 1428.62 mg GAE/100g en las ciudades de Huacho (Lima) y Coris (Anchash) respectivamente, en contraste con la presente investigación, el tratamiento 6 obtuvo un mayor valor, por lo que se resalta la importancia de aplicar el tratamiento indicado para preservar mejor los compuesto fenólicos de los arándanos para exportación.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- ❖ Se observó que la bolsa que resaltó fue View Fresh a una dosificación de SO₂ a 150ppm, ya que, esta obtuvo resultados positivos y óptimas en las evaluaciones realizadas hasta los 60 días. Como en la concentración de oxígeno (O) y dióxido de carbono (CO₂), con valores de 17.20% y 7.10% respectivamente. Asimismo, en el análisis físico-químico donde se evaluó los °brix, acidez y firmeza, las cuales se encuentran dentro de los parámetros tolerables hasta la evaluación de los 60 días. Obteniendo un promedio de 12.8°brix, 0.8 de acidez y 88.4 shore de firmeza. En cuanto al sabor, esta solo es aceptable hasta los 51 días.
- ❖ En cuanto a la comparación de los defectos no progresivos según las gráficas observadas indican que, no hay relación de los defectos no progresivos presentes con las dosificaciones realizadas (100pp, 150ppm, 200ppm). En el caso de los defectos progresivos, un total de 3.37%, igual manera, en la pérdida de deshidratación se mostró en 0.65%. Lo que es menos del 1%, con la consecutiva preservación de firmeza. Además, de que está minimiza la tasa respiratoria del producto para retardar su senescencia.
- ❖ En el análisis microbiológico se observó que la dosificación de SO₂ a 200ppm obtuvo los valores menores a comparación de las dosificaciones 100ppm, 150ppm y antes del gasificado. Sin embargo, la dosificación de 200ppm puede generar la evolución de defectos como pedúnculo profundo y daño por SO₂.
- ❖ En la evaluación realizada a los compuestos fenólicos esta obtuvo un valor elevado de 2259.8 (exp. en mg de Àcido Gàlico Equival/100g de muestra), por lo que se recomienda el uso del tratamiento 6.

6.2. Recomendaciones

Se recomienda aplicar y estandarizar el mejor tratamiento obtenido obtener los mejores parámetros tecnológicos y un mayor tiempo de vida útil de *Vaccinium myrtillus* (arándano azul) fresco exportable.

Se recomienda seguir con la investigación, utilizando una máquina de sellado para la bolsa view fresh, para obtener datos más exactos.

Se recomienda prolongar el tiempo del gasificado cuando aumente la dosificación para evitar la evolución del defecto de pedúnculo profundo, asimismo, el de generar algún daño de SO₂.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS

- A, M. J. O., R, A. J. M., A, S. R., Díaz, C., Ozuna, E., & López, C. (2019). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos Efecto de la Aplicación de Bacillus subtilis Sobre Propiedades Físico-Químicas de Frutos de Arándano (Vaccinium corymbosum) Almacenados en Refrigeración . INTRODUCCIÓN Investigación y Desar. 4, 399–403.*
- Álvarez-Hernández; M.H.;Martínez-Hernández; G.B. ; Avalos-Beñmontes; F., & Artés-Hernández; F. (2018). *Effects of an innovative potassium permanganate-based ethylene scavenger during blueberry storage Efectos de un innovador adsorbedor de etileno a base de permanganato potásico para conservar arándanos. May, 22–25.*
- Arias, J. L., & Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación. Arequipa: Enfoques Consulting EIRL.*
- Chunga, L., Montalván, M., & Pasache, A. (2022). *Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de arándano (Vaccinium myrtillus) en almíbar en la ciudad de Piura.* Universidad Nacional de Piura.
- Campero, E., Barrionuevo, M., & Gomez, A. (2021). *Evaluación de parámetros de exportación en arándanos tratados con luz UV. Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA 7, 7.*
- Collantes, R., & Altamirano, J. (2020). *Fincas productoras de arándano azul en Cañete, Lima, Perú. Aporte Santiaguino.* <https://doi.org/10.32911/as.2020.v13.n1.677>
- Collantes, R., Rodríguez, A., & Beyer, A. (2021). *Sustentabilidad de Agrosistemas de Arándano Azul (Vaccinium corymbosum L.) en Cañete, Lima, Perú. Tecnociencia, 23(2), 244–256.*
- Carrasco, S. (2017). *Comportamiento de la condición y calidad de fruta de arándanos (Vaccinium corymbosum L.), cv. Liberty y Aurora bajo simulación de parámetros de exportación.* Chillán-Chile: Universidad de Concepción.
- Demir, H., & Bicim, G. (2022). *Antioxidant, phenolic content and antimicrobial properties of bilberries (Vaccinium myrtillus L.). Natural Sciences.*
- Eckerter, T., Buse, J., Förschler, M., & Pufal, G. (2019). *Additive positive effects of canopy openness on European bilberry (Vaccinium myrtillus) fruit quantity and quality. Forest Ecology and Management, 433, 122–130.* <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.059>
- Fabricio, M. I. A. (2022). *“EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y*

*CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL ARÁNDANO *Vaccinium Corymbosum* EN TECNOLOGÍAS DE CONSERVACIÓN COMBINADAS (DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA Y ATMÓSFERAS MODIFICADAS).*”

- Fernández, Ó. (2022). *Cultivo y exportación de arándano azul. Blueberry*. Universidad de Valladolid.
- Flores, L. (2019). *Rendimiento y calidad de 20 progenies de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.)*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación Las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta. In *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill.
- Leonardo, P. (2022). *Comparación de la atmósfera controlada y modificada en la conservación de arándano fresco para exportación*. Lima.Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Lucho, V. (2020). *ESTANDARIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS TECNOLÓGICOS EN EL PROCESAMIENTO DE *Vaccinium Myrtillus* “ARANDANO AZUL” EXPORTABLE EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL, BARRANCA-2020*. Huacho-Lima: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- MAN, C.M.D., JONES, A.A. 1997 Y SINGH, R. P. 1996. (1997). FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE LOS ALIMENTOS. In *Icassp* (Vol. 21, Issue 3).
- Manterola, C., Quiroz, G., Salazar, P., & García, N. (2019). Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 30(1), 36–49. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2018.11.005>
- Maldonado, A. (2022). *Evaluación de la capacidad antioxidante y características físicoquímicas del arándano *vaccinium corymbosum* en tecnologías de conservación combinadas (deshidratación osmótica y atmósferas modificadas)*. Ibarra-Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Mego, L. A. S. C. (2018). *Evaluación del tiempo de vida útil del arándano (*Vaccinium Corymbosum*) fresco variedad azul, almacenado en atmósfera modificada*. 111. [https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5467/Santa Cruz Mego%2C Lis Andrea.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5467/Santa_Cruz_Mego%2C_Lis_Andrea.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mondalgo, R. (2022). *Proceso y empaque de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) para exportación*. Lima-Perú: Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”.

- Paredes, D. (2022). *Adaptación de dos variedades de arándano (Vaccinium corymbosum), biloxi y emerald, bajo cubierta y semicubierta en el centro de investigación e innovación tecnológica agropecuaria Tungurahua-Pillaro (Ciutat) (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica de Ambato.
- Pires, T. C. S. P., Caleja, C., Santos-Buelga, C., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2020). *Vaccinium myrtillus L. Fruits as a Novel Source of Phenolic Compounds with Health Benefits and Industrial Applications - A Review. Current Pharmaceutical Design, 26(16), 1917–1928.* <https://doi.org/10.2174/1381612826666200317132507>
- Nucifora, M. (2021). *Implementación de recubrimientos comestibles en arándanos azules como tecnología postcosecha para extender su vida útil y mejorar su calidad y valor nutricional*. Buenos Aires-Argentina: Universidad del Belgrano.
- Pineda, M. (2021). *Elaboración de un plan HACCP para Vaccinium myrtillus “Arandanos” frescos con fines de exportación en la empresa VISIONS, Cañete- 2019*. Huacho-Lima: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- Rodríguez, J. (2021). *Factores que influyen en la exportación de arándanos frescos en la región de La Libertad 2015 - 2019*. Universidad San Ignacio de Loyola.
- Sánchez, G. (2021). *Efecto de la aplicación de ozono sobre la carga microbiana y apariencia general de arándanos (Vaccinium myrtillus) previo al almacenamiento (Tesis de pregrado)*. Universidad Le Cordon Bleu.
- Shamilov, A., Olennikov, D., Pozdnyakov, D., Bubenchikova, V., Garsiya, E., & Larskii, M. (2022). *Caucasian Blueberry: Comparative Study of Phenolic Compounds and Neuroprotective and Antioxidant Potential of Vaccinium myrtillus and Vaccinium arctostaphylos Leaves. Life, 12(12).* <https://doi.org/10.3390/vida12122079>
- Sanchez, G. (2021). *Efecto de la aplicación de ozono sobre la carga microbiana y apariencia general de arándanos (Vaccinium myrtillus) previo al almacenamiento*. Lima-Perú: Universidad LE CORDON BLEU.
- Seminario, L. (2022). *Efecto del tiempo de almacenamiento con anhídrido sulfuroso sobre la firmeza, crecimiento de mohos y levaduras y aceptabilidad general de arándano (Vaccinium corymbosum L.) variedad Ventura*. Trujillo.Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Ubillus, E. (2019). *Efecto de la concentración de ozono y tiempo de contacto sobre la vida útil del arándano (Vaccinium myrtillus) fresco (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Urbonaviciene, D., Bobinaite, R., Viskelis, P., Bobinas, C., Petruskevicius, A., Klavins, L.,

- & Viskelis, J. (2022). Geographic Variability of Biologically Active Compounds, Antioxidant Activity and Physico-Chemical Properties in Wild Bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.). *Antioxidants*, *11*(3), 588. <https://doi.org/10.3390/antiox11030588>
- Villegas, L. (2021). *Evaluación de tres sustratos para el desarrollo del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.), variedad biloxi en la parroquia Montalvo (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica de Ambato.
- Vito, J. (2019). *Determinación de la vida útil mediante pruebas aceleradas (aslt) de un producto extruido enriquecido con concentrado proteico de papa (*Solanum tuberosum* L.)*. Lima-Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Vrancheva, R., Ivanov, I., Badjakov, I., Dincheva, I., Georgiev, V., & Pavlov, A. (2020). Optimization of polyphenols extraction process with antioxidant properties from wild *Vaccinium myrtillus* L. (bilberry) and *Vaccinium vitis-idaea* L. (lingonberry) leaves. *Food Science and Applied Biotechnology*, *3*(2), 149. <https://doi.org/10.30721/fsab2020.v3.i2.98>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

TITULO	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
	Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS TECNOLÓGICOS Y EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL Vaccinium myrtillus (ARÁNDANO AZUL) FRESCO EXPORTABLE	¿Cuál es la influencia de los parámetros tecnológicos de procesamiento en la calidad exportable y la vida útil del Vaccinium myrtillus (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.?	Determinar la influencia de los parámetros tecnológicos de procesamiento en la calidad exportable y la vida útil del Vaccinium myrtillus (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.	La aplicación de los adecuados parámetros tecnológicos de procesamiento influyese significativamente en la calidad exportable y la vida útil del Vaccinium myrtillus (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.	Parámetros tecnológicos de procesamiento a los arándanos azules frescos	Concentración de SO ₂ Tiempo de inyección Tiempo de gasificación Tiempo de evacuación Tipo de empaque Temperatura de almacenamiento Humedad de almacenamiento
	Problema Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente	
	¿Cuál es la influencia de los parámetros tecnológicos de procesamiento en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas del Vaccinium myrtillus (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.?	Evaluar la influencia de los parámetros tecnológicos de procesamiento en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas del Vaccinium myrtillus (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.	Los parámetros tecnológicos de procesamiento tendrán una influencia positiva en las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas del Vaccinium myrtillus (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.	Calidad exportable y vida útil a los arándanos azules frescos para exportación	Procedimientos estandarizados (defectos progresivos y no progresivos) Diámetro Color Sabor Firmeza Sólidos totales Acidez Recuento total de mesófilos Recuento total de hongos y levaduras Recuento de coliformes totales
¿Cuál es la influencia de los parámetros tecnológicos de procesamiento en la vida útil del Vaccinium myrtillus (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.?	Evaluar la influencia de los parámetros tecnológicos de procesamiento en la vida útil del Vaccinium myrtillus (arándano azul) fresco almacenado a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.	Los parámetros tecnológicos de procesamiento influyeran significativamente en la vida útil del Vaccinium myrtillus (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.			
¿Cuáles son los parámetros tecnológicos de procesamiento que influyen significativamente en la calidad exportable y vida útil del Vaccinium myrtillus (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.?	Determinar los parámetros tecnológicos de procesamiento que influyen significativamente en la calidad exportable y vida útil del Vaccinium myrtillus (arándano azul) fresco almacenado a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.	Se determinará los parámetros tecnológicos de procesamiento que influyeran significativamente en la calidad exportable y vida útil del Vaccinium myrtillus (arándano azul) fresco almacenamiento a 0 °C en la empresa Larama Berries S.A.C.			Concentración de O ₂ – CO ₂ Fenoles solubles totales Tiempo de vida útil

Datos Generales																				
Código De Muestra																				
	Naciente	Fin																		
Día De Evaluación																				
Tiempo De Almacenamiento																				
Evaluación Físicoquímica																				
O2 / CO2																				
°Brix / Acidez																				
Firmeza																				
Sabor																				
Evaluación De Calidad – Defectos No Progresivos																				
Total De Bayas																				
Defectos	N°	%	N°	%																
Russet/Cicatriz																				
Fuera De Color																				
Tierra																				
Pedículo																				
Sin Bloom (Pruina)																				
Restos Vegetales																				
Restos de Polen																				
% Total De Defectos No Progresivos																				
Evaluación De Condición – Defectos Progresivos																				
Blando																				
Herida Fresca (Desgarro)																				

Partidura																		
Deshidratado Leve																		
Deshidratado Severo o Fuerte																		
Pudrición																		
Pedúnculo Profundo																		
Fumagina																		
%Total De Defectos Progresivos																		

Anexo 3. Galería de fotos



Figura 37 Pesado de arándanos



Figura 38. Equipo Durofell para medir FIRMEZA



Figura 39. Refractómetro de los °Brix y acidez



Figura 40. Medición de Concentración de O₂– CO₂



Figura 41. Evaluación microbiológica



Figura 42. Evaluación de °Brix y acidez.