

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



**ESTANDARIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS TECNOLÓGICOS EN
EL PROCESAMIENTO DE *Vaccinium Myrtillus* “ARANDANO AZUL”
EXPORTABLE EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL,
BARRANCA-2020.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

VALENTIN HAYASHI LUCHO MARTINEZ
Asesorado por el Mg. Danton Jorge Miranda Cabrera

**HUACHO - PERÚ
2021**

ESTANDARIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS TECNOLÓGICOS EN EL PROCESAMIENTO DE Vaccinium Myrtillus "ARANDANO AZUL" EXPORTABLE EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL, BARRANCA-2020.

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	andina.pe Fuente de Internet	2%
2	proyectosperuanos.com Fuente de Internet	2%
3	geekandchic.cl Fuente de Internet	1%
4	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	scotiabankfiles.azureedge.net Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.agrodataperu.com Fuente de Internet	1%
8	documentop.com Fuente de Internet	1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

**ESTANDARIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS TECNOLÓGICOS EN
EL PROCESAMIENTO DE *Vaccinium Myrtillus* “ARANDANO AZUL”
EXPORTABLE EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL,
BARRANCA-2020.**

Sustentado y aprobado ante el jurado evaluador

Mg. GUILLERMO NAPOLEON VAZQUEZ CLAVO

Presidente

Dr. FREDESVINDO FERNANDEZ HERRERA

Secretario

Mg. FELIX BUSTAMANTE BUSTAMANTE

Vocal

Mg. DANTON JORGE MIRANDA CABRERA

Asesor

HUACHO - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor para mis abuelitos Hilario Martinez y Teresa Ramirez por el gran sacrificio que hicieron por mí y el gran apoyo que hasta el día de hoy me siguen brindando.

Dedicado a mis padres, hermano, tíos y primos que por todo su sacrificio que hicieron, hoy ven el resultado en mí.

Los amo con todo mi corazón familia.

Lucho Martínez Valentín Hayashi

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la universidad por brindarme la oportunidad de haber adquirido sabios conocimientos sobre mi carrera profesional y brindarme todo el apoyo necesario durante la estadía de la carrera.

A mis docentes por sus amplios y sabios conocimientos, a mis compañeros por brindarme la confianza y el apoyo necesario para poder lograr el objetivo.

Gracias totales familia.

Lucho Martínez Valentín Hayashi

ÍNDICE

RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Descripción de la realidad problemática	2
1.2 Formulación del problema	5
1.2.1 Problema general	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.3 Objetivos de la investigación	6
1.3.1 Objetivo general	6
1.3.2 Objetivos específicos	6
1.4 Justificación de la investigación	7
1.5 Delimitaciones del estudio	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes de la investigación	8
2.1.1 Investigaciones internacionales	8
2.1.2 Investigaciones nacionales	10
2.2 Bases teóricas	12
2.2.1 Descripción del Arándano	12
2.2.1.1 Propiedades del Arándano	13
2.2.1.2 Valor Nutricional	15
2.2.2 Características Físico Químico	16
2.2.3 Análisis de Mercado	17
2.2.3.1 Producción de Arándanos en el Perú	18
2.2.4 Cosecha	19
2.2.5 Manejo Post Cosecha	20
2.3 Definición de términos básicos	20
2.4 Hipótesis de investigación	24
2.4.1 Hipótesis general	24
2.4.2 Hipótesis específicas	24

CAPÍTULO III	25
METODOLOGÍA	25
3.1	Diseño metodológico 25
3.1.1	Ubicación 25
3.1.2	Materiales e insumos 26
3.1.3	Diseño experimental 27
3.1.4	Tratamientos 27
3.1.5	Características del área experimental 28
3.1.6	VARIABLES A EVALUAR 35
3.1.7	Conducción del experimento 35
3.2	Población y muestra 42
3.2.1	Población 42
3.2.2	Muestra 42
3.3	Técnicas de recolección de datos 43
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información 44
CAPÍTULO IV	45
RESULTADOS	45
4.1	Análisis de resultados 45
4.1.1	Resultados del análisis de defectos críticos reportados en el año 2019 45
4.1.2	Resultados de la estandarización de parámetros tecnológicos en el procesamiento del arándano azul exportable 47
A.	Resultados del porcentaje de error en la calibración de los arándanos 47
B.	Resultados del porcentaje de pudrición blanda o formación de micelio 52
C.	Resultados del producto sobre maduro. 57
CAPÍTULO V	60
DISCUSIÓN	60
5.1	Discusión de resultados 60
CAPÍTULO VI	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
6.1	Conclusiones 64
6.2	Recomendaciones 65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS	70

RESUMEN

Objetivo: determinar el efecto de la estandarización de los parámetros tecnológicos sobre la calidad exportable del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” en una empresa agroindustrial, Barranca 2020. **Metodología:** mediante un análisis de Pareto se identificaron los problemas de no calidad críticos en la empresa los cuales fueron; producto fuera de calibre, bayas con podredumbre por mohos y frutos sobremaduros; posteriormente se identificaron los factores de control importantes asociados a los problemas de no calidad y se construyeron diseños experimentales para cada uno, asignándose niveles de prueba para el ajuste de la sensibilidad del inspector/calibrador (80, 85, 90, 99 y 95%), la gasificación con dióxido de azufre (150, 200 y 250 ppm) y tiempo de exposición (20 y 30 minutos) para luego determinar los porcentajes de error del proceso tras la aplicación de cada tratamiento. **Resultados:** de la manipulación de las variables el porcentaje de arándano fuera de calibre paso de un rango de errores de 15,36-36,71% a un rango de 1,11-3,09% en diversos calibres; con respecto a podredumbre blanda se consiguió reducir el defecto de 17,67% hasta 1,67 % y para el defecto de bayas sobremaduras se redujo de 10,90 a 1,68% en el producto final. **Conclusión:** la estandarización de los parámetros tecnológicos tiene un efecto positivo en el cumplimiento de los requisitos de calidad exportable del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” en una empresa agroindustrial, Barranca – 2020, ya que se consiguió reducir a niveles aceptables los porcentajes de defectos de calidad reportados en el proceso.

Palabras clave: *Dióxido de azufre, calibración de frutas, podredumbre blanda, fruta sobremadura.*

ABSTRACT

Objective: to determine the effect of the standardization of the technological parameters on the exportable quality of *Vaccinium myrtillus* "blueberry" in an agroindustrial company, Barranca 2020. **Methodology:** by means of a Pareto analysis, the critical non-quality problems in the company were identified. Which were; out-of-size product, berries with mold rot and overripe fruits; subsequently, the important control factors associated with non-quality problems were identified and experimental designs were built for each one, assigning test levels for adjusting the sensitivity of the inspector / calibrator (80, 85, 90, 99 and 95%), gasification with sulfur dioxide (150, 200 and 250 ppm) and exposure time (20 and 30 minutes) to then determine the error percentages of the process after the application of each treatment. **Results:** from the manipulation of the variables, the percentage of blueberries out of size went from a range of errors of 15,36-36,71% to a range of 1,11-3,09% in various sizes; Regarding soft rot, it was possible to reduce the defect from 17,67% to 1,67% and for the defect of overripe berries it was reduced from 10,90 to 1,68% in the final product. **Conclusion:** the standardization of the technological parameters has a positive effect on the fulfillment of the exportable quality requirements of *Vaccinium myrtillus* "blueberry" in an agro-industrial company, Barranca - 2020, since it was possible to reduce the percentages of defects of quality reported in the process.

Keywords: *Sulfur dioxide, fruit calibration, soft rot, overripe fruit*

INTRODUCCIÓN

La FAO estima que cerca del 50% de los alimentos frescos se pierden en diferentes etapas tras la cosecha, sobre todo en los países en vías de desarrollo, ello debido a la perecibilidad de los alimentos, agentes microbianos alterantes y las prácticas de manipulación que generan mermas. En el caso de las empresas agroindustriales su principal materia prima son los productos frescos, los cuales son acondicionados con operaciones de limpieza, desinfección, selección, empaclado y almacenamiento a bajas temperaturas, con lo que se consigue incrementar su tiempo de vida útil; sin embargo, en cada una de esas etapas se van generando mermas de proceso debido a incumplimientos de los requisitos de calidad. Así mismo los procesos por su naturaleza tienen inherente al error debido a la variabilidad de los factores de control repercutiendo directamente en la calidad y cantidad de producto considerado apto y por ende en la cantidad de producto rechazado. Es por ello que en esta investigación se analizan el efecto de las variables de control asociados al manejo postcosecha del *Vaccinium Myrtillus* “arándano azul” exportable en una empresa agroindustrial de la provincia de Barranca a fin de encontrar las condiciones que reduzcan considerablemente los errores y pérdidas por no calidad del producto debido a la no estandarización de las variables del proceso.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

En el Perú la producción y comercialización de arándanos (*Vaccinium Myrtillus*) ha venido incrementándose. (León, 2020) escribe que, en los últimos cinco años, las exportaciones peruanas de arándano han crecido a un ritmo anual promedio de 150% pasando US\$ 97.2 millones en 2015 a US\$ 825 millones en 2019. Además, en 2019 Perú se convirtió en el primer proveedor mundial de arándano, superando a Chile.

En lo que va del presente año se han exportado 14 504 toneladas de arándanos frescos valorizados en US\$ 74 207 000. El precio promedio FOB es de USD 4 675/t, lo cual significó una variación de 20.3 % en comparación al mismo periodo del año pasado, los principales países que demandan el arándano son Estados Unidos (61.4%), seguido de Holanda (26.1%) y China (5.6%), estos países concentraron el 93% del total exportado (Agronoticias, 2020)

Mencionar también que Taiwán ya autorizó la importación de Arándanos frescos provenientes del Perú. (La República, 2020) indica que, la Oficina Económica y Cultural de Taipéi en Lima informó que el Consejo de Agricultura de Taiwán ha promulgado “Los Requisitos de Cuarentena para la Importación de Arándanos Frescos de Perú”, lo cual significa que se dio luz verde para el ingreso de arándanos peruanos al mercado taiwanés. Cabe resaltar que Taiwán tiene un mercado de 13,7 millones de dólares para arándanos, y la mayoría proviene de Estados Unidos y Chile.

Los fines para los cuales es destinado el arándano en dichos países son diversas entre los principales tenemos el consumo como alimento fresco, industria farmacéutica, industria química, elaboración de zumos y jugos, etc. Cada uno de estos usos es debido a los grandes beneficios para la salud debido a su gran valor nutricional y poder antioxidante.

Sabemos del potencial que existe en la comercialización para el Arándano es por ello las principales empresas agroexportadoras conscientes de la oportunidad y para poder competir tienen que invertir en tecnología y proceso eficientes para ofrecer el mejor servicio y producto final de calidad que cumpla con cada una de los requisitos y estándares internacionales.

El norte chico viene hacer uno de las zonas importantes para la producción y procesamiento de productos agrícolas entre ellos se

encuentra la provincia de Barranca donde podemos encontrar empresas agrícolas que se dedican a la siembra y producción del arándano seguidas de empresas agroexportadoras que se encuentran habilitadas para procesar y exportar el arándano a diferentes destinos del mundo.

En el desarrollo de dicha actividad se realiza mediante la aplicación de procedimiento y protocolos realizados y aprobados por el Ministerio de Agricultura y Riego a través del SENASA en caso que una empresa decida procesar y exportar el arándano tendrá que adecuarse al cumplimiento de dichos protocolos exigentes para cada destino.

Conociendo dicho protocolo la empresa implementa procedimientos, fija estándares y parámetros tecnológicos correspondientes para el cumplimiento de dichos requisitos que es principalmente la sanidad vegetal y control de temperaturas con la finalidad de evitar la presencia de plagas cuarentenarias que no están permitidos en determinados países. También se establecerá puntos de control (PC) y puntos críticos de control (PCC) para asegurar la inocuidad y la calidad del producto final.

Conocemos las oportunidades y ventajas en el negocio de arándano, pero también la problemática el cual recae principalmente en el manejo agronómico en campo que será controlado en situ, pero la problemática en planta será controlada mediante evaluaciones,

análisis, procedimientos y protocolos bien definidos, de esta manera garantizar la calidad y sanidad del producto final con la finalidad de evitar reclamos, rechazos, pérdida de clientes, suspensión de la empresa y hasta el cierre del mercado.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el efecto de la estandarización de los parámetros tecnológicos sobre la calidad exportable del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” en una empresa agroindustrial, Barranca 2020?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es el efecto de la estandarización tecnológica del proceso de clasificación por tamaño sobre el porcentaje del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” fuera de calibre en una empresa agroindustrial, Barranca 2020?

¿Cuál es el efecto de la estandarización tecnológica del proceso de la gasificación con SO₂ sobre el porcentaje de podredumbre blanda del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” en una empresa agroindustrial, Barranca 2020?

¿Cuál es el efecto de la estandarización tecnológica de la selección por grado de madurez sobre el porcentaje del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” sobremaduro en una empresa agroindustrial, Barranca 2020?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el efecto de la estandarización de los parámetros tecnológicos sobre la calidad exportable del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” en una empresa agroindustrial, Barranca 2020.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto de la estandarización tecnológica del proceso de clasificación por tamaño sobre el porcentaje del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” fuera de calibre en una empresa agroindustrial, Barranca 2020.

Determinar el efecto de la estandarización tecnológica del proceso de la gasificación con SO₂ sobre el porcentaje de podredumbre blanda del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” en una empresa agroindustrial, Barranca 2020.

Determinar el efecto de la estandarización tecnológica de la selección por grado de madurez sobre el porcentaje del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” sobremaduro en una empresa agroindustrial, Barranca 2020.

1.4 Justificación de la investigación

La investigación se justifica en la necesidad de mejorar los procesos mediante la estandarización tecnológica, que permita conseguir mejorar los niveles de calidad de los productos hortofrutícolas. Especialmente en la reducción de pérdidas por “no calidad”, las cuales se pueden minimizar con un sistema estandarizado de controles tecnológicos en operación. Ello a su vez repercute en menos pérdidas económicas por parte de empresas agroexportadoras y productores de arándanos. También se traduce en menor número de reclamos por parte de clientes y contribuye a la seguridad alimentaria desde las dimensiones; disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad ya que pone al alcance de la población un producto de gran valor nutricional.

1.5 Delimitaciones del estudio

- Temático:
 - Estandarización de parámetros tecnológicos.
 - Postcosecha del Arándano azul
 - Calidad exportable del Arándano azul.
- Temporal: 2020

- Geográfico: Barranca

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Para el sustento del presente trabajo de investigación, se utilizará información teórica que se adapte y sirva como fundamento sólido y así desarrollar y cumplir con cada uno de nuestros objetivos descritos, para lo cual se recurrirá a fuentes nacionales e internacionales los cuales nos servirán en el establecimiento de estándares y parámetros tecnológicos en el procesamiento de arándanos azul y aplicarlo en una empresa agroindustrial ubicada en la ciudad de Barranca.

2.1.1 Investigaciones internacionales

En lo que respecta a los arándanos, hay un potencial netamente positivo entre los actuales consumidores italianos de productos de Perú; el 58% han consumido un producto peruano, están interesados en comprar arándanos peruanos (el 23% se declara muy interesado).

La tasa disminuye mucho por los actuales no consumidores de productos de Perú, llegando al 39% (MINCETUR, 2019, p. 31).

Guitierrez y Gribenow en el 2017 indicaron que la primera economía del planeta, Estados Unidos, con una población superior a los 318 millones de habitantes, de la cual el 73 % consume productos orgánicos y cuyo consumo per cápita de arándano azul es de 1.1 kilogramos, es a la vez el mayor importador y consumidor de arándano azul del planeta. Sin embargo, por condiciones climáticas, no genera producción propia entre los meses de setiembre y noviembre, y sus principales abastecedores comparten dicha restricción en gran medida (Guitierrez & Gribenow, 2017, pág. 9).

Cáceres en el 2016 indica, las restricciones impuestas por Estados Unidos al ingreso de arándanos chilenos provenientes de las regiones de O'Higgins, Maule y Bío-Bío, dada la presencia del insecto *Lobesia botrana* (afectaron alrededor de 8.300 toneladas que no se exportaron después de navidad y que se destinaron, en mayor medida, a la industria del congelado) (Cáceres, 2016, pág. 4).

Dado que las exportaciones de arándano representan una parte importante de lo que percibe el mercado agrícola chileno, parece indispensable buscar la creación de nuevas tecnologías que mejores aceleren y hagan más eficiente la producción de este fruto sin incurrir en daños a la calidad del producto, es por esto que constantemente se instauran nuevos proyectos o tendencias para su

cosecha y post cosecha. La Investigación, Desarrollo e Innovación es uno de los pilares fundamentales del mejoramiento de la productividad de la industria frutícola de exportación (Cáceres, 2016, pág. 17).

Lorduy en el 2019 indico que, si se mira de cerca el aumento que han tenido los cultivos en los últimos años, las cifras son alentadoras. Solo en 2017, Colombia contaba con 120 hectáreas, dos años después esta cifra se ha triplicado con un reporte que supera las 400 hectáreas y con una proyección a mediano plazo, en dos años aproximadamente, a superar las 1.000 hectáreas (Lorduy, 2019).

La Oficina Comercial de Perú en Miami menciona, anteriormente solo se podía importar arándanos después de la fumigación con bromuro de metilo. Recientemente, los arándanos también han sido agregados a la lista de productos que pueden ingresar al país usando el tratamiento frio. El uso del tratamiento frio es un gran avance para los exportadores peruanos, porque con su uso, se puede mantener la calidad del arándano por un periodo adicional de 15 a 17 días, lo cual permite el transporte marítimo de ese producto y la reducción de costos de transportes para los exportadores (Oficina Comercial de Perú en Miami, 2011, pág. 9).

2.1.2 Investigaciones nacionales

En el Perú se ha realizado investigaciones donde se tienen información acerca de los inicios de la exportación para el arándano, el cual se ha ido incrementándose, pero para esto se han realizado innovaciones en tecnología las cuales han ido solucionando las problemáticas que se iban presentando como son: cubrir los altos costo de producción, establecimiento de métodos de sanitización, enfriamiento, almacenamiento y transporte.

Aproximadamente durante el año 2008 donde se inician los proyectos de la siembra del arándano en el Perú a cargo de la empresa privada y también con esto los primeros problemas técnicos que se presentaron como son el aclimatamiento de la planta, mejoramiento en riego tecnificado, estudios de suelo, control de plaga para lo cual se invitó a profesionales extranjeros expertos en viveros de arándanos. La característica de este producto es que es muy sensible motivo por el cual se tenía rechazos de pedidos al inicio para lo cual se ha tenido que invertir capital económico con la finalidad de mejorar y obtener mayor rentabilidad.

La exportación de Arándanos se incrementa en 229% alcanzando los U\$ 96.3 millones a un precio de U\$ 9.36 kilo promedio. En el 2012 las exportaciones se iniciaron con solo U\$ 465 mil dólares. A USA se exporta en el 2015 U\$ 53.7 millones (56% del total), le sigue Holanda con U\$ 26.8 millones (27%), entre 20 países. Lidera las ventas Camposol con U\$ 39.4 millones (41% del total) le sigue TALSA con U\$ 38.4 millones (40%), entre 24 empresas (Koo, 2016).

La Asociación de Exportadores (ÁDEX) informó que los envíos de arándanos a China crecieron en el primer trimestre del año en 1.266,7% al sumar US\$1,2 millones. Esto se dio luego de que, en el 2016, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) consiguiera que el arándano peruano pueda ingresar al gigante asiático después de varios años de coordinación. (El Comercio, 2018).

Un equipo de especialistas de la Oficina de Inspección y Cuarentena de Sanidad Animal y Vegetal – BAPHIQ (por sus siglas en inglés) - de Taiwán, llegó al Perú para conocer in situ las acciones en control, cuarentena y supervisión que permiten exportar productos agrícolas libres de plagas. Este es uno de los pasos que ambos países están cumpliendo para la futura exportación de arándanos peruanos hacia el país asiático. (Gestión, 2019).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Descripción del Arándano

El arándano (*Vaccinium Myrtilus*) es una pequeña baya comestible azul, cuyo tamaño puede variar entre los 0,7 y 2,5 centímetros de diámetro. Perteneciente a la familia de las ericáceas del género *Vaccinum*, su origen es principalmente del hemisferio norte. Más precisamente de Estados Unidos, según los registros históricos investigados. Es por ello que es reconocida a nivel mundial con el nombre "blueberry" (De Domini & Escobar, 2013).



Figura 1. Planta de arándano azul. Tomado de (**Portalfruticola.com, 2018**)

2.2.1.1 Propiedades del Arándano

El arándano (*Vaccinium myrtillus L.*) es una de las fuentes naturales más ricas de antocianinas. Estos componentes poli fenólicos le dan al arándano su color azul/negro y un alto contenido de antioxidantes, y se cree que son los bioactivos claves responsables de muchos beneficios para la salud reportados del arándano y otras bayas. Aunque el arándano se promueve más comúnmente para mejorar la visión. Se ha informado que reduce la glucosa en sangre, tiene efectos anti inflamatorios y reductores de lípidos, también promueve la defensa antioxidante y reduce el estrés oxidativo. Por lo tanto, el arándano tiene un valor potencial en el tratamiento o prevención de afecciones asociadas con inflamación, dislipidemia, hiperglucemia o aumento del estrés oxidativo, enfermedad cardiovascular, cáncer, diabetes y demencia y otras enfermedades relacionadas con la edad.

También hay informes de que el arándano tiene actividad antimicrobiana (Benzie & Wachtel, 2011, p. 55).

Según el portal (Nutrición sin más, 2015) resume los beneficios del consumo del arandano de la siguiente manera.

- Son muy bajos en calorías, con un gran contenido de fibra, vitamina C y vitamina K.
- Tienen la capacidad antioxidante más alta de todas las frutas y vegetales que se consumen generalmente, con los flavonoides como principales antioxidantes presentes.
- El jugo puede proteger contra el daño al ADN, una causa principal del envejecimiento y el cáncer.
- Los antioxidantes en arándanos han demostrado servir como protección contra el daño oxidativo en las lipoproteínas LDL, proceso esencial en la aparición de problemas cardiovasculares.
- El consumo regular de arándanos ha demostrado descender la presión sanguínea en numerosos estudios.
- Hay evidencias que apuntan a que comer arándanos de manera regular puede ayudar a prevenir ataques cardíacos.
- Los antioxidantes en arándanos parecen tener beneficios para el cerebro, ayudando a mejorar la función cerebral y retrasando el declive relacionado con el envejecimiento.

- Varios estudios han demostrado que los arándanos tienen efectos protectores contra la diabetes, ayudando a mejorar la sensibilidad a la insulina y a bajar los niveles de azúcar en sangre.
- Los arándanos contienen sustancias que podrían prevenir que ciertas bacterias se adhieran a las paredes de la vejiga. Esto podría ser útil al momento de prevenir infecciones del tracto urinario.
- Está claro que los arándanos son increíblemente saludables y nutritivos. Además, son deliciosos y pueden disfrutarse tanto frescos como congelados.

2.2.1.2 Valor Nutricional

Según el Departamento de Agricultura de los Estado Unidos (USDA por sus siglas en ingles). El arándano (blueberries) se caracteriza por ser un alimento bajo en calorías (57 Kcal) lo cual lo hace un producto dietético, a la vez es un gran antioxidante por su contenido de vitamina C (9.7 mg) contiene fibra dietética (2.4 g) que ayuda a reducir los niveles de glucosa y colesterol en sangre, contiene también fosforo (12 mg) que mejora la capacidad memorística y a la vez es un energizante natural. Entre otros nutrientes importantes tal como se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 1

Composición nutricional del arándano

Nutrientes (g)	Vitaminas (mg)	Minerales (mg)
-----------------------	-----------------------	-----------------------

Energía (Kcal)	57	Vitamina A	0.003	Calcio	6
Proteína	0.74	Tiamina	0.037	Fósforo	12
Carbohidrato	14.49	Riboflavina	0.041	Magnesio	6
Azucares	9.96	Niacina	0.418	Hierro	0.28
Fibra dietética	2.4	Vitamina B6	0.052	Zinc	0.16
Grasa	0.33	Vitamina C	9.7	Cobre	0.057
Ceniza	0.217	Vitamina E	0.57	Potasio	77
Agua	84.21	Vitamina K	0.0193	Sodio	1

Nota. Adaptado de Food and Nutrient Database for Dietary Studies (FNDDS) del United States Department of Agriculture (USDA), 2015-2016

2.2.2 Características Físico Químico

Los estándares de clasificación de arándanos del USDA no establecen una forma determinada como requisito para la comercialización interna y externa de arándanos en Estados Unidos. Sin embargo, establece que los frutos deben presentar características varietales similares, es decir, similitud en el color y forma de los frutos. (Fiedler Montero, 2015).

Tabla 2

Característica fisicoquímica del fruto de arándano

Característica Física		Características Químicas
Longitud (mm)	Peso (gr)	

Longitud Polar	11.90	Peso Fresco	1.90	Brix	6.63
Longitud Ecuatorial	15.56	Peso Seco	0.13	pH	3.83

Nota. Recuperado de (Fiedler Montero, 2015)

2.2.3 Análisis de Mercado

El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) estimó hoy que las exportaciones de arándanos superarían los 700 millones de dólares al cierre del presente año. En el periodo enero-octubre de 2019, las exportaciones de arándano a los mercados internacionales llegaron a los 538 millones de dólares, con la colocación de 73,866 toneladas, según precisó la Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas del MINAGRI. En los últimos cinco años las exportaciones de arándano han tenido un crecimiento exponencial. En 2018, se exportaron 73,903 toneladas de arándanos por un valor FOB de 555 millones de dólares, cifra mayor en 54% respecto al 2017. Del mismo modo, según el Trade Map, en el año 2018 Perú se ubicó como el segundo proveedor mundial de arándano, con una participación del 18% del total exportado. Por otro lado, en el 2018 la producción nacional de arándano alcanzó las 94,805 toneladas, es decir nueve veces más respecto al año 2015 y 81% más respecto al año 2017. El año pasado los principales mercados de destino de los arándanos

frescos peruanos fueron Estados Unidos, Holanda, Inglaterra, China y España. (Andina, 2019).

2.2.3.1 Producción de Arándanos en el Perú

Según la Agencia Peruana de Noticias (Andina, 2019) las regiones productoras de arándano son: La libertad, Lambayeque, Ica, Lima, Ancash y Arequipa. En 2018, solo las regiones de La Libertad y Lambayeque participaron con el 96% de la producción nacional. Finalmente, el Minagri estimó que la producción nacional de arándano para el cierre del 2019 esté cercana a las 150,000 toneladas.

La campaña de producción de arándanos en el Perú se concentra entre julio y abril. Por otro lado, la ventana comercial está entre septiembre y octubre, cuando la producción de Estados Unidos acaba y cuando aún no empieza la producción en Chile y Argentina. Si bien la producción es mayor entre agosto y diciembre, los productores consideran que en el futuro la industria proveerá el fruto durante todo el año. Actualmente, muchas de las variedades aún están pasando por pruebas para ver si las condiciones climáticas son adecuadas para su cultivo. (El Economista América, 2019).

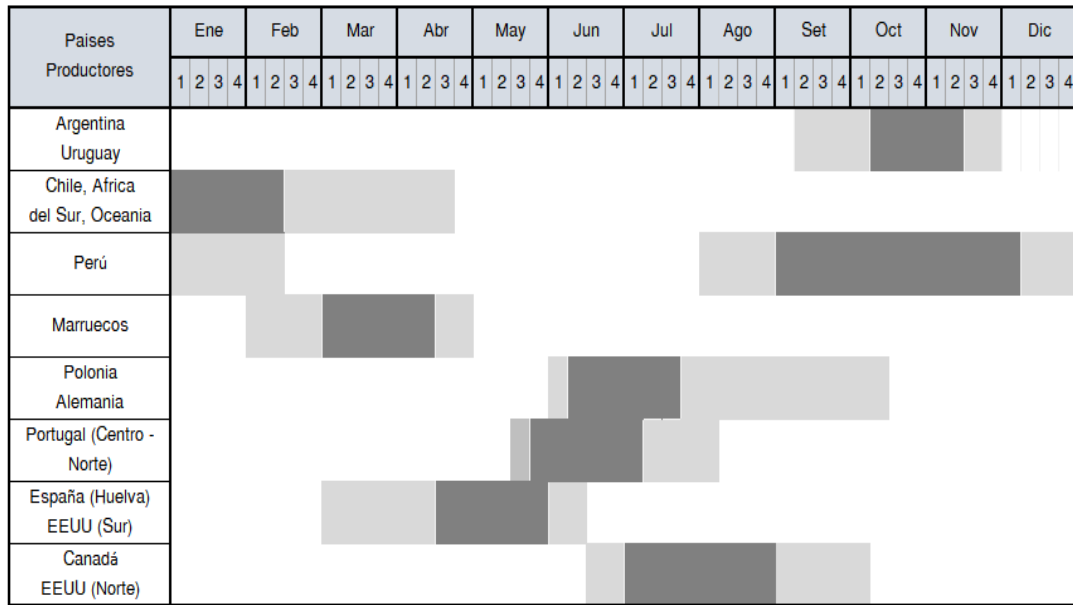


Figura 2. Periodo estacional de producción de arándanos a nivel mundial. Los colores representan (■) Principio o final de cosecha (■) Plena producción. Adaptado de (MINAGRI-DEEIA, 2016)

2.2.4 Cosecha

La madurez fisiológica es cuando la fruta presenta color azul de manera uniforme, para este trabajo se tiene que contar con personal con experiencia y bastante cuidado por lo delicado de la fruta porque una mala manipulación dará lugar al daño mecánico.

Se recomienda realizar la cosecha a primeras horas de la mañana y en días menos calurosos, la cosecha se realiza en jabas especiales las cuales son llenadas y colocadas en un ambiente sombreado y ventilado para evitar la deshidratación de la fruta. El transporte del campo a la planta procesadora se tiene que realizar de manera rápida y teniendo en cuenta las buenas prácticas de transporte y

almacenamiento de manera que se conserve las propiedades y atributos del arándano.

2.2.5 Manejo Post Cosecha

En el almacenamiento y transporte de los arándanos cosechados se recomienda una rápida disminución del calor, buscando que la temperatura sea de 0 – 1°C. El control del frío debe llegar hasta la línea de packing, donde se puede incorporar un túnel de pre-frío que permite obtener fruta con temperatura cerca de 0°C al final de la línea (Salas, 2020). En el packing también se puede utilizar un pre-enfriado por inmersión en agua fría a 1 – 2°C o haciendo pasar los frutos por chorros de agua. Luego los arándanos pasan por una limpieza y selección en la línea de embalaje, así como de un control de calidad. Los embalajes son colocados en pallets y llevados a la cámara de almacenamiento donde son enfriados por circulación de aire frío, con humedecedores funcionando en la cámara para evitar la deshidratación de la fruta. El almacenamiento refrigerado a 0°C y 85 – 90% de humedad relativa junto al control de la atmósfera con el uso de PVC perforado y con espesor de 7 micras permite la conservación de la fruta por 14 días para consumo in natura y de 30 días en el caso del procesado.

2.3 Definición de términos básicos

Entre las principales definiciones podemos citar:

1. Estandarización: Se conoce como estandarización a la aplicación de métodos y/o parámetros evaluados y aprobados con la finalidad de uniformizar un proceso y así obtener un producto final con las mismas características.
2. Parámetro: Un parámetro es un indicativo que puede ser cualitativo y/o cuantitativo que será establecido para la aplicación en un determinado proceso. En el campo de la industria alimentaria un parámetro puede ser físico, químico, biológico, sensorial cada una aplicado en el tratamiento de un alimento en particular.
3. Proceso tecnológico: Conjunto ordenado de conocimientos y procesos necesarios que se van desarrollando de manera secuencial y planificada y que tiene como finalidad la producción de alimentos inocuos y cumplir con estándares internacionales.
4. Arándano Azul: El arándano azul (*Vaccinium Myrtillus*) es un arbusto pequeño de hasta 80 cm de altura perteneciente a la familia Ericaceae de originario de América del Norte.
5. Maduración Fisiológica: Es la madurez que alcanza la fruta luego de haber completado su desarrollo. En el caso del arándano el índice de madurez es la uniformidad en la coloración a azul o azul oscuro.
6. Post-Cosecha: Es el tratamiento al cual es sometido la fruta después de la cosecha, en esta etapa lo que busca es la conservación del producto hasta que llegue al consumidor final.

7. Vida Útil: Es el tiempo que transcurre desde que el alimento es empacado o envasado y empieza a perder sus propiedades fisicoquímicas y organolépticas. En el arándano la vida útil está en función de la temperatura que se aplica en la conservación.
8. Lavado: Es la etapa en la cual se retira restos de polvo y demás impurezas del alimento mediante la utilización de agua potable. El método varía dependiendo del alimento puede ser por inmersión, atomización, goteo con o sin ayuda acción mecánica.
9. Desinfección: Es la etapa después del lavado y en esta etapa se busca la eliminación de microorganismos presentes en el alimento y que puede causar deterioro si no se realiza correctamente. El principal agente desinfectante utilizado es el Hipoclorito de Sodio.
10. Fumigación: Es la etapa de control fitosanitario aplicado en el procesamiento de arándanos, este procedimiento se realiza mediante la aplicación de bromuro de metilo en cámara acondicionadas y destinadas para este fin. Es un requisito para la exportación de arándanos a los mercados de Norte América y Chile.
11. Selección: Es el proceso donde se realiza la separación de fruta que presenta deterioro por daño mecánico, defectos de campo, plagas mediante ciertos criterios y/o especificaciones establecidas que puede ser de manera manual o automatizada.

12. Calibrado: Operación donde se realiza la clasificación para el empaque varía dependiendo a la naturaleza del producto y las especificaciones de cliente. La calibración del arándano se realiza de manera automatizada teniendo en cuenta el diámetro de la baya.
13. Empaque: Operación que consiste en el llenado de la fruta en cajas de diferentes presentaciones y/o diseños y por determinados calibres y categorías.
14. Especificación Técnica: Es la documentación que fundamenta los procedimientos, parámetros y características en el desarrollo y producción de alimentos.
15. Sanidad Vegetal: Es el control de plagas y enfermedades en la agricultura urbana, se desarrolla durante la producción en el campo para lograr controlar y garantizar una producción sana.
16. Cuarentena Vegetal: Toda actividad destinada a prevenir la introducción y/o propagación de plagas de cuarentena o para asegurar su control oficial (FAO, 2016)

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

La estandarización de los parámetros tecnológicos tiene un efecto positivo en el cumplimiento de los requisitos de calidad exportable del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” en una empresa agroindustrial, Barranca – 2020.

2.4.2 Hipótesis específicas

La estandarización del proceso de clasificación por tamaño tiene un efecto positivo en la reducción del porcentaje del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” fuera de calibre en una empresa agroindustrial, Barranca – 2020.

La estandarización del proceso de gasificación con SO₂ tiene un efecto positivo en la reducción del porcentaje de podredumbre blanda del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” en una empresa agroindustrial, Barranca 2020.

La estandarización del proceso de selección por grado de madurez tiene un efecto positivo en la reducción del porcentaje de *Vaccinium*

myrtillus “arándano azul” sobremaduro en una empresa agroindustrial, Barranca 2020.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

Según el problema propuesto y los objetivos planteados, el tipo de investigación a realizar es experimental y correlacional.

Se considera experimental porque se pretende determinar cuáles son los parámetros de procesamiento tecnológicos que debemos estandarizar para la exportación del arándano azul que debe tener una empresa agroindustrial.

Se considera correlacional porque es un tipo de investigación donde se manipula una variable a fin de evaluar su efecto o respuesta. También se evaluarán los controles actuales que se aplican en una empresa agroindustrial procesadora de arándano azul, se definirá y establecerá parámetros de control que permitan asegurar las especificaciones de calidad exportables requeridas por sus clientes.

3.1.1 Ubicación

La investigación se desarrolló en la empresa Agroindustrial Agrokasa de la provincia de Barranca, departamento de Lima - Perú, ubicada en las siguientes coordenadas:

Tabla 3

Coordenadas de ubicación de la empresa agroindustrial Agrokasa.

Magnitud	Coordenadas
Latitud	-10.716299428808302
Longitud	-77.68501651628046

3.1.2 Materiales e insumos

En la presente investigación se emplearon los siguientes materiales, insumos y equipos:

A. Materiales

- Arándanos frescos
- Bandejas plásticas

B. Insumos

- Dióxido de azufre

C. Equipos

- Balanza – Marca Suminco modelo QA-QC IV
- Cámara de refrigeración industrial - Fabricante Isoltech
- Cámara de gasificación - Fabricante Osku
- Vernier digital – Marca Mitutoyo modelo Absolute 500

- Inspector electrónico de Marca ELIFAB modelo EFTX-230
- Analizador industrial de gases marca “E instruments” modelo E5500

3.1.3 Diseño experimental

Para la presente investigación se estableció un Diseño Completamente al Azar (DCA) donde los factores que fueron elegidos son; sensibilidad del calibrador (%), concentración de SO₂ (ppm) y tiempo de exposición (minutos).

3.1.4 Tratamientos

Los tratamientos propuestos se desarrollaron en dos grupos; los tratamientos que manipulan la sensibilidad (%) del equipo calibrador/seleccionador (Tabla 4) y los tratamientos de aplicación del SO₂ (Tabla 5) para la prevención del crecimiento de hongos.

Tabla 4

Tratamientos propuestos para determinar error en la calibración y bayas sobremaduras.

Tratamientos	Variable independiente	Variables dependientes	
	Sensibilidad (%)	Error en la calibración (%)	Error en la selección de bayas sobremaduras (%)
T1	80	-	-
T2	85	-	-
T3	90	-	-

T4	95	-	-
T5	99	-	-

Tabla 5

Tratamientos de gasificación con SO₂ para prevenir la pudrición y crecimiento de hongos en arándanos.

Tratamiento	Variables independientes		Variable dependiente
	SO ₂ (ppm)	Tiempo (min)	Pudrición (%)
Control	0	0	-
G1	150	20	-
G2	200	20	-
G3	250	20	-
G4	150	30	-
G5	200	30	-
G6	250	30	-

3.1.5 Características del área experimental

La investigación se realizó en una planta agroindustrial que cuenta con un área de 1500 m² donde se realiza el manejo postcosecha del arándano azul. La planta cuenta con una línea de empaque del

Arándano azul. Donde el proceso sigue las siguientes etapas en el manejo postcosecha de los arándanos.

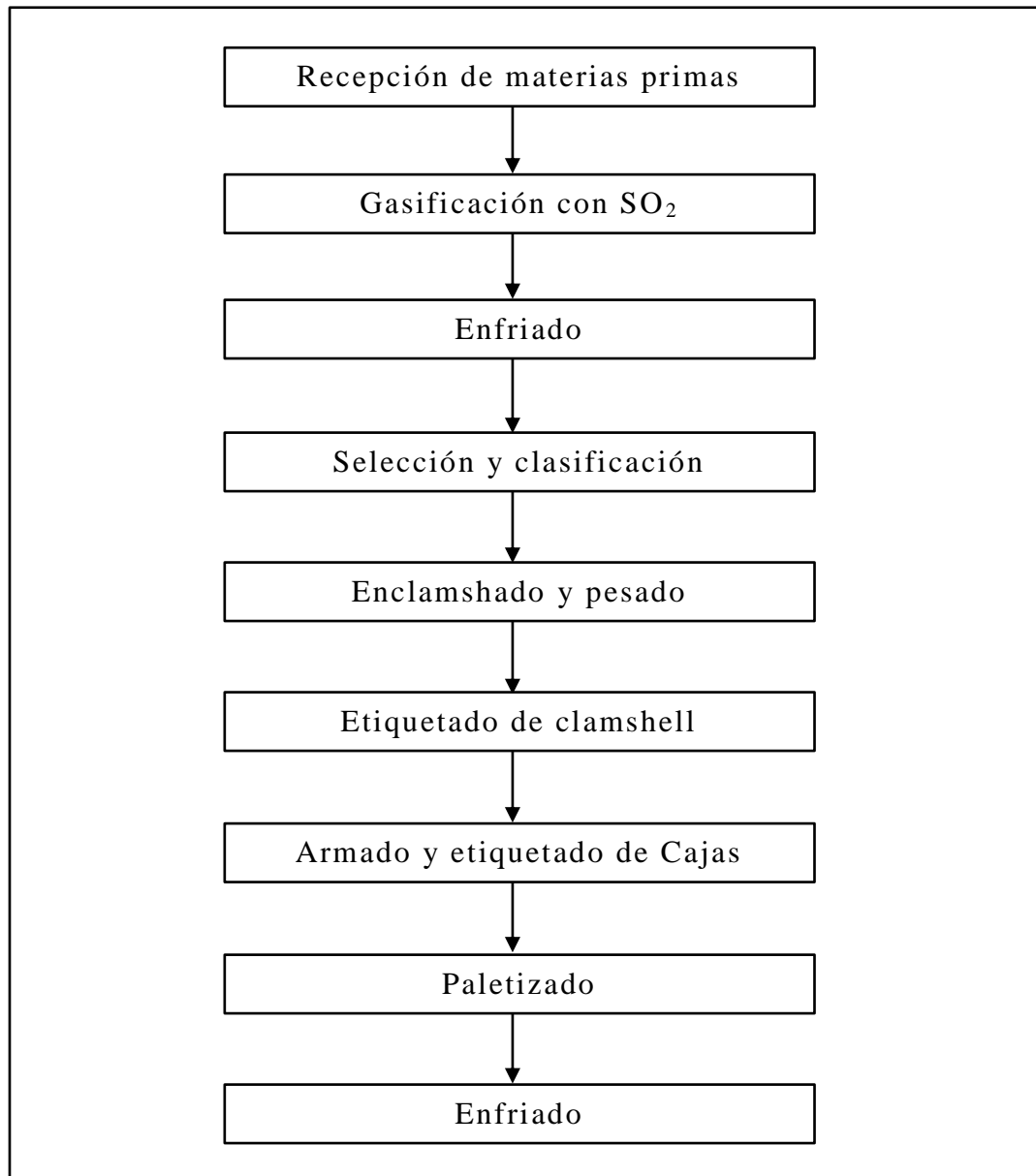


Figura 3. Diagrama de flujo del procesamiento en fresco de arándanos.

a) Recepción de la materia prima

Se realiza la recepción de los arándanos frescos en bandejas plásticas, las mismas que se acompañan de guías de remisión con la cantidad y datos de la materia prima que ingresa al almacén, para la toma de decisión en aceptación o rechazo, el supervisor de calidad de recepción de materias primas realiza una inspección previa del porcentaje (%) de defectos a fin de verificar que este se encuentre por encima del 60% de aprovechable en caso contrario el lote se rechaza, además tras su aceptación se le asigna un código de lote interno para su trazabilidad.

b) Gasificación con SO₂

En caso de detectarse indicios de pudrición o crecimiento de mohos se lleva a la cámara de gasificación y se trata con una atmosfera modificada de anhídrido sulfuroso (SO₂) que va desde 150 a 250 ppm por un tiempo máximo de 20 a 30 minutos.

c) Enfriado

En caso de que la fruta deba pasar al procesamiento inmediatamente es enfriada por ciclos de enfriamiento en túneles de aire forzado hasta alcanzar temperaturas de 4 a 6 °C en 30 a 40 minutos, sin embargo, si la fruta se mantendrá en espera se puede realizar esta labor en las cámaras de refrigeración convencionales para materias primas y permanecer almacenada a dicha temperatura hasta su procesamiento.

d) Selección y clasificación

El proceso de selección y clasificación se realiza empleando un inspector electrónico de Marca ELIFAB Modelo EFTX-230 cuya capacidad es de 45 frutos por segundo o 200 kg/hora. El cual incorpora un sistema de clasificación por color y tamaño con una precisión de hasta 96% en el reconocimiento de defectos, esta tarea es realizada mediante el análisis de imágenes realizado mediante fotografías de los arándanos inspeccionados (Figura 4) en total se capturan 30 imágenes por cada arándano inspeccionado.

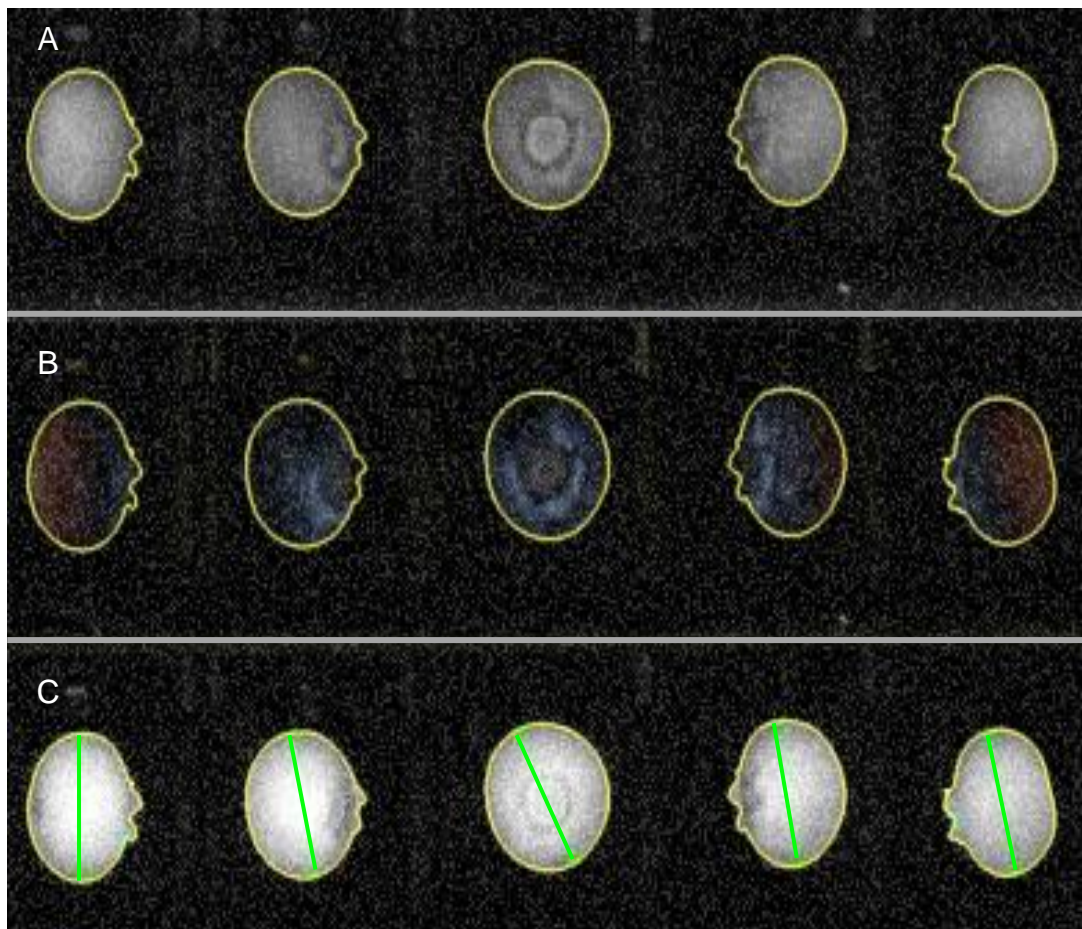


Figura 4. Sistema de inspección de arándanos por imágenes; (A) Integridad física de la baya, (B) inspección del color y (C) clasificación por diámetro ecuatorial.

La clasificación por tamaño está dada en 5 categorías:

Tabla 6

Tamaños de calibres según el diámetro ecuatorial en arándanos

Calibres	Diámetro ecuatorial	
	Mínimo (mm)	Máximo (mm)
Bajo calibre	-	10
Chico	11	12
Mediano	13	14
Grande	15	18
Extragrande	19	-

Fuente: Adaptado de NTP 012.501 (2019)

e) Enclamshado y pesado

Los arándanos son llenados en cajas de cartón corrugado con soportes de maderas cuando se empacan al granel y las presentaciones más

pequeñas se colocan en clamshell las cuales son contenedores de plástico con tapas que presentan orificios para la favorecer a los procesos de respiración aeróbica y transpiración de los frutos. El peso neto que se coloca en cada clamshell depende de las especificaciones del cliente, sin embargo, las presentaciones que hasta la fecha se han elaborado en la planta son las siguientes:

Tabla 7

Presentaciones de Arándanos empacado en clamshell.

Tamaño	Peso (g)
Pequeño	125
Medio	250
Grande	510
Granel*	6000

*La presentación a granel es la única que se empaca en cajas de cartón corrugado.

f) Etiquetado de Clamshell

Se pegan laminas adhesivas impresas con la marca, el peso, fecha de producción y demás datos de la comercializadora especificados previamente por el cliente.

g) Armado y etiquetado de cajas

Las cajas sirven de empaque terciario ya que permiten agrupar y proteger los clamshell con arándanos, además facilitan su manipulación. Las cajas son de materiales únicos como el cartón corrugado o de materiales mixtos es decir cartón corrugado con esquinero de madera para brindar mayor soporte durante el apilado.

Tabla 8

Numero de clamshell de Arándanos empackado por caja.

Tamaño	Unidades por caja
Pequeño	18
Medio	18
Grande	12

NOTA: La presentación a granel no lleva clamshell.

h) Paletizado

Las cajas se apilan según el tamaño de la caja y las especificaciones del transporte, en caso de ser vía marítima o aérea. En caso el transporte sea aéreo se apilarán hasta en 13 camas de 6 cajas y en caso sea transporte marítimo se apilarán hasta 24 camas de 6 cajas.

i) Enfriado, almacenado y transporte.

El producto terminado paletizado es almacenado bajo temperaturas de 3 a 6°C con humedades relativas de 95% en las cámaras de refrigeración hasta su despacho y carga en contenedores refrigerados para su envío al cliente en Estados Unidos y Europa.

3.1.6 Variables a evaluar

- % de sensibilidad del equipo calibrador.
- Concentración de SO₂ (ppm).
- Tiempo de gasificación del SO₂ (minutos).
- % de sensibilidad del equipo seleccionador.
- % de error en la clasificación por diámetro ecuatorial.
- % de podredumbre blanda.
- % de error en la selección de bayas sobremaduras.

3.1.7 Conducción del experimento

Para el desarrollo de los experimentos se llevó a cabo la siguiente secuencia de actividades en tres etapas:

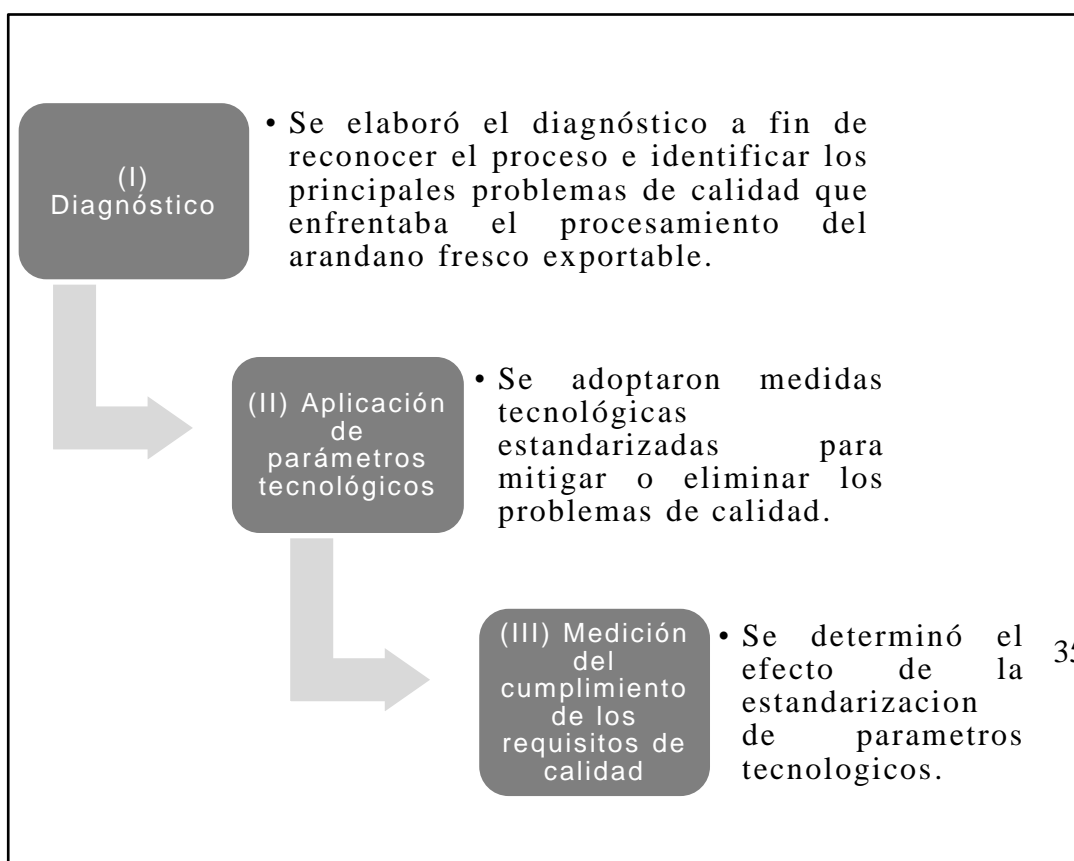


Figura 5. Secuencia de etapas para la recolección de datos en la investigación.

A. Etapa I: Diagnostico base del proceso de arándano azul exportable

Se realizaron visitas a campo en las instalaciones de la planta con el fin de recoger el flujo del procesamiento del arándano azul y se revisaron los reportes de calidad y producción a fin de determinar la incidencia en problemas de proceso. En la revisión de reportes se identificaron los documentos de proceso (Tabla 9) desde donde se procesó información relevante de los parámetros tecnológicos más importantes a estandarizar.

Tabla 9

Documentos revisados para la elaboración del diagnóstico del proceso

Área	Documento	Objetivo del registro
	Reporte de reclamos de cliente.	Registrar los reclamos reportados por los clientes.
	Registro de análisis de causas.	Determinar las causas de los reclamos.
Calidad	Registro de Inspección de materias primas.	Determinar el cumplimiento de los requisitos de calidad en las materias primas.
	Registro de análisis y liberación de producto terminado.	Determinar el cumplimiento de los requisitos de calidad en el producto terminado.

Producción	Registro de control de lotes.	Determinar eficiencia en el número de cajas obtenidas por cada lote de materias primas procesada. También se reporta parámetros operativos empleados en el procesamiento de un lote.
------------	-------------------------------	--

Para la identificación de los problemas más recurrentes que presentaron mayor número de reclamos en la última campaña correspondiente al año 2019 se realizó un análisis de Pareto los resultados se presentan en la Tabla 13.

B. Etapa II – Aplicación de parámetros tecnológicos

a) Bajo calibre

Este problema crítico es uno de los mayores reclamos presentados en el 2019 por parte de la empresa. Y se debe a que los calibres presentan tamaños más bajos de los que están normados (Tabla 6). Para estandarizar los parámetros tecnológicos con respecto al calibre se condujo el experimento de la siguiente forma:

i. Tamaño de muestra

Se muestrearon 200 bayas de arándanos de diferentes tamaños por cada bandeja. Separando las bayas que presentaban defectos de calidad, dejando solo producto en buen estado, pero con diferentes tamaños o diámetros.

ii. Ajuste de sensibilidad para la calibración electrónica

Se establecieron 5 tratamientos con variaciones en la sensibilidad del equipo calibrador ELIFAB para determinar el error en la calibración de los arándanos frescos según diámetro ecuatorial, cabe resaltar que el equipo se encontraba trabajando con una sensibilidad de 85%.

Tabla 10

Tratamientos propuestos para determinar error en la calibración

Tratamientos	Sensibilidad (%)
T1	80
T2	85
T3	90
T4	95
T5	99

iii. Calibración

Las muestras fueron volcadas en el calibrador y clasificadas por tamaño según lo establecido por la norma en 5 calibres (Tabla 6) previamente establecidos y configurados en el equipo. De cada muestra de 200 bayas seleccionadas por tamaño se obtuvieron 5 grupos, cada uno correspondiente a cada calibre (“bajo calibre”,

“chico”, “mediano”, “grande”, “extragrande”), esta calibración se repitió por quintuplicado empleando 200 bayas de diferente diámetro para cada repetición.

b) Indicio de pudrición blanda y crecimiento de hongo/micelio

El problema de “pudrición blanda” y “crecimiento de hongo/micelio” presentaron porcentajes de reclamos de 23 y 19 % respectivamente, sin embargo, en ambos casos tienen el mismo origen la presencia de microorganismos fúngicos los cuales debido al bajo pH inferior a 4.6 tienden a prosperar favorablemente en las bayas de arándanos. Pero el proceso cuenta con una cámara de gasificación con atmósfera modificada de anhídrido sulfuroso (SO_2) por donde el producto pasa previo al ingreso a planta de empaque. Es por ello que se estandarizó la concentración de SO_2 óptima para reducir la pudrición blanda y el crecimiento de hongos con la siguiente secuencia de etapas:

i. Tamaño de muestra

En total se tomaron 21 lotes de entre 80 y 120 kg de arándanos frescos provenientes de los campos más críticos presentes en la zona de baja altitud los cuales presentaron mayor incidencia de pudrición asociada a los reclamos en el año 2019. Cada lote fue acondicionado en parihuelas y apilado en bandejas de hasta 25

niveles. Los pallets de materias primas tenían esquineros y sunchos para facilitar su manipulación conjunta.

ii. Gasificación con anhídrido sulfuroso SO₂

Para el proceso de gasificación se consideraron 7 tratamientos de los cuales se propuso un control que es el único que presenta 0 ppm en concentración de SO₂ (Tabla 11). Cada tratamiento fue evaluado por triplicado teniendo en cuenta la repetibilidad de los niveles para cada factor y tratamiento. Así mismo se evaluaron los efectos de las concentraciones de anhídrido sulfuroso (SO₂) y tiempo de exposición más habituales de trabajo.

Tabla 11

Tratamientos de gasificación con SO₂ para prevenir la pudrición y crecimiento de hongos en arándanos.

Tratamiento	SO₂ (ppm)	Tiempo (min)
Control	0	0
G1	150	20
G2	200	20
G3	250	20
G4	150	30
G5	200	30
G6	250	30

c) Fruto sobremaduro

Son bayas que presentan un color muy intenso, son muy blandos o con poca resistencia a la compresión ya que colapsa al contacto con los dedos. Esta condición se presenta cuando los frutos están alcanzando la senescencia y las pectinas que le brindan resistencia a su estructura se han degradado reduciendo sus niveles de resistencia mecánica a la compresión. El procesamiento del arándano fresco en la empresa cuenta con un inspector electrónico que tiene la capacidad de reconocer patrones de bayas sobremaduras por imágenes (fotografías). Para identificar el % de error en la separación de frutos sobremaduros se llevaron a cabo las siguientes etapas:

i. Tamaño de muestra

Se tomaron al azar 1000 bayas de arándanos de diferentes grados de madures por cada bandeja las cuales se ingresaron al equipo calibrador ELIFAB.

ii. Ajuste de sensibilidad para la separación de bayas sobremaduras

Se establecieron 5 tratamientos con variaciones en la sensibilidad del equipo calibrador ELIFAB para determinar el error en la separación de bayas sobremaduras, cabe resaltar que el equipo se encontraba trabajando con una sensibilidad de 85%.

Tabla 12

Tratamientos propuestos para determinar error en la separación de bayas de arándanos sobremaduros.

Tratamientos	Sensibilidad (%)
T1	80
T2	85
T3	90
T4	95
T5	99

iii. Separación de bayas sobremaduras

Las muestras fueron volcadas en el equipo calibrador ELIFAB y separadas en dos categorías producto en “buen estado” y “sobremaduro” pero al mismo tiempo clasificados por tamaño según lo establecido por la norma en 5 calibres (Tabla 6) lo cual forma parte de la configuración previa del equipo. De cada muestra de 1000 bayas inspeccionadas se obtuvieron 2 grupos (“buen estado” y “sobremaduro”) además de la calibración por cada calibre.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

El universo está constituido por todas las empresas procesadoras de Arándano Azul que existen en Barranca.

3.2.2 Muestra

Para la investigación se consideró tomar como muestra a una empresa agroexportadora procesadora de arándano azul ubicada en la provincia de Barranca.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Se empleó la técnica de la observación experimental, con la que se recogió y analizo los datos de las variables manipuladas en cada uno de los experimentos:

-Determinación del % de error de calibración por diámetro ecuatorial

Las 200 bayas clasificadas por tamaño (equipo calibrador ELIFAB) en cada uno de los grupos fueron verificadas empleando un vernier de marca Mitutoyo modelo Absolute 500 de 0 a 500 mm. Las bayas que presentaban tamaños no conformes a lo especificado en los calibres en los que estaban clasificados se contabilizaban como parte del error, es decir bayas con diámetros ecuatoriales por debajo del mínimo o con valores superiores al máximo se contabilizaban como parte del % de error.

-Verificación del % de pudrición blanda o crecimiento de micelio.

Para realizar la verificación del % de pudrición se muestrearon aleatoriamente 5 kg de cada lote y se almacenaron por 20 días en condiciones de refrigeración de 3 a 6°C y humedad relativa de 90 a

95% similares a los que se brindan en los contenedores refrigerados donde se envía el producto de exportación. A los 20 días se inspeccionó el producto determinando el % de bayas con pudrición blanda y/o crecimiento de micelio.

- Determinación del % de error de selección por grado de madurez

Las 1000 bayas inspeccionadas por grado de madurez y tamaño en cada uno de los grupos fueron verificadas de forma visual y al tacto por parte del supervisor de calidad y asistente de calidad. Las bayas que se presentaban con grado avanzado de maduras y se encontraron en el producto en “buen estado” se contabilizaban como parte del error (%) así mismo producto en “buen estado” descartado en la sección del producto sobremaduro también es considerado como error.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Los datos recogidos del experimento fueron procesados con un diseño completamente al azar (DCA) para ello primero se consolidaron los datos en una hoja de cálculo de Google documentos, luego se procesaron empleando un Análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para las comparaciones múltiples.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

4.1.1 Resultados del análisis de defectos críticos reportados en el año 2019

Tras consolidar el número de reclamos obtenidos en el año 2019 (Tabla 13) se encontró que los problemas más críticos que demandan de la estandarización de los parámetros tecnológicos basados en los defectos estipulados en la NTP 012.501 – 2019 son; “bajo calibre” con un 30% de los reclamos, seguido de pudrición blanda con un 23%, Indicio de “hongo/micelio” con un 19% y finalmente fruto sobremaduro con 9%.

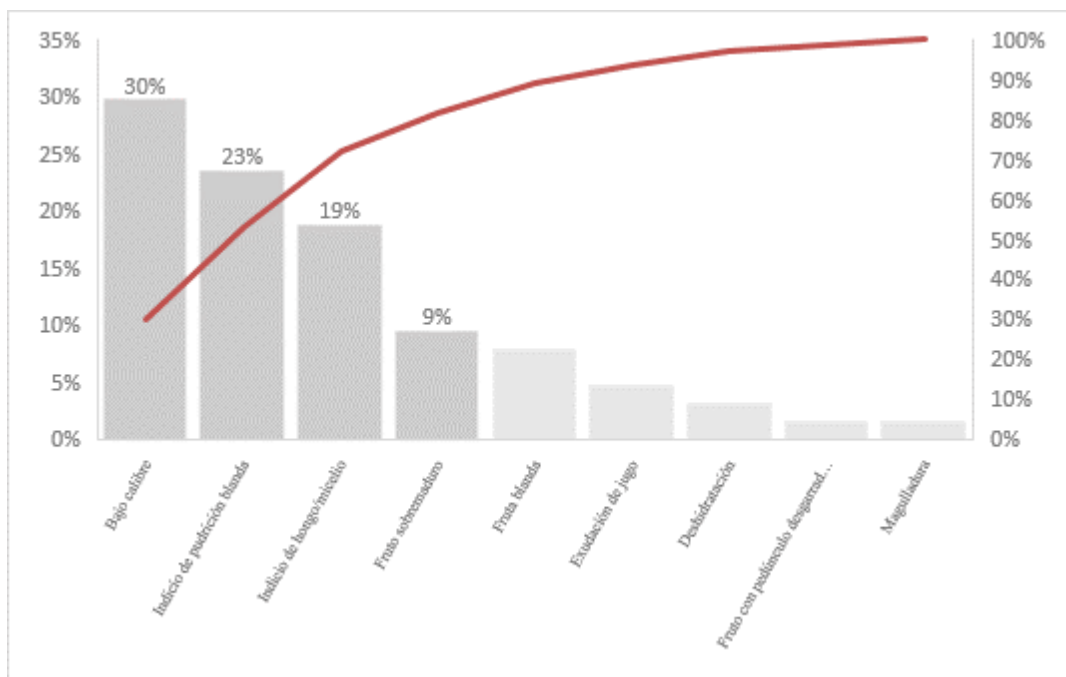


Figura 6. Diagrama de Pareto para el número de defecto encontrados en el procesamiento.

Tabla 13

Frecuencia de defectos anuales reportados por el Área de Calidad en el año 2019

Tipos de defectos	Descripción del defecto	N° de reclamos	%
Defectos no tolerables	Polvo	0	0%
	Exudación de jugo	3	5%
	Indicio de pudrición blanda	15	23%
	Indicio de hongo/micelio	12	19%
	Fruta Inmadura verde	0	0%
	Fruta Inmadura roja	0	0%
	Fruto sobremaduro	6	9%
	Daño de insecto	0	0%
Otros defectos de calidad	Russet/heridas cicatrizadas	0	0%
	Falta de bloom	0	0%

	Presencia de pedicelo	0	0%
	Restos florales	0	0%
	Bajo calibre	19	30%
	Fruto con pedúnculo desgarrado cicatrizado	1	2%
	Fruto deforme	0	0%
	Fruta blanda	5	8%
	Heridas abiertas / partituras / pedúnculo desgarrado (sin cicatrizar)	0	0%
Defectos de condición	Desgarro pedicelar	0	0%
	Daño por aves	0	0%
	Deshidratación	2	3%
	Magulladura	1	2%

4.1.2 Resultados de la estandarización de parámetros tecnológicos en el procesamiento del arándano azul exportable

A. Resultados del porcentaje de error en la calibración de los arándanos

Entre los 5 ajustes de sensibilidad existen diferencias significativas para el “% de error” encontrado en el diámetro ecuatorial según el análisis de varianza ($\alpha=0,05$), tal y como se aprecia en la tabla a continuación:

Tabla 14

Análisis de varianza para los 5 ajustes de sensibilidad al equipo calibrador

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
--------	----	-----------	-----------	---------	---------

Sensibilidad	4	35926	8981.46	158.92	0.000
Error	120	6782	56.52		
Total	124	42708			

Así mismo en la prueba de comparaciones múltiple de Tukey se encontró que el equipo calibrador con una sensibilidad del 99% y 95% presentaron menor “% de Error” en el diámetro ecuatorial.

Tabla 15

Resultados de las comparaciones múltiples (Tukey) para los ajustes de sensibilidad

Tratamiento	Sensibilidad	Error %
T1	80%	47.92 ± 13.90a
T2	85%	28.26 ± 8.52b
T3	90%	12.01 ± 2.58c
T5	99%	5.63 ± 2.90d
T4	95%	2.46 ± 1.33d

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes ($\alpha=0,05$).

Tras la verificación del diámetro ecuatorial en el producto calibrado se encontró que el “% error” en cada calibre era menor cuando el “%

de sensibilidad” era mayor (Tabla 16) determinándose un efecto inversamente proporcional, sin embargo, este comportamiento solo está dado hasta valores de 95% de sensibilidad pues cuando se ajustó el calibrador a un 99% de sensibilidad los % de errores empezaron a subir (Figura 7) hasta valores de $7.44 \pm 1.11\%$ esto es explicado debido a que se tolera menor cantidad de producto en cada calibre incrementándose el error.

De la Figura 7 se puede inferir un efecto positivo en la reducción del % de errores en la calibración por diámetro a causa del ajuste del % de sensibilidad de hasta un 95%.

Tabla 16

Resultados del error (%) en la calibración de arándanos

Calibre	Sensibilidad (%)				
	80	85	90	95	99
Bajo Calibre	51.11±5.63	30.02±2.52	11.54±2.02	1.94±1.10	5.25±2.49
Chico	55.92±3.02	33.89±2.06	13.01±1.24	1.73±0.52	3.46±1.32
Mediano	63.66±4.86	36.71±4.17	14.19±2.04	2.37±0.28	7.44±1.11
Grande	43.30±3.97	25.32±4.05	12.26±2.15	3.09±0.39	5.94±2.52
Extragrande	25.61±5.31	15.36±6.24	9.07±2.65	1.11±2.48	6.06±4.93

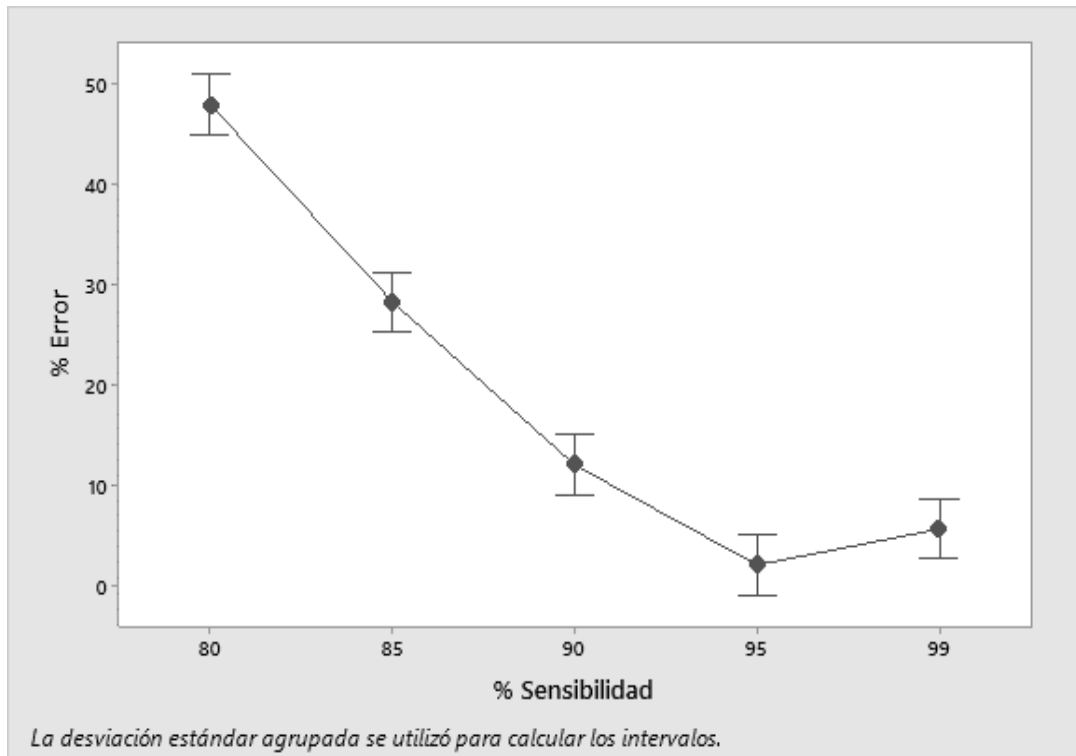


Figura 7. Grafica de efectos principales para el % de error en función de la sensibilidad del calibrador.

Tras el desarrollo de los ajustes de sensibilidad de 85% a 95% y los mantenimientos correctivos del equipo calibrador que involucro limpieza del lente óptico y cambio de válvulas neumáticas se consiguieron mejorar los porcentajes de error encontrados en las muestras analizadas (Tabla 17). El principal error que debía reducirse por su alto valor reportado fue en el calibre “mediano” que presento un porcentaje de $36.71 \pm 4.17\%$ ya que se encontraron excesivas bayas con valores menores a 12 mm con diámetro ecuatorial, lo cual se presentó como un reclamo reiterativo y frecuente por parte de los clientes.

Tabla 17

Porcentaje de error encontrado en el proceso de calibración de arándanos.

Calibres	Rango (mm)	Error %	
		Antes EPT*	Después EPT*
Bajo calibre	<10	30.02 ± 2.52	1.94 ± 1.10
Chico	>10 a 12	33.89 ± 2.06	1.73 ± 0.52
Mediano	>12 a 14	36.71 ± 4.17	2.37 ± 0.28
Grande	>14 a 18	25.32 ± 4.05	3.09 ± 0.39
Extragrande	>18	15.36 ± 6.24	1.11 ± 2.48

* Estandarización de parámetros tecnológicos (EPT)

El porcentaje de error en los calibres de los arándanos se llegó a ajustar por debajo del 5% (Figura 8) la misma que es permitida y tolerada por los clientes como parte de los defectos mayores.

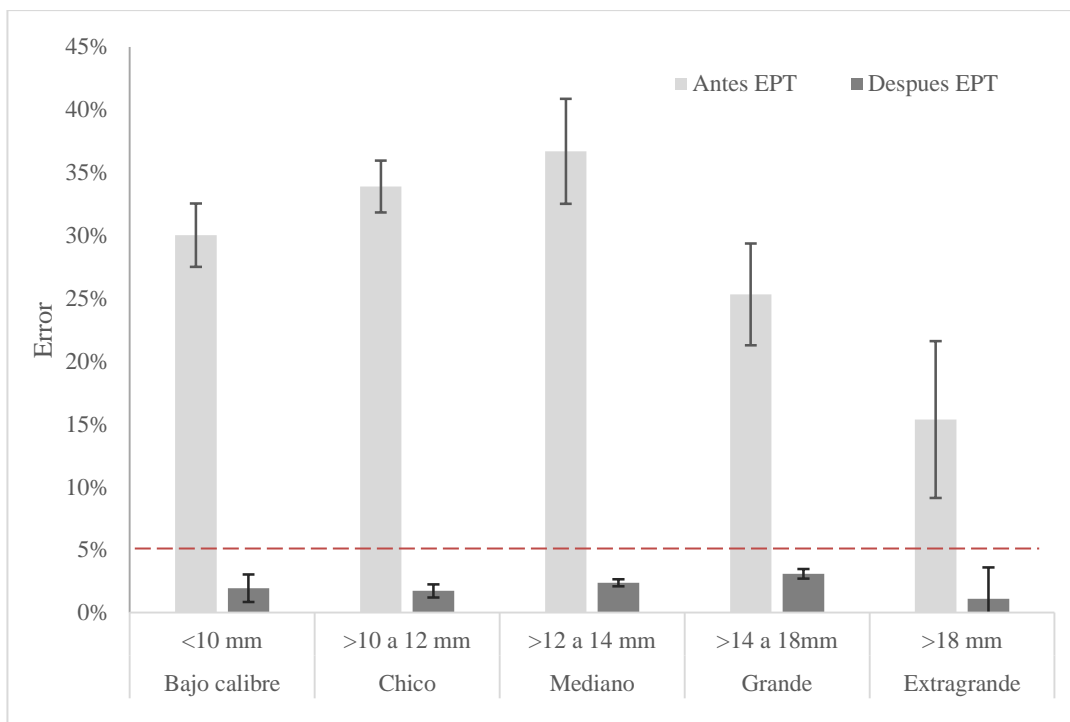


Figura 8. Porcentaje de error controlado en el proceso de calibración del arándano azul por debajo del 5% representado por línea roja segmentada.

B. Resultados del porcentaje de pudrición blanda o formación de micelio

Tras la aplicación del anhídrido sulfuroso (SO_2) en cámara de gasificación se consiguieron reducir de forma importante los % de pudrición y además de determino que existe diferencia significativa ($\alpha=0,05$) entre los tratamientos (Tabla 18).

Tabla 18

Análisis de varianza para los 6 tratamientos de gasificación con SO_2 y el control.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
--------	----	-----------	-----------	---------	---------

Tratamiento	6	626.48	104.413	35.37	0.000
Error	14	41.33	2.952		
Total	20	667.81			

El mejor tratamiento fue el G6 cuya aplicación fue de 250 ppm por 30 minutos en cámara, ello basado en la prueba de comparaciones múltiple Tukey ($\alpha=0,05$) (Tabla 19). Ello tras inspeccionar las muestras tratadas hasta 20 días después de su aplicación.

Tabla 19

Resultados del indicio de pudrición en arándanos tras aplicación de SO₂ en cámara de gasificación.

Tratamiento	SO ₂ (ppm)	Tiempo (min)	Pudrición (%)
Control	0	0	17.67 ± 3.51a
G1	150	20	14.67 ± 1.53a
G2	200	20	7.33 ± 1.16b
G3	250	20	5.33 ± 1.53bc
G4	150	30	13.00 ± 1.00a
G5	200	30	5.00 ± 1.00bc
G6	250	30	1.67 ± 0.58c

NOTA: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Los tratamientos G3, G5 y G6 reportaron los mejores resultados frente a los otros tratamientos (Figura 9).

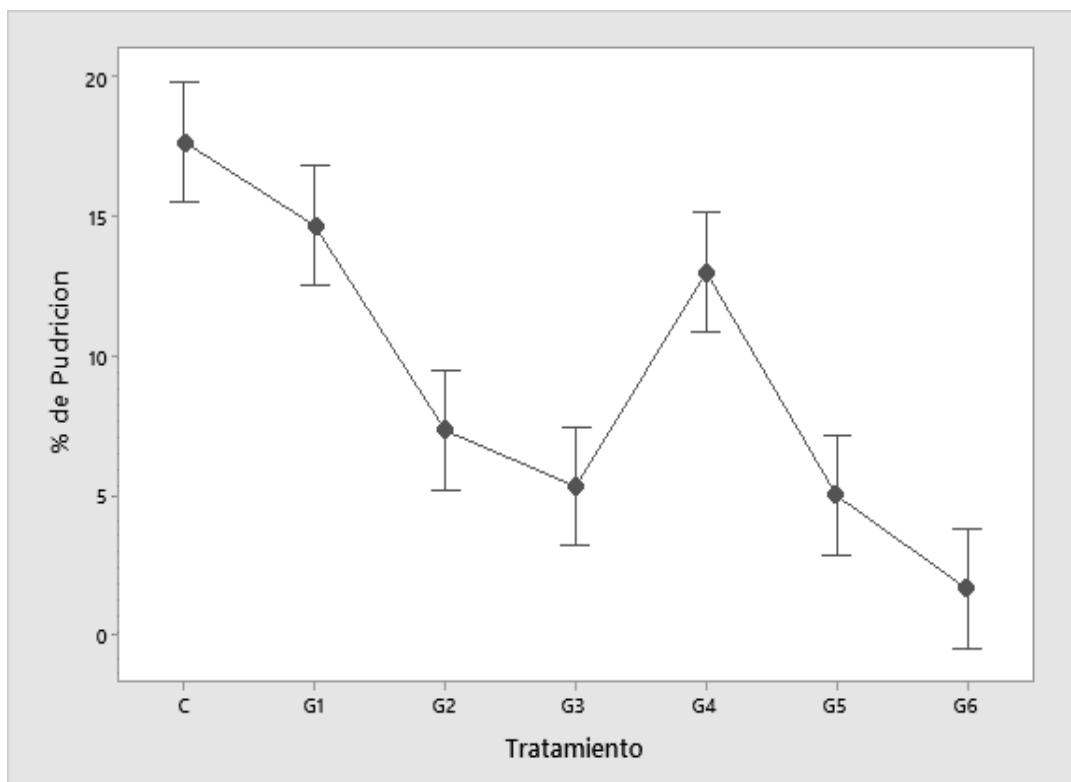


Figura 9. Gráfica de intervalos de “% de Pudrición” versus “Tratamiento”, la desviación estándar agrupada se utilizó para calcular los intervalos.

Con respecto al factor más influyente para reducir el % de pudrición fue ligeramente la concentración de SO₂ frente al tiempo de exposición. Así mismo el efecto combinado de la interacción de los dos factores no tuvo mayor implicancia en cuanto a la reducción del “% de pudrición” ello según el análisis de varianza ($\alpha=0,05$) presentado en la Tabla 20.

Tabla 20

Análisis de varianza para los efectos de los factores en el % de pudrición

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	377.83	75.57	54.41	0.000
Lineal	3	374.72	124.91	89.93	0.000
SO ₂ (ppm)	2	345.33	172.67	124.32	0.000
Tiempo (min)	1	29.39	29.39	21.16	0.001
SO ₂ (ppm)*Tiempo (min)	2	3.11	1.56	1.12	0.358
Error	12	16.67	1.39		
Total	17	394.50			

Gráficamente se observa la verticalidad de los factores que representan el efecto de los factores sobre el % de pudrición (Figura 10).

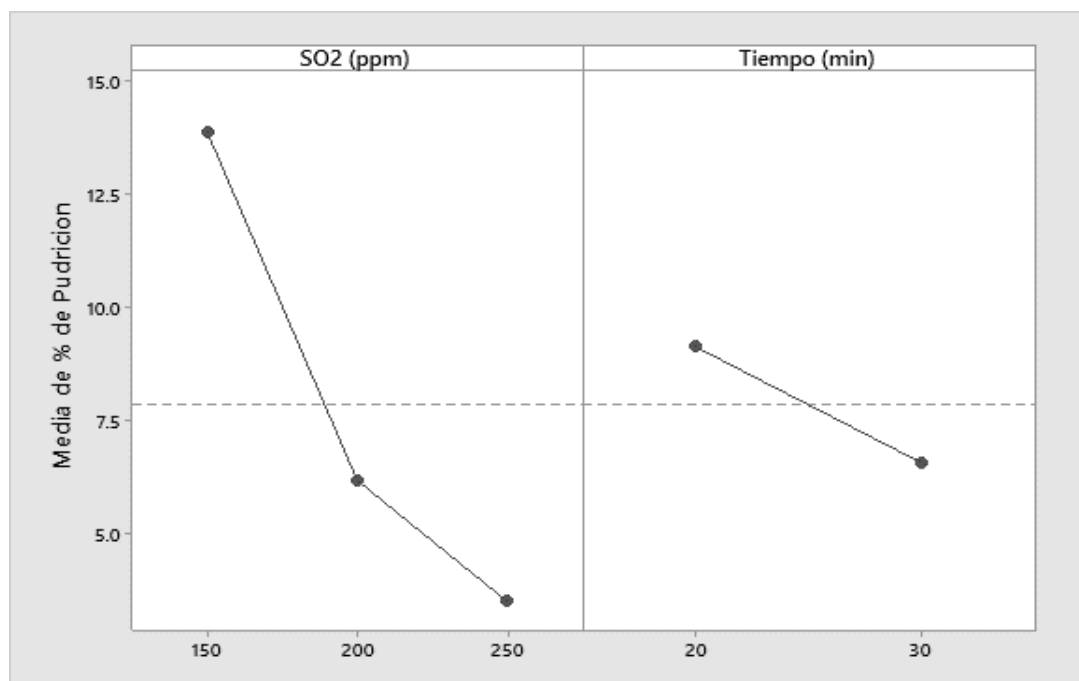


Figura 10. Gráfica de efectos principales para el “% de Pudrición”.

En la figura X se aprecia que las líneas no se cruzan demostrando que tampoco existe interacción entre los factores sobre el “% de Pudrición”.

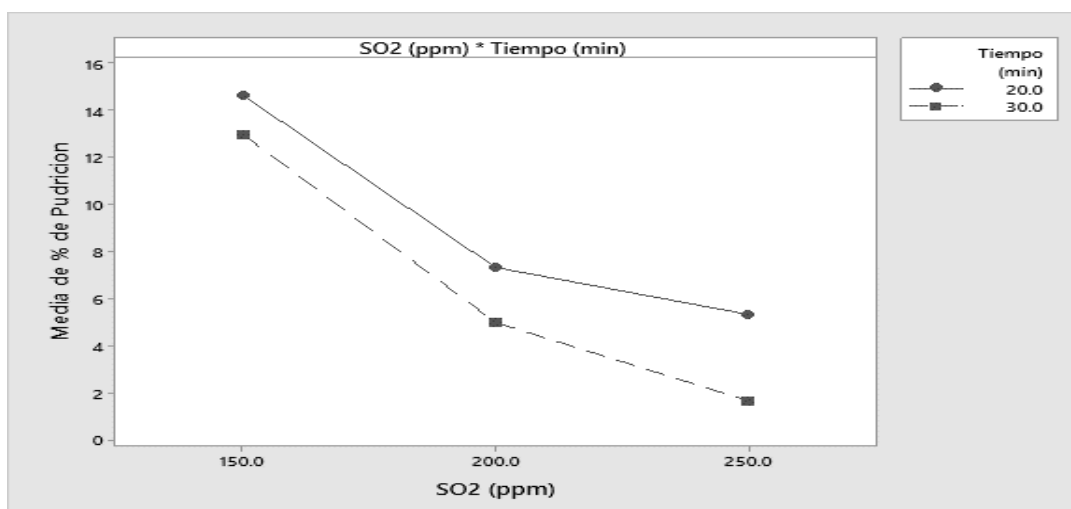


Figura 11. Gráfica de interacción para “% de Pudrición”.

Los resultados denotan que existe una tendencia a reducir el “% de pudrición” cuando se incrementa la concentración de SO₂ (ppm) y tiempo de exposición (min) en cámara de gasificación.

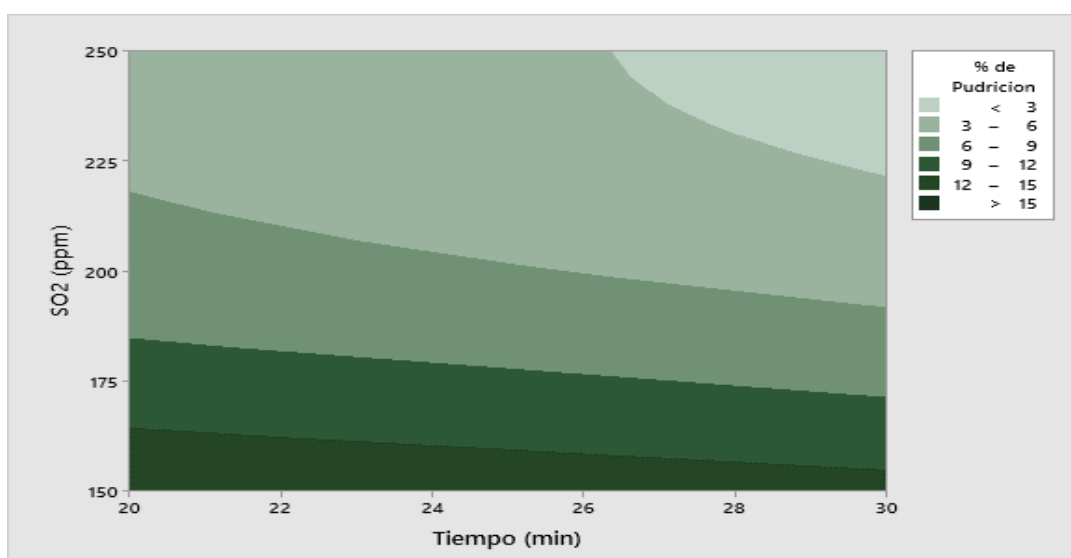


Figura 12. Gráfica de contorno de “% de Pudrición” versus “SO₂ (ppm)” y “Tiempo (min)”.

C. Resultados del producto sobre maduro.

Se determinó que cuando el porcentaje (%) de sensibilidad del inspector electrónico para la separación de bayas de arándanos defectuosas se incrementa, los errores disminuyen ya que no se dejan pasar productos defectuosos sin embargo cuando se incrementó hasta 99% los errores volvieron a incrementarse debido a que se descartó producto bueno o con el defecto tolerable como si fuese producto de rechazo. En la Tabla 22 se puede apreciar que hasta un 95% de sensibilidad permite conseguir un % de error en sobremaduras de hasta 1.4% o 14 unidades por cada mil arándanos inspeccionados.

Con respecto al % de sensibilidad en la Tabla 21 se muestran los resultados del análisis de varianza donde se aprecia que existe diferencias significativas entre los % de sensibilidad.

Tabla 21

Análisis de varianza para el factor sensibilidad del inspector electrónico.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
% de Sensibilidad	4	999.10	249.775	512.65	0.000
Error	45	21.93	0.487		
Total	49	1021.02			

Tabla 22

Resultados del error en la separación de bayas sobremaduras por cada 1000 unidades a diferentes niveles de sensibilidad.

R	Sensibilidad del inspector electrónico									
	80%		85%		90%		95%		99%	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
1	134	13.4	102	10.2	55	5.5	16	1.6	47	4.7
2	138	13.8	106	10.6	57	5.7	16	1.6	49	4.9
3	149	14.9	114	11.4	61	6.1	18	1.8	53	5.3
4	122	12.2	93	9.3	50	5.0	14	1.4	43	4.3
5	151	15.1	115	11.5	62	6.2	18	1.8	53	5.3
6	142	14.2	109	10.9	58	5.8	17	1.7	50	5.0
7	165	16.5	126	12.6	68	6.8	19	1.9	58	5.8
8	141	14.1	108	10.8	58	5.8	17	1.7	50	5.0
9	139	13.9	106	10.6	57	5.7	16	1.6	49	4.9
10	145	14.5	111	11.1	60	6.0	17	1.7	51	5.1

R: repetición, F: Frecuencia

En la Tabla 23 se puede presentar los resultados de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha = 0.05$), donde se puede apreciar que la media de los errores más bajos se consigue con un nivel de sensibilidad de 95%.

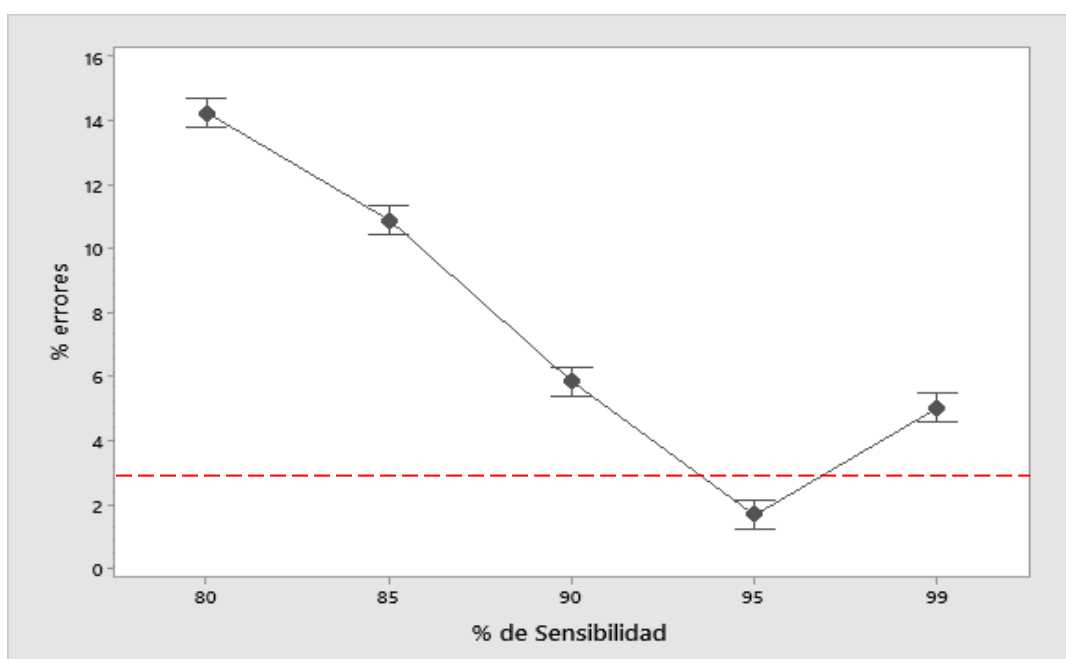
Tabla 23

Resultados del % de errores en la inspección electrónica de arándanos sobremaduros.

Sensibilidad (%)	% Errores
80	14.26 ± 1.130a
85	10.90 ± 0.868b
90	5.86 ± 0.472c
99	5.03 ± 0.397c
95	1.68 ± 0.139d

NOTA: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En la Figura 13 se aprecia que el equipo configurado al 95% de sensibilidad presenta el “% de error” más bajo, así mismo con el 99% de sensibilidad también presenta un valor de “% de error bajo” con una media de 5.03%, sin embargo, el único que cumple con las tolerancias de 3% de sobremaduro es al 95% de sensibilidad.



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

En esta investigación se determinó el efecto de la estandarización de los parámetros tecnológicos sobre la calidad exportable del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” en una empresa agroindustrial de la Provincia de Barranca en el 2020; donde los resultados muestran que tras el proceso de estandarización de los parámetros tecnológicos los niveles de cumplimiento de requisitos en el producto terminado se elevaron, produciendo cambios significativos en comparación con los procesos previos a la estandarización ($\alpha = 0,05$) por lo que se acepta la hipótesis alternativa que menciona que la estandarización de los parámetros tecnológicos tiene un efecto positivo en el cumplimiento de los requisitos de calidad exportable del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” en una empresa agroindustrial, Barranca – 2020. Siendo concordante con los resultados de (Carrasco, 2020) quien también logra conseguir la estandarización en el proceso de *Chenopodium quinoa* “quinua” tras el ajuste de la vibración, velocidad de proceso, sensibilidad y ángulo

de extracción de aire, para obtener una quinua de alta calidad. Además de concordante con (Rompiche, 2018) donde se encuentra que las principales variables de proceso que se deben parametrizar resultan siendo la adición y homogenización de ingredientes, con lo cual consigue mejorar el proceso productivo y la calidad de las salchichas de pollo tras los ajustes necesarios en las variables de control. También concordante con (Valero, 2006) quien consigue mayor control de las líneas productivas de queso tipo Mozzarella, Campesino y Yogurt con la estandarización de los procedimientos operacionales, incrementando la vida útil del producto y reducción del tiempo de operación, además en el plano administrativo consiguió concientización del personal, y mejoras en la organización.

Dentro del estudio los problemas más relevantes que afectan la calidad de los arándanos fueron bajo calibre con una representación del 30% del total de reclamos presentados en la empresa, seguido de pudrición blanda (23%), crecimiento de micelio (19%) y fruto sobremaduro. En ese sentido los esfuerzos se centraron en reducir el % de error en la calibración, siendo el tratamiento T4 correspondiente a un ajuste de sensibilidad de un 95% quien reporto los mejores resultados reduciendo el “% de Error” hasta una media de $2.46 \pm 1.33\%$, siendo inclusive superior al tratamiento T5 quien tenía un ajuste de sensibilidad mayor (99%) el mismo que alcanzo un “% de Error” de un $5.63 \pm 2.90\%$ esto debido a que con una mayor

sensibilidad el equipo empezó a rechazar en los calibres mayores bayas pese a no estar fuera del diámetro ecuatorial correspondiente al calibre.

Con respecto a la pudrición blanda y formación de micelio ambos problemas se deben al desarrollo microbiano principalmente hongos para lo cual los tratamientos de gasificación con dióxido de azufre (SO_2) (Rodríguez & Zoffoli, 2016) resultaron siendo la alternativa más viable para reducir en proceso su efecto en el deterioro de las bayas (Rivera, Zoffoli, & Latorre, 2013). Con ello se consiguió reducir hasta un $5.0 \pm 1.0\%$ y $1.67 \pm 0.58\%$ de pudrición a los 20 días para los tratamientos G5 y G6 respectivamente, los cuales fueron los mejores tratamientos valores similares a los reportados por Rivera et al (2013) quien reporta reducciones de hasta un 6.1%. Por otra parte, cuando se estudió el efecto de cada variable de forma independiente; es decir la concentración de SO_2 y el tiempo de exposición al gas, se encontró que ambos tienen una influencia directa en el efecto reductor del % de pudrición similar a lo reportado por Rodríguez et al. (2016) quien combina al SO_2 con otros factores de atmosfera modificada combinada y reporta un efecto significativo del SO_2 sobre la conservación del arándano.

En la presente investigación también se estudió el efecto de la estandarización del proceso en el % de producto sobremaduro,

consiguiéndose reducir el defecto de forma significativa con la aplicación de 5 tratamientos de ajuste con la sensibilidad del equipo seleccionador para lo cual se encontró que el tratamiento T4 alcanzo lo mejores resultados siendo de hasta un $1.68 \pm 0.139\%$ la media de errores por cada 1000 unidades inspeccionadas; ello como una técnica no destructiva para la separación de productos sobre maduros que resulta fundamental para evitar pérdidas durante el almacenamiento de vegetales en postcosecha (He, y otros, 2021).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se llegó a la conclusión que la estandarización de los parámetros tecnológicos tiene un efecto positivo en el cumplimiento de los requisitos de calidad exportable del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” en una empresa agroindustrial, Barranca – 2020, ya que se consiguió reducir a niveles aceptables los porcentajes de defectos de calidad reportados en el proceso.

- Se concluye que la estandarización del proceso de clasificación por tamaño basado en la sensibilidad del equipo de visión por computadora, tiene un efecto positivo en la reducción del porcentaje del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” fuera de calibre en una empresa agroindustrial, Barranca – 2020, ya que se logró reducir hasta un $1,11 \pm 2,48\%$.

- Se concluye que la estandarización del proceso de gasificación con dióxido de azufre (SO₂) tiene un efecto positivo en la reducción del porcentaje de podredumbre blanda del *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” en una empresa agroindustrial,

Barranca 2020, con el que se consiguió reducir hasta un $1,67 \pm 0,58 \%$.

- Se concluye que la estandarización del proceso de selección por grado de madurez basado en la sensibilidad del equipo de visión por computadora tiene un efecto positivo en la reducción del porcentaje de *Vaccinium myrtillus* “arándano azul” sobremaduro en una empresa agroindustrial, Barranca 2020, con el que se consiguió reducir hasta un $1,68 \pm 0,139\%$.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda evaluar el efecto de la estandarización de los procesos de manejo postcosecha de diversas frutas y hortalizas con alto potencial para la agroexportación a fin de mejorar la calidad de los productos que llegan a sus destinos tras largos viajes por vía marítima.
- Se recomienda probar el uso de dióxido de azufre como agente antifúngico en la postcosecha de diversas frutas tipo baya donde predomina el crecimiento de hongos como la *Botrytis cinérea*.
- Se recomienda realizar investigaciones sobre la inspección de visión por computadoras sobre reconocimiento de defectos de calidad en frutas y hortalizas enteras y mínimamente procesadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agronoticias. (29 de Febrero de 2020). *Exportación de arándanos superó las 14 mil TM en dos meses*. Obtenido de Agronoticias revista para el desarrollo: <https://agronoticias.pe/noticias/agroexportacion/exportacion-de-arandanos-supero-las-14-mil-tm-en-dos-meses/>
- Andina. (24 de Noviembre de 2019). *Perú cerraría el 2019 con más de US\$ 700 millones de exportaciones de arándanos*. Obtenido de Agencia peruana de noticias: <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-cerraria-2019-mas-700-millones-exportaciones-arandanos-776072.aspx>
- Cáceres, A. M. (2016). Estudio a la problemática en las exportaciones de arándanos y perspectivas de mercados principales a futuro. *Universidad Tecnica Federico Santa Maria*, 4.
- Carrasco, J. (2020). *Estandarización de los parámetros tecnológicos en el proceso de chenopodium quinoa “quinua” blanca en granos en la empresa villa andina SAC (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.
- De Domini, J. I., & Escobar, N. P. (2013). *Optimización de proceso de empaque de arándanos*. Argentina: Instituto Tecnológico de Buenos Aires.

- El Comercio. (02 de Junio de 2018). *Exportaciones de arándanos a China crecieron más de 1.200%*. Obtenido de El Comercio: <https://elcomercio.pe/economia/peru/exportaciones-arandanos-china-crecieron-1-200-noticia-524641-noticia/>
- El Economista América. (19 de Junio de 2019). *Exportaciones de arándanos crecerían más de 50% en 2019*. Obtenido de El Economista América Perú: <https://www.eleconomistaamerica.pe/economia-eAm-peru/noticias/9950079/06/19/Exportaciones-de-arandanos-crecerian-mas-de-50-en-2019.html>
- FAO. (2016). *Glosario de términos fitosanitarios*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/a-mc891s.pdf>
- Fiedler Montero, I. (2015). *Caracterización físico-químico y sistema de producción de arándano (Vaccinum Myrtillus L.) en Jalisco*. México: Universidad de Guadalajara.
- Gestión. (27 de Febrero de 2019). *Perú avanza hacia la exportación de arándanos a Taiwán*. Obtenido de Gestión: <https://gestion.pe/economia/peru-avanza-exportacion-arandanos-taiwan-259889-noticia/>
- Guitierrez, A., & Gribenow, F. (2017). *Exportacion de arandano azul orgánico a estados unidos*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- He, Y., Xiao, Q., Bai, X., Zhou, L., Liu, F., & Zhang, C. (2021). Recent progress of nondestructive techniques for fruits damage inspection: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. doi:10.1080/10408398.2021.1885342

Koo, W. (13 de Enero de 2016). *Arándanos Perú Exportación Diciembre 2015*. Obtenido de AGRODATAPERU: <https://www.agrodataperu.com/2016/01/arandanos-peru-exportacion-diciembre-2015.html>

La República. (03 de Marzo de 2020). *Arándanos peruanos ingresarán al mercado de Taiwán*. Obtenido de La República: <https://larepublica.pe/economia/2020/03/03/arandanos-peruanos-ingresaran-al-mercado-de-taiwan/>

León, J. C. (19 de 03 de 2020). *Exportaciones peruanas de arándano han crecido a un ritmo anual promedio de 150% en los últimos 5 años*. Obtenido de Agencia agraria de noticias Agraria.pe: <https://agraria.pe/noticias/exportaciones-peruanas-de-arandano-han-crecido-a-un-ritmo-an-21101>

Lorduy, J. (6 de Septiembre de 2019). *Cultivos de arándanos azules en colombia se han triplicado en dos años*. Obtenido de Agronegocios: <https://www.agronegocios.co/agricultura/cultivos-de-arandanos-azules-en-colombia-se-han-triplicado-en-dos-anos-2905108>

MINAGRI-DEEIA. (2016). *El arandano en el peru y el mundo*. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego.

Nutrición sin más. (3 de Marzo de 2015). *¿Para qué sirve el arándano? Conoce sus beneficios*. Obtenido de Nutriciónsinmás: <https://nutricionsinmas.com/para-que-sirve-el-arandano-conoce-sus-beneficios/>

Oficina Comercial de Perú en Miami. (2011). *Perfil de mercado de arándanos en los estados unidos de norteamerica*. Miami: Oficina Comercial de Perú en Miami.

- Portalfruticola.com. (11 de Enero de 2018). *Manual completo de producción de arándanos*. Obtenido de Portalfruticola.com: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/01/11/manual-completo-produccion-arandanos-descarga-pdf/>
- Rivera, S. A., Zoffoli, J. P., & Latorre, B. A. (2013). Determination of optimal sulfur dioxide time and concentration product for postharvest control of gray mold of blueberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 83, 40-46. doi:10.1016/j.postharvbio.2013.03.007
- Rodriguez, J., & Zoffoli, J. (2016). Effect of sulfur dioxide and modified atmosphere packaging on blueberry postharvest quality. *Postharvest Biology and Technology*, 117, 230-238. doi:10.1016/j.postharvbio.2016.03.008
- Rompiche, A. (2018). *Estandarización de los parámetros de calidad para el procesamiento de una línea de productos cárnicos embutidos quien realiza una estandarización en una línea de productos cárnicos*(Tesis de pregrado). Universidad Rafael Landívar, Guatemala, Guatemala.
- Salas, D. (2 de Marzo de 2020). *Cultivo de arándanos*. Obtenido de Proyectos Peruanos: http://proyectosperuanos.com/cultivo_de_arandanos/
- Valero, S. (2006). *Estandarización y adecuación tecnológica de las líneas de producción de lácteos en la empresa Inversiones La Catira ubicada en el municipio de Cumaral* (Tesis de pregrado). Universidad de La Salle , Bogota, Colombia .

ANEXOS

ANEXO 1

Resultados del error (%) en la calibración por diámetro ecuatorial de arándanos con ajustes de sensibilidad de 80 y 85%

Calibre	Sensibilidad					
	80%			85%		
	T	FC	Error (%)	T	FC	Error (%)
Bajo calibre	18	10	55.56	26	8	30.77
	16	8	50.00	30	8	26.67
	16	8	50.00	28	8	28.57
	14	6	42.86	30	10	33.33
	14	8	57.14	26	8	30.77
Chico	46	26	56.52	58	20	34.48
	42	24	57.14	50	18	36.00
	50	30	60.00	62	22	35.48
	56	30	53.57	64	20	31.25
	42	22	52.38	62	20	32.26
Mediano	72	48	66.67	54	22	40.74
	70	48	68.57	56	22	39.29
	74	42	56.76	52	18	34.62
	66	40	60.61	46	14	30.43
	70	46	65.71	52	20	38.46
Grande	38	16	42.11	42	10	23.81
	46	20	43.48	46	12	26.09
	40	16	40.00	42	10	23.81
	36	18	50.00	44	14	31.82
	44	18	40.91	38	8	21.05
Extragrande	26	6	23.08	20	2	10.00
	26	6	23.08	18	2	11.11

20	4	20.00	16	2	12.50
28	8	28.57	16	4	25.00
30	10	33.33	22	4	18.18

Nota: T= Total de bayas por calibre; FC = bayas fuera del calibre; Error (%) = (FC)/(T)x100

ANEXO 2

Resultados del error (%) en la calibración por diámetro ecuatorial de arándanos con ajustes de sensibilidad de 90 y 95%

Calibre	Sensibilidad					
	90%			95%		
	T	FC	Error (%)	T	FC	Error (%)
Bajo calibre	36	4	11.11	42	1	2.38
	38	5	13.16	46	1	2.17
	36	3	8.33	40	1	2.50
	34	4	11.76	38	1	2.63
	30	4	13.33	34	0	0.00
Chico	62	8	12.90	66	1	1.52
	67	9	13.43	74	1	1.35
	68	10	14.71	76	2	2.63
	63	8	12.70	58	1	1.72
	62	7	11.29	70	1	1.43
Mediano	50	8	16.00	52	1	1.92
	46	6	13.04	40	1	2.50
	42	7	16.67	38	1	2.63
	45	6	13.33	44	1	2.27
	42	5	11.90	40	1	2.50
Grande	34	4	11.76	30	1	3.33
	34	5	14.71	28	1	3.57
	38	4	10.53	32	1	3.13
	40	4	10.00	36	1	2.78
	42	6	14.29	38	1	2.63

Extragrande	18	2	11.11	10	0	0.00
	14	1	7.14	12	0	0.00
	16	2	12.50	14	0	0.00
	16	1	6.25	18	1	5.56
	24	2	8.33	18	0	0.00

Nota: T= Total de bayas por calibre; FC = bayas fuera del calibre; Error (%) = (FC)/(T)x100

ANEXO 3

Resultados del error (%) en la calibración por diámetro ecuatorial de arándanos con ajustes de sensibilidad de 99%

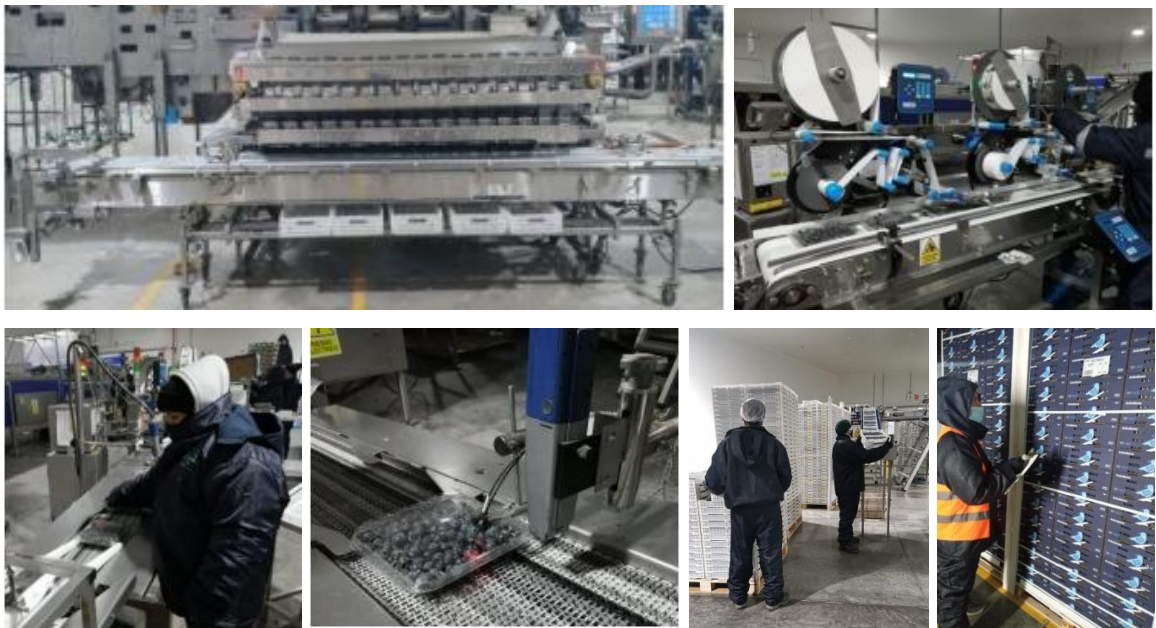
Calibre	Sensibilidad (99%)		
	T	FC	Error (%)
Bajo calibre	36	2	5.56
	38	1	2.63
	36	3	8.33
	35	1	2.86
	29	2	6.90
Chico	63	1	1.59
	68	3	4.41
	65	2	3.08
	60	3	5.00
	62	2	3.23
Mediano	51	3	5.88
	47	4	8.51
	41	3	7.32
	47	4	8.51
	43	3	6.98
Grande	36	2	5.56
	33	3	9.09
	40	3	7.50
	39	2	5.13

	41	1	2.44
	19	1	5.26
	13	1	7.69
Extragrande	17	0	0.00
	15	2	13.33
	25	1	4.00

Nota: T= Total de bayas por calibre; FC = bayas fuera del calibre; Error (%) = (FC)/(T)x100

ANEXO 4

VISTAS FOTOGRAFICAS DE LAS ACTIVIDADES DE EXPERIMENTACION EN PROCESO





ANEXO 5

BALANCE DE MATERIA PROMEDIO DEL PROCESAMIENTO DEL *Vaccinium Myrtillus* "ARANDANO AZUL" EXPORTABLE EN UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL, BARRANCA-2020.

Operación	Entrada (kg)	Ganancia (kg)	Perdida (kg)	Salida (kg)	% Rendimiento	
					% Operación	% Proceso
Recepción de materias primas	1000	0	0	1000	100	100
Gasificación con SO ₂	1000	0	0	1000	100	100
Enfriado	1000	0	0	1000	100	100

Selección y clasificación	1000	0	153±50	847±50	85±5	85±5
Enclavado y pesado	847±50	0	0	847±50	100	85±5
Etiquetado de clamshell	847±50	0	0	847±50	100	85±5
Armado y etiquetado de Cajas	847±50	0	0	847±50	100	85±5
Paletizado	847±50	0	0	847±50	100	85±5
Enfriado	847±50	0	0	847±50	100	85±5

Dr. DANTON JORGE MIRANDA CABRERA

ASESOR

Mg. GUILLERMO NAPOLEON VAZQUEZ CLAVO
PRESIDENTE

Dr. FREDESVINDO FERNANDEZ HERRERA
SECRETARIO

Mg. FELIX BUSTAMANTE BUSTAMANTE
VOCAL