

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“CRITERIOS A CONSIDERAR EN LA COSECHA Y
POSCOSECHA DE FRUTOS DE ARÁNDANO
(*Vaccinium corymbosum* L.) CV. BILOXI EN
VILLACURÍ, ICA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

FABIOLA KAREL QUISPE ROMERO

LIMA – PERÚ

2023

CRITERIOS A CONSIDERAR EN LA COSECHA Y POSCOSECHA DE FRUTOS DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) CV. BILOXI EN VILLACURÍ, ICA

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	19%	5%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	1%
2	repository.unimilitar.edu.co Fuente de Internet	1%
3	bdigital.dgse.uaa.mx:8080 Fuente de Internet	1%
4	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1%
6	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	dspace.otalca.cl Fuente de Internet	<1%
8	elcomercio.pe Fuente de Internet	<1%

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“CRITERIOS A CONSIDERAR EN LA COSECHA Y POSCOSECHA
DE FRUTOS DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) CV. BILOXI
EN VILLACURÍ, ICA”**

FABIOLA KAREL QUISPE ROMERO

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de
INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Ph. D. Elizabeth Consuelo Heros Aguilar

PRESIDENTE

.....
Ing. Mg. Sc. Maritza Giovanna Hurtado Mendoza

ASESOR

.....
Dr. Erick Espinoza Núñez

MIEMBRO

.....
Ph. D. Liliana María Aragón Caballero

MIEMBRO

Lima – Perú

2023

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres Mariana y Carlos y a mi hermano Eder, por brindarme amor incondicionalmente, por ser ejemplo de perseverancia, guiarme y acompañarme siempre ya sea juntos o a la distancia y por todo el esfuerzo y dedicación que entregaron para formarme profesionalmente. A Alvaro por ser mi compañero durante este proyecto, por su amor y sus palabras de aliento, apoyarme y por creer en mí en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por brindarme aportes invaluableles que me acompañarán durante toda la vida, y por ayudarme a lograr mis objetivos.

Al Ing. Jorge Munte por la oportunidad y confianza brindada

A mi asesora, Ing. Maritza Hurtado, por orientarme durante el desarrollo del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objetivo general	2
1.2.	Objetivos específicos.....	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	Cultivo de arándano en Perú y exportación.....	3
2.2.	Generalidades del arándano.....	6
2.3.	Taxonomía.....	6
2.4.	Morfología del arándano	7
2.5.	Fenología del cultivo	8
2.6.	Fisiología del fruto	9
2.7.	Valor nutritivo del arándano.....	12
2.8.	Cosecha de arándano	13
2.9.	Producción.....	14
2.10.	Calidad del fruto de arándano	14
2.11.	Poscosecha.....	15
III.	DESARROLLO DEL TRABAJO.....	17
3.1.	Ubicación y descripción del área de trabajo.....	17
3.2.	Descripción de actividades en la cosecha de arándano	18
3.2.1.	Planificación de periodo de cosecha.....	18
3.2.2.	Inicio de cosecha.....	18
3.2.3.	Proyección de kilos a cosechar por semana en el área de arándano Agro Victoria	19
3.2.4.	Rendimiento del personal de cosecha.....	22
3.2.5.	Materiales a utilizar en la cosecha	23
3.2.6.	Centros de acopio para la fruta cosechada.....	24
3.2.7.	Calidad del fruto	25
3.2.8.	Método de cosecha	26
3.3.	Principales limitaciones en la cosecha de arándano cv. Biloxi para agroexportación.....	29
3.3.1.	Tamaño del fruto.....	29
3.3.2.	Peso del fruto	30

3.3.3. Exposición de la fruta a altas temperaturas	30
3.3.4. Presencia de rocío en la planta de arándano	30
3.3.6. Presencia de viento	32
3.3.7. Daños causados por aves	32
3.3.8. Disponibilidad de mano de obra	33
3.4. Etapas del proceso de poscosecha para reducir el deterioro del fruto.....	33
3.4.1. Recepción y pesado de fruta	34
3.4.2. Proceso de enfriado de la fruta	35
3.4.3. Proceso.....	36
3.4.4. Proceso de pre-enfriado	42
3.4.5. Almacenamiento en cámara de producto terminado	42
IV. CONCLUSIONES	43
V. RECOMENDACIONES	44
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
VII. ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos hidrometeorológicos del año 2022 en Villacurí, Ica	17
Tabla 2: Rendimiento en inicio de campaña 2020 Agro Victoria	18
Tabla 3: Calibre de baya cv Biloxi campaña 2022	30
Tabla 4: Temperatura y humedad relativa en Salas, Ica en el año 2022	31
Tabla 5: Presentaciones en clamshell	40
Tabla 6: Dimensión de las parihuelas para presentación en clamshell.....	41
Tabla 7: Número de cajas en envío marítimo y aéreo	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Exportaciones de arándanos frescos, 2010-2022	3
Figura 2: Porcentaje de participación de los países exportadores de arándano fresco entre el 2015-2019	4
Figura 3: Estacionalidad de las exportaciones del arándano fresco	6
Figura 4: Morfología del arándano	7
Figura 5: Fenología del arándano en Perú	9
Figura 6: Etapas presentes del desarrollo del fruto de arándano	10
Figura 7: A. Etapas de desarrollo del arándano, B. Peso medio de fruta fresca (pwt) y diámetro, C. Botones florales y flores en antesis con sus respectivos tejidos ováricos	11
Figura 8: Efecto de altas temperaturas en bayas de arándano cosechadas	13
Figura 9: Gráfico de producción por años de plantación de arándano variedad Legacy	14
Figura 10: Estados de desarrollo del fruto de arándano cv. Biloxi, Pampa de Villacurí, Ica	19
Figura 11: Futa rosada de arándano cv Biloxi	20
Figura 12: Fruta pinta de arándano cv Biloxi	20
Figura 13: Frutos maduros arándano cv Biloxi	20
Figura 14: Cartilla de Proyección de cosecha semanal	21
Figura 15: Rendimiento semanal del cosechador en la campaña 2020	23
Figura 16: Materiales de cosecha. A) Bandejas, B) Atril, C) Canastilla de descarte	23
Figura 17: Exterior e interior de los centros de acopio	24
Figura 18: Bayas maduras en planta de arándano cv. Biloxi	25
Figura 19: Defectos en la calidad de las bayas de arándano	26
Figura 20: Organización del área de arándano	27
Figura 21: Envío de fruta al área de proceso	29
Figura 22: Estado de la planta 7:00 am en el mes de agosto de 2022	31
Figura 23: Daño causado en frutos por Botrytis cinerea	32
Figura 24: Daños causados en las bayas por aves	33
Figura 25: Recepción de bandejas	34
Figura 26: Pesaje de fruta en el área de recepción	35
Figura 27: Rótulo de identificación de pallet	35
Figura 28: Exterior e interior del túnel de enfriamiento	36

Figura 29: Temperatura y humedad relativa en el interior de la cámara de materia prima.....	37
Figura 30: Diagrama de proceso en cámara de materia prima	37
Figura 31: Vaciado de fruta.....	38
Figura 32: Proceso semi-mecanizado de llenado de clamshell.	39
Figura 33: Caja terminada con 12 clamshell	40
Figura 34: Etiquetado de cajas terminadas	41
Figura 35: Temperatura y humedad relativa dentro de la cámara de almacenamiento de producto terminado.....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Rendimientos mensuales en la campaña 2020.....	50
Anexo 2: Calibre y peso de baya cv. Biloxi.	51
Anexo 3: Temperatura (°C) máxima y mínima en Villacurí, Ica.	52

RESUMEN

El presente trabajo está basado en la experiencia de una plantación de 60 hectáreas de arándanos, ubicada en la pampa de Villacurí, departamento de Ica, y tiene como finalidad establecer criterios que influyen en la cosecha y la calidad del fruto de arándano (*Vaccinium corymbosum L.*) cv. Biloxi para agroexportación. Donde se concluyó que la temperatura es uno de los factores que ocasiona pérdidas por deshidratación de las bayas, siendo susceptibles a temperaturas aproximadas a 30°C; así como la humedad relativa alta en los meses de invierno que favorece el desarrollo de patógenos como *Botrytis cinerea* que causa caída de flores, caída y pudrición de frutos, también afecta el rendimiento ya que por lo general las plantas amanecen húmedas retrasando el inicio de cosecha. Para el manejo poscosecha, el proceso de los frutos de arándano no presentan complicaciones cuando se trabaja a temperaturas de -0.1°C a 0 °C y humedad relativa mayor a 80%, donde mantener estas características de temperatura y humedad durante todo el proceso evita el deterioro del producto terminado.

Palabras clave: arándano, cosecha, poscosecha, Ica, calidad.

ABSTRACT

This paper is based on the experience of a 60 hectare blueberry plantation, located in “Pampa de Villacuri”, province of Ica. The purpose is to establish criteria for harvest and quality management of blueberry (*Vaccinium corymbosum L.*) cv. Biloxi for agro-export. Here, it was concluded that the temperature is one of the factors that cause losses due to dehydration of the berries, being susceptible to temperatures of approximately 30°C; as well as the high relative humidity in the winter months that stimulate the development of pathogens such as *botrytis cinerea* that causes flower drop, fruit drop and rot, also affects yield since plants usually wake up wet, delaying the start of harvest. For posharvest management, the blueberry fruit process does not present complications when working at temperatures from -0.1°C to 0°C and relative humidity greater than 80%, where maintaining these temperature and humidity characteristics throughout the process prevents spoilage of the finished product.

Keywords: blueberry, harvest, Ica, posharvest, quality.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los principales productores y exportadores de arándano en el mundo, donde la temporada de cosecha con mayor producción se da entre los meses de agosto-octubre. Los beneficios del consumo de arándano le han permitido posicionarse en el mercado teniendo gran demanda mundial, debido a su alto valor nutritivo y además ser fuente de antioxidantes y flavonoides (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2020).

Los arándanos también presentan compuestos orgánicos como fenoles y polifenoles que actúan a modo de autodefensa contra el estrés ambiental, como la luz alta, los rayos ultravioletas, las temperaturas desfavorables, el déficit hídrico, la salinidad, las deficiencias de nutrientes, la infección por patógenos y los herbívoros (Krishna *et al.*, 2023).

Las regiones con mayores plantaciones de arándano en Perú son La Libertad representando el 46% y Lambayeque el 28% (Proarandanos, 2022). El departamento de Ica representa el 8% y viene ganando notoriedad debido a los nuevos proyectos que se vienen desarrollando, donde la temporada de cosecha se realiza en los meses de mayo a diciembre (Proarandanos, 2022; Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú [SENASA], 2021). Para el año 2022 el departamento de Ica incrementó su producción en 17.1% con respecto al año 2021 (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2023), siendo Ica, Pisco y Pampas de Villacurí las principales zonas de producción, cultivándose distintas variedades de arándano siendo las más importantes Ventura, Biloxi, Mágica, Bella, Emerald, Bonita, Rocio, Springhigh, Ozblu Raquelle, Snowchaser (SENASA, 2021).

La mayoría de los productores de arándano del Perú utilizan técnicas de cultivo moderno, como la hidroponía y la fertirrigación, para maximizar los rendimientos y calidad del cultivo. Además, muchos productores cuentan con certificaciones internacionales de calidad, como GLOBAL GAP y BRC, lo que les permite exportar sus productos a mercados exigentes en todo el mundo.

La cosecha de arándano es el último eslabón en la cadena de producción en campo, un adecuado manejo de esta labor garantiza una alta rentabilidad del producto y la poscosecha constituye un punto clave para llegar al consumidor con un producto de calidad. El presente trabajo muestra criterios establecidos para la planificación e implementación de estas operaciones.

1.1. Objetivo general

Exponer los criterios que influyen en la cosecha y la calidad del fruto de arándano para agroexportación.

1.2. Objetivos específicos

- Describir las actividades a considerar en el proceso de cosecha del arándano.
- Explicar las principales limitaciones de la cosecha en el arándano para agroexportación.
- Desarrollar cada una de las etapas del proceso de poscosecha para reducir el deterioro del fruto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cultivo de arándano en Perú y exportación

La producción de arándano en el Perú comenzó entre el año 2006-2007 cuando se desarrollaron las primeras plantaciones, luego comenzaron a cosecharse a partir del año 2009 con volúmenes de producción relativamente pequeños y un desempeño escaso en las exportaciones. Sin embargo, a partir del año 2013, la producción del arándano superó las 1,4 mil toneladas y en el año 2015, llegó a las 10 mil toneladas, con una tasa de crecimiento promedio anual de 87% (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2020).

En el año 2018 como se muestra en la Figura 1 fue cuando el volumen de las exportaciones alcanzó las 74 mil toneladas y en el 2019 y 2020, 125 mil y 162 mil toneladas respectivamente. En los años 2021 y 2022, los volúmenes de exportación llegaron al pico máximo con 206 mil y 276 mil toneladas siendo cifras récords. Todo ello resultó en una tasa de crecimiento anual promedio del 143,5% en volumen y 142,8% en valor entre los años 2010 y 2022 (MIDAGRI, 2023).

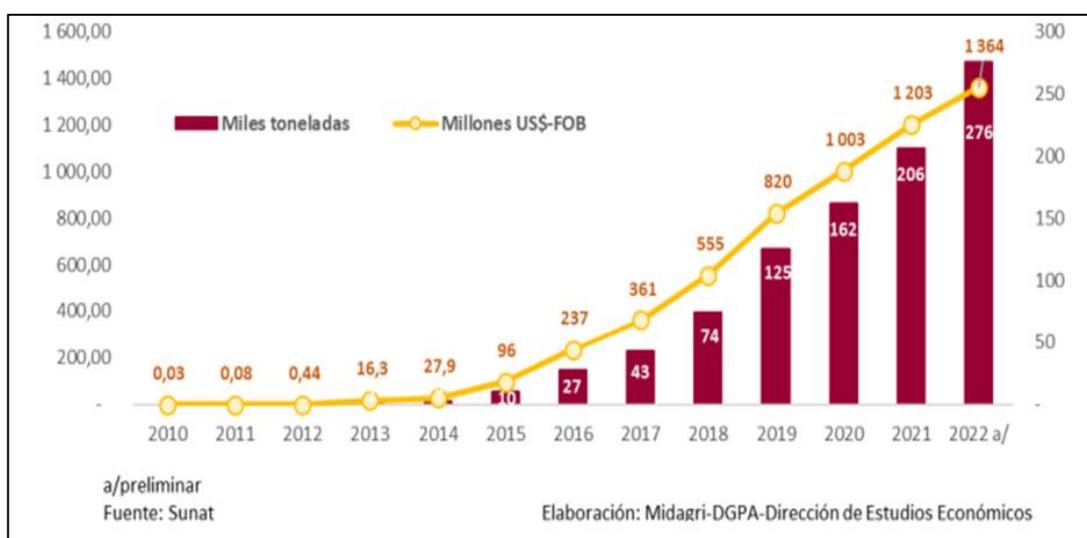


Figura 1: Exportaciones de arándanos frescos, 2010-2022

FUENTE: MIDAGRI (2023)

Los países que lideraban el mercado mundial en el comercio de arándanos eran Estados Unidos y Canadá, y en décadas recientes Chile, sin embargo, a partir del 2015, Perú logró superar a Chile, convirtiéndose en el tercer exportador de arándano en el mundo (MINAGRI, 2020). En la Figura 2 se ilustra la participación de los países exportadores donde en el año 2019 Perú se convirtió en el primer exportador de arándanos a nivel mundial (MIDAGRI, 2023), con un volumen de exportación de 122,449 Toneladas (TN), Chile con el 138,372 TN, Holanda con 65,480 TN, España con el 68,499 TN y Estados Unidos con 56,899 TN. Además, ello representó del 6% de la participación de las exportaciones en el 2015 y 23% de participación en el 2019, respecto a los demás países exportadores (Vargas y Tamayo, 2020).

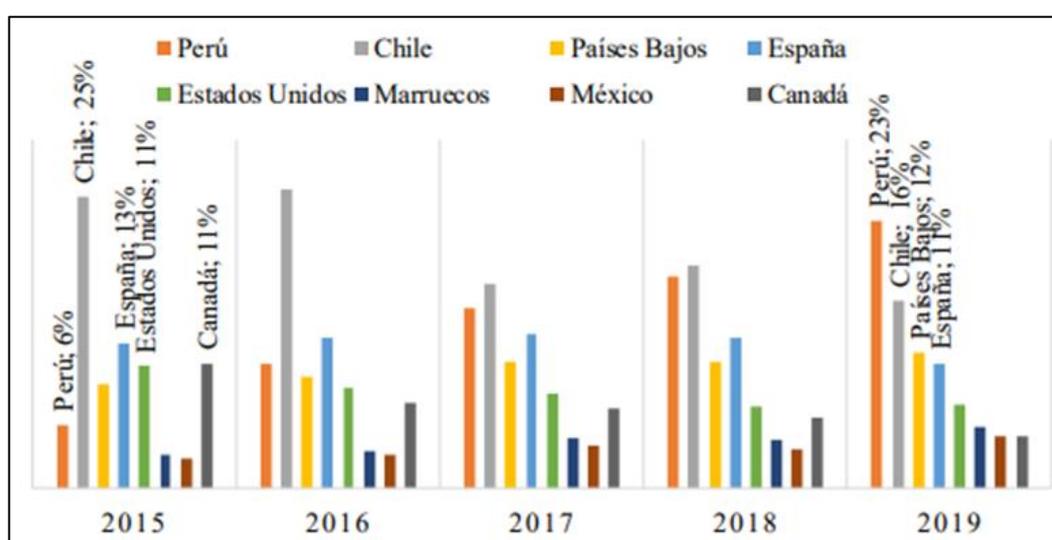


Figura 2: Porcentaje de participación de los países exportadores de arándano fresco entre el 2015-2019

FUENTE: Vargas y Tamayo, 2020)

Continuando con la misma tendencia, a partir del año 2022, las exportaciones del arándano empezaron a crecer significativamente, llegando a alcanzar US\$ 1,362 millones 740 mil, logrando superar a EE.UU., España, Canadá, Países Bajos y Marruecos, según informó el Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales de la Asociación de Exportadores (CIEN-ADEX, 2022). Esto permitió que el Perú se consagre como cuarto año consecutivo en uno de los principales países exportadores de arándanos del mundo, convirtiéndose en el producto de agro exportación más importante del país (El Comercio, 2023).

En el año 2022, los destinos principales de las exportaciones de los arándanos fueron: Estados Unidos de América (30,51%), Países Bajos (40,74%), China (28,70%), Reino Unido (22,84%) y España (86,61%), que juntos representan el 93% de las exportaciones peruanas de arándanos (INEI, 2023).

El transporte principal de las exportaciones de arándanos es por la vía marítima con el 99.1% del total (US\$ 1,209.0 millones) y por la vía aérea (US\$ 11.2 millones) (CIEN, 2022).

Entre los departamentos productores de arándano en el 2022 destacó La Libertad como el mayor centro de producción nacional de arándano registrando un crecimiento del 33,66%; luego está Lambayeque con 34,44%, Ica 26,91% y Lima 2,31%, que en conjunto aportaron el 91% de la producción nacional (INEI, 2023).

Con respecto a las variedades producidas de arándano, las variedades Biloxi, Misty y Legacy, son las que mejor se adaptan en el Perú (MINAGRI, 2020). Actualmente son más de 65 variedades las que se cultivan, sumándose entre ellas Emerald, Sekoya Pop, Atlas Blue y Sekoya Beauty (MIDAGRI, 2023).

En el Perú, las exportaciones inician en el mes de julio, alcanzando un pico máximo en el mes de octubre como se observa en la figura 3, y luego disminuye gradualmente desde noviembre a mayo (MINAGRI, 2020).

La estacionalidad en los productos entre el Hemisferio Norte y el Hemisferio Sur le permitió al Perú identificar una ventana comercial atractiva en el mercado estadounidense, para abastecer la falta de arándanos en los EE.UU. Perú compite con Canadá en los meses de octubre y noviembre, con Chile en el inicio de su temporada, diciembre y enero del siguiente año (MINAGRI, 2020).

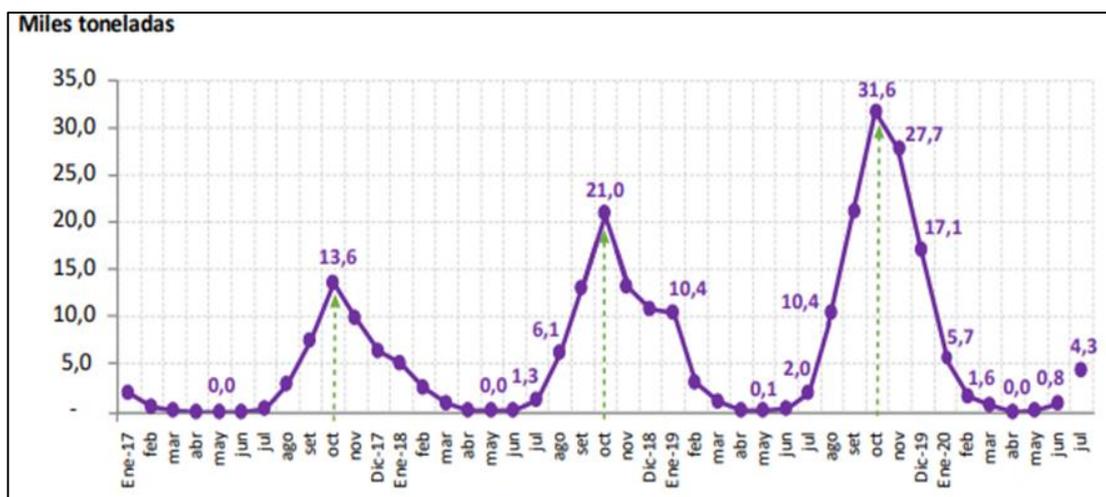


Figura 3: Estacionalidad de las exportaciones del arándano fresco

FUENTE: MINAGRI (2020).

2.2. Generalidades del arándano

Los arándanos tienen su origen en el hemisferio norte distribuidos principalmente por Norteamérica, Europa Central y Euroasia, siendo las especies que se cultivan mayormente los *Vaccinium corymbosum* L. (arándano alto, highbush) y *Vaccinium angustifolium* (arándano pequeño, lowbush) (Romero, 2016; García *et al.*, 2018).

En América del sur se empezaron a cultivar las primeras especies de arándano en 1980. (Bañados, 2006). En Perú se reportan las primeras instalaciones de investigación sobre el cultivo en el año 2004 bajo el proyecto de cooperación con la Unión Europea y en el año 2008 se registra la primera plantación de 10 ha en Arequipa (MINAGRI, 2016).

Vaccinium corymbosum L. cv. Biloxi, fue una de las primeras variedades en introducirse al Perú ya que se adaptó a las condiciones del país, llegando a ser uno de los cultivos más importantes por tener alta productividad y necesitar menos de 400 horas frío (Retamales y Hancock, 2018).

2.3. Taxonomía

Según Retamales y Hancock (2012), el arándano presenta la siguiente clasificación:

Reino: Plantae

División: Magnoliophytas

Subdivisión: Angiosperma
Clase: Dicotiledónea
Subclase: Dilleniidae
Orden: Ericales
Familia: Ericaceae
Subfamilia: Vaccinioideae
Tribu: Vaccinieae
Sección: *Cyanococcus*
Género: *Vaccinium*
Especie: *Vaccinium corymbosum* L.

2.4. Morfología del arándano

La planta de arándano es un arbusto perenne (Buzeta, 1997), y como se observa en la Figura 4 presenta las siguientes estructuras:

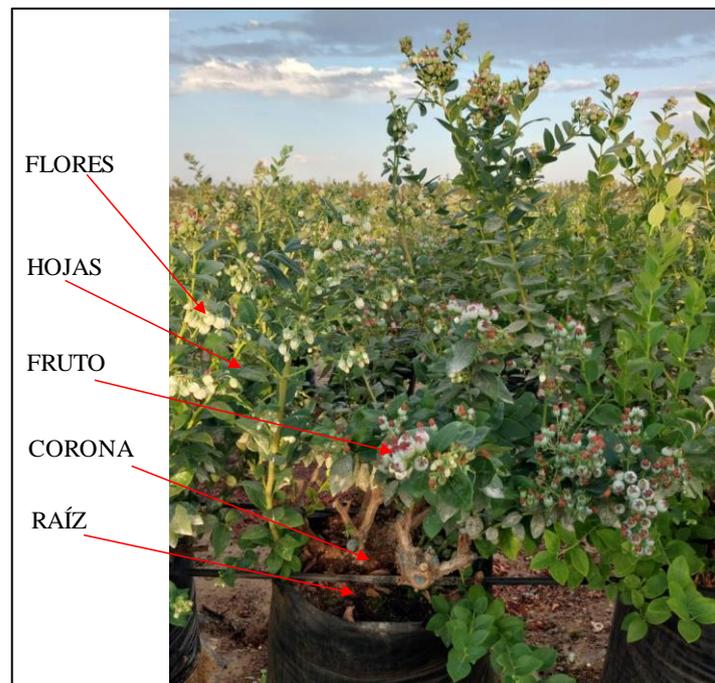


Figura 4: Morfología del arándano

FUENTE: Elaboración propia

Raíz: Las raíces del arándano, encargadas de la absorción, son finas, superficiales, carentes de pelos absorbentes y sin la capacidad de almacenar reservas (Buzeta, 1997; Ochoa, 2021).

Sin embargo, de acuerdo con García *et al.* (2018), el arándano presenta una estructura denominada corona, que sería la encargada de almacenar reservas; así mismo de ella, se generarán nuevas estructuras vegetativas, como los brotes, renovando la parte aérea constantemente.

Hojas: Respecto a las hojas estas son simples, alternas y presentan un pedicelo corto, de forma elíptica lanceolada, ligeramente dentadas y con nervaduras por el envés (Buzeta, 1997).

Flores: Las flores son perfectas y epíginas (Gough, 1994), están dispuestas en racimos axilares, el tamaño de las mismas es menor a 1 cm, con cáliz articulado y corola de color blanco o rosa dependiendo de la especie (Gutiérrez, 2014).

Fruto: En cuanto al fruto es una baya esférica cuyo diámetro se encuentra entre 0.7 a 1.5 cm, el color depende de la especie presentando tonalidades que van desde el azul claro a negro, está cubierto por una capa de cera comúnmente denominada bloom (Buzeta, 1997).

2.5. Fenología del cultivo

Darnell *et al.* (1992) presenta el ciclo anual de desarrollo de la planta de arándano, el cual está dividido en los siguientes estados:

- Desarrollo vegetativo, donde se produce crecimiento de los ápices vegetativos y acumulación de carbono y de reservas de nutrientes.
- Botón floral de iniciación, ocurre la inducción a la floración y la transición de los ápices de vegetativo a reproductivo.
- Dormancia, cuando no se presenta crecimiento de meristemas vegetativos ni diferenciación de estructuras vegetativas.
- Floración, cuando se llevan a cabo procesos biológicos como la polinización y fecundación.
- Desarrollo del fruto, junto con el crecimiento de estructuras vegetativas, el crecimiento y la maduración de las estructuras reproductivas.

Una vez que la flor es fecundada se da lugar al cuajado del fruto, seguido a esto se inicia con

el crecimiento de la baya, después de esta etapa de aumento de tamaño la baya presenta cambios en el color lo cual determina el proceso de maduración (Mesa, 2015).

La Figura 5 muestra la fenología del arándano descrita por Maticorena (2017) para las condiciones de Perú, según Maticorena (2017), el inicio del ciclo fenológico de la planta de arándano se debe ubicar o programar respecto a la etapa de cosecha, donde el desarrollo y maduración de la baya se encuentre entre los meses de agosto y diciembre.

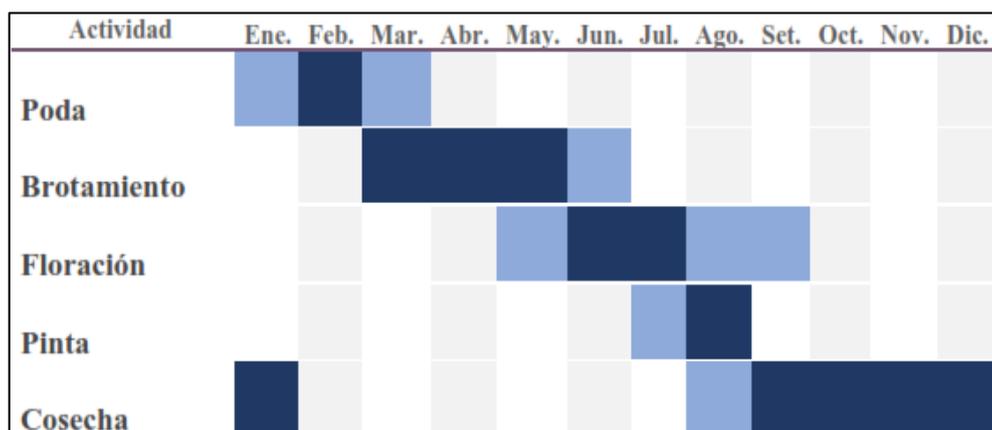


Figura 5: Fenología del arándano en Perú

FUENTE: Maticorena (2017)

2.6. Fisiología del fruto

Durante el desarrollo de la forma de la fruta se aprecia un aumento prolongado respecto al volumen donde hay abundante mitosis y división celular (Gao *et al.*, 2021; Kornaska, 2015).

Finalmente, un crecimiento rápido en el volumen del pericarpio está presente hasta llegar a la madurez del fruto. El extremo del cáliz empieza a tomar el color característico morado y los azúcares se acumulan en la zona carnososa (pulpa) que comienza a ablandarse junto a un aumento del contenido de glucosa y fructosa (Early, 2010; Proctor y Peng, 1989).



Figura 6: Etapas presentes del desarrollo del fruto de arándano

FUENTE: Liu *et al.* (2021)

Según la Figura 6, el crecimiento del fruto de arándano se le puede clasificar en las siguientes etapas: etapa 1, con 2 hasta 3,5 mm de diámetro, la etapa 2, con 4 hasta 7 mm de diámetro y la etapa 3, con 7 hasta 9 mm de diámetro. Los estadios siguientes, son valorados según la coloración: la etapa 3 tiene tonalidad verdoso blanco mientras que la etapa 4 presenta hasta un 25 a 50 % de tonalidad roja y, por último, las etapas 5 y 6 tiene predominancia en colores contrastantes como morado rojíceo y azul oscuro en su totalidad respectivamente (Liu *et al.*, 2021). Esto también lo demuestra Zifkin *et al.* (2011) en la Figura 7.A., donde se observan las etapas de desarrollo del arándano del cv Rabel elegidos por su fuerte capacidad antioxidante superior y contenido de flavonoides, donde encontró el mismo patrón en las etapas del desarrollo del arándano mencionadas por Liu *et al.* (2021), evidenciado en la Figura 7.B.

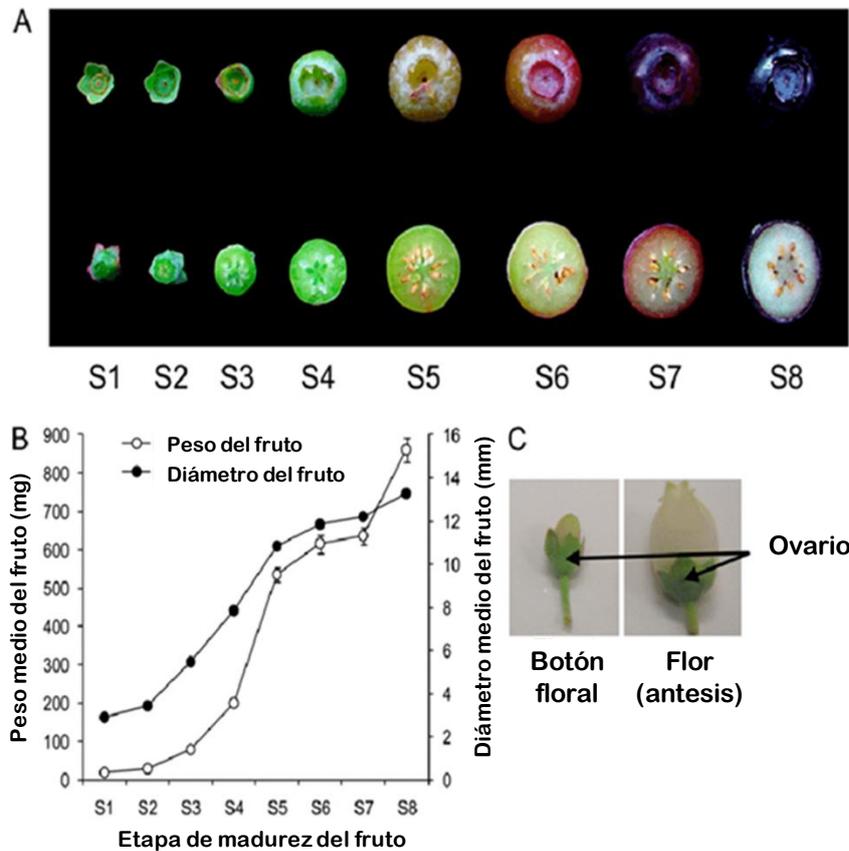


Figura 7: A. Etapas de desarrollo del arándano, B. Peso medio de fruta fresca (pwt) y diámetro, C. Botones florales y flores en antesis con sus respectivos tejidos ováricos

FUENTE: Zifkin *et al.* (2011)

En la etapa tardía, donde la baya está en proceso de maduración, el transporte transmembrana y la embriogénesis tardía facilitan la biosíntesis de metabolitos secundarios dejando una producción de ácido abscísico como parte del metabolismo. Por ello, pese a ser un fruto climatérico, el etileno no sería el protagonista que participe en la maduración del fruto sino el ácido abscísico (Colle *et al.*, 2019) donde, el etileno sería producido en forma mínima y solamente se podrá encontrar en diferentes concentraciones dependiendo de la variedad del arándano (Undurraga y Vargas, 2013).

La tasa de respiración y de producción de etileno puede variar según la temperatura a la que se encuentre el fruto y del tipo de variedad del arándano (Comité de Arándanos de Chile, 2018).

Debido al tamaño, al área superficial y a la delgada piel que presenta el fruto de arándano, tiende a presentar deshidratación (Undurraga y Vargas, 2013; Valdés, 2020). La cera opaca blanquecina que recubre al fruto se le denomina pruina y es característico en frutos maduros, el cual está compuesto por triterpenoides como ácido ursólico (Valdés, 2020). Konarska (2015), mostró presencia de vacíos en las células que componen las paredes epidérmicas y parenquimáticas presentes independientes en el grosor de la cutícula.

2.7. Valor nutritivo del arándano

García *et al.* (2018) señala la composición química de los frutos del arándano en fresco, se podría destacar la presencia de las vitaminas A, C y B6; minerales como el potasio (K), hierro (Fe) y calcio (Ca); además, tanto los carbohidratos, como los ácidos grasos y las proteínas aportan el 91%, 5% y 4% de las calorías. Por su parte, la fibra dietética o alimentaria es muy abundante por lo que contribuye a reducir el estreñimiento y la atonía intestinal.

Según Krishna *et al.* (2023) los fenoles y polifenoles representan el 8 y 304 mg/100 g de peso de fruta fresca en el arándano, esto supone un alto valor nutricional, ya que, según el mismo autor los fenoles actúan como antioxidantes y por sus propiedades antiinflamatorias, anticancerígenas, antimicrobianas, antialérgicas, antivirales, antitrombóticas, y hepatoprotectoras, han llamado la atención en el área de la medicina.

Las antocianinas (malvidina, delphinidina, petunidina, cianidina y peonidina) representan el 60% de los polifenoles totales en los arándanos maduros, cuya composición oscila entre 93–235 mg/100 g (Krishna *et al.*, 2023; Tobar *et al.*, 2021). Además, las antocianinas se encargan de proporcionar la coloración roja, azul o morada al arándano. Cabe resaltar que existen estudios que demostraron una relación positiva con el crecimiento y la actividad antioxidativa del arándano y el contenido de antocianinas (Tobar *et al.*, 2021).

Los flavonoles por su parte están representados por la quercetina, miricetina, y kaempferol (Tobar *et al.*, 2022). Con respecto a los taninos, las procianidinas son los compuestos fenólicos que más abundan en la pulpa del arándano, y en las flores se encuentran la quercetina y ácido hidroxicinámico (Krishna *et al.*, 2023; Tobar *et al.*, 2021).

Los carotenoides, son otras moléculas, que se encargan de dar la coloración amarilla, roja y anaranjada al arándano, estando presente en cantidades muy bajas (Tobar *et al.*, 2021).

2.8. Cosecha de arándano

Determinar el momento de cosecha idóneo es el factor de mayor importancia que interviene en la vida poscosecha y comercial del producto (Castellanos *et al.*, 2012).

Para Undurraga y Vargas (2013) el criterio de cosecha está determinado por el color de la baya, esta debe presentar un color azul uniforme, frutos cosechados de color rojo tendrán una calidad organoléptica inferior a un fruto cosechado con el color adecuado, aun cuando el arándano sea un fruto climatérico.

Lo anterior es confirmado por Zapata *et al.* (2013) quien sostiene que la cosecha de las bayas de arándano debe realizarse una vez alcanzado el estado de madurez adecuado, debido a que de esto depende la duración en almacenamiento del fruto, la calidad del producto final y la aceptación por parte del consumidor.

Luchsinger *et al.* (2018) recomienda no cosechar sobre los 30 °C y evitar la exposición de frutos de arándano cosechados a altas temperaturas ya que los hace susceptibles a la pérdida de agua, pérdida de firmeza y pérdida de apariencia. El efecto de la exposición a altas temperaturas se ilustra en la Figura 8.



Figura 8: Efecto de altas temperaturas en bayas de arándano cosechadas

FUENTE: Luchsinger et al. (2018)

La capacitación del personal de cosecha es clave para minimizar las pérdidas durante la cosecha. El personal debe recibir indicaciones destinadas a reducir los daños ocurridos por

golpe y exposición a altas temperaturas así como evitar el manipuleo excesivo de la fruta ya que esto contribuiría a causar daño y remover la cera de la piel de la baya; a no sobrellenar los contenedores de cosecha, ya que este daño causa un efecto directo sobre la fruta y por otro lado dificultará su posterior enfriamiento (Undurraga y Vargas, 2013).

Otro factor importante a considerar según García (2011) es el destino de la fruta, si es para mercado en fresco, la cosecha puede iniciarse cuando la planta presenta aproximadamente un 10%-15% de frutos maduros, ya que el periodo de maduración de los frutos es gradual, la cosecha en la misma planta puede realizarse cada siete días.

2.9. Producción

En los primeros años de producción de arándano no se obtienen grandes rendimientos, pudiendo producir de 1 a 4 tn/ha como se ilustra en la Figura 9, esta producción aumenta progresivamente con los años llegando a conseguir en el sexto o séptimo año un rendimiento de 12 a 15 tn/ha siendo este el periodo de máxima producción (García, 2011).

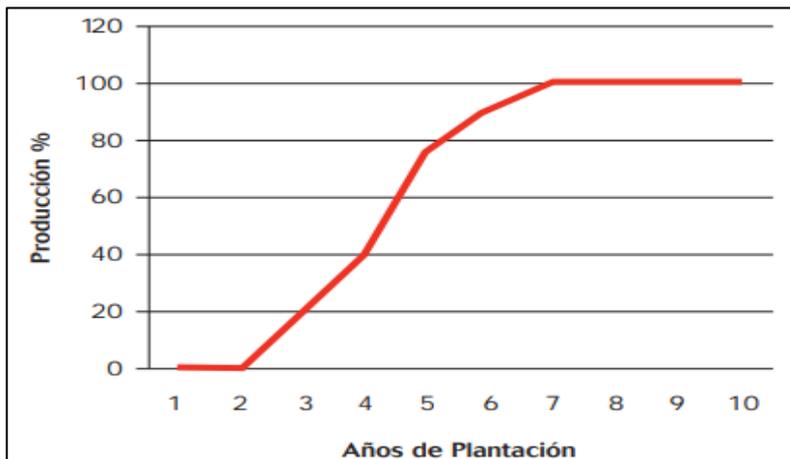


Figura 9: Gráfico de producción por años de plantación de arándano variedad Legacy

FUENTE: García (2011)

2.10. Calidad del fruto de arándano

Existen una serie de factores y operaciones que se deben tener en cuenta al momento de la cosecha y poscosecha para mantener la calidad y propiedades nutricionales óptimas que exigen los consumidores (García *et al.*, 2011).

Undurraga y Vargas (2013) señalan que la calidad de los frutos de arándano, dependen de factores los cuales se pueden agrupar de la siguiente manera:

Calidad visible: lo que se define en apariencia de la fruta, como la presencia de cera denominada pruina alrededor de la epidermis de la baya así como también un color azul uniforme y firmeza del fruto y ausencia de daño mecánico y pudriciones.

Calidad organoléptica: determinada por el contenido de azúcares, ácidos y compuestos volátiles.

2.11. Poscosecha

Todos los procesos que se realizan durante la poscosecha de los frutos buscan preservar su calidad, manteniendo sus características y propiedades naturales (Bof, 2018).

En el transcurso del manejo poscosecha, es necesario considerar que las frutas al ser cosechadas continúan con el proceso de respiración, que contribuyen en muchos casos con la senescencia de las mismas, experimentando cambios estructurales y bioquímicos (Arias y Toledo, 2000).

Por lo general los frutos frescos son clasificados como productos perecederos, es decir están sujetos a factores que favorecen a su deterioro fisiológico, que pueden ser causados durante el periodo de cosecha, en el transcurso de su almacenamiento y también después de haber sido distribuidos a los consumidores, por este motivo es necesario refrigerar los frutos lo antes posible (García *et al.*, 2011).

El factor más importante a tener en cuenta para prolongar la vida poscosecha de arándanos, es la temperatura, se debe trabajar en el manejo desde la cosecha hasta el desplazamiento al área de proceso, donde se cuenta con un control de temperatura, dando mejores condiciones de almacenamiento a la fruta (Undurraga y Vargas, 2013).

El sistema más utilizado para reducir la temperatura en los frutos de arándano es la cámara frigorífica con forzadores de aire, cuyo modo de acción permite pasar aire frío a través de la fruta disminuyendo la temperatura de la pulpa de 20 ó 25 °C hasta 1,5 °C en un tiempo aproximado de 2 horas (Hernández, 2014).

Guerrero (1993) sostiene que los frutos de arándano, dependiendo del cultivar y estado de madurez, conservan su vida poscosecha en buenas condiciones durante 15 a 33 días de almacenaje, en cámaras de frío con temperaturas de 0 °C y con 90% de HR. Según Mitcham y Mitchell (2007), para minimizar el deterioro poscosecha de las bayas de arándano, se deben almacenar entre -0.5 y 0 °C, siendo este el rango de temperatura ideal para su conservación.

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. Ubicación y descripción del área de trabajo

El fundo “EL DESPERTAR” está ubicada en las pampas de Villacurí, (latitud 13° 56' 11.76” S, longitud 75° 46' 22.44” W) y pertenece a la empresa AGRO VICTORIA SAC, se encuentra en el km 289.5 de la carretera panamericana sur en el distrito de Salas del departamento de Ica (latitud 14° 3' 49.846” S, longitud 75° 43' 43.252” W). En Villacurí, donde está ubicado el fundo, presenta un terreno arenoso y se tiene un microclima semidesértico como se muestra en la Tabla 1 con temperaturas máximas de 32.5 °C en el mes de marzo y con alta humedad en invierno donde las temperaturas mínimas se registran en los meses de mayo a octubre con humedad relativa superior a 80%.

Tabla 1: Datos hidrometeorológicos del año 2022 en Villacurí, Ica

MES	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)
	Máxima	mínima	
Enero	31.5	17.4	72.1
Febrero	31.6	17.4	72.5
Marzo	32.5	17.7	72.4
Abril	31.4	14.3	74.9
Mayo	28.7	10.0	80.7
Junio	25.5	8.2	84.9
Julio	25.8	9.3	84.1
Agosto	26.4	9.0	84.8
Octubre	28.3	9.9	82.0
Noviembre	28.6	12.5	81.4
Diciembre	30.6	15.8	80.8

FUENTE: SENAMHI (2023)

En “EL DESPERTAR” se cuenta con plantaciones de granado, vid y arándano. Tiene una extensión de 650 ha de las cuales 60 ha corresponden al cultivo de arándano, el cultivar instalado es Biloxi.

3.2. Descripción de actividades en la cosecha de arándano

3.2.1. Planificación de periodo de cosecha

La cosecha se programa antes de iniciar la campaña agrícola, siendo la poda, la actividad con la que se da inicio al ciclo del arándano. El periodo desde el inicio de la poda hasta la cosecha dura alrededor de 24 semanas, esta información nos ayuda a planificar en qué momento podar para obtener los mejores precios y aprovechar la ventana comercial. En la campaña 2019 y 2020 la poda se inició en el mes de enero, iniciando la cosecha en el mes de julio y en la campaña 2021 y 2022 se podó en el mes de diciembre, adelantando en un mes la cosecha y de esta manera aumentar el periodo de recolección.

3.2.2. Inicio de cosecha

La cosecha se inicia en el mes de junio con bajos volúmenes, menores a los 1000 kg equivalente a 1.25 % de la producción cosechados en 5.3 ha aproximadamente, los cuales son distribuidos a mercados nacionales, a esto se le denomina periodo de desbrevé. La Tabla 2 refleja un resumen del rendimiento en inicio de campaña 2020 Agro Victoria donde se observa que las primeras 5 semanas de cosecha se obtuvo una producción menor a 1 tn diaria siendo este el periodo de desbrevé y a partir de la sexta semana se inicia con la cosecha para exportación en el mes de julio, con volúmenes superiores a los 1000 kg de fruta, obteniéndose los picos de producción en los meses de septiembre –octubre (Anexo 1) finalizando la campaña en el mes de noviembre.

Tabla 2: Rendimiento en inicio de campaña 2020 Agro Victoria

Semana de cosecha	Día de cosecha	kg cosechados	Periodo
Semana 1	1	411.48	Desbrevé
	2	115.57	
Semana 2	3	333.98	
	4	374.09	
	5	115.88	
Semana 3	6	289.22	
	7	511.22	
	8	499.60	
	9	257.42	
	10	170.75	
	11	526.92	
Semana 4	12	502.92	
	13	454.77	
	14	544.95	

«Continuación»

	15	668.04	
	16	1401.11	
Semana 5	17	2362.51	Exportación
	18	2339.90	
	19	1690.59	
	20	2315.34	
Semana 6	21	2781.32	
	22	2067.87	
	23	3098.78	
	24	2486.70	

3.2.3. Proyección de kilos a cosechar por semana en el área de arándano Agro Victoria

La planta de arándano no presenta una floración homogénea, de acuerdo con Maticorena (2017) quién sostiene que el arándano se encuentra en constante brotación y floración. Es por ello que se observan todos los estados de desarrollo del fruto como se ilustra en la Figura 10, al momento de la cosecha, botón floral, flor, cuajado y frutos. Además, bajo las condiciones de la pampa de Villacurí, se determinó dos periodos marcados de mayor floración, el primero en el mes de mayo y el segundo en el mes de julio.



Figura 10: Estados de desarrollo del fruto de arándano cv. Biloxi, Pampa de Villacurí, Ica

La estimación semanal se realiza la semana previa a realizarse la cosecha, se toman como muestras frutos que estén cercanos a alcanzar su maduración, en un intervalo de tiempo de 3 a 6 días, es decir que en este periodo de tiempo los frutos estarán listos para ser cosechados. Para realizar la proyección de fruta a cosechar cada semana se contarán bayas utilizando la siguiente clasificación respecto al color del fruto cerca a la maduración.

Fruta rosada: la baya presenta una tonalidad rosa oscura en el área superior aproximadamente el 50 % de todo el fruto y en la zona inferior muestra un color verde claro como se observa

en la Figura 11. El tiempo de maduración de estas bayas varía entre 4 a 6 días.



Figura 11: Futa rosada de arándano cv Biloxi

Fruta pinta: en la Figura 12 se ilustra una baya pinta, la cual presenta una tonalidad morada oscura en la zona superior y un tono de color más claro en la base. El tiempo de maduración varía entre 2 a 3 días.



Figura 12: Fruta pinta de arándano cv Biloxi

Fruta madura: la baya presenta una tonalidad azul oscuro en su totalidad (Figura 13).



Figura 13: Frutos maduros arándano cv Biloxi

Para obtener los kilos totales que se cosecharán en la semana siguiente se debe tener previamente los siguientes datos: ha total, número total de plantas y peso promedio de bayas (g/lote).

Para la evaluación se cuenta con personal capacitado que se encargará de hacer el conteo de bayas. Este conteo se realiza dos días después de haber cosechado el lote, ya que como se mencionó anteriormente esta estimación pertenece a los kg que se cosecharán la siguiente semana.

El conteo se realiza en todo el campo y se seleccionan al azar 50 plantas representativas por lote, al inicio, medio y final del lote, en cada planta se llevará registro del total de bayas rosadas (BR), total de bayas pintas (BP) y total de bayas maduras (BM).

La Figura 14 muestra una cartilla de evaluación, con los datos necesarios para obtener la estimación de cosecha por lote.

L1, 2, 3, 4 y 5 representan cada uno el conteo total de bayas (BR, BP, BM) en una submuestra de 10 plantas. L1 y L2 son tomadas del inicio del lote, L3 del centro y L4 y L5 del final del lote.

Evaluación	27/05/2022	Sem 21		
Campo 1				
Total ha	10.6			
Nº de plantas	62593			
Nº plantas/ha	5905			
Peso de baya (g)	1.64			
Lote 1 (ha)	2.64			
		R	E	M
L1		286	258	271
L2		385	389	495
L3		583	553	331
L4		451	388	231
L5		322	284	144
Total de bayas	2027	1872	1472	
Prom total	405.4	374.4	294.4	
Prom/planta	8.1	7.5	5.9	
Kg/ha	68.0	62.8	49.4	180.1
Total kg en lote 1	179.5	165.8	130.3	476

Figura 14: Cartilla de Proyección de cosecha semanal

Con la información obtenida del conteo de bayas, se calcula el promedio total de las BR, BP, BM para los diferentes sectores del lote (L1...L5), para el promedio por planta de BR se realiza la siguiente operación:

$$N^{\circ}BR/planta = \frac{(\text{promedio total de BR})}{50}$$

Donde 50 es la cantidad total de plantas muestreadas. Para obtener el promedio por planta de BP y BM se realiza la misma operación que se realizó para BR.

Para la proyección se trabajará con el 85% de BR y el 100% de BP Y BM, realizando la siguiente operación:

$$\text{Cosecha (g)} = (85\%BR + 100\%BP + 100\%BM) \left(N^{\circ} \text{ total de } \frac{\text{plantas}}{\text{lote}} \right) (\text{Peso de baya por lote g})$$

Finalmente se realiza una conversión a kg obteniéndose la estimación de cosecha de la siguiente semana.

3.2.4. Rendimiento del personal de cosecha

En la Figura 15 se muestra el rendimiento semanal que tiene una persona (cosechador) durante la cosecha. Puede apreciarse que en las primeras semanas (sem 27-sem 30), que es la etapa de desbrote, el rendimiento del cosechador es bajo llegando hasta 10 kg durante este periodo, a medida que va transcurriendo la cosecha los rendimientos van aumentando ya que la maduración de la fruta en la planta va incrementando con el transcurso de las semanas. En los meses de mayor producción, agosto-octubre (semana 34 – semana 44) los rendimientos promedios con los que se trabajan van desde los 25 a 28 kg diarios por cosechador en una jornada de 8 h.

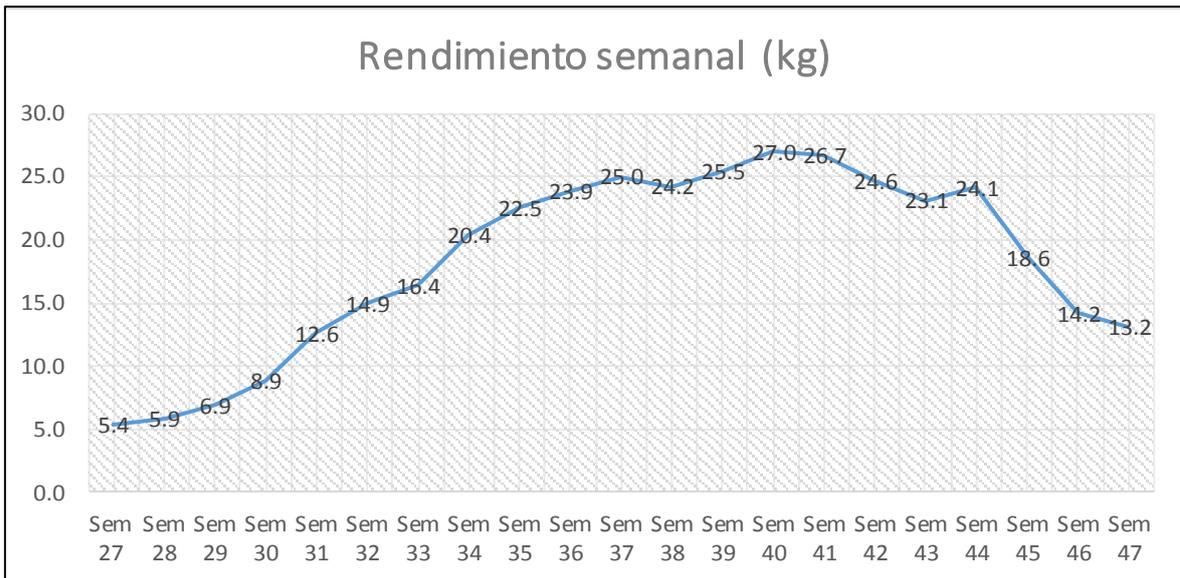


Figura 15: Rendimiento semanal del cosechador en la campaña 2020

3.2.5. Materiales a utilizar en la cosecha

Para un adecuado manejo durante la cosecha se tiene que contar con todos los materiales necesarios para llevar a cabo la labor, los cuales se ilustran en la Figura 16.



Figura 16: Materiales de cosecha. A) Bandejas, B) Atril, C) Canastilla de descarte

Bandejas: se utiliza como contenedor de la fruta cosechada.

Atril: es la estructura de soporte de las bandejas con fruta, están recubiertas de mallas para evitar el calentamiento y deshidratación de la baya.

Canastillas: se utiliza para recepcionar la fruta de descarte.

3.2.6. Centros de acopio para la fruta cosechada

Para el almacenamiento de la fruta cosechada en campo se hace uso de los centros de acopio, estas están construidas para darle las mejores condiciones, como protección de la contaminación de la intemperie y mantenerla a una temperatura que reduzca el deterioro durante el periodo que se encontrará concentrada en campo hasta ser enviada al área de proceso.

Una imagen de un centro de acopio se observa en la Figura 17. Están cubiertas con malla raschel al 90%, para proteger la fruta de los rayos solares y evitar el aumento de temperatura en el interior; también cuenta con orificios, que favorecen el ingreso de aire. En el interior esta implementada con parihuelas donde se dispondrán las bandejas para evitar el contacto de la fruta con el suelo y protegerlo de la contaminación.

Las bandejas en los centros de acopio son rotuladas por campo y lote, de esta manera se evitan errores al momento de ser enviadas al área de proceso.

El periodo de almacenamiento en campo no debe exceder las 2 horas ya que es un producto muy susceptible a la deshidratación por el aumento de temperatura.



Figura 17: Exterior e interior de los centros de acopio

3.2.7. Calidad del fruto

Para iniciar la cosecha se observa el color de la baya ya que esta determina el estado de maduración, como se observa en la Figura 18 el fruto en la planta debe tener una tonalidad azulada, cubierta en su totalidad lo cual nos indica que está lista para ser cosechada.



Figura 18: Bayas maduras en planta de arándano cv. Biloxi

Al momento de la cosecha nos basamos en la calidad visible donde la baya tiene que cumplir los siguientes parámetros para considerarla un fruto apto para la exportación.

- Color azul uniforme.
- Porcentaje de pruina alrededor de la epidermis de la baya sobre 85%.
- Fruto firme.
- Sin daño cosmético (cicatrices o heridas).
- Sin daño de insecto o presencia del mismo.
- Calibre mayor a 12 mm.
- Sin presencia de residuo floral.
- Sin presencia de pedicelo.
- Sin incidencia de pudriciones (botritis) u otros (penicillium).

En la Figura 19 se presentan gráficamente los principales defectos que no deben presentarse en la baya al momento de la cosecha.



Figura 19: Defectos en la calidad de las bayas de arándano

3.2.8. Método de cosecha

El área de arándano cuenta con 60 ha organizadas en 6 campos como se ilustra en la Figura 20, la cosecha se realiza de manera simultánea, es decir se cosechan todos los lotes a la vez. El ciclo de cosecha del lote varía entre 7 y 9 días, transcurrido este tiempo se inicia nuevamente el ciclo de cosecha del lote procurando que la fruta madura no permanezca más de 10 días en la planta ya que inicia con el proceso de sobre maduración.

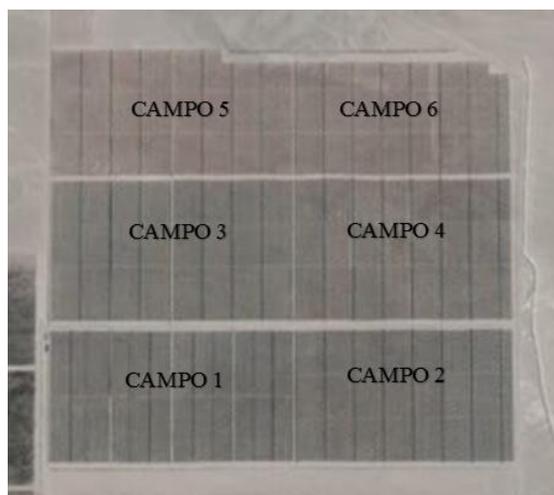


Figura 20: Organización del área de arándano

La cosecha se realiza manualmente, adecuando la cantidad de operarios a la cantidad de fruta apta para la cosecha presente en el campo, como ya se mencionó anteriormente se realiza una proyección de kg de fruta que se cosechará en la semana.

El personal debe seguir las siguientes normas de inocuidad para cumplir con las bases de las buenas prácticas agrícolas:

- a. Cabello bien recogido y uso de tocas.
- b. Uñas cortas, limpias y sin esmaltes.
- c. Manos limpias.
- d. No utilizar relojes, anillos, aretes ni collares durante la cosecha.

En cuanto a los materiales de cosecha y contenedores deben encontrarse limpios y en buen estado.

Lo anterior es supervisado por personal capacitado que se encargará de dirigir los grupos de cosecha, estos grupos están conformados por:

- Supervisor: Encargados de instruir a los operarios en cómo debe realizarse la cosecha y los parámetros que deben seguir. Cada supervisor dirige un grupo de cosecha, estos cuentan con 28 a 32 cosechadores.
- Cosechadores: Son los responsables de coleccionar las bayas, siguiendo las indicaciones del supervisor, la fruta cosechada debe cumplir con los parámetros de calidad

mencionados anteriormente.

- ‘Jaberos’: Encargados de movilizar las bandejas de los atriles en campo a los centros de acopio. Cada grupo de cosecha cuenta con 2 o 3 ‘jaberos’.

Cada cosechador contará con un atril y bandejas para coleccionar la fruta, así también contará con una canastilla para la fruta de descarte. La fruta de descarte es aquella que no cumple con las características necesarias para ser exportada, esta es producto de condiciones propias de la planta o por factores externos como daño mecánico, mala práctica por parte del cosechador y factores ambientales.

La fruta no puede permanecer largo tiempo en los atriles en campo, ya que las altas temperaturas en campo aumentan la deshidratación de la baya, es por ello que los ‘jaberos’ deben movilizar las bandejas de fruta a los centros de acopio en un lapso no mayor de 20 min.

En cada centro de acopio se cuenta con personal encargado de revisar las bandejas y eliminar, restos florales, frutos inmaduros, deshidratados, desgarrados, frutos con presencia de pedicelo y bayas que presentan deficiencia de pruina mayor al 20%. Durante este proceso debe evitarse la manipulación excesiva de las bayas. En el caso en que la incidencia de frutos contenidos en las bandejas presenta las características anteriormente mencionadas, el personal de selección debe reportar al cosechador para que el supervisor trabaje en mejorar el manejo de la cosecha.

La fruta almacenada en las zonas de acopio debe ser enviada al área de proceso. Estos envíos se realizan cada 2 horas, en la Figura 21 se muestra el interior del camión, el cual debe estar cubierto para evitar el ingreso de polvo e impedir la exposición de la fruta a los rayos solares, también dentro del camión las bandejas se ordenan encima de parihuelas lo que conformaría los pallets o paletas que posteriormente son pesadas en el área de packing y cada una de estas estará identificada con la hora y fecha de envío y el lote al que pertenece, es importante que cada pallet contenga solo bandejas de un lote para facilitar el pesado de la fruta. La velocidad del camión no debe superar los 20 km/hora.

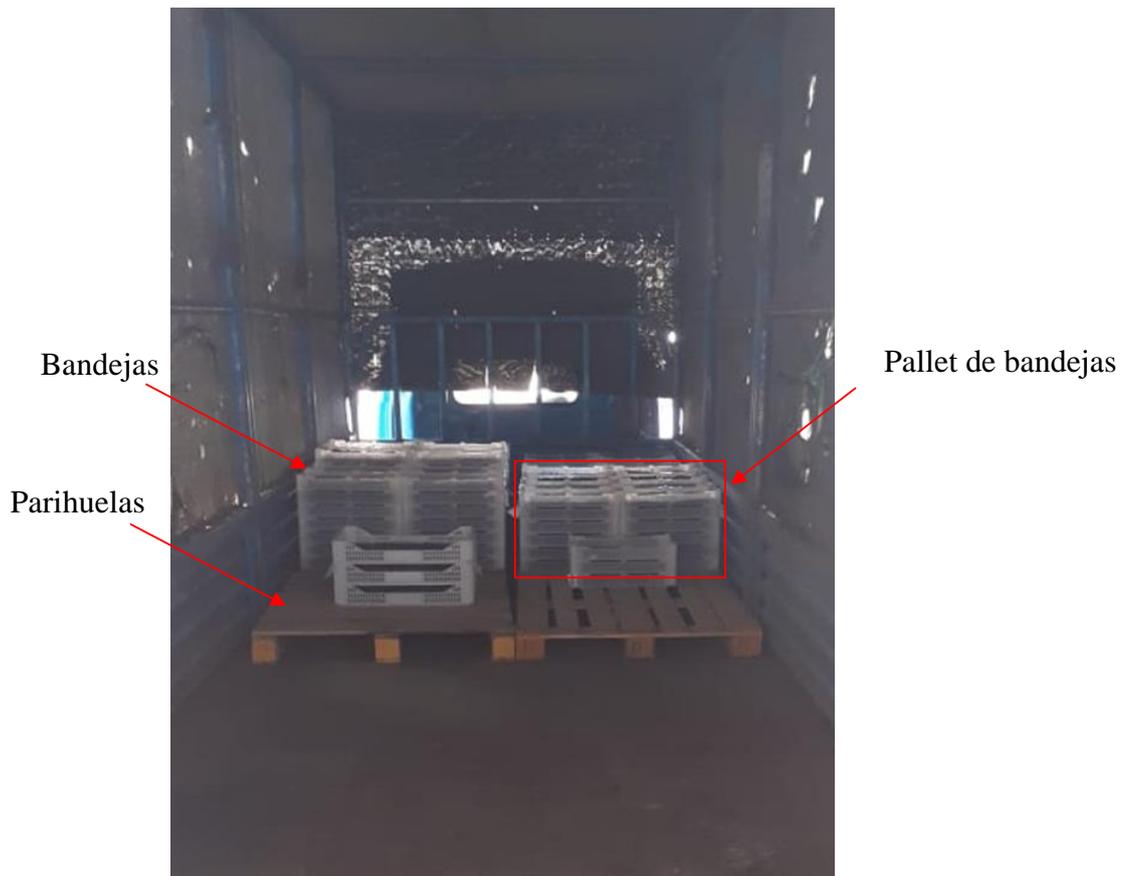


Figura 21: Envío de fruta al área de proceso

3.3. Principales limitaciones en la cosecha de arándano cv. Biloxi para agroexportación

3.3.1. Tamaño del fruto

El cultivar Biloxi presenta una baya pequeña con un calibre promedio de 14-16 mm en comparación con variedades mejoradas como Atlas y Bianca que presentan un calibre de 22 mm en promedio.

En la Tabla 3 se observa la evaluación de calibre en una muestra de 250 g donde se obtuvo como resultado bayas de 10 a 12 mm que representan el 10%, bayas de 12 a 14 mm el 45 %, bayas de 14-16 mm el 31 % y bayas con calibre mayor a 16 mm representando el 14 % de la muestra.

Tabla 3: Calibre de baya cv Biloxi campaña 2022

Calibre de la baya (mm)	% en la muestra
10-12	10
12-14	45
14-16	31
>16	14

La fruta es exportada a partir de los 12 mm a más, por tanto en las muestra, se obtuvo el 90 % de fruta que cumple con esta característica.

3.3.2. Peso del fruto

El peso es proporcional al calibre de la baya. El peso del cultivar Biloxi se encuentra entre 1.13-2.2 g con un calibre de 12-17 mm (Anexo 2), esto concuerda con los datos obtenidos a lo largo del historial de las campañas desde el 2019 al 2022 donde en promedio se obtuvo un rendimiento de 2.5 a 3 kg de fruta por planta, presentando rendimientos/ha menores en comparación con otras variedades mejoradas. También se observa en el rendimiento por cosechador en una jornada laboral de 8 horas donde los kilos obtenidos por cosechador varían entre 18 a 22 kg, por esta razón la demanda de mano de obra es mayor aumentando los costos de producción.

3.3.3. Exposición de la fruta a altas temperaturas

En la pampa de Villacurí las temperaturas máximas oscilan entre los 30 °C (Anexo 3), por esta razón se debe evitar la exposición de la fruta cosechada a estas temperaturas ya que ocasiona pérdida de firmeza y pérdida de peso por deshidratación de la baya. Además otro de los problemas que se presentan es que se acelera la maduración del fruto en la planta, aumentando los volúmenes de fruta y concentrando la cosecha variando la programación semanal.

3.3.4. Presencia de rocío en la planta de arándano

La Tabla 4 muestra el registro promedio mensual de humedad relativa, temperatura máxima y mínima en los meses de cosecha durante el año 2022 en el distrito de Salas, ubicado a 15 minutos del fundo Agro Victoria, la humedad relativa supera el 80%, además la temperatura mínima en promedio se encuentra en 9 °C, estas condiciones favorecen la formación de rocío

en toda la planta en las primeras horas de la mañana. En la Figura 22 se ilustra el estado de la planta al inicio de la jornada, donde la cutícula de la baya se encuentra totalmente cubierta por agua, retrasando el inicio de la cosecha, lo cual tiene un impacto en el rendimiento de los cosechadores ya que se debe esperar hasta que no haya presencia de rocío en las bayas, en ese momento es donde el cosechador puede iniciar con la recolección de frutos.

Tabla 4: Temperatura y humedad relativa en Salas, Ica en el año 2022

Mes	Temperatura		Humedad relativa (%)
	Máx.	Mín.	
Mayo	28.66	9.97	80.65
Junio	25.48	8.19	84.93
Julio	25.85	9.26	84.13
Agosto	26.44	9.03	84.80
Octubre	28.30	9.85	81.97
Noviembre	28.61	12.50	81.38

FUENTE: SENAMHI (2023)



Figura 22: Estado de la planta 7:00 am en el mes de agosto de 2022

3.3.5. Presencia de patógenos

La alta humedad relativa, presencia de neblina, bajas temperaturas generan las condiciones propicias para el establecimiento de patógenos como alternaria, y de mayor importancia

Botrytis cinerea, que provoca manchas y marchitamiento de tejidos como hojas y pétalos así como la pudrición de los frutos como se ilustra en la Figura 23.



Figura 23: Daño causado en frutos por *Botrytis cinerea*

3.3.6. Presencia de viento

Los vientos denominados vientos paracas, son otro factor adverso durante la cosecha. Debido a la presencia de agua en la cutícula de las bayas, los vientos paracas pueden arrastrar arena que se adhiere a la baya, restándole calidad.

3.3.7. Daños causados por aves

Los daños causados por las aves en una planta de arándano cv. Biloxi, pueden visualizarse en la Figura 24. El daño principal es en los frutos ya que se alimentan de estos, dejando los frutos picados y que posteriormente se pudren. Además al posarse sobre las ramas pueden quebrarlas, llenar de arena las bayas o provocar la caída de frutos y de flores. Para su control se utilizan artificios que provoquen sonidos que ahuyentan a las aves como cañones espantapájaros, además, también se utilizan redes anti pájaros.



Figura 24: Daños causados en las bayas por aves

3.3.8. Disponibilidad de mano de obra

Ya que la cosecha es manual, los trabajadores de campo son pieza clave para obtener los mejores resultados, hay periodos durante la cosecha, entre los meses de septiembre a noviembre, donde es escasa la mano de obra ya que existe competencia con otros fundos productores del mismo cultivo. Esto genera que se retrasen los intervalos de cosecha pudiendo no cumplir con los kilos proyectados de la semana y generar la sobre maduración de frutos.

Ante esta situación se opta por requerir personal de zonas más alejadas lo cual produce un aumento en los gastos de producción. Además, repercute en el rendimiento diario de la cosecha ya que implica una capacitación constante del personal nuevo, lo que genera también un aumento en la fruta de descarte. Por tal motivo la empresa cuenta con bonos, pagos por tareas y destajos con el objetivo de mantener la continuidad laboral del personal.

3.4. Etapas del proceso de poscosecha para reducir el deterioro del fruto

Los frutos de arándano son perecibles luego de ser cosechados es por ello la importancia del manejo poscosecha mediante el cual permite mantener el fruto con las características que tiene al momento de su recolección reduciendo el deterioro por pudriciones y deshidratación y conservando su firmeza y apariencia inicial, para obtener un producto de calidad al final del proceso.

La planta de procesamiento de fruta cuenta con áreas de recepción, enfriado, proceso de frutos y almacenamiento de producto terminado.

3.4.1. Recepción y pesado de fruta

En el área de recepción la fruta proveniente de campo es recibida por el supervisor de área. Las bandejas deben llegar con la siguiente información: número de lote, número de campo y número de jabas por lote.

Los pallets o paletas provenientes de campo se ilustran en la Figura 25, como se mencionó anteriormente estas se arman en campo al momento de cargar las bandejas al camión, ya que cada pallet solo pertenece a un lote facilitando el proceso de pesado.



Figura 25: Recepción de bandejas

El pesado de la fruta se presenta en la Figura 26 donde se utiliza una balanza que previamente es calibrada y tarada para restar el peso de las bandejas y parihuelas, obteniendo de esta manera el peso neto de la fruta.



Figura 26: Pesaje de fruta en el área de recepción

En la Figura 27 se muestra el rótulo o tarjeta que se genera para identificar cada pallet de fruta, esta información se llena en la planilla de registro de recepción de materia prima con los siguientes datos: peso bruto, peso neto, lote o válvula, campo, número de bandejas, fecha, hora y número de viaje.



Figura 27: Rótulo de identificación de pallet

3.4.2. Proceso de enfriado de la fruta

Una vez que los lotes son tabulados se despachan desde el área de recepción a zona de enfriado o túnel de enfriamiento, donde el exterior e interior del mismo se ilustra en la Figura

28. El objetivo del túnel de enfriamiento es remover el calor de campo gradualmente y llegar a una temperatura aproximada de -0.1 a 0 °C para su posterior ingreso a proceso.

El tiempo que involucra esta etapa dependerá de los volúmenes a enfriar, en este caso el volumen frecuente es de 1500 a 2000 kg por viaje por lo cual el tiempo de enfriado dura aproximadamente 2 a 3 horas.



Figura 28: Exterior e interior del túnel de enfriamiento

3.4.3. Proceso

Cumplido el tiempo de enfriado los pallets de fruta son enviadas a la cámara de materia prima, allí quedan disponibles para ser procesadas, en la Figura 29 se muestra el control de temperatura y humedad en el interior de la cámara de proceso donde las temperaturas aproximadas de trabajo son de -0.1 a 0 °C y humedad relativa mayor a 80%.



Figura 29: Temperatura y humedad relativa en el interior de la cámara de materia prima

La Figura 30 representa las zonas implementadas al interior de la cámara de materia prima, iniciando por la zona de vaciado, zona de descarte de restos florales, zona de descarte de calibre menor a 12 mm, zona de limpieza y selección, zona de calibración de bayas mayores a 12 mm, zona de pesaje, zona de embalaje y por último zona de paletizado.

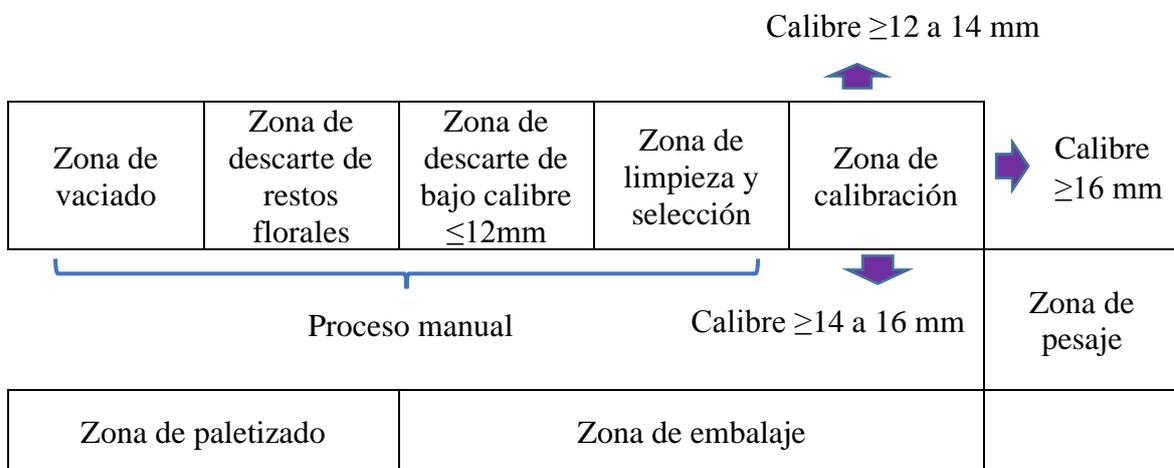


Figura 30: Diagrama de proceso en cámara de materia prima

En primer lugar, el abastecedor procede a depositar la fruta en la zona de vaciado en la faja de abastecimiento de la máquina como se observa en la Figura 31 donde el vaciado debe ser lento y tener el mayor cuidado para no golpear las bayas.



Figura 31: Vaciado de fruta

Luego la fruta pasa por la zona de descarte de restos florales donde se eliminan todos los residuos vegetales de la cosecha como hojas, pedicelos y las flores secas que quedan en las bandejas con fruta.

Una vez terminada esta etapa se continúa con la zona de descarte de bajo calibre, donde se elimina las bayas de calibre menor a 12 mm.

Luego de que la fruta es calibrada ingresa a la zona de limpieza y selección, donde se disponen alrededor de 12 personas que eliminarán manualmente la fruta fuera de norma como bayas inmaduras, pudriciones, desgarro pedicelar, fruta deshidratada.

El seleccionador no debe manipular por ningún motivo las bayas, salvo para retirar aquella que no cumple con los parámetros de calidad.

La fruta que se descartó por bajo calibre y en la zona de selección y limpieza son depositadas en bandejas blancas que identifica a la fruta fuera de norma o descarte que pasará posteriormente a su venta local.

Seguido a la etapa de limpieza y selección los frutos pasan a la zona de calibración donde se clasifican las bayas por calibre de la siguiente forma:

- Calibre 12 a 14 mm
- Calibre \geq 14 a 16 mm
- Calibre \geq 16 mm

Los frutos son depositados en clamshell como se muestra en la Figura 32 y la presentación depende de lo que solicite el comprador para ser enviado a la zona de pesado y embalaje.

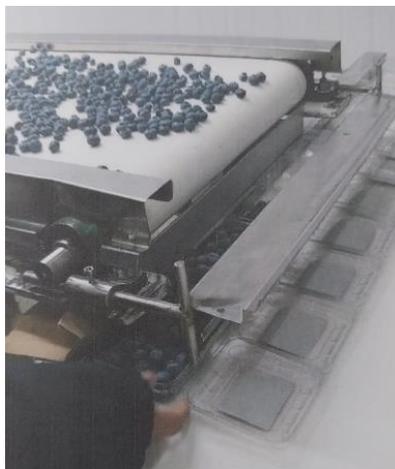


Figura 32: Proceso semi-mecanizado de llenado de clamshell

En la zona de pesaje el pesador con una balanza previamente calibrada debe ir dando el peso definitivo por unidad (clamshell) según corresponda a la presentación que se muestra en la Tabla 10 donde se trabaja con clamshell de 4.4 oz, 6 oz, 11 oz y 18 oz siendo el peso neto de cada presentación 125 g, 170 g, 311 g y 510 g respectivamente considerando un 3 % adicional del peso neto, esto debido a las pérdidas por deshidratación. Una vez dado el peso definitivo deben cerrarse los clamshell haciendo presión en sus cuatro esquinas para asegurar el correcto cierre de los mismos.

Ya cerrados los clamshell se depositan en cajas de cartón cuya dimensión se describe en la Tabla 5, estas estarán acondicionadas con bolsas de atmósfera modificada si así el cliente lo solicita, para después de ello ser enviadas a la zona de embalaje.

Tabla 5: Presentaciones en clamshell

Presentación	Dimensión de la caja (cm)	Peso neto del clamshell (g)	Peso neto de caja (kg)
4.4 oz	24x33x88	125	1.49
6.0 oz	37.8x24.8x8.3	170	2.04
11.0 oz	24.7x38x12.7	311	3.74
18.0 oz	38x58x9.6	510	6.12

El embalador debe colocar los clamshell acomodando estos de tal forma de no apretarlos entre si y disponiendo 12 unidades por caja, orientándolos todos hacia la misma dirección como se ilustra en la Figura 33. Si se amerita utilizar bolsas de atmósfera modificada, el operador deberá eliminar el aire interno de la bolsa, para luego hacer un moño y sellarlo con liga.



Figura 33: Caja terminada con 12 clamshell

Terminado el embalaje se continúa con el proceso de palletizado donde se dispondrán las cajas sobre parihuelas, en la Tabla 6 se muestran las dimensiones de las parihuelas para cada presentación respecto al clamshell.

Tabla 6: Dimensión de las parihuelas para presentación en clamshell

Presentación	Dimensión de la parihuela (cm)
4.4 oz	1.0x1.20
6.0 oz	1.20x1.02
11.0 oz	1.18x1.02
18.0 oz	1.0x1.20

Es importante tener presente al momento del palletizado el destino de la carga, ya que puede ser vía marítima o vía aérea. En la Tabla 7 se muestra el número de cajas para envío marítimo y aéreo donde el número de cajas por presentación varía, así como también la altura del pallet.

Tabla 7: Número de cajas en envío marítimo y aéreo

Presentación	N° de cajas (envío marítimo)	Altura de cajas	N° de cajas (envío aéreo)	Altura de cajas
4.4 oz	375	25	240	15
6.0 oz	300	25	192	15
11.0 oz	192	16	144	10
18.0 oz	115	22	65	13

A medida que se van formando los pallets, se debe pegar en el cabezal de cada una de las cajas las etiquetas según el mercado y el comprador como se muestra en la Figura 34.



Figura 34: Etiquetado de cajas terminadas

El proceso de palletizado concluye con el enzunchado, donde se refuerza la paleta para darle estabilidad.

3.4.4. Proceso de pre-enfriado

Una vez verificado que el pallet esté debidamente documentado, registrado, enzunchado y etiquetado es despachado a frigorífico para su ingreso a túnel y así homogenizar la temperatura de la paleta a 0 °C.

3.4.5. Almacenamiento en cámara de producto terminado

Una vez cumplido el tiempo de pre-enfriado los pallets son enviados a cámara de producto terminado para su almacenamiento hasta que llegue el momento del embarque.

Dentro de la cámara los pallets deben mantenerse a una temperatura de -0.1 a 0° C como se muestra en la Figura 35 para no quebrar la cadena de frío, ya que a temperaturas menores puede ocurrir congelamiento del producto y a mayores temperaturas el producto puede condensarse, la humedad relativa no debe ser menor a 85% aproximadamente, ordenados según fecha de embarque y/o cliente.



Figura 35: Temperatura y humedad relativa dentro de la cámara de almacenamiento de producto terminado

IV. CONCLUSIONES

- Las actividades que se realizan en la cosecha: planificación de inicio de cosecha, proyección semanal de fruta a cosechar, contar con materiales necesarios, instalar centros de acopio, y trabajar en la capacitación del personal de cosecha, definen el éxito de la misma en campo, estas se organizan con antelación, para evitar complicaciones al momento de la cosecha.
- Durante la cosecha las principales limitantes que generan condiciones adversas están relacionadas con el factor climático, como la alta temperatura a la que se encuentra expuesta la fruta pudiendo provocar pérdida de firmeza y peso por deshidratación y bajas temperaturas y alta humedad relativa en los meses de invierno que afecta el rendimiento de los cosechadores y favorece la presencia de patógenos principalmente *Botrytis cinerea*.
- Para reducir el deterioro de la fruta en poscosecha es importante mantener la temperatura y humedad relativa durante todo el proceso, siendo constante en todas las áreas de enfriamiento, evitará pérdidas por congelamiento, deshidratación y pudrición de las bayas.

V. RECOMENDACIONES

- En el manejo de la cosecha se recomienda capacitación constante a los supervisores y a los cosechadores para evitar elevar el descarte de bayas por calidad, permitiendo de esta forma aumentar los rendimientos.
- Se recomienda adelantar la poda al mes de diciembre y aumentar el periodo de cosecha desde junio, ya que el periodo de recolección finaliza en el mes de noviembre con rendimientos semanales entre 10 a 15tn sin aprovecharse la fruta de diciembre pues se inicia la campaña de vid generando competencia y haciendo menos rentable el cultivo.
- Se recomienda realizar mantenimiento constante en las cámaras de frío para evitar problemas durante el almacenamiento o proceso de la fruta.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, C., Toledo, J. (2000). *Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales (papaya, piña, plátano, cítricos)*. FAO. <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s00.htm>
- Bañados, M.P. (2006). Blueberry production in South America. *Acta Horticulturae* 715, 165-172. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.715.24>
- Bof, M. (2018). *Estrategias para preservar arándanos utilizando envases biodegradables* (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/88874>
- Buzeta, A. (1997). *Chile: Berries para el 2000*. Santiago, Chile: Fundación Chile. p. 53-133.
- Castellanos, M., Vejarano, I., Flores, E. (2012). *Manual de cosecha y mercadeo*. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 50 p.
- Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales (CIEN). (2022). *Arándanos: Perú alcanza el liderazgo en el mercado mundial desde el 2019*. CIEN. https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2022/11/CIEN_NSIM1_Noviembre_2022_Arandano_.pdf
- Colle, M., Leisner, C.P., Wai, C.M., Ou, S., Bird, K.A., Wang, J., ... & Edger, P.P. (2019). Haplotype-phased genome and evolution of phytonutrient pathways of tetraploid blueberry. *GigaScience*, 8(3). <https://doi.org/10.1093/gigascience/giz012>
- Comité de Arándanos de Chile. (2018). *Manual de gestión de cosecha y poscosecha en arándanos*. Recuperado de http://comitedearandanos.cl/wp-content/uploads/2019/12/Manual_Post_Cosecha_completo.pdf
- Darnell, R., Stuttre, G., Martin, G., Lang, G., Early, J. (1992). Developmental physiology of rabbiteye blueberry. *Horticultural Reviews*, 13: 339-405.
- Early, J. (2010). Developmental physiology of rabbiteye blueberry. *Horticultural Reviews*.
- El Comercio. (31 de marzo de 2023). *Adex: Perú fue el primer exportador mundial de arándanos en 2022*. *El Comercio*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/peru/adex-peru-fue-el-primer-exportador-mundial-de-arandanos-en-2022-noticia/?ref=ecr>

- Gao, X., Wang, L., Zhang, H., Zhu, B., Lv, G., & Xiao, J. (2021). Transcriptome analysis and identification of genes associated with floral transition and fruit development in rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*). *Plos One*, *16*(10), e0259119. <https://doi.org/10.1371/journal>
- García, C., Cury, K., Dussán, S. (2011). Comportamiento postcosecha y evaluación de calidad de fruta fresca de guayaba en diferentes condiciones de almacenamiento. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, *64*(2), 6207-6212.
- García, J. (2011). El cultivo del arándano en Asturias. *Tecnología agroalimentaria*. Recuperado de <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=4815>
- García, J., García, G. Ciordia, M. (2018). *El cultivo del arándano en el norte de España*. España: SERIDA. Recuperado de <http://www.serida.org/pdfs/7452.pdf>
- Gough, R. (1994). *The Highbush Blueberry and Its Management*. Food Product Press. Binghampton, NY (USA).
- Guerrero, J. (1993). Situación fitopatológica de las especies frutícolas cultivadas comercialmente en la IX Región. *Frontera Agrícola*, *1*: 45-50 pp.
- Gutiérrez, M.E. (2014). *Vaccinium floribundum*. Catálogo virtual de flora de Alta Montaña. Recuperado de <https://catalogofloraaltamontana.eia.edu.co/species/36>
- Hernández, D. (2014). *Estudio Nutricional de Arándano Azul (Vaccinium corymbosum L.) cv. Biloxi en Los Reyes, Michoacán* (Tesis de Doctorado). Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Montecillo, México.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2023). Producción de arándano alcanzó 42 mil 40 toneladas en noviembre del año 2022. Recuperado de <https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-012-2023-inei.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2023). Producción Nacional. Informe Técnico N° 2 Febrero 2023. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4123042/Informe%20T%C3%A9cnico%20-%20Producci%C3%B3n%20Nacional%20-%20N%C2%B0%202%20-%20Febrero%202023.pdf?v=1676473651>
- Konarska, A. (2015). Morphological, anatomical, and ultrastructural changes in *Vaccinium corymbosum* fruits during ontogeny. *Botany*, *93*:589–602. <https://doi.org/10.1139/cjb-2015-0050>
- Krishna, P., Pandey, G., Thomas, R., & Parks, S. (2023). Improving Blueberry Fruit Nutritional Quality through Physiological and Genetic Interventions: A Review of

- Current Research and Future Directions. *Antioxidants*.
<https://doi.org/10.3390/antiox12040810>
- Liu, Y., Wang, Y., Pei, J., Li, Y., & Sun, H. (2021). Genome-wide identification and characterization of COMT gene family during the development of blueberry fruit. *BMC Plant Biology*, 21(5). <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02767-9>
- Luchsinger, L., Escalona, V., Delfilippi, B., Esterio, M. (2018). *Manual de gestión de cosecha y postcosecha en arándanos*. Chilean Blueberry Commite. Recuperado de https://comitedearandanos.cl/wp-content/uploads/2019/12/Manual_Post_Cosecha_completo.pdf
- Maticorena, M. (2017). *Cinco tipos de poda en arándanos (Vaccinium corymbosum L. cv. Biloxi) y su influencia en determinados parámetros productivos* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3062/F01-M385-T.pdf?sequence=1>
- Mesa. P. (2015). *Algunos aspectos de la fenología, el crecimiento y la producción de dos cultivares de arandano (Vaccinium corymbosum l. x V. darowii) plantados en Guasca (Cundinamarca, Colombia)* (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Colombia. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6675/MesaTorresPaolaAndrea2015.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2016). El arándano en el Perú y el mundo. Producción, comercio y perspectivas. Recuperado de <http://repositorio.minagri.gob.pe:80/jspui/handle/MINAGRI/44>
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2020). Estacionalidad de las exportaciones peruanas de arándanos frescos y el mercado norteamericano. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1321195/Estacionalidad%20de%20las%20exportaciones%20peruanas%20de%20ar%C3%A1ndanos%20frescos%20y%20el%20mercado%20norteamericano%2C%20setiembre%202020.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2020). Beneficios de consumir arándanos. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/85266-beneficios-de-consumir-arandanos>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2023). Balanza comercial y el comportamiento de las exportaciones agropecuarias. Recuperado de <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1409/1/Balanza%20com>

[ercial%20y%20el%20comportamiento%20de%20las%20exportaciones%20agropecuarias.pdf](#)

- Mitcham, E. y Mitchell, F. (2007). *Sistema de manejo postcosecha: frutas pequeñas. Fresas y frutos de arbusto. En: Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas*. Kader.
- Ochoa, S. (2020). *Nutrición de avanzada en arándanos* [Conferencia]. Webinar Internacional sobre manejos nutricionales de avanzada.
- Ochoa, S. (2021). Manejo de la nutrición para aumentar la vida postcosecha en el arándano. Redagícola. Recuperado de <https://redagricola.com/manejo-de-la-nutricion-para-aumentar-la-vida-de-postcosecha-en-el-arandano/>
- Proarandanos (2022). *Nuestras exportaciones. Regiones productoras*. Recuperado de <https://proarandanos.org/exportaciones/>
- Proctor, A. & Peng, L.C. (1989). Pectin transitions during blueberry fruit development and ripening. *Journal of Food Science*, 54: 385-387. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1989.tb03088.x>
- Retamales, J. & Hancock, J. (2012). *Blueberries*. Crop production science in horticulture. CABI.
- Retamales, J.B. & Hancock, J.E. (2018). *Blueberries* (2nd edition). Crop production science in horticulture. CABI.
- Romero, C. (2016). *El arándano en el Perú y el mundo. Producción, comercio y perspectivas 2016*. MINAGRI-DEEIA. Recuperado de <https://bibliotecavirtual.midagri.gob.pe/index.php/analisis-economicos/boletines/2016/36-el-arandano-en-el-peru-y-el-mundo/file>
- Servicio Nacional de meteorología e Hidrología (SENAMHI). (2023). Datos meteorológicos a nivel nacional. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA). (2021). MIDAGRI: Productores de Ica inician agroexportaciones de arándano. Recuperado de <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/senasa-productores-de-ica-inician-agroexportaciones-de-arandano/>
- Tobar-Bolaños, G., Casas-Forero, N., Orellana-Palma, P., & Petzold, G. (2021). Blueberry juice: Bioactive compounds, health impact, and concentration technologies. A review. *Journal of food science*, 86(12),5062 - 5077. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15944>
- Undurraga, P., Vargas, S. (Eds.). (2013). *Manual del arándano*. Boletín N°263. INIA-Chile.
- Valdés, S. (2020). Participación de las distintas estructuras del fruto de arándano en la

pérdida de agua [Doctoral dissertation, Universidad de Talca]. Facultad de Ciencias Agrarias.

Vargas, M. y Tamayo, J. (2020). Factores macroeconómicos que intervinieron en el crecimiento de las exportaciones de arándano peruano en el mercado estadounidense. (Trabajo de Investigación de Bachiller). Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/749333ee-2602-4746-a9b3-bf9da1c0d598/content>

Zapata, L., Heredia, A., Malleret, A., Quinteros, F., Cives, H., Carlazara, G., (2013). Evaluación de parámetros de calidad que ayuden a definir la frecuencia de recolección de bayas de arándanos. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 14(2),186-194.

Zifkin, M., Jin, A., Ozga, J. A., Zaharia, L. I., Schernthaner, J. P., Gesell, A., ... & Constabel, C.P. (2011). Gene expression and metabolite profiling of developing highbush blueberry fruit indicates transcriptional regulation of flavonoid metabolism and activation of abscisic acid metabolism. *Plant Physiology*, 158(1), 200-224. <https://doi.org/10.1104/pp.111.180950>

VII. ANEXOS

Anexo 1: Rendimientos mensuales en la campaña 2020

MES	SEM	TOTAL KG COSECHADOS
JUNIO	SEM 27	527.05
JULIO	SEM 28	823.95
	SEM 29	1728.21
	SEM 30	2697.6
	SEM 31	7794.11
AGOSTO	SEM 32	12750.01
	SEM 33	22889.12
	SEM 34	37716.33
	SEM 35	53891.56
SEPTIEMBRE	SEM 36	65547.34
	SEM 37	90626.38
	SEM 38	119637.45
	SEM 39	119503.83
	SEM 40	84312.77
OCTUBRE	SEM 41	60617.27
	SEM 42	59269.00
	SEM 43	40331.42
	SEM 44	28058.89
NOVIEMBRE	SEM 45	24953.84
	SEM 46	17382.31
	SEM 47	8521.72
	SEM 48	-
TOTAL KG COSECHADOS EN LA CAMPAÑA		859580.16

Anexo 2: Calibre y peso de baya cv. Biloxi, campo 1

 CAMPO 1					
MUESTRA	CALIBRE (mm)	PESO (g)	MUESTRA	CALIBRE (mm)	PESO (g)
1	15.76	1.786	51	14.97	1.578
2	16.83	2.185	52	14.49	1.425
3	17.69	2.42	53	15.44	1.702
4	16.31	1.972	54	16.1	1.99
5	15.36	1.645	55	15.97	1.925
6	16.1	1.936	56	14.71	1.366
7	16.17	1.955	57	14.26	1.414
8	16.24	1.888	58	14.4	1.51
9	14.82	1.563	59	16.29	2.005
10	16.71	2.35	60	16.78	1.832
11	15.93	1.858	61	15.68	1.629
12	15.73	1.854	62	14	1.247
13	15.7	1.833	63	14.36	1.38
14	15.58	1.63	64	15.76	1.749
15	16.28	1.925	65	15.05	1.62
16	15.05	1.647	66	13.36	1.209
17	17.13	2.19	67	15.37	1.652
18	15.27	1.596	68	15.25	1.568
19	15.59	1.693	69	15.53	1.795
20	16.04	1.78	70	15.73	1.655
21	15.84	1.811	71	15.42	1.636
22	15.49	1.96	72	13.28	1.125
23	15.75	1.845	73	16.82	2.228
24	13.62	1.229	74	15.52	1.756
25	13.76	1.184	75	14.91	1.551
26	15.58	1.651	76	14.54	1.544
27	16.35	1.755	77	14.53	1.382
28	16.56	2.12	78	13.82	1.193
29	15.87	1.805	79	13.83	1.209
30	15.88	1.861	80	14.25	1.27
31	14.03	1.316	81	13.63	1.174
32	14.41	1.42	82	16.05	1.953
33	13.97	1.287	83	13.81	1.338
34	14.25	1.46	84	13.32	1.158
35	13.41	1.173	85	15.41	1.68
36	14.34	1.516	86	14.74	1.356
37	15.72	1.755	87	14.25	1.203
38	16.68	1.798	88	15.24	1.536
39	13.01	1.155	89	14.04	1.28
40	16.44	2.076	90	13.41	1.167
41	16.35	2.012	91	13.45	1.13
42	13.97	1.202	92	14.44	1.293
43	15.69	1.661	93	13.43	1.425
44	13.94	1.318	94	12.95	0.98
45	14.46	1.267	95	14.44	1.169
46	16.57	2.155	96	13.77	1.246
47	15.62	1.69	97	14.42	1.126
48	14.96	1.714	98	14.64	1.271
49	14.61	1.356	99	15.18	1.535
50	12.77	1.139	100	12.73	0.958
PROMEDIO			15.04	1.59	

OBSERVACIÓN:

CALIBRE (mm)	%
11 A 12	1%
12 A 13	3%
13 A 14	18%
14 A 15	25%
15 A 16	32%
16 A 17	19%
>17	2%

Anexo 3: Temperatura (°C) máxima y mínima en Villacurí, Ica

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA MAX	TEMPERATURA MIN	AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA MAX	TEMPERATURA MIN	AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA MAX	TEMPERATURA MIN	AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA MAX	TEMPERATURA MIN	AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA MAX	TEMPERATURA MIN
01/06/2022	26.2	10.4	01/07/2022	26.6	8.2	01/08/2022	24.8	10.4	01/10/2022	28.6	9.8	01/11/2022	27.6	9.8
02/06/2022	28	7.6	02/07/2022	26	10	02/08/2022	27.2	6	02/10/2022	28.6	11.8	02/11/2022	30.8	11.6
03/06/2022	28.8	8.8	03/07/2022	25.2	7.8	03/08/2022	27.8	9.2	03/10/2022	29.4	11.6	03/11/2022	28.4	12.6
04/06/2022	28.6	11.6	04/07/2022	24.8	7.2	04/08/2022	27	10.6	04/10/2022	25.6	9.2	04/11/2022	27	12.4
05/06/2022	27.8	13	05/07/2022	26	9.2	05/08/2022	26.4	10.4	05/10/2022	25	9.2	05/11/2022	28.6	12.6
06/06/2022	28.2	11.6	06/07/2022	26	9.8	06/08/2022	26.6	8.8	06/10/2022	28.8	7.4	06/11/2022	29	8.2
07/06/2022	17	11.6	07/07/2022	26.6	7.6	07/08/2022	24.6	11.2	07/10/2022	28.8	9.4	07/11/2022	30.4	9.2
08/06/2022	23.6	10	08/07/2022	27.6	9.8	08/08/2022	25.8	10.6	08/10/2022	27.4	10.2	08/11/2022	30.2	10.2
09/06/2022	28.4	8.2	09/07/2022	27.2	8.4	09/08/2022	25.6	7.2	09/10/2022	29	10.4	09/11/2022	28	11.2
10/06/2022	29.8	7.4	10/07/2022	26.8	8.2	10/08/2022	26.8	9.2	10/10/2022	28.4	12	10/11/2022	29.2	9.6
11/06/2022	27	7.8	11/07/2022	25	10.6	11/08/2022	27.8	7.8	11/10/2022	28	10.4	11/11/2022	31.2	12.8
12/06/2022	26	7.2	12/07/2022	23.2	9.2	12/08/2022	26.8	7.8	12/10/2022	28.8	10.6	12/11/2022	29.8	10.2
13/06/2022	17.2	8.8	13/07/2022	25.8	8.4	13/08/2022	26.8	6.6	13/10/2022	26	10.4	13/11/2022	27.8	10
14/06/2022	22.5	6.2	14/07/2022	26	10.4	14/08/2022	27.2	7.2	14/10/2022	25.8	9.6	14/11/2022	21.4	15
15/06/2022	25.2	4.6	15/07/2022	24	10.4	15/08/2022	27.4	10	15/10/2022	28.4	7.6	15/11/2022	28.2	13.6
16/06/2022	25.8	6	16/07/2022	24.6	11.2	16/08/2022	25.2	10.2	16/10/2022	29.6	11	16/11/2022	28.6	11.4
17/06/2022	26	6.6	17/07/2022	26.2	9.4	17/08/2022	27.8	10.4	17/10/2022	28.2	10.8	17/11/2022	29.2	13.4
18/06/2022	25	8	18/07/2022	27.8	7.4	18/08/2022	26.6	8.2	18/10/2022	28	10.6	18/11/2022	30.2	12.8
19/06/2022	27.2	4.8	19/07/2022	27.6	8.8	19/08/2022	28	6.6	19/10/2022	27.8	10.6	19/11/2022	29.8	13.2
20/06/2022	26.2	7.8	20/07/2022	25.4	8.8	20/08/2022	28.2	9.8	20/10/2022	28.6	8.6	20/11/2022	28.8	11.8
21/06/2022	27.2	5	21/07/2022	23.8	11.4	21/08/2022	26.8	7	21/10/2022	27.6	10	21/11/2022	28	14.8
22/06/2022	24	6.8	22/07/2022	26.6	9.2	22/08/2022	25.8	6.6	22/10/2022	31.2	8	22/11/2022	27.8	14.2
23/06/2022	24.6	5.2	23/07/2022	28	6.8	23/08/2022	27.2	8.8	23/10/2022	30.8	8.8	23/11/2022	28.8	11.8
24/06/2022	28	6.2	24/07/2022	24.8	8.6	24/08/2022	28	7	24/10/2022	30.2	10	24/11/2022	31.6	12.4
25/06/2022	24.8	7	25/07/2022	26.4	8.2	25/08/2022	25.4	9.2	25/10/2022	27	11.4	25/11/2022	31.8	13.6
26/06/2022	24.2	8.2	26/07/2022	27.6	9.8	26/08/2022	25	11.8	26/10/2022	29.8	11.8	26/11/2022	29.6	13.6
27/06/2022	25	10.2	27/07/2022	25	11	27/08/2022	26.8	10.2	27/10/2022	28.4	8	27/11/2022	25	16.4
28/06/2022	24.8	8.8	28/07/2022	24.4	11.6	28/08/2022	25	9	28/10/2022	28	8	28/11/2022	25.2	16.6
29/06/2022	22	13.2	29/07/2022	23.2	9.4	29/08/2022	24.8	10.6	29/10/2022	28.4	10.4	29/11/2022	27	17.6
30/06/2022	25.2	7	30/07/2022	27	11.8	30/08/2022	25.4	10.2	30/10/2022	29.4	8.8	30/11/2022	29.2	12.4
			31/07/2022	26	8.6	31/08/2022	25	11.4	31/10/2022	27.8	9			

FUENTE SENAMHI (2023)