

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“INSTALACIÓN Y MANEJO DEL CULTIVO DE ARÁNDANO  
(*Vaccinium corymbosum* L.) EN CONTENEDORES”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**CRISTIAN ERICKSON ROJAS NAVARRO**

**LIMA – PERÚ**

**2024**

# “INSTALACIÓN Y MANEJO DEL CULTIVO DE ARÁNDANO (Vaccinium corymbosum L.) EN CONTENEDORES”

## INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="https://repositorio.untrm.edu.pe">repositorio.untrm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://chilealimentos.com">chilealimentos.com</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://purl.org">purl.org</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://greenmarket.com.mx">greenmarket.com.mx</a> Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“INSTALACIÓN Y MANEJO DEL CULTIVO DE ARÁNDANO  
(*Vaccinium corymbosum* L.) EN CONTENEDORES”**

**Cristian Erickson Rojas Navarro**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....  
Ph. D. Jorge Ramón Castillo Valiente  
**PRESIDENTE**

.....  
Ing. Mg. Sc. Marlene Gladys Aguilar Hernández  
**ASESOR**

.....  
Ph. D. Walter Eduardo Apaza Tapia  
**MIEMBRO**

.....  
Dr. Erick Espinoza Núñez  
**MIEMBRO**

**LIMA – PERÚ**

**2024**

## ÍNDICE GENERAL

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
	1.1. PROBLEMÁTICA.....	1
	1.2. OBJETIVOS .....	2
	1.2.1 Objetivo General .....	2
	1.2.2 Objetivos Específicos .....	2
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
	2.1 ORIGEN.....	3
	2.2 TAXONOMÍA.....	4
	2.3 HISTORIA DE LA DOMESTICACIÓN (MEJORAMIENTO).....	5
	2.3.1 Variedades y programas genéticos en Perú.....	5
	2.4 NECESIDADES ECOLÓGICAS PARA EL CULTIVO.....	8
	2.4.1 Clima .....	15
	2.4.2 Suelo.....	17
	2.5 USO DE SUSTRATOS COMO ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DEL CULTIVO DE ARÁNDANO.....	8
	2.5.1 Ventajas del uso de sustratos para el arándano.....	21
	2.5.2 Características de la fibra de coco .....	21
	2.5.3 Características de la turba.....	22
	2.5.4 La perlita.....	23
	2.6 EL PERÚ EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL DEL ARÁNDANO .....	8
	2.7 SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DE ARÁNDANO EN EL PERÚ.....	10
	2.7.1 Hectáreas .....	10
	2.7.2 Producción.....	12
	2.8 BENEFICIOS DEL ARÁNDANO.....	14
<b>III.</b>	<b>DESARROLLO DEL TRABAJO .....</b>	<b>24</b>
	3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA .....	24
	3.1.1 Clima .....	24
	3.1.2 Suelo.....	24
	3.1.3 Área de arándano sobre contenedores en Ica.....	25
	3.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS PARA TOMAR EN CUENTA .....	28
	3.2.1 Temperatura.....	28
	3.2.2 Radiación Solar .....	29

3.2.3 Humedad.....	30
<b>3.3 CONSIDERACIONES EN LA ADECUACIÓN DEL TERRENO .....</b>	<b>37</b>
3.3.1 Nivelación del terreno .....	37
3.3.2 Utilización de manta cubre suelo .....	39
3.3.3 Instalación de separadores físicos.....	41
3.3.4 Instalación de cortinas rompeviento .....	43
3.3.5 Instalación de mallas anti pájaros.....	45
3.3.6 Control del polvo en caminos.....	46
<b>3.4 CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN EL AGUA DE RIEGO..</b>	<b>48</b>
3.4.1 Características químicas del agua.....	48
<b>3.5 CONSIDERACIONES PARA TENER EN CUENTA EN EL SUSTRATO ....</b>	<b>52</b>
3.5.1 Características físicas .....	52
3.5.2 Características químicas: .....	54
3.5.3 Tipos de sustratos más usados .....	55
<b>3.6 RECEPCIÓN DE PLANTAS .....</b>	<b>57</b>
3.6.1 Riego.....	58
3.6.2 Control Sanitario .....	59
<b>3.7 TRASPLANTE. ....</b>	<b>60</b>
3.7.1 Fertirriego.....	61
3.7.2 Control sanitario después del trasplante .....	63
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>65</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de especies de arándano. ....	4
Tabla 2: Cultivares de arándano instaladas en el Perú por área. ....	6
Tabla 3: Programas genéticos y cultivares actualmente disponibles en el Perú.....	7
Tabla 4: Producción de arándanos por países.....	9
Tabla 5: Top de los 10 mejores rendimientos por países 2020. ....	10
Tabla 6: Distribución del área de arándano del Perú por regiones.....	12
Tabla 7: Arándano fresco Perú. Exportación por región de origen en toneladas. ....	13
Tabla 8: Área total de arándano en la región Ica distribuida por empresas.....	26
Tabla 9: Área de arándano en contenedores del Perú por región y empresas. ....	27
Tabla 10: Porcentajes de áreas instaladas sobre contenedores por región. ....	28
Tabla 11: Niveles permitidos de los elementos en la solución fertirriego.....	50
Tabla 12: Programa de nutrición general del ciclo completo del cultivo de arándano .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción de arándano de Sudamérica por países. ....	9
Figura 2: Historial del crecimiento de área instalada de arándanos en el Perú. ....	11
Figura 3: Evolución de exportación de arándano en el Perú. ....	13
Figura 4: Fibra de coco procesada. ....	22
Figura 5: Turba procesada. ....	22
Figura 6: Pelita. ....	23
Figura 7: Fruta con daño y micelio de Botrytis cinerea. ....	32
Figura 8: Fruta con pérdida de bloom por lloviznas en campo abierto. ....	33
Figura 9: Comparación de color de fruta en dos cultivares distintas. ....	34
Figura 10: Túneles plastificados en zona con presencia de alta humedad relativa, neblina y lloviznas. ....	36
Figura 11: Terrenos con micro-nivelación y buena capacidad de drenaje ....	38
Figura 12: Terrenos con micro-nivelación y mal drenaje por ser muy finos y pesados. ....	38
Figura 13: Instalación total de manta cubre suelo sobre todo el campo excepto caminos. .	39
Figura 14: Instalación parcial y a nivel de manta cubre suelo. ....	40
Figura 15: Instalación parcial y con camellón de manta cubre suelo. ....	40
Figura 16: Separadores físicos artesanales. ....	42
Figura 17: Separadores físicos industriales. ....	43
Figura 18: Instalación de cortinas rompe viento antes del trasplante. ....	45
Figura 19: Instalación de malla anti pájaros. ....	46
Figura 20: Aplicación de sales para control de polvo. ....	47
Figura 21: Control de polvo con riego por aspersion. ....	47
Figura 22: Control de polvo con una capa de piedra chancada. ....	48
Figura 23: Mezcla des-uniformes de cascarilla arroz, turba y chip de pino. ....	53
Figura 24: Utilización de regaderas para el riego manual de bordes. ....	57
Figura 25: Riego uniforme de plantas en vivero provisional. ....	58
Figura 26: Recepción de plantas en un vivero provisional con malla sombra. ....	58
Figura 27: Aparición de Botrytis cinerea en vivero provisional. ....	60

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1:Promedios mensuales de temperaturas, humedad relativa, precipitaciones, duración del día y horas de sol de Ica.....	79
Anexo 2: Mapa de áreas y cultivares de arándano en el Perú. ....	80
Anexo 3:Oscilación del pH, CE, aniones y cationes del agua de riego del proyecto Chavimochic.....	81
Anexo 4:Análisis químico de agua de río apta para el riego del cultivo de arándano.....	82
Anexo 5:Análisis químico de agua de pozo no apta para el riego del cultivo de arándano.	83
Anexo 6:Análisis químico de agua después de la osmosis inversa, sin efecto tampón.....	84
Anexo 7:Análisis químico de agua mezclada de osmosis inversa más agua tal cual.....	85
Anexo 8: Quemador de azufre (Reactor SW1000 Automatizado).....	86
Anexo 9:Ficha técnica de la fibra de coco.....	87
Anexo 10:Ficha técnica de la turba más perlita y fibra de coco.....	88

## **RESUMEN**

Este trabajo se centra en la instalación del cultivo de *Vaccinium* spp. en sustratos y contenedores, destacando las técnicas esenciales y la experiencia de diversos productores que han optado por enfoques innovadores en esta área. A través de visitas constantes a proyectos de arándano en la región de Ica y el intercambio de conocimientos con los responsables de estos proyectos, se ha recopilado información valiosa. Esta información busca ofrecer una guía práctica y concreta para aquellos que emprenden nuevos proyectos en el cultivo de arándano, evitando errores previos y promoviendo la implementación de materiales y técnicas que han demostrado ser exitosos. Para garantizar el éxito son dos sustratos ampliamente utilizados la fibra de coco y la turba con perlita, aunque su alto costo ha llevado a los productores a buscar opciones económicas. Estos agricultores han desarrollado sus propias mezclas, utilizando recursos regionales como cascarilla de arroz, arena de río y chip de pino, para reducir costos y fomentar la innovación, a pesar de los riesgos que esto conlleva. Estos resultados buscan compartir lecciones aprendidas y promover el avance en el cultivo de arándano, manteniendo un enfoque práctico y orientado hacia la rentabilidad de las plantaciones.

**Palabras Claves:** Arándano, técnicas agronómicas, contenedores, sustratos.

## **ABSTRACT**

This work focuses on the cultivation of blueberries in substrates and containers, highlighting essential techniques and the experiences of various producers who have adopted innovative approaches in this field. Valuable information has been gathered through constant visits to blueberry cultivation projects in the Ica region and the exchange of knowledge with the individuals responsible for these projects. The main objective is to provide a practical and specific guide for those embarking on new blueberry cultivation projects, avoiding past mistakes and promoting the implementation of materials and techniques that have proven successful. In blueberry cultivation, two widely used substrates to ensure success are coconut coir and peat with perlite, although their high cost has led producers to seek economical alternatives. These farmers have developed their own mixtures, using regional resources such as rice husks, river sand, and pine chips, to reduce costs and encourage innovation, despite the associated risks. This work seeks to share lessons learned and promote advancements in blueberry cultivation, maintaining a practical and success-oriented approach to plantations.

**Keywords:** Blueberry, agronomic techniques, containers, substrates.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. PROBLEMÁTICA

En el Perú existen áreas comerciales en contenedores en todas las regiones donde se desarrolla el cultivo, desde Piura hasta Moquegua incluso en la zona altoandina de Caraz en Ancash. Siendo las zonas de Barranca, la Irrigación Santa Rosa en Sayán en Lima, e Ica las más representativas del país. La región Lima se caracteriza por que tiene alrededor de 240 ha mientras que Ica alberga 251 ha ambas con 8 y 6 empresas respectivamente (Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú [SENASA], 2021).

Si bien es cierto es una pequeña porción de toda el área de arándano que se tiene en Perú (7%), es un sistema de plantación que ha tenido mucho éxito por el buen desempeño del cultivo desde las primeras campañas que permite alcanzar rendimientos muy altos (13 a 20 t/ha en sustrato vs 8 a 14 t/ha sobre suelo), por la uniformidad de los campos y las altas densidades (7 000 a 10 000 plantas/ha en sustrato vs 4 000 a 6 500 plantas/ha sobre suelo). Esto ha generado que cada vez sean más los proyectos pequeños o medianos que se realizan en sustrato, o de mayor envergadura se considera un porcentaje del área total para alta densidad y sobre sustrato. (SENASA, 2021)

Proarándanos (2021), reportó 13 605 ha de arándano hacia finales del 2020, de las cuales 950 hectáreas han sido instaladas sobre sustrato, que representa el 7% aproximadamente del área total de este cultivo en el Perú. Si bien el porcentaje representado por los proyectos sobre sustrato aún es reducido, este va en aumento por el aseguramiento del éxito y los mayores retornos en términos de rendimientos y retribuciones económicas.

La razón por la cual se decide realizar un proyecto sobre sustrato es porque el suelo no brinda las condiciones físicas ideales (buena capacidad de oxigenación y drenaje) y químicas (conductividad eléctrica menor a 1dS/m, contenido de sodio y bicarbonatos menor a 2 meq/L, cloro menor 1.5 meq/L y pH entre 5 a 6) para el cultivo en mención, y mejorarlo incluso podría ser igual o más caro que instalar el cultivo sobre sustrato y en contenedores, sin tener la seguridad de que ese suelo mejorado permita un desempeño uniforme del

arándano. La producción de arándano en contenedores es una tecnología que permite controlar de manera más eficiente la aireación, la retención de humedad y nutrientes requeridos de forma individual por planta. Además, simplifica el manejo del cultivo, evitando los avatares de lo que significa el manejo en suelo des uniforme, en particular el control del pH y salinidad requeridas por el cultivo de manera segura, sencilla y eficiente, determinante para el buen desarrollo de las plantas y expresión de su potencial de producción.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Dar a conocer las principales técnicas en la instalación del cultivo de arándano en contenedores que guían al éxito de la plantación desde la primera producción.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Establecer las pautas a seguir en la instalación de un proyecto de arándanos bajo el sistema de sustrato y contenedores.
- Señalar experiencias concretas y prácticas para implementarlas en la instalación de los nuevos proyectos de arándano.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 ORIGEN

La familia Ericaceae tiene alrededor de 500 especies dentro del género *Vaccinium* bien conocidas por sus usos comestibles y ornamentales (Sultana *et al.*, 2020). El género *Vaccinium* de los arándanos, está muy extendido y sus especies se encuentran en el Himalaya, Nueva Guinea, la región andina de América del Sur y se cree que el género es de origen sudamericano (Retamales & Hancock, 2020). Sin embargo "Las especies de arándanos cultivadas predominantes son *Vaccinium corymbosum* L. (arándanos de arbusto alto), *V. virgatum* Ait. (arándano ojo de conejo; sin. *V. ashei* Reade) y rodales nativos de *V. angustifolium* Ait. (arándano de arbusto bajo)" (Retamales & Hancock, 2020). Las cuales todas son originarias del norte de Estados Unidos y Canadá. Muchos de los *Vaccinium* spp. silvestres y comestibles han sido cosechados durante miles de años por los pueblos indígenas (Moerman, 1998). Los nativos en el este y oeste de América del Norte quemaban intencionalmente rodales de arándanos nativos para renovar su vigor y eliminar la competencia (Retamales & Hancock, 2020).

La mayoría de los arándanos cultivados (*Vaccinium corymbosum*) se desarrollaron el siglo pasado y varias otras especies del género *Vaccinium* han sido domesticados recientemente, en los que la hibridación interespecífica ha sido una estrategia de fitomejoramiento eficaz (Sultana *et al.*, 2020).

Los requerimientos de frío para el desarrollo floral y la resistencia a las bajas temperaturas invernales de los arándanos determinan en gran medida el lugar donde se cultivan. A continuación, en la Tabla 1, se muestra la clasificación de las especies de arándano (Retamales & Hancock 2020).

**Tabla 1: Clasificación de especies de arándano.**

Clasificación por tamaño y zona de desarrollo natural	Especies	Requerimiento de Frío (horas frío <7°C)	Tolerancia a bajas temperaturas
Arándano de arbusto bajo	<i>V. angustifolium</i> Ait.	Al menos 1000	Toleran hasta -30°C
Arándano ojo de conejo	<i>V. virgatum</i> Ait.	Cerca 600	Toleran menos de 0°C
Arándanos de arbusto Alto	Norte (AAN)	800-1,000	Toleran menos de 20°C
	Intermedios	<i>V. corymbosum</i> L.	No están adaptados a climas más fríos
	Sur (AAS)	Alrededor 550	Toleran hasta 0°C
Arándanos medios altos	Híbridos de <i>V. Angustifolium</i> x <i>V. Corymbosum</i>		

**Nota:** Clasificación por tamaño, zona de desarrollo natural y requerimiento de horas frío para el desarrollo floral. Fuente Retamales & Hancock, (2020).

## 2.2 TAXONOMÍA

De acuerdo con Pritts *et al.* (1992) y el Departamento de Agricultura de Norte América, taxonómicamente el arándano se clasifica de la siguiente manera:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophytas
Subdivisión	: Angiosperma
Clase	: Dicotiledónea
Subclase	: Dilleniidae
Orden	: Ericales
Familia	: Ericaceae
Subfamilia	: Vaccinioideae
Tribu	: Vaccinieae
Sección	: Cyanococcus
Género	: <i>Vaccinium</i>
Especie	: <i>Vaccinium corymbosum</i> L.

## **2.3 HISTORIA DE LA DOMESTICACIÓN (MEJORAMIENTO)**

El mejoramiento del arbusto alto comenzó en Nueva Jersey a inicios de la década de 1900 y el primer híbrido fue liberado en 1908 por Frederick Coville del USDA. Él dirigió los estudios fundamentales para la domesticación que sirvieron de base para su cultivo como, por ejemplo, requerimientos de pH ácido en el suelo, control del desarrollo por el frío y longitud del día (fotoperiodo), estrategias de poda, métodos de propagación, mejoras en el color, firmeza del fruto, la cicatriz del pedicelo más pequeña y mayor productividad (Hancock & Galletta, 1995). Los arándanos altos del Norte como ‘Duke’ y ‘Elliott’ han sido grandes éxitos, junto con la última liberación ‘Legacy’. La industria del arándano en México y Perú se construyó en base al arándano alto del Sur con ‘Biloxi’ (Retamales & Hancock, 2020).

### **2.3.1 Cultivares y programas genéticos en Perú**

Según la Agraria.pe (2021), en una declaración del gerente general de Terra Business SAC, Federico Beltrán dice: “Actualmente Perú tiene 50 cultivares de arándanos instaladas, provenientes de 12 programas genéticos y 7 clubes (en el 2011 se comenzó solo con 5 de ellos), por lo que resaltó que en pocos años nuestro país ha incorporado toda la complejidad de la agricultura moderna. Se tiene las mejores opciones de genética plantadas en Perú porque he apostado por los portafolios genéticos de los modelos comerciales”.

En cuanto a los frutos de arándanos en Perú, durante 2020 se certificaron 46 cultivares en 2016 solo se registró 13 y 30 en 2019. En la siguiente Tabla 2, se puede ver las hectáreas instaladas por cada cultivar a finales de 2020 (International Blueberry Organization, 2021).

Cabe resaltar que al menos el 85% del área total de arándano del Perú está ocupada por: ‘Biloxi’ en un 40% y ‘Ventura’ con 38% y el resto que son 32, están en pequeñas áreas porque no muestran un buen desempeño o recién han ingresado al mercado (SENASA, 2021).

**Tabla 2: Cultivares de arándano instaladas en el Perú por área.**

Orden	Cultivar	2020 (HECTÁREAS)	
		Área (ha)	Porcentaje
1	‘Biloxi’	5,296	38.90%
2	‘Ventura’	4,710	34.60%
3	‘Rocío’	861	6.32%
4	‘Emerald’	784	5.76%
5	‘Atlas Blue’	245	1.80%
6	‘Eureka’	225	1.65%
7	‘Scintilla’	221	1.62%
8	‘Magica’	168	1.23%
9	‘Stella Blue’	142	1.04%
10	‘Kirra’	103	0.76%
11	‘Terrapin’	78	0.57%
12	‘Jupiter Blue’	72	0.53%
13	‘Bella’	61	0.45%
14	‘Kestrel’	58	0.43%
15	‘Springhigh’	57	0.42%
16	‘Bonita’	56	0.41%
17	‘Sekoya Pop’	55	0.40%
18	‘Snowchaser’	47	0.35%
19	‘Sekoya Beauty’	45	0.33%
20	‘Magnifica’	35	0.26%
21	‘First Blush’	34	0.25%
22	‘Salvador’	32	0.24%
23	‘Eureka Sunrise’	32	0.24%
24	‘Arana’	29	0.21%
25	‘BiancaBlue’	25	0.18%
26	‘Stellar’	24	0.18%
27	‘Jewel’	23	0.17%
28	‘Masirah’	14	0.10%
29	‘Julieta’	12	0.09%
30	‘Splash’	9	0.07%
31	‘Arcadia’	8	0.06%
32	‘Meridian’	8	0.06%
33	‘Malibu’	6	0.04%
34	‘Daybreak’	6	0.04%
35	‘Corrina’	6	0.04%
36	‘Elaina’	6	0.04%
37	‘Madeira’	4	0.03%
38	‘Olivia’	4	0.03%
39	‘Prelude’	3	0.02%
40	‘Farthing’	2	0.01%
41	‘Raquelle’	2	0.01%
42	‘Presto’	1	0.01%
43	‘Millennia’	1	0.01%
44	‘Victoria’	1	0.01%
45	‘Andrea’	1	0.01%
46	‘Dupree’	1	0.01%
<b>Total</b>		<b>13,613</b>	<b>100.00%</b>

**Nota:** Cultivares de distintos programas genéticos que ha ido ingresando a Perú desde el 2009.

**Fuente:** SENASA (2021).

A continuación, se presenta en la Tabla 3, la mayoría de los nuevos genotipos que actualmente están disponibles para los productores de arándanos del Perú, clasificadas dentro de los programas genéticos que ofrecen (clubs) y si es que incluyen una comercialización libre de la fruta o no. Los clubs formados por los diferentes programas genéticos implican el pago de regalías por la compra de las plantas y la comercialización de la fruta en algunos casos, a cambio de eso los programas genéticos evitan la comercialización abierta de estas frutas volviéndolas de acceso exclusivo para quienes están dentro del club (SENASA, 2021).

**Tabla 3: Programas genéticos y cultivares actualmente disponibles en el Perú**

Programa Genético	Cultivares	Club	Compromisos de comercialización de la fruta con el Club
Cultivares Libres	‘Biloxi’		
	‘Emerald’		
Fall Creek Perú	‘Jewel’		
	‘Millennia’	No	
	‘Victoria’		
	‘Snowchaser’		
	‘Springhigh’		No
	‘Ventura’		
	‘Altas Blue’		
	‘Bianca Blue’	Sí	
	‘Júpiter Blue’		
	‘Azra Blue’		
Driscoll´s	‘Sekoya Pop’	Sí	
	‘Sekoya Beauty’		
	‘Cielo’		
	‘Corrina’		
	‘Stella Blue’		
	‘Kirra’	Sí	Sí
	‘Terrapin’		
	‘Arana’		
Family Tree Farm (MountainBlue)	‘Raymi’		
	‘Rosita’		
	‘Eureka Ridley’		
	‘Eureka Sunrise’		
	‘Eureka Sanset’	Sí	Sí
	‘Eureka Gold’		
	‘First Blush’		
	‘Meridian’		

Programa Genético	Cultivares	Club	Compromisos de comercialización de la fruta con el Club
	‘Splash’		
Inkas Berries	‘Salvador’ ‘Matias’	Sí	No
Hortifrut	‘Rocío’ ‘Scintilla’ ‘Kestrell’	Sí	Sí
Ozblue (OZ)	‘Magnífica’ ‘Mágica’ ‘Bella’ ‘Bonita’ ‘Julieta’ ‘Elaina’ ‘Olivia’ ‘Raquelle’ ‘Andrea’	Sí	Sí
Universidad Florida	‘Arcadia’	Sí	No
Planasa	‘Manila’ ‘Masirah’ ‘Malibú’ ‘Maldiva’	Sí	Sí

**Nota:** Algunos programas genéticos como Fall Creek han separado el acceso a sus cultivares en clubs, uno de ellos más exclusivos (Sekoya) que otros (Collection).

## 2.4 EL PERÚ EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL DEL ARÁNDANO

A lo largo de los últimos 10 años el Perú ha ido escalando en la tabla de posiciones de los países con mayor producción de arándano, lo cual ha conllevado que ahora, es el principal exportador de arándanos frescos del mundo durante dos años consecutivos (Tabla 4). Perú se ha librado de su estado de industria emergente, pero aún está lejos de alcanzar la madurez total en medio de la conversión genética en desarrollo y las nuevas plantaciones que entran en producción en un período de tiempo excepcionalmente corto (6 meses), con rendimientos promedio más altos (1.2 kg/planta) en comparación con otras partes del mundo (International Blueberry Organization, 2021).

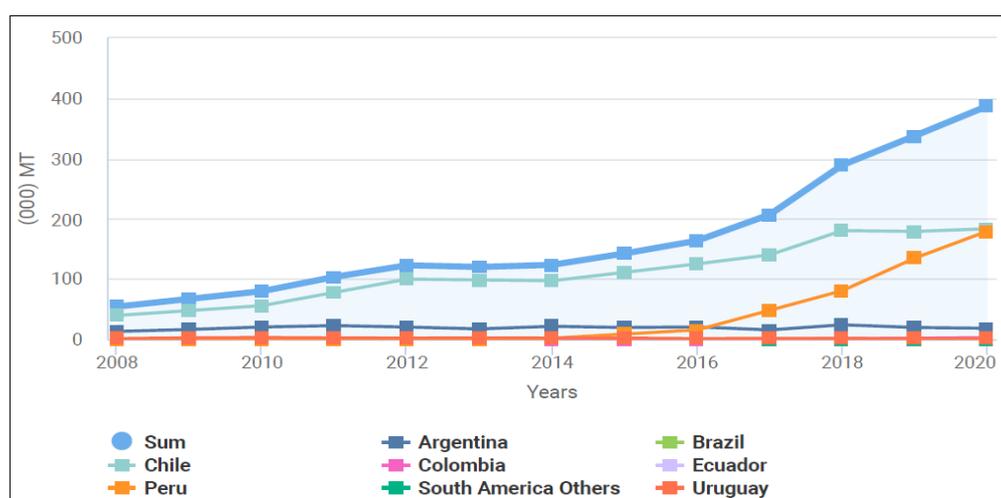
**Tabla 4: Producción de arándanos por países.**

Sudamérica	2018			2019			2020		
	Producción Fresco	Procesado	Total	Producción Fresco	Procesado	Total	Producción Fresco	Procesado	Total
Chile	135.49	45.00	180.49	136.96	42.10	179.06	138.78	44.68	183.46
Perú	78.90	2.00	80.90	125.40	9.43	134.83	162.73	16.85	179.58
Argentina	17.78	6.50	24.28	15.82	4.00	19.82	13.70	4.80	18.50
Colombia	1.10	0.10	1.20	1.90	0.10	2.00	3.10	0.10	3.20
Uruguay	1.80	-	1.80	1.28	-	1.28	1.30	-	1.30
Brasil	0.50	0.00	0.50	0.60	-	0.60	0.70	-	0.70
Ecuador	0.00	0.00	0.00	0.01	-	0.01	0.18	0.00	0.18
Otros	0.03	0.00	0.03	0.03	-	0.03	0.03	-	0.03
Total	235.60	53.60	289.20	282.00	55.63	337.63	320.52	66.43	386.95

**Nota:** Producción de arándano por países sudamericanos. El peru ocupa el segundo lugar en producción total, pero sin embargo estaría en primer lugar si solo se considera producción en fresco.

**Fuente:** (International Blueberry Organization, 2021).

Perú superó las 160 mil toneladas de arándano fresco, siendo el exportador más importante de la región. Su incremento ha sido sostenido y cada temporada registra nuevos máximos de exportación. En la última campaña, el crecimiento fue de un 36%, esto es cerca de 42,000 toneladas más que en 2019/20 (Asoex, 2021). De acuerdo con la tendencia que ha marcado Perú, se estima que esta campaña 2021/2022 se convierta en el mayor productor y exportador de arándanos totales superando a Chile (Figura 4).



**Figura 1: Producción de arándano de Sudamérica por países.**

**Nota:** Perú marca un crecimiento muy acelerado a partir del 2016

**Fuente:** IBO (2021)

Los rendimientos por hectárea de acuerdo con el último reporte de la Organización Internacional de Arándanos han ido subiendo lentamente y se mantienen entre 12 y 21 toneladas/hectárea. El Perú ocupa el tercer lugar a nivel mundial en cuanto a rendimiento (Tabla 5). Esto se ha debido al alto nivel de tecnicidad que se tiene en la agroindustria peruana y cultivares con altos potenciales de producción.

**Tabla 5: Top de los 10 mejores rendimientos por países 2020.**

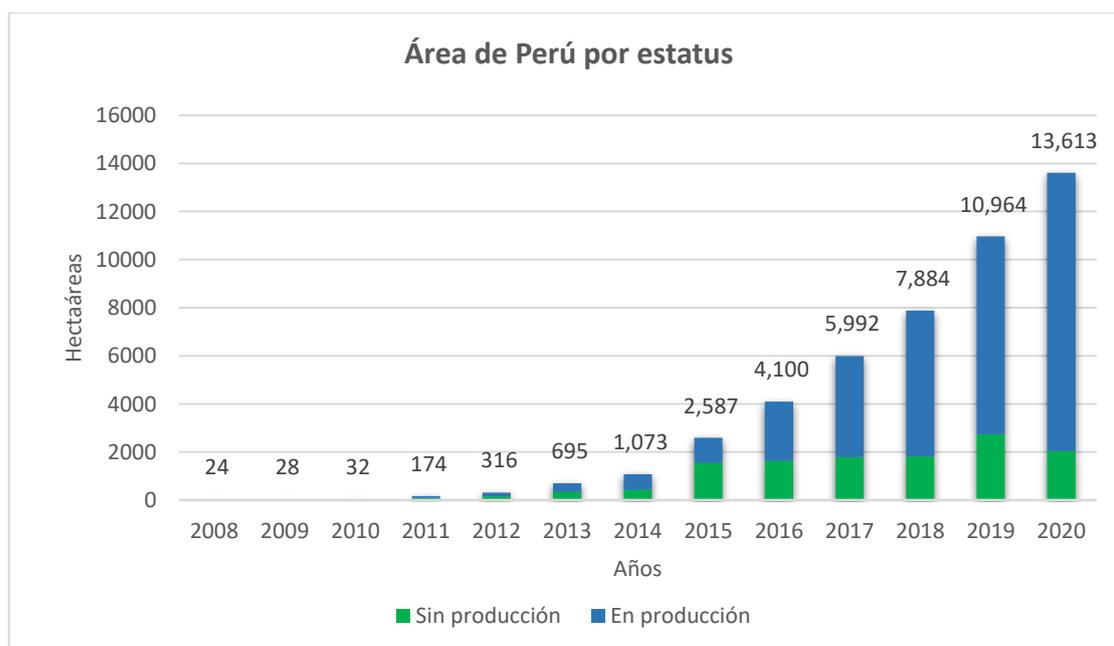
Orden	País	Rendimiento 2017	Rendimiento 2018	Rendimiento 2019	Rendimiento 2020
1	Portugal	16,449.58	18,760.20	21,680.00	21,000.00
2	España	14,740.23	13,846.15	23,390.51	18,888.56
3	Perú	11,792.68	13,501.34	17,101.73	16,379.06
4	Australia	8,329.98	17,333.33	11,207.79	15,250.12
5	Bélgica				14,000.00
6	Rumania	11,971.83	13,775.51	14,000.00	13,775.00
7	Marruecos	17,616.07	13,480.66	12,700.00	13,457.94
8	Namibia		-	5,000.00	13,076.92
9	Bulgaria				12,500.00
10	Australia	8,045.98	11,235.96	12,777.78	12,000.00

**Fuente:** IBO (2021)

## **2.5 SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO DE ARÁNDANO EN EL PERÚ**

### **2.5.1 Hectáreas**

En la Figura 5 se ha registrado a lo largo de los últimos 10 años el crecimiento fue constante y pasos agigantados. La Organización Internacional del Arándano (IBO) reportó que el año 2016 alcanzaron 4 100 hectáreas incluyendo área que aún no está en producción, seguido de años de aumento constante en las áreas instaladas, así para el 2020 se registró 13 618 ha (International Blueberry Organization, 2021).



**Figura 2: Historial del crecimiento de área instalada de arándanos en el Perú.**

**Fuente:** IBO, 2021

Al cierre de 2020 se registró 13 613 hectáreas de arándanos, lo que representa un aumento del 25% (2 701 hectáreas) con respecto al 2019, período en el que se registraron 10 912 has. Entre 2019 y 2018 se registraron 7 499 hectáreas, lo que constituye un incremento del 45% [3 413 ha] (SENASA, 2021).

La distribución de toda esta área en las distintas regiones del Perú está concentrada principalmente en la costa norte, siendo La Libertad la región con la mayor área de arándano del Perú (7 518 hectáreas), seguida por Lambayeque con 2 879 hectáreas registradas en el 2020 y en tercer lugar esta Lima con 1 168 hectáreas (Tabla 6). Siendo estas zonas las que exportaron más arándanos durante la campaña 2020-21, así La Libertad con una representación del 55%, consolidándose como la región exportadora más importante para este cultivo, seguida de Lambayeque con una representación del 21% y Lima con un 9% del total (International Blueberry Organization, 2021).

**Tabla 6: Distribución del área de arándano del Perú por regiones.**

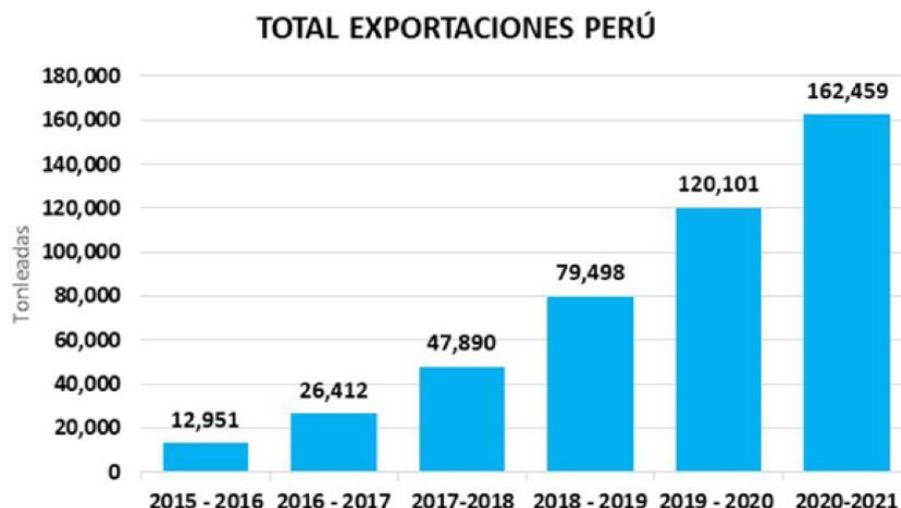
Departamento	AÑO				
	2016	2017	2018	2019	2020
La Libertad	2 085	3 308	4 978	6 679	7 518
Lambayeque	77	809	1 593	2 152	2 879
Lima	120	461	952	938	1 168
Ancash	31	128	219	573	795
Ica	2	126	177	364	762
Piura	-	2	20	222	438
Moquegua	-	-	-	33	45
Cajamarca	2	3	1	2	-
Total	2 317	4 837	7 940	10 963	13 605

**Fuente:** IBO, 2021.

La región de La Libertad está instalada principalmente por ‘Biloxi’, la cual ocupa aproximadamente el 50%, seguidamente está ‘Ventura’ con algo más del 30% y finalmente la ‘Rocío’ aportando menos del 10%, el resto del área está instalada por ‘AtlasBlue’, ‘Sekoya Pop’, ‘Sekoya Beauty’ y otros cultivares del programa de Driscoll’s. En la región Lambayeque por el contrario la que ocupa el 50% del área es ‘Ventura’ y en segundo lugar con un 15% esta ‘Rocío’ y en tercer lugar ‘Biloxi’ con 10%, finalmente están ‘AtlasBlue’ y ‘Emerald’ que entre las dos hacen un 10% (Anexo 2) (International Blueberry Organization, 2021).

### 2.5.2 Producción

Los arándanos son parte del subsector de frutas de las exportaciones agrícolas peruanas, que han experimentado un crecimiento significativo en los últimos años en respuesta a la creciente demanda mundial. Este crecimiento es resultado de la profesionalidad de las operaciones agrícolas de la industria peruana, el cuidado fitosanitario y la apertura y mejora del acceso a los mercados internacionales (International Blueberry Organization, 2021). Actualmente el Perú es el proveedor del hemisferio sur que ha mostrado el crecimiento más dinámico de la región, en sólo cinco temporadas ha pasado de exportar un total de 12 951 toneladas métricas al final de la temporada 2015-16 a 162 459 toneladas métricas en la reciente campaña 2020-21, (Figura 6), consolidándose por segundo año consecutivo como el primer exportador mundial de arándanos frescos (Asoex, 2021)



**Figura 3: Evolución de exportación de arándano en el Perú.**

**Nota:** Elaborado por Proarándanos.

**Fuente:** SENASA.

Cerca del 80% de la producción de todo el arándano peruano proviene de dos regiones, La Libertad y Lambayeque, pertenecen a la zona norte a las que se suman Ancash y Piura, concentrando el 86% del volumen total de exportaciones de arándano en la campaña 2020-2021 del Perú. Las exportaciones de esta zona crecieron en un 34% respecto a la campaña 2019-2020 (Asoex, 2021). También cabe precisar que las regiones con mayor crecimiento en esta zona norte fueron Piura con un 403% y Ancash con un 118% (Tabla 7).

La zona sur representada por Ica aportó cerca de 7 300 toneladas en la campaña 2020/21 aportando con el 5% del volumen total exportado. Al igual que otras regiones el incremento del volumen también fue muy considerable alcanzando el 172% respecto a la campaña 2019/20 (Asoex, 2021).

**Tabla 7: Arándano fresco Perú. Exportación por región de origen en toneladas.**

REGIÓN	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	Participación 2020/21	% VAR 20/21 vs 19/20	Tendencia
La Libertad	41.126	62.509	78.946	95.910	59%	21%	
Lambayeque	3.056	8.162	21.102	32.121	20%	52%	
Lima	3.132	6.213	12.787	15.264	9%	19%	
Ica	612	723	2.714	7.368	5%	172%	
Ancash	1.034	1.713	3.145	6.857	4%	118%	
Piura	38	148	1.006	5.056	3%	403%	
Otras	66	26	66	152	0%	131%	
<b>Total Perú</b>	<b>49.063</b>	<b>79.494</b>	<b>119.765</b>	<b>162.728</b>		<b>36%</b>	

**Fuente:** iQonsulting y Proarándanos (2022).

## 2.6 BENEFICIOS DEL ARÁNDANO

Los frutos de varias especies del género *Vaccinium*, comúnmente conocidos como arándanos, entran en la categoría de los denominados frutos rojos, que representan un cultivo cada vez más consumido en todo el mundo. Las razones de este reciente aumento de interés son las numerosas propiedades para la salud que están relacionadas con ellos. Estas bayas son ricas en compuestos antioxidantes, pueden alterar el metabolismo de los lípidos, son beneficiosas para la dieta y son ricas en potasio y fibra. También tienen efectos beneficiosos sobre las enfermedades cardiovasculares, y urinarias, mejoran la función cerebral y la capacidad cognitiva (Sultana *et al.*, 2020).

Según el MINAGRI-DGPA-DEEIA (2016), el arándano en el Perú y el mundo dice que: “El consumo del arándano otorga una serie de beneficios para la salud, entre estos se tienen”:

- Estas bayas son bajas en calorías y muy bajo en contenido de grasas y sodio, mientras tienen un alto contenido en fibra dietética y tiene gran contenido en minerales como potasio, manganeso y magnesio, vitamina C y vitamina K (Núñez *et al.*, 2008)
- Tienen la capacidad antioxidante más alta de todas las frutas y vegetales que se consumen generalmente, con los flavonoides como principales antioxidantes presentes en el fruto ayudan a retardar la oxidación de los radicales libres en el cuerpo humano (Lujan *et al.*, 2018).
- El jugo de arándano protege contra el daño al ADN, una causa principal del envejecimiento y el cáncer. El fruto es una gran fuente de ácidos fenólicos, flavonoides y antocianinas (Coronel *et al.*, 2019). Estos compuestos han sido reportados como preventivos de enfermedades en los seres humanos, principalmente cáncer y diabetes (Anticono *et al.*, 2016).
- Los antioxidantes que contiene el arándano han demostrado servir como protección contra el daño oxidativo en las lipoproteínas LDL, proceso esencial en la aparición de problemas cardiovasculares. Se ha descubierto incluso que el arándano posee tres veces más antioxidantes que las uvas rojas, lo cual contribuye a disminuir el riesgo de infartos en quienes los consumen habitualmente (Moraga, 2004).
- El consumo regular de arándanos ha demostrado disminuir la presión sanguínea. Comer este fruto de manera regular puede ayudar a prevenir ataques cardíacos,

patologías asociadas al síndrome metabólico, incluyendo enfermedades cardiovasculares y diabetes (Basu *et al.*, 2010).

- Contiene antioxidantes que son beneficiosos para el cerebro, ayudando a mejorar la función cerebral y retrasando el declive relacionado con el envejecimiento. Los arándanos contienen compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes, diversos estudios epidemiológicos indican que el consumo de frutas como el arándano ricas en estos compuestos bioactivos, se asocian con un menor riesgo de trastornos neurodegenerativos y un mejor rendimiento cognitivo en adultos mayores. Algunos de estos compuestos fenólicos se han asociado a una mejora en la señalización neuronal y otros beneficios relacionados con la neurodegeneración (Krikorian *et al.*, 2010).
- Varios estudios han demostrado que los arándanos tienen efectos protectores y ayuda a bajar los niveles de azúcar en la sangre, así se indica que el consumo de bayas de arándano ricas en polifenoles para diferir o disuadir la diabetes (Hameed *et al.*, (2020).
- Los arándanos contienen sustancias que podrían prevenir que ciertas bacterias se adhieran a las paredes de la vejiga e inhiben el crecimiento de bacterias como *Escherichia coli*, esto podría ser útil al momento de prevenir infecciones del tracto urinario o cistitis, entre otras (Frontela *et al.*, 2010).

Está claro que los arándanos tienen un impacto altamente positivo sobre la salud y son muy nutritivos. Además, que son de agradable sabor y puede disfrutarse tanto fresco como congelado.

## **2.7 NECESIDADES ECOLÓGICAS PARA EL CULTIVO**

### **2.7.1 Clima**

El arándano por naturaleza es un frutal caducifolio, en ese sentido todas las plantas frutales caducifolias necesitan acumular en el periodo invernal un determinado número de horas frío (debajo de 7.2°C) para romper la “dormancia” o reposo vegetativo invernal. Esa cantidad de horas frío es una característica genética de cada especie o variedad (Valenzuela, 1988). El arándano puede llegar a soportar temperaturas muy bajas durante el invierno hasta -30 °C. Por otro lado, temperaturas altas, superiores a 28-30 °C, afectan negativamente al fruto al ocasionar arrugamientos y quemaduras. La flor puede tolerar hasta -2 y -3 °C. Los vientos fuertes dominantes, sobre todo en los primeros años de vida de la planta, perjudican el crecimiento, provocando daños en el follaje, afectando a la floración y a la polinización por

insectos. También ocasionan la caída de frutos y lesiones (García, 2018). Sin embargo, los arándanos de arbusto alto se cultivan en una amplia gama de zonas climáticas que incluyen: tipo climático I: veranos suaves y húmedos e inviernos muy fríos; tipo climático II: veranos suaves y húmedos e inviernos moderados; tipo climático III: veranos calurosos y húmedos e inviernos suaves; y tipo climático IV: veranos calurosos y secos e inviernos suaves (Retamales & Hancock, 2020). La zona andina del Perú representa el tipo de clima IV con veranos cálidos y secos e inviernos suaves, por lo general las horas de frío van de 250 a 450, en promedio las temperaturas bajas rara vez caen debajo del punto de congelación, en verano promedian más de 30°C y las estaciones de crecimiento exceden los 250 días (Retamales & Hancock, 2020).

Respecto a la tolerancia a temperaturas en AAS (arándanos altos del sur) Hancock & Pritts, (1999) señalan que los arándanos tienen capacidad de adaptarse a la variación de temperatura frías del otoño y cálidas de primavera. Pero aquellas extremas afectarán al crecimiento y desarrollo en sus órganos vegetativos y reproductivos.

Núñez *et al.* (2008) concluyen que la temperatura y los períodos de pre-almacenamiento afectaron la calidad de los frutos de arándano en términos de firmeza y pérdida de peso. Se ha determinado que durante la dormancia los genotipos de AAN (arándanos altos del norte) son resistentes a temperaturas de -20 hasta -30°C, sin embargo aquellos que provienen de ojo de conejo y AAS (arándanos altos del sur) toleran menos en un rango de -14 a -26°C (Retamales & Hancock, 2020).

Actualmente el requerimiento de frío se ha reducido incorporando genes de la especie diploide del sur *V. darrowii* en *V. corymbosum* mediante gametos no reducidos, aunque las hibridaciones con el nativo sureño *V. corymbosum* y *V. virgatum* también han tenido un rol importante, donde ahora existen cultivares con un rango casi continuo de requerimiento de frío, de 0 a 1,000 h. (Retamales & Hancock, 2020). Por tal razón en la costa del Perú el cultivo de arándano se ha adaptado bastante bien, utilizando inicialmente cultivares de bajo requerimiento de frío favorables a estas condiciones como ‘Biloxi’ y ‘Ventura’. Y últimamente utilizando cultivares ya desarrolladas con cero necesidades de bajas temperaturas. Ahora hay gran interés en desarrollar cultivares que estén específicamente adaptados a regiones con pocas o ninguna hora de frío, como el sur de Florida, México, Marruecos y Perú (Retamales & Hancock, 2020).

Específicamente las condiciones climáticas de Perú, tiene veranos nublados que reducen la calidad de la fruta y favorecen la propagación de hongos. O pueden ser muy calurosos y concentrar la cosecha de la fruta, disminuir el sabor y su firmeza, además impedir una recolección escalonada y oportuna. Los vientos fuertes dominantes, especialmente los primeros años de la plantación, ocasionan desarrollo de brotes caídos, afectan la floración e impiden la polinización por insectos y producen daño mecánico de la fruta, deteriorando su calidad final (Undurraga & Vargas, 2015).

### **Fotoperiodo**

Generalmente, en arándanos de arbusto alto, el número de yemas florales iniciadas aumenta con el tiempo de exposición a días cortos (Hall & Ludwing, 1961; Hall *et al.*, 1963; Darnell, 1991).

La inducción completa de floración requiere de 5 a 6 semanas de días cortos; sin embargo, Bañados & Strik (2006) encontraron que en los AAN (arándanos altos del norte) ‘Bluecrop’ y ‘Duke’ se iniciaron algunas yemas florales después de solo 2 semanas de fotoperiodos de 8 horas. En ese sentido la ligera disminución en el fotoperiodo hacia el otoño (abril – mayo) ayuda a la inducción floral, aunque para condiciones de siempreverde del Perú se logra una mayor diferenciación con un cambio en la fertilización (Retamales & Hancock, 2020).

### **Radiación**

Estudios realizados en radiación por Corea del Sur sobre el efecto de la sombra en la tasa de fotosíntesis ( $A_n$ ) de plantas de AAN (Arándanos altos del norte) “Bluecrop”, cultivadas en macetas, mostró que la máxima  $A_n$  a 31, 60, 73 y 83% de sombra fue de 11.8; 11.0; 8.4 y 7.5 mol/m<sup>2</sup>/s, respectivamente. Mientras otros ensayos realizados en EE. UU. mostraron que la fotosíntesis de las hojas disminuía linealmente a medida que aumentaba la intensidad del sombreado; así, las mallas rojas y negras al 70% tienen las tasas más bajas" (Lobos *et al.*, 2009; Retamales & Hancock, 2020).

#### **2.7.2 Suelo**

El sistema radical del arándano está compuesto principalmente por raíces finas y fibrosas que carecen de pelos radicales y se concentran entre los 50 a 60 cm de profundidad del suelo. Presentan baja capacidad de absorción y no son capaces de atravesar superficies de suelo compactas; por ende, es muy sensible al déficit o al exceso hídrico (Morales, 2017). En general, aproximadamente el 50% de las raíces se encuentran dentro de los 30 cm alrededor de la corona y el 80-85% está dentro de los 60 cm (Paltineanu *et al.*, 2017).

Las raíces del arándano requieren de suelos sueltos y bien drenados, de textura ligera y abundante contenido de materia orgánica (3% a 5%), que permite mantener la retención de humedad necesaria para el óptimo desarrollo del sistema radical (García *et al.*, 2009).

Los arándanos crecen bien en suelos con pH entre 4.4 y 5.5. Se recomienda realizar análisis químico de suelos para conocer los macro y micronutrientes, salinidad (conductividad eléctrica), materia orgánica y pH. Las condiciones que favorecen para su buen desarrollo son: requiere una conductividad eléctrica (CE) menor a 1.0 dS/m, más elevada que este valor existen problemas de desarrollo de la planta lo cual afecta directamente a la productividad y rendimiento. Si el pH es alto es vital la determinación de la cantidad de azufre elemental necesario para acercarse a la acidez requerida el mejor crecimiento y productividad se obtiene cuando los arándanos crecen en suelos con pH entre 4.2 y 5.5. A este pH, la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes del suelo es limitada y esto reduce la cantidad de elementos minerales absorbidos por la planta (Korcak, 1989; Hanson & Hancock, 1996).

Es preferible comenzar a aplicar el azufre el año anterior a la plantación, incorporándolo superficialmente (10cm) a toda la superficie. Si no se alcanzó a acidificar el suelo antes de instalar, el azufre elemental debe mezclarse muy bien con la tierra que se sacará del hoyo de plantación. El pH en el suelo se mantiene acidificando mediante el agua de riego con ácido sulfúrico o ácido fosfórico, o con las aplicaciones de fertilizantes de reacción ácida como sulfato de amonio, fosfato monoamónico, o fosfato mono potásico (Undurraga & Vargas, 2015).

## **2.8 USO DE SUSTRATOS COMO ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DEL CULTIVO DE ARÁNDANO**

La producción de cultivos en sustrato es bien conocida y existe una amplia literatura al respecto (Raviv & Lieth, 2008; Kraus *et al.*, 2014). Pero debido a las necesidades únicas de suelo y nutrientes del arándano, es probable que estos métodos deban modificarse y adaptarse específicamente para un crecimiento y rendimiento óptimos. La utilización en contenedores para la producción de frutas es un concepto novedoso y aún hay pocas investigaciones sobre la producción de arándanos en sustrato (Voogt *et al.*, 2014). Se han llegado a escasas conclusiones con respecto a las mejores prácticas, por lo que aún se requiere una amplia gama de investigación básica para optimizar el manejo de las diferentes fuentes que se pueden conseguir en el mercado.

El arándano es una especie que se desarrolla mejor en suelos ácidos con un pH de 4.5 y 5.5 (Ticlayauri, 2022), la conductividad eléctrica ideal debe estar por debajo de los 1.5 dS/m. El cultivo requiere de suelos francos y franco arenosos, de buena aireación con porosidad de 40%, contenido de carbonato de calcio bajo el 2% y buen drenaje, es recomendable un contenido de materia orgánica superior a 2% para suelos arenosos y mayor a 3% en suelos de texturas más finas (Hirzel, 2013).

Tradicionalmente, los arándanos se han cultivado en suelo a campo abierto, pero el cultivo en macetas bajo túneles está aumentando notoriamente en popularidad donde se desean cosechas tempranas. Por lo general, las plantas crecen en recipientes de polietileno de 25 a 35 L sobre sustrato, el agua y nutrientes se entregan vía riego por goteo (Retamales y Hancock, 2020).

Esta baya se puede cultivar utilizando diferentes tecnologías, puede ser instalado directo en suelo o en contenedores con diferentes tipos de sustrato. Está viene a ser una sustancia o medio en el que crecen las plantas u organismos, la tecnología del cultivo en envases es una alternativa, a la disponibilidad limitada de suelos lo que obliga a los productores a buscar nuevos métodos opcionales (Ochmian *et al.*, 2019).

Últimamente la instalación de plantas en macetas o contenedores está reportando interés en los productores por sus innumerables ventajas respecto al cultivo tradicional, algunas de ellas son un mejor suministro de nutrientes, disminución al ataque de plagas y enfermedades, plantaciones a altas densidades, optimización de los recursos utilizados y permitiendo en una menor área obtener alto rendimiento y calidad de la fruta, un control máximo del crecimiento y desarrollo del cultivo (Voogt *et al.*, 2014). Uno de los problemas para el uso de esta tecnología se encuentra en determinar el tipo de sustrato idóneo que cumpla con las mejores características físicas, químicas y biológicas dándole mayor importancia a las características físicas que las demás.

Kingston (2017) realizó dos estudios en Oregón con Arándanos Altos del Norte (AAN) y Arándanos Altos del Sur (AAS) para evaluar el medio y la composición del fertilizante influían en el crecimiento y la absorción de nutrientes. En el primer estudio, se evaluó el desempeño del AAS 'Snowchaser' en diez combinaciones diferentes de turba de musgo *Sphagnum*, fibra de coco y corteza de abeto Douglas con 10% de perlita y una mezcla disponible comercialmente. Cuatro meses después del trasplante, el peso seco total de las plantas casi se duplicó en el medio con un 60% o más de turba o fibra de coco respecto a

aquellas con al menos 60% de corteza. El aumento de la corteza en el medio también redujo la eficiencia de absorción de nutrientes de N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, Mn, B, Cuy Zn respecto a la turba o la fibra de coco, demostrando que estos últimos dos sustratos permiten un buen desarrollo del cultivo.

En los Países Bajos Voogt *et al.* (2014) ensayaron con plantas de ‘Draper’, una mezcla de turba: perlita 1:1 v/v en un sistema de cultivo sin suelo; concluyeron que la demanda total de nutrientes del arándano era baja (especialmente para K) respecto a otros cultivos en sustrato. Se necesitó una alta relación de nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ): respecto a nitrógeno nítrico ( $\text{NO}_3^-$ ) para producir un pH suficientemente bajo en el entorno de la raíz, lo que llevó a altas concentraciones de sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), pero esto no pareció ser un problema. La captación de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  fue muy limitada, lo que sugiere que se necesita agua de riego de alta calidad para la producción rentable de arándanos sin suelo.

Xie y Wu (2009) evaluaron las propiedades físicas y químicas de varios sustratos y su efecto en el crecimiento y desarrollo de arándanos en China. Los sustratos incluían: aserrín de pino, turba, suelo de jardín, perlita, arena y grava, puros y en combinaciones. Al agregar perlita se incrementó la porosidad y el contenido de aire, pero se redujo la capacidad de retención de agua y nutrientes. Al agregar turba aumentó el contenido de materia orgánica, bajó el pH, mejoró la porosidad y aumentó la capacidad de retención de agua y nutrientes. La adición de turba y aserrín se obtuvo un mayor valor en las siguientes variables como el número de hojas por planta, el área promedio de las hojas, la longitud de brotes y su grosor. La grava redujo el crecimiento de las plantas.

La producción de arándanos en contenedores es una tecnología que permite controlar de manera más eficiente la aireación, la retención de humedad y nutrientes requeridos de forma individual por planta. “Además, simplifica el manejo y operación del cultivo, evitando los avatares de lo que significa el manejo en suelo, en particular el control del pH ácido requerido por el cultivo de manera segura, sencilla y eficiente, determinante para el buen desarrollo de las plantas y expresión de su potencial de producción”. También agrega que la oxigenación que normalmente requieren las plantas en el caso del cultivo en contenedores es óptima, porque su perímetro estará siempre expuesto al aire libre. Respecto al suministro de agua y fertilización, cada planta en su respectivo contenedor lleva los goteros necesarios, optimizando así la utilización del vital líquido como de los fertilizantes aplicados. El control de un daño en los goteros del es inmediato, porque se encuentran a la vista (Xie & Wu, 2009)

Diez (2017) comenta que en sistema de plantación sobre contenedores normalmente requiere un diseño de riego por pulsos, porque se precisan aplicaciones de agua frecuentemente y con volúmenes pequeños. El equipo tiene que ser capaz de inyectar la nutrición y efectuar un riego controlado. De este modo se logra una alta eficiencia en el aprovechamiento del recurso hídrico, llevando a bajar los consumos totales anuales de más de 10 000 m<sup>3</sup>/ha bajo un sistema convencional sobre suelo mejorado a 7 000 m<sup>3</sup>/ha e incluso 6 500 m<sup>3</sup>/ha sobre la base de sustratos de fibra de coco de granulometrías más pequeñas o sustratos como turba que son un poco más retentivos.

### **2.8.1 Ventajas del uso de sustratos para el arándano**

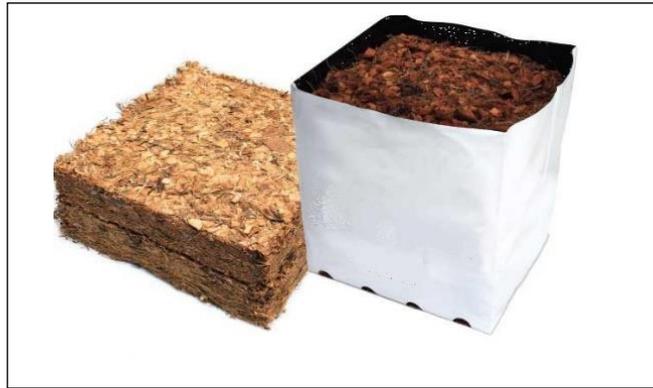
La producción en sustrato sin suelo es la práctica de cultivar plantas en un recipiente lleno de diversos materiales orgánicos y no orgánicos para proporcionar retención de agua y nutrientes, así como estabilidad para las raíces (Raviv & Lieth, 2008).

El sustrato tiene como primera ventaja que se puede realizar en cualquier lugar debido que a menudo se logra el control de las condiciones ambientales en un invernadero y facilita las deficiencias de un suelo con problemas. Estos ambientes controlados permiten la producción local fuera de ciclo, lo que permite a los productores vender fruta cuando los precios son más altos, subsidiando los elevados costos de este método de producción. Otra ventaja de la producción en sustrato es el riego y la fertilización precisos, asegura que los nutrientes estén en la cantidad óptima para las plantas en desarrollo y permite un manejo cuidadoso del pH del medio (Fan *et al.*, 2020).

Los viveros de arándanos han estado propagando y cultivando plantas en sustratos sin suelo durante años, pero no está claro si los ingredientes de los medios utilizados en los viveros serán óptimos para la producción a largo plazo (Fulcher *et al.*, 2015).

### **2.8.2 Características de la fibra de coco**

La fibra de coco es el subproducto conciso de la cáscara del coco (*Cocos nucifera* L.) y se ha vuelto cada vez más común como alternativa a la turba (Evans *et al.*, 1996). El procesamiento de este insumo (Figura 1) puede conducir a un aumento de sales (K, Na y Cl) y un pH más alto (5.6 - 6.9) que la turba (Konduru *et al.*, 1999) pero, sin embargo, se ha demostrado que tiene éxito en el cultivo de plantas ericáceas (Scagel, 2003).



**Figura 4: Fibra de coco procesada.**

**Nota:** Izquierda: fibra de coco deshidratada. Derecha: fibra de coco hidratada.

**Fuente:** Pelemix.

### **2.8.3 Características de la turba**

La turba se obtiene de los pantanos de varios musgos en las regiones templadas. La turba más utilizada en horticultura es la del género *Sphagnum* (Hammond, 1975). La turba procesada (Figura 2) proporciona una alta capacidad de retención de agua y capacidad de intercambio catiónico a las plantas cultivadas en contenedores, es relativamente resistente a la descomposición y tiene un pH bajo [3.5- 4.5] (Hammond, 1975).



**Figura 5: Turba procesada.**

**Nota:** Turba procesada sin perlita. Fuente: PROMIX (2022)

#### **2.8.4 La perlita**

A menudo se incorpora un ingrediente inerte a las mezclas de sustrato para aumentar el drenaje y proporcionar un material resistente a la descomposición (Raviv & Lieth, 2008). La perlita (Figura 3) es un ingrediente mineral de uso común que se extrae de fuentes volcánicas riolíticas y se calienta a 800 - 1,100 °C, evaporando el agua dentro del material para 'reventarlo', creando así espacio de aire y capacidad de retención de agua (Alkan & Dogan, 2001).



**Figura 6: Perlita.**

**Fuente:** Terrasur.

### **III. DESARROLLO DEL TRABAJO**

#### **3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA**

##### **3.1.1 Clima**

Las condiciones climáticas de Ica se caracterizan por ser una región de clima muy soleado y seco a lo largo de todo el año, la humedad relativa es baja (60% en promedio) y con poca o nula presencia de precipitaciones (menos de 15mm/año) las cuales se concentran en los meses de verano cuando se presentan. Las temperaturas máximas y mínimas fluctúan entre 32°C y 10°C respectivamente. Existe un amplio diferencial de temperaturas (delta de temperatura) entre las máximas y mínimas diarias que en promedio siempre es mayor a 10°C y, hacia el periodo de cosecha del cultivo de arándano (entre junio y octubre) aumenta hasta 12°C lo cual es muy importante para obtener una mejor calidad de fruta en términos de sabor, color y firmeza. Una característica de su clima se relaciona a los fuertes vientos denominados "paracas", que suelen levantar grandes nubes de arena, estos vientos alcanzan de manera sostenida los 50 a 60 km/hora, y ráfagas breves que pueden llegar a 90 km/hora. Se presentan en el invierno, de agosto a octubre, aunque también se han observado el resto del año (Agraria.pe, 2021).

##### **3.1.2 Suelo**

Los suelos de Ica están conformados por dos grandes zonas, en la parte alta (valle) se presentan suelos profundos y uniformes, de textura media (francos); y en la parte baja (Pampa de Villacurí) son suelos superficiales con presencia de grava, siendo aquí la textura dominante la arena gruesa (MINAGRI, 2016).

La ONERN ha identificado, de acuerdo con los grupos de suelo que corresponde a la zona del valle: el Fluvisol Eutricto-irrigado, modificado de fase climática mésico térmico; a la zona de su entorno Este, el Fluvisol Eutricto – seco de fase climático árido térmico; y hacia el oeste: Regosal Eutricto-seco, de clima árido térmico; Litosol desértico y Lítico-litosol Desértico, predominando el clima árido mésico (Bendezú & Mallqui, 1999).

El valle agrícola de la costa de Ica, según ONERN cubre 30,800 ha que actualmente han sufrido variaciones por la incorporación de nuevos terrenos agrícolas con tecnologías apropiadas bajo sistemas de riego tecnificado especialmente sobre las pampas (antes eriazas) de: Los Castillos, Yauca del Rosario y Villacurí que totalizan aproximadamente 9,000 ha de tierras de cultivo (incorporadas y en proceso de incorporación) (Bendezú y Mallqui, 1999).

Las pampas eriazas, cubren una extensión de 111 400 ha. distribuidas en pampas de: Huayurí-La Chimba, Los Castillos (Yauca y Tingué), Juliana, La Tinguña, Guadalupe y Villacurí. Merece especial mención el acelerado incremento de los suelos de la Pampa de Villacurí como tierra agrícola, con crecimiento e importante inversión para el desarrollo de la agro - exportación (Heitzer, 2017).

La salinidad de los suelos en Ica varía entre 2.5 a 6.0 dS/m, siendo más salinas algunas zonas de la pampa. El pH es ligeramente alcalino y varía entre 7.2 a 8.0, con peligro de sodio (12%) (Heitzer, 2017).

### **3.1.3 Área de arándano sobre contenedores en Ica**

Actualmente en la región Ica de acuerdo con la información de Proarándanos publicada en el Reporte global del estado de la industria del arándano (2021), se cuenta con 762 hectáreas instaladas (Anexo 2) y entre las empresas con mayores áreas están Beta y Family Farm (Valle y Pampa) que tienen el 100% de sus áreas sobre suelo, Agrokasa y Agrícola Don Ricardo que son las empresas con las mayores extensiones de arándano en sustrato de la zona (Tabla 8). Y de acuerdo a las proyecciones este desarrollo de las compañías líderes continuarían para 2022; esto contribuiría para que Ica sea una región importante en la agroindustria del arándano (Gamarra, 2016).

Son 6 empresas las que tienen sus plantaciones sobre sustratos, de las cuales Agrokasa es la única que usa turba con perlita, Agrícola Don Ricardo, Llaqta, Marsole y Agrofrut usan fibra de coco y Proagro usa una mezcla a base de fibra de coco, turba y cascarilla de arroz (Gamarra, 2016).

**Tabla 8: Área total de arándano en la región Ica distribuida por empresas.**

<b>Productores de Arándano en Ica</b>	<b>Hectáreas 2021</b>	<b>Formato</b>	<b>Cultivares</b>
Beta	240	Suelo	'Ventura'
Family Farm	120	Suelo	'Eureka Sunrise', 'Eureka Sunset', 'Eureka Gold' y 'First Blush'.
Agrokasa	110	Sustrato (turba con perlita)	'Ventura', 'Atlas Blue', 'Emerald', 'Bianca Blue', 'Jupiter Blue'
Agrícola Don Ricardo	70	Sustrato (fibra de coco)	'Ventura', 'Rocío', 'Atlas Blue'
Proagro	50	Suelo y sustrato (turba, fibra de coco y cascarilla de arroz)	'Biloxi', 'Ventura', 'Sekoya Pop', 'Sekoya Beauty'
Llaqta	38	Sustrato (fibra de coco)	'Biloxi', 'Ventura', 'Atlas Blue', 'Bianca Blue'.
Marsole	30	Suelo y Sustrato (fibra de coco)	'Biloxi', 'Ventura'
Agrofrut	24	Sustrato (fibra de coco)	'Biloxi', 'Ventura', 'Emerald'
Otros	80		
<b>Área total</b>	<b>762</b>		

Ica y Lima son las dos regiones que tienen actualmente la mayor área de arándano instalada sobre contenedores con 267 y 240 hectáreas respectivamente (Tabla 9), si esto se lleva a porcentaje, Ica representa el 27.7%, mientras que en Lima representa el 24.9%, seguida por la región Ancash con un 21.7% y entre estas 3 regiones representan alrededor del 74.3% de toda el área en contenedores. El otro 25.6% está conformado por las regiones La Libertad (9.4%), Lambayeque (7.3%), Moquegua (4.6%) y Piura (4.4%).

**Tabla 9: Área de arándanos en contenedores del Perú por región y empresas.**

<b>Área de arándano sobre sustrato por Empresas y Región</b>			
<b>Región</b>	<b>Productor</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Área por Región (ha)</b>
Piura	Green Way	42	42
Lambayeque	Cerro Prieto	70	70
La Libertad	Hass Perú	80	90
	Sol y Pampa	10	
Ancash	MV Berries	10	210
	Attos	200	
	Agro ISM	20	
	Fruits & Life	10	
	Crisol	20	
	San Pablo	10	
	Qali Fruts	120	
	Cultivos Orgánicos	30	
	Rio Grande	20	
	Lima	Proberries	
Ica	Llaqta	38	267
	Agrofrut	24	
	ADR	70	
	Agrokasa	110	
	Proagro	15	
	Marsole	10	
Moquegua	Consorcio Agrícola Moquegua	45	45
<b>Total, área sobre sustrato</b>		<b>964</b>	<b>964</b>

Las regiones del centro y sur son las que tienen mayor área sobre contenedores, una distribución completamente opuesta a lo que representa el área total por región en todo el Perú, como se ha mencionado son La Libertad y Lambayeque las dos regiones que tienen las mayores áreas de arándano del Perú. La Libertad solo tiene el 1% de su área total de arándano sobre sustrato, mientras que Lambayeque solo el 2%, por el contrario, la región de Ica tiene un 35% de su área sobre sustrato, seguida por Ancash quien tiene un 26% de su área sobre contenedores (Tabla 10). La única región del Perú que tiene el 100% de su área sobre contenedores es la región Moquegua, pero hay que tener en cuenta que su área total es relativamente pequeña y representada por una sola empresa, Consorcio Agrícola Moquegua.

**Tabla 10: Porcentajes de áreas instaladas sobre contenedores por región.**

Región	Área total (ha)	Área sobre contenedores (ha)	Porcentaje de área sobre sustrato
La Libertad	7 518	90	1%
Lambayeque	2 879	70	2%
Piura	438	42	10%
Lima	1 168	240	21%
Ancash	795	210	26%
Ica	762	267	35%
Moquegua	45	45	100%

## 3.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS PARA TOMAR EN CUENTA

### 3.2.1 Temperatura

Para arándanos de bajo o cero requerimientos de frío que son los que se cultivan en Perú no es necesario tener inviernos fríos en los que la temperatura descienda por debajo de 7°C, porque son cultivares que no necesitan acumular horas frío para salir de la dormancia. Sin embargo, temperaturas extremas por debajo de 0°C o encima de 40°C podrían afectar el normal desempeño de estos cultivares. Afortunadamente en las zonas de desarrollo agroindustrial del Perú y más aún en las regiones donde se cultiva arándano, no se tiene temperaturas extremas. Solo sería importante recalcar que cuando se utiliza túneles plastificados hay que evitar que las temperaturas en el periodo de floración sobrepasen los 42°C porque el polen se vuelve inviable y además la actividad de las abejas disminuye drásticamente, llevando a problemas de cuaja de fruta.

Del mismo modo las altas temperaturas al final de la primavera también afectan la firmeza de la fruta, por lo que habría que aumentar la frecuencia de cosecha a fin de mitigar este problema si es que se sigue cosechando en diciembre.

Sí se hace una comparación con las condiciones de Virú en la Libertad que es una zona importante de producción de arándanos, se puede notar que el delta de temperatura alcanza los 5 a 6°C debido a que Virú tiene una mayor humedad relativa, presencia de lloviznas y neblina que se acentúa en la época de cosecha (invierno e inicios de la primavera). Mientras que en Ica debido a que es un clima más seco y soleado el delta de temperatura supera los 10°C (Anexo 1).

En términos generales las condiciones climáticas de Ica son más o menos similares a las del proyecto Olmos (Lambayeque) en cuanto a temperaturas y humedad relativa, pero debido a que tiene una mayor latitud se observa una mayor estacionalidad y en el invierno las temperaturas mínimas descienden mucho más.

#### **a. Delta de temperatura**

Un mayor diferencial de temperatura en la época de llenado y maduración del fruto siempre va a ser un factor positivo para la mejor acumulación de fotosintatos lo cual se traduce en una mayor ganancia de grados brix o dulzor de la fruta. Por otro lado, se ha observado un mejor sabor en los lugares donde los días son más largos y las noches más frías durante la maduración de la fruta. En Perú se ha observado un mejor balance entre dulzor y acidez en la fruta en zonas donde el diferencial de temperaturas es mayor a 10°C, donde la máxima podría pasar los 25°C y la mínima por debajo de 15°C (Ica) (Anexo 1), en otras zonas se mantienen diferenciales de 10°C con máximas por encima de 30°C y mínimas por debajo de 20°C (Olmos).

Por el contrario, deltas de temperatura menores de 6°C muestran una tendencia a frutas menos dulce y más bien un poco ácida, por ejemplo, zonas que tienen máximas de 21°C y mínimas de 16°C en épocas de cuajado y maduración de fruta (Virú).

### **3.2.2 Radiación Solar**

La presencia de días soleados (o poco nublados) en el periodo reproductivo siempre va a ser un factor positivo para la sanidad del cultivo, la radiación directa sobre la planta ayuda a evitar el desarrollo de patógenos como *Botrytis* y *Alternaria* siendo mejor en Ica con respecto a otras zonas; principalmente evita la diseminación de enfermedades fungosas. También disminuye la dispersión de *Lasiodiopodia theobromae*, durante la poda. Por otro lado, los días soleados en el otoño e invierno (periodo reproductivo del cultivo) mantienen a las plantas en completa actividad fotosintética, lo cual es positivo para lograr los mayores rendimientos.

#### **a. Fotoperiodo**

Si bien es cierto el cambio en el fotoperiodo hacia días más cortos es una señal que recibe el cultivo de arándano para iniciar la inducción floral. En el Perú se ha observado que se logra mayor diferenciación floral con un cambio en la fertilización. Esta modificación en la nutrición está muy relacionados a la relación que se tiene entre el nitrógeno y potasio.

Durante el periodo vegetativo se mantienen la relación de N:K en 3:1, mientras que para el inicio de la diferenciación se invierte la relación N:K de 1:3. Esto se fundamenta en el hecho de que en Perú se cultivan cultivares de bajo a cero requerimientos de frío, que son menos dependientes de las variaciones en el fotoperiodo. Para condiciones del país, que está muy cerca al Ecuador, esta variación es mínima. En ese sentido la ligera disminución en el fotoperiodo hacia el otoño (abril – mayo) ayuda a la inducción floral, en Ica es más marcado siendo favorable por el clima; mientras que en la zona norte (La Libertad y Lambayeque) la diferenciación es mínimo. Por ello este frutal se comporta como un siempreverde en las condiciones de Perú y para logra una mayor diferenciación floral necesita reajustar la nutrición.

### **3.2.3 Humedad**

La humedad relativa o agua libre por lluvias, neblina y rocío juega un factor importante en el cultivo del arándano, determina la mayor o menor presencia de enfermedades fungosas como la *Botrytis* en el periodo de floración, cuajado y maduración de fruto. Esta enfermedad se caracteriza por generar podredumbre húmeda marrón, que en condiciones de alta humedad se cubre con grandes cantidades de esporas grises algodonosas. En zonas de alta humedad relativa o de presencia de llovizna en las zonas en estudio como Barranca, Chincha, Virú, el manejo de enfermedades se vuelve muy complicado, y retrasan las labores de control sanitario como las aplicaciones y cosecha porque la fruta tiene que estar completamente seca para realizar la recolección. Con la llegada de la cosecha es importante evitar que los restos florales queden adheridos a los frutos, ya que son la fuente de inóculo para el desarrollo de esta enfermedad en condiciones de almacenamiento. Por otro lado, la alta humedad relativa y las lloviznas juegan un papel importante en la pérdida de la pruina que es la cera que recubre y protege a la fruta de la deshidratación, aparte de darle un buen color y aspecto. Este parámetro de calidad fluctúa de mayor a menor pérdida en los valles anteriormente mencionados. En ese sentido la Región de Ica tiene condiciones de baja humedad relativa, acompañado de días soleados siendo la incidencia de esta enfermedad muy baja y la presencia de pruina en la fruta se incrementa.

#### **a. Lloviznas y neblina**

La presencia de llovizna y neblina genera agua libre sobre la planta que durante el periodo de floración, cuajado, maduración y cosecha son muy perjudiciales porque propician la proliferación de *Botrytis*. Además, podrían hacer lavados de la cera (pruina) de la fruta,

afectando considerablemente el aspecto o color de la fruta. Por otro lado, la presencia de lloviznas en la época de cosecha impide que esta labor se lleve a cabo, significando pérdidas económicas por el hecho de tener mano de obra paralizada y acumulación de fruta madura en campo. Posteriormente el personal de cosecha avanza contra el tiempo, generando daños por una mala práctica o acelerada labor. ‘Biloxi’ pueden cosechar entre 25 y 30 kilos por persona día, mientras que en época de lluvia pueden limitar la recolección a 10 kilos como máximo, por las horas disponibles. Siendo necesario que después de la llovizna esperar que la fruta seque. La cosecha por lo general empieza a las 6 am, pero cuando ocurre esto se retrasa de 4 a 5 horas.

- ***Botrytis cinerea***

Es un hongo polífago y facultativo que puede colonizar tejidos verdes de diferentes plantas e incluso tejido senescente o en descomposición. El inoculo de *Botrytis* es muy abundante en el medio ambiente porque proviene de los numerosos huéspedes que existen en la naturaleza. Las primeras infestaciones ocurren en los restos florales senescentes, y posteriormente con la alta presión del inoculo puede transmitirse a los frutos verdes y maduros. Siendo la alta humedad relativa, neblina y llovizna favorables para su diseminación, es una enfermedad muy extendida en los arándanos de arbusto alto. Las bayas infectadas se cubren con un moho gris esponjoso, que se desarrolla durante la pre y postcosecha. La enfermedad se ve favorecida por las lesiones por congelación de las flores y el clima fresco y húmedo durante la floración. La pudrición de la fruta por *Botrytis cinerea* se observa en la Figura 7, las bayas de ‘Biloxi’, infectadas de conidias y de una coloración marrón. Estos frutos han sido guardados para poder determinar cuánto es la infección en campo, de ahí que se observan los frutos senescentes, porque han estado en almacén por más de 15 días y en el empaque de presentación para su comercialización (clanshell), es necesario indicar que con solo una fruta infectada se rechaza el embarque de exportación.

Para su control existen muchos fungicidas convencionales eficaces que se pueden usar durante el periodo vegetativo. Los aplicados en las zonas productoras son similares, solo se diferencian en el estado fenológico cuando hay crecimiento vegetativo se aplican ingredientes activos como: Asoxistrobin, difeconazoles, fluopiran, pirometamil, boscalib, piroclostrobin, fenexamit fludioxonil, propiconazole, ciprodim, a la dosis de etiqueta. Posteriormente por la presencia de cuaja y frutos es imposible el uso de fungicidas

inorgánicos, para evitar sobrepasar los límites máximos de residuos (LMR) que exigen los mercados. Por lo tanto, el uso de botrycidas orgánicos como: gluconato de cobre, extracto de cítricos, bicarbonato de potasio, bacillus subtilis, a dosis media de etiquetas. Y la práctica de labores culturales que a partir de la cuaja se vuelve crucial para evitar daños significativos por este hongo. Por ejemplo, la eliminación de restos florales durante la floración ayuda a bajar la carga de inóculo de *Botrytis cinerea*, alineado a esto la elección de un cultivar que no retenga los restos florales senescentes en el fruto va tener menor problema con esta enfermedad, como por ejemplo 'Ventura', este comportamiento se observó tanto en norte como en el sur.



**Figura 7: Fruta con daño y micelio de *Botrytis cinerea*.**

- **Pérdida de bloom por llovizna**

El color azul claro que le da la apariencia de fresca al arándano está determinado por la cantidad y estructura de la cera “pruina” (también conocido como bloom) y la cantidad de antocianinas. La cantidad de cera de los frutos está muy relacionada al cultivar y es una característica genética muy marcada y poco afectada por el manejo agronómico y por las condiciones ambientales. Normalmente se ha visto relacionada con la mantención de la turgencia dentro de la fruta por lo que una mayor presencia de esta cera permite una larga vida postcosecha de las bayas. Por otro lado, usualmente se relaciona una fruta con mayor presencia de pruina como una fruta más fresca o que ha sido menos manipulada, por estas

dos razones es muy importante tratar de conservar la cera o el bloom de las bayas. Sin embargo, la presencia de lloviznas o alta humedad relativa en periodo de cuajado y maduración de fruta va a propiciar la pérdida de esta cera por el lavado que se genera (Figura 8). En la imagen de la izquierda (A) se observó en campo que la pérdida de pruina a consecuencia de la llovizna desde frutos inmaduros, pintos y para cosecha. Mientras en la imagen de la derecha (B) se registró una baya donde una parte del fruto no tiene el bloom y la otra sí. Todo ello fue observado en ‘Biloxi’, Valle Virú, en agosto 2020 y en plantas de 3 años de edad.



**Figura 8: Fruta con pérdida de bloom por lloviznas en campo abierto.**

El factor genético juega un papel importante en la cantidad y la persistencia de la pruina en la fruta, porque existen cultivares que tienen mayor presencia e intensidad que otras. En ese sentido si se tiene presencia de alta humedad relativa o lloviznas en el periodo de cuajado y maduración de fruta se recomienda elegir aquellas con mayor bloom (Figura 9). De lo contrario se tendría que instalar túneles plastificados para proteger el bloom de la fruta y además realizar labores de cosecha desde muy temprano del día. La pérdida de bloom trae como consecuencia un rechazo de fruta por mal aspecto dependiendo del mercado en el que se quiere comercializar. Pues la naturaleza frágil de la cera hace que sea sensible incluso al frotado suave, al cepillado y a los rebotes suaves de la fruta en las bandas transportadoras al momento de la selección y empaclado. En tal sentido la preservación del bloom es muy importante y se evita en lo posible el manipuleo de la fruta durante y después de la cosecha.

Se ha observado que la pérdida de bloom por condiciones ambientales (alta humedad relativa y presencia de lloviznas) es mayor en algunas regiones que otras. Las zonas de Barranza, Chíncha y Virú son donde se registran mayor pérdida de pruina. Y por el contrario las zonas de Ica, Chao y Olmos tienen menores pérdidas de pruina por la inexistencia de lloviznas por la mañana y baja humedad relativa.

En la Figura 9 se observó, dos jabsas con fruta recién cosechadas en campo, la imagen de la derecha corresponde a 'Ventura' y la de la izquierda a 'Biloxi', en la cual se visualiza la mayor presencia de Bloom, habiendo tenido el mismo manejo en fertilización, riego, control sanitario y labores culturales para la zona de Viru.



**Figura 9: Comparación de color de fruta en dos cultivares distintos.**

**Nota:** La cantidad e intensidad del bloom en dos cultivares.  
Izquierda, 'Biloxi' con poco bloom. Derecha, 'Ventura' con muy buen bloom.

- **Afección de la labor de cosecha por lloviznas**

La cosecha es una labor muy importante para mantener la calidad lograda en campo, por tal razón ingresar en el momento oportuno para extraer toda la fruta madura es clave y de esa manera se evita pérdidas por caída de fruta, o disminución de la calidad por falta de firmeza, bloom o sobre-maduración de las bayas. Por lo tanto, mantener los periodos de ingreso del personal de cosecha en cada sector se vuelve crucial para la calidad de fruta. El ingreso del personal a labor de cosecha podría verse afectado si las condiciones ambientales se ponen adversas. Las lloviznas de las mañanas en zonas húmedas restringen la cosecha, porque la fruta no puede ser cosechada si está húmeda. En dichas circunstancias el personal tiene que esperar que pare la lluvia y salga el sol para que la fruta se seque y recién pueda ingresar a cosechar. Esta situación genera dos factores negativos: en primer lugar, pérdidas económicas por tiempos prolongados de mano de obra ociosa y en segundo lugar retrasos en la labor de

cosecha afectando la calidad de la fruta. Hay cultivares que se ven mas afectados por que son más difíciles de cosecha, como por ejemplo Biloxi, en donde un cosechero puede alcanzar como máximo 30kg/día, mientras que en Ventura puede alcanzar hasta 70kg/día en condiciones ambientales optimas. Cuando hay presencia de lluvias las eficiencias podrían disminuir a 10 y 40 kg/persona/día respectivamente.

- **Uso de túneles plastificados frente a condiciones climáticas adversas**

El uso del plástico es una herramienta para modificar el clima, por lo tanto, en primer lugar, hay que determinar qué factores climáticos se requieren cambiar y luego definir si es que se va a lograr con el uso de los túneles plastificados. Tradicionalmente el uso de túneles plastificados se sustenta en la alteración de la temperatura dentro del mismo, incrementándola para concentrar la floración y acelerar la maduración de la fruta. Pero también sirve para proteger de las heladas, lluvias, granizos y tormentas en general. Por otro lado, también mejora la eficiencia del uso de agua y fertilizantes, debido a que las plantas evapotranspiran menos por la no exposición directa a la radiación solar.

En el Perú la principal razón para el uso de túneles plastificados es la presencia de lluvias y lloviznas que interfieren con la labor de cosecha durante el periodo reproductivo del arándano (julio – diciembre). Se ha ensayado el uso de túneles plastificados para concentrar floración y cosecha, pero no se han encontrado resultados alentadores. Una de las razones tal vez sea que la costa peruana es un gran invernadero por la presencia de nubes durante el invierno. Por tal razón no es una tecnología de mucho uso en el cultivo de arándano para las condiciones de Perú, salvo en lugares donde se tienen fuertes lluvias o lloviznas durante la cosecha como, por ejemplo, en la zona de Barranca. Actualmente las regiones en las que ha sido necesario el uso de túneles plastificados a nivel comercial son principalmente Barranca - Lima, Chíncha - Ica y Caraz - Ancash. Del mismo modo se vienen realizando ensayos en con estas tecnologías en Olmos - Lambayeque y la Irrigación Santa Rosa en el norte chico de Lima. El costo de la implementación es aproximadamente 22 000 dólares por hectárea y una de las empresas que lidera la comercialización es la empresa mexicana Tuneltec (Ver figura 10). En la figura 10 se puede observar los túneles plastificados que suelen tener entre en 10 a 20 % de sombreado. El ancho suele ser de 7.5 metros y el largo es muy variable dependiendo del terreno, pero pueden llegar a tener 50 metros de largo. La estructura de fierro es de fierro galvanizado para evitar que se oxiden por la exposición al aire libre.



**Figura 10: Túneles plastificados en zona con presencia de alta humedad relativa, neblina y lloviznas**

**Nota:** Túneles en la zona de barranca para producción de arándano sobre suelo.

Factores climáticos que condicionan el uso de túneles plastificados:

- Presencia de lluvias en la época de cosecha.
- Granizadas que podrían tumbar fruta madura, verde e incluso flor (periodo de floración, cuajado y maduración de fruta).
- Ligeras lloviznas, niebla y humedad relativa alta en la época de cosecha. Merma la calidad en cuanto al aspecto.
- Aumentar la concentración de la producción.
- Temperaturas extremadamente bajas en la época de floración y cuajado de fruta.
- Condiciones climáticas no deseables en la época reproductiva.

• **Consideraciones para tomar en cuanto si se instala túneles plastificados**

Hay que evitar que las temperaturas sobre pasen los 38°C durante el periodo de floración debido a que el polen se vuelve inviable, acarreado problemas de polinización y disminución del calibre de la fruta. Si ocurriera eventualmente se tendría que abrir los laterales con la finalidad que el aire caliente circule, disminuyendo la temperatura del interior.

También se ha observado que temperaturas por encima de 40°C durante el periodo de cuaja y maduración de la fruta genera pérdida de firmeza y también disminución del calibre por maduración anticipada de la fruta, sin alcanzar el tamaño que su potencial genético le permite a cada cultivar.

Es importante considerar plásticos móviles en los túneles, de tal manera que se puedan retirar en las épocas de fuertes vientos para evitar que se dañe tanto el plástico como la estructura metálica. Además, se suele colocar el plástico cuando se tiene un 85% - 90% de floración y se los mantiene hasta el final de la cosecha para proteger la fruta y cosechar de manera interrumpida. Luego es necesario dejar a campo abierto justo antes de la poda y durante todo el periodo de crecimiento vegetativo, hasta nuevamente alcanzar la plena floración de la siguiente campaña.

### **3.3 CONSIDERACIONES EN LA ADECUACIÓN DEL TERRENO**

#### **3.3.1 Nivelación del terreno**

Hacer una nivelación del terreno es importante para tener mayor eficiencia y uniformidad en el fertirriego de las plantas a lo largo de todo el campo, por otro lado, permite mayor facilidad de las labores culturales y aplicaciones para el control de plagas y enfermedades. Y finalmente ayuda en la rapidez del traslado de la fruta cosechada evitando el daño físico y/o mecánico. En la (Figura 10) se observa la zona de Nepeña (Ancash), un terreno que ha sido nivelado, eliminando las irregularidades del terreno, como las dunas, zonas hundidas, y la escasa vegetación. Este proyecto abarco 100 hectáreas, en año 2019 y se realizó sobre suelo. Esta área incluída zonas planas y con ligera pendiente como la imagen de la izquierda. También se observa que las piedras fueron colocadas al margen del terreno, a fin de no obstaculizar el paso de la maquinaria. Los terrenos de la costa peruana son predominantemente arenosos, por lo tanto, tienen buena capacidad de drenaje y no hay necesidad de instalar drenes, sumado a esto, está el hecho de que las precipitaciones son mínimas (excepto los valles costeros con presencias importantes de limo y arcilla en donde si es necesario instalar drenes). Normalmente es necesario una micro-nivelación a fin de suavizar el terreno y hacerlo más accesible a todas las labores que implica el manejo del cultivo. En lugares donde la pendiente es muy pronunciada funcionan mejor las terrazas como se ha observado en la Irrigación Santa Rosa, Cañete e Ica para manejo en contenedores.

En la micro – nivelación del terreno se usa maquinaria pesada, como tractores de oruga, motoniveladoras y rufas jaladas por tractores. Lo suelos costeros suelen ser relativamente planos por lo que no requieren de muchos pases de esta maquinaria. La primera nivelación

gruesa se realiza con los tractores de oruga y luego se hacen un par de pasadas con rufa y tractor para la micro-nivelación. En terrenos planos de manera natural, la micro-nivelación con rufa es suficiente, esta práctica es para tanto manejo en suelo como en contenedores.



**Figura 11: Terrenos con micro-nivelación y buena capacidad de drenaje**

**Nota:** Izquierda, terreno arenosos de costa micro-nivelado en pendiente.  
Derecha, terreno arenoso de costa plano micro-nivelado.



**Figura 12: Terrenos con micro-nivelación y mal drenaje por ser muy finos y pesados.**

**Nota:** En estos casos es necesario instalar drenes para evitar las inundaciones. Izquierda, motoniveladora realizando micro-nivelación de terreno pesado de costa. Derecha, terreno micro-nivelado en sierra.

Cuando el terreno no tiene buen drenaje (tipos de suelos finos y pesados) lo más conveniente es hacer drenes para evitar encharcamientos que podrían conducir a problemas sanitarios al momento del riego. Esto también es recomendable en zonas donde hay presencia de fuertes precipitaciones como en la sierra del Perú (Figura 11). Aquí se observa la imagen de la izquierda zona de Costa en Cañete, en un proyecto de 20 hectáreas, con ‘Biloxi’ mientras en

la derecha es zona de Sierra en Caraz, aproximadamente de 10 hectáreas y ‘Ventura’. Ambos lugares para instalar en contenedores. Normalmente desde cero unos tres meses para tener listo 50 hectareas, se entrega el campo listo para realizar la plantación. Cuando son proyectos por debajo de esta área, el tiempo puede reducirse a 2 meses.



**Figura 13: Instalación total de manta cubre suelo sobre todo el campo excepto caminos.**

**Nota:** Izquierda, foto en primer plano de manta cubre suelo. Derecha, foto panorámica en donde se está instalando la manta cubre suelo sobre todo el campo.

### **3.3.2 Utilización de Manta Cubre Suelo**

La instalación de la manta cubre suelo se puede realizar tanto para el manejo de plantas en contenedores o en suelo, además se puede hacer de manera general a todo el campo de producción excepto los caminos, así se observó en la Figura 12, de la imagen de la izquierda, de la zona de costa en la Irrigación Santa Rosa, así mismo en la izquierda se observa una vista general de la instalación de la manta. También se puede colocar parcialmente, solo en los surcos donde van las bolsas o macetas. En este último caso la instalación puede ser a nivel (Figura 13) o en algunos casos se cubren surcos levantados dado que existen problemas leves de drenaje (Figura 14). Cuando se instala de manera general se tiene un mayor control de la maleza y el polvo, pero implica una mayor inversión inicial. Las instalaciones parciales son de menor inversión, pero a futuro se incurren en gastos de control de maleza y manejo del polvo. En los tres casos la manta cubre suelo actúa como separador físico de las bolsas o macetas del suelo, evitando de alguna manera el ingreso de enfermedades desde el suelo al sustrato y sistema radicular del cultivo.



**Figura 14: Instalación parcial y a nivel de manta cubre suelo.**

**Nota:** Se puede realizar esta metodología en suelos de buen drenaje o con ligera pendiente y con el objetivo de abaratar costos. Izquierda y derecha, instalación de manta cubre suelo solo en el surco y a nivel de suelo arenoso costero.



**Figura 15: Instalación parcial y con camellón de manta cubre suelo.**

Nota. Esta metodología se realiza en terrenos planos y con mal drenaje como en los valles Inter costeros o la sierra. Izquierda, terreno recién instalado con surcos cubiertos. Derecha, terreno ya trasplantado con surcos cubiertos.

Es muy importante que la manta cubre suelo tenga buena protección UV para garantizar durabilidad en el tiempo, de lo contrario se rompe rápidamente. Por otro lado, es necesario que sea de color negro para que evite el paso de la luz al suelo y haga un control real del crecimiento de las malezas. Se han observado experiencias en las que se usa mantas cubre suelos de color blanco a fin aumentar la oferta de radiación, en Chincha, pero estas permiten el paso de la luz al suelo y permitiendo el crecimiento de las malezas que generan una especie

de colchón bajo la manta e incluso algunas terminan atravesándola, incomodando las labores diarias e incurriendo en el gasto de mano de obra para el control de malezas, sin generar mayores beneficios respecto al aumento de la oferta de radiación. La instalación de la manta cubre suelo se realiza de manera manual cuando va en todo el campo, y para sujetarla se usan clavos de 20cm o alambre grueso en forma de “u” a manera de grapas sujetándolo al suelo. Cuando solo cubre el surco se puede instalar de manera manual o mecanizada para abaratar costos y para sujetarla se rellena con tierra en los bordes laterales. Tipo de manta es llamada manta arpillera de polipropileno con protección UV, se comercializa entre 4 a 5 metros de ancho y de largo de 100 metros. Pero se puede coordinar con los proveedores para tener menos ancho, para los casos donde solo va en el surco.

### **3.3.3 Instalación de separadores físicos**

La importancia de los separadores radica en dos hechos, el primero de generar un espacio físico para propiciar el buen drenaje de las bolsas o macetas rígidas, y el segundo como medida sanitaria para evitar el ingreso de patógenos del suelo hacia el sustrato contenido en las bolsas o macetas. Bajo estos fundamentos se podrían usar distintos materiales siempre y cuando cumplan con los dos objetivos mencionados y sean duraderos en el tiempo, lo cual implica soportar radiación, temperaturas, y agua de pH ácido.

De manera artesanal se usan ladrillos, bloquetas de cemento e incluso troncos de madera (Figura 15) y hasta el momento se ha observado que cumplen su función, sin deterioro alguno. En la figura 15 A se pueden observar que los ladrillos brindan un buen soporte y separación física a las bolsas del suelo, sin embargo, los ladrillos no tienen agujeros por lo tanto tapan algunos huecos de la base de la bolsa que sirven para el drenaje del agua. En este caso se están utilizando 2 ladrillos por maceta, considerando que cada ladrillo podría costar 0.4 soles, estaríamos hablando de un costo de 0.8 soles por bolsa o maceta en el separador físico. En la figura 15 B se observan bloquetas de cemento que se mandaron a hacer de manera artesanal con un costo aproximado de 0.7 soles por bloqueta. La ventaja es que son de cemento y se contempló la presencia de hoyos en las bloquetas que evitan el taponamiento los hoyos de las bolsas permitiendo un buen drenaje. Por último, en la figura 15 C se observan listones de madera que están cumpliendo la función de separadores físicos. La desventaja es que con el tiempo tienden a descomponerse y perder consistencia. Aun así de manera provisional mientras se hace una mayor inversión en otros separadores físicos más duraderos, los listones cumplen su función y son de muy bajo costo.



**Figura 16: Separadores físicos artesanales.**

**Nota:** (A) Ladrillos como separadores físicos. Izquierda, sobre terreno plano. Derecha, sobre terreno con surcos cubiertos. (B) Bloquetas de cemento como separadores físicos. Izquierda, instalación de las bloquetas. Derecha, instalación de las bolsas sobre las bloquetas. (C) Izquierda y derecha, troncos o palos como separadores físicos.

De manera industrial se usan separadores de plásticos y bloquetas de tecnopor (Figura 16). La ventaja de estos separadores físicos es que tienen un sistema de hoyos o espacios muy bien distribuidos que permiten el buen drenaje de las bolsas. En la figura 16 A se observan las bloquetas de tecnopor que funcionan bastante bien por los 5 hoyos que tienen, pero la desventaja es que su traslado es algo costoso por el volumen que ocupa. En el caso de la figura 16 B izquierda se puede observar el separador físico tipo rejilla que permite muy buen drenaje, pero no es tan rígida y algunas bolsas pueden ladearse o tumbarse. En la figura 16 B se observa otro modelo de separador físico que es más rígidos y también permite el buen

drenaje de la bolsa sin embargo hay que utilizar el tamaño adecuado para evitar que las bolsas se ladeen o tumben.



**Figura 17: Separadores físicos industriales.**

**Nota:** (A) Bloquetas de tecnopor. Izquierda, paquetes de bloquetas de tecnopor almacenadas. Derecha, bloquetas de tecnopor instaladas en campo definitivo. (B) Separadores de plástico. Izquierda, separador den forma de rejilla. Derecha, separador en forma de celdas.

### 3.3.4 Instalación de cortinas rompeviento

La principal función de las cortinas rompeviento es reducir la acción mecánica del viento sobre las plantas de arándano principalmente al momento del establecimiento del cultivo. Cuando recién se trasplanta una planta de arándano esta es frágil y tiene poca rigidez por lo que el viento puede generar un movimiento de balanceo en la parte aérea generando micro lesiones a nivel cuello de la planta que posteriormente forman una especie de callos por efecto de la cicatrización de estas heridas. Estos callos a futuro generan obstrucciones entre la conexión entre la parte aérea y radicular de la planta.

Normalmente se colocan cortinas rompevientos de entre 3 a 5 metros de altura, y con distanciamientos de entre 20 y 40 metros entre cortinas. Esto va a depender de las

velocidades del viento que se tengan en la zona y de la altura de las cortinas rompevientos que se decida instalar. Cortinas más altas (5m) van más distanciadas entre si (40m) y cortinas de menor altura (3m) tienen que ir a un menor distanciamiento entre si (20m). Como regla general se tiene que cada metro de altura de la cortina rompeviento sirve para proteger 10 metros horizontales. Se recomienda la colocación cuando las velocidades del viento sobrepasan los 30 km/hora. Para la instalación de las cortinas rompeviento hay que analizar a detalle la calidad del material como la resistencia y la protección UV porque estas determinan su durabilidad en el tiempo.

Los materiales más usados para la instalación de cortinas rompeviento son las mallas anti-áfidos y mallas raschel (Figura 17). En la Figura 17 al lado izquierdo se puede observar que ya se instalaron los postes que previamente son curados con aceite quemado, brea o incluso un recubrimiento de plástico en la parte que va enterrada. Esto evita que se descompongan por la humedad y tengan un mayor tiempo de duración. La distancia entre postes es de 3 a 4 metros dependiendo de la altura que tenga la cortina rompeviento. Después se instala la malla con la ayuda de cables tanto en la parte superior, como en la parte inferior con el objetivo de que esta quede bien templada. Cuando la cortina rompeviento es mayor a 3 metros, se agrega un cable más a mitad de altura para darle mayor rigidez y evitar que se rompa por la ondulación generada por el viento.

Un efecto secundario de las cortinas rompeviento es que disminuyen el polvo y ayudan a tener aplicaciones sanitarias más controladas disminuyendo la deriva. En los fundos más grandes se suele colocar cercos vivos con casuarinas, dispuestas a 1 metro de distancia en los bordes de los caminos principales. Estos también actúan como cortinas rompeviento de mucho mayor altura (al cabo de 3 años pueden alcanzar más 5 metros, pero la desventaja es que toman un par de años en llegar a esa altura, y tampoco se pueden sembrar entre los surcos de arándano debido a que generan un excesivo sombreado).



**Figura 18: Instalación de cortinas rompe viento antes del trasplante.**

**Nota:** Izquierda, instalación de los postes que van a sostener la cortina rompe viento.  
Derecha, instalación de la cortina sujeta a la fila de postes.

### **3.3.5 Instalación de mallas anti pájaros**

Esta es una estructura que no necesariamente se tiene que instalar desde antes o al momento del trasplante, por una cuestión económica puede ser una estructura que se coloque hacia el inicio del cuajado de fruta porque el principal objetivo es proteger la fruta de las aves. En ese sentido es una estructura que podría estar colocándose a inicios de junio. La durabilidad de este material también depende de la calidad del producto y la protección UV. Y de todos modos es una estructura que requiere manteniendo, porque siempre se observan rupturas generadas por las aves o el viento.

En zonas donde la velocidad del viento no es mayor, la malla anti pájaro sirve como cortina rompeviento y no sería necesario colocar ambas estructuras, pero tendría que colocarse antes del trasplante para que cumpla su función de cortina rompeviento (Figura 18).

Es una estructura que se coloca de 3m a 5m de altura y esto depende la maquinaria se va a usar en la operación. El tamaño de los orificios es entre 20 y 25mm.



**Figura 19: Instalación de malla anti pájaros.**

**Nota:** Malla anti pájaros a 3 metros de altura en un campo próximo a entrar a floración y producción.

### **3.3.6 Control del polvo en caminos**

Normalmente para evitar que el polvo llegue a la fruta y disminuya la calidad de esta, en zonas donde no llueve se utilizan dos productos: melaza y sales (cloruro de sodio), con agua mediante riego por aspersión, y en algunas operaciones pequeñas incluso se usa una capa de piedra chancada.

La fórmula comúnmente utilizada para la aplicación de melaza es 6 kg de melaza diluida en agua en una proporción de 1:1 por metro cuadrado de suelo.

Dentro de las sales se encuentra que “El cloruro de magnesio hexahidratado ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ), también conocido como bischofita, y el cloruro de sodio ( $NaCl$ ) son sales que se utilizan como estabilizadores químicos de capas de rodadura y como tratamiento para el control de polvo de caminos no pavimentados” (Heitzer, 2017). Consiste en la aplicación de un riego de salmuera en una dosis promedio de 2-3  $Kg/m^2$ , sobre una superficie del camino compactada. La salmuera consiste en una mezcla homogénea de sal y agua, cuya concentración típica es una razón de (1.5:1) (sal: agua). Este tratamiento se puede aplicar a los caminos con un alto tráfico (Figura 19), tránsito medio-bajo, los caminos de uso temporal y es prácticamente aplicable a cualquier tipo de material de base (Heitzer, 2017).



**Figura 20: Aplicación de sales para control de polvo.**

**Nota:** En la parte derecha de la carretera se observa el efecto de la aplicación de sales para el control del polvo, mientras que al lado izquierdo no.

Para el control de polvo mediante el riego por aspersión simplemente se colocan aspersores a los costados de los caminos o carreteras más transitadas y se hacen riegos periódicos a lo largo de todo el día. El distanciamiento entre aspersor y aspersor es de 5 metros aproximadamente y solo se colocan a uno de los lados del camino (Figura 20). Esto significa un mayor consumo de agua e incluso un sistema de riego adicional que utilice agua pura para evitar gastos de acidificación y solución fertirriego. Por tal razón hay que hacer un análisis de costos y evaluar que tan escaso es el recurso agua.



**Figura 21: Control de polvo con riego por aspersión.**

**Nota:** Al lado derecho del camino se puede observar la fila de aspersores para humedecer el camino y evitar el polvo por el tránsito de vehículos.

Cuando se utiliza piedra chancada hay que tener en cuenta que el objetivo es tener una capa de entre 5 a 10 cm sobre el suelo, la ventaja de esto es que no requiere de labores adicionales de campo, como el manejo de riego de caminos, ni de mantenimientos continuos como cuando se usa melaza o sales. El volumen necesario para cubrir caminos de 6 metros de ancho es aproximadamente 45 m<sup>3</sup> por cada 100 metros lineales. El tamaño de la piedra chancada más usada es de entre 1 a 2 pulgadas. Es muy importante que la piedra sea chancada (angulosa) para que las piedras vayan apretándose entre sí y formen una capa rígida. (Figura 21).



**Figura 22: Control de polvo con una capa de piedra chancada.**

**Nota:** Utilización de piedra chancada en los caminos para evitar el polvo por el tránsito de vehículos.

### **3.4 CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA EN EL AGUA DE RIEGO**

#### **3.4.1 Características químicas del agua**

Lo más importante en el agua de riego es el la CE y el pH. Pues los valores de la CE del agua de no deben sobrepasar los 0.5 dS/m, de lo contrario es obligatorio el uso de osmosis inversa para lograr bajar la CE del agua a valores de 0.1 a 0.2 dS/m. Por otro lado, el pH óptimo del agua de riego para el cultivo de arándano se debe manejar entre 5.0 y 6.0 pues los arándanos crecen bien en suelos o sustratos con este rango de pH, aunque se ven campos creciendo bien con pH de 5.8 a 6.0 (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2013). En la costa peruana se usa el agua de los grandes proyectos de irrigación como: El del río Chira en Piura, el proyecto Olmos que usa el agua del río Huancabamba, la irrigación del río

Jequetepeque entre la Libertad y Lambayeque, el proyecto Chavimochic del río Santa y el proyecto Chincas también el mismo río. Todas estas aguas de los distintos proyectos que utilizan agua de los ríos tienen muy buena calidad química. La CE fluctúa dependiendo de la época del año entre 0.2 hasta 0.45 dS/m. En tal sentido es agua de muy buena calidad para el arándano. Sin embargo, en algunas zonas como Ica no se tienen un buen abastecimiento de agua de ríos, por tal razón se utiliza agua de subsuelo que suele tener elevados niveles de CE (mayor a 1.0 dS/m). En estos casos es obligatorio el uso de Osmosis inversa para eliminar el exceso de cationes como el  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Na}^+$ , y los aniones  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) y carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ).

#### **a. Conductividad eléctrica del agua**

La salinidad en el cultivo de arándano conlleva a un menor crecimiento y menores rendimientos de las plantas, en casos más severos, puede causar lesiones en los bordes de las hojas adultas o basales, estas lesiones necróticas cuando son muy pronunciadas terminan defoliando completamente a la planta y finalmente la desecación de la misma. Normalmente el agua de río que abastece los principales proyectos de irrigación del Perú como Pochos, Olmos, Chavimochic, etc. tienen CE de por debajo de 0.4 dS/m y con oscilaciones de entre 0.2 a 0.5 dS/m a lo largo del año (Anexo 3 y 4), por lo que no es necesario la osmosis inversa. Sin embargo, en las zonas donde se utiliza agua de pozo, como normalmente se hace en Ica, la conductividad eléctrica de esta agua rara vez están por debajo de 0.5, y por el contrario son mayores y podrían sobrepasar el 1.0 dS/m condición que limita completamente su uso para el manejo del cultivo de arándanos (Anexo 5). Esto conlleva a problemas de salinidad relacionados con la calidad del agua si la cantidad total de sales en el agua de riego es lo suficientemente alta como para que estas se acumulen en la zona radical hasta el punto de afectar a los rendimientos (Retamales y Hancock, 2020). La acumulación de sales en la zona radical provoca el desarrollo de estrés osmótico, inhibe la absorción de nutrientes esenciales como  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{NO}_3^-$ , y genera acumulación de niveles tóxicos de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ . En estos casos la única solución es la utilización de la osmosis inversa que filtre la mayoría de las sales de tal forma que la CE del agua desciende a menos de 0.1 dS/m. (Anexo 6). Sin embargo, las experiencias han mostrado que no es recomendable utilizar el agua tal cual es pasada por la osmosis inversa, porque, al haber filtrado la mayoría de las sales, esta, pierde su efecto tampón y es muy inestable. Por tal razón es recomendable mezclar el agua proveniente de la osmosis con un cierto porcentaje del agua tal cual a fin de subir la CE a niveles

entre 0.1 y 0.2 dS/m a fin de devolverle el efecto tampón al agua y cuando se quiera manejar el pH del agua a niveles de entre 4.5 y 5.5 este se mantenga de manera estable (Anexo 7).

#### **b. Elementos perjudiciales en el agua para el cultivo de arándano**

Entre los elementos perjudiciales para el cultivo de arándano se encuentran el cloro y sodio, los cuales tienen que mantenerse en niveles muy bajos en el agua para evitar perjudicar las plantas. Para el caso del cloro el límite superior es de 50 ppm, si el nivel es superior a este en el agua, no queda otra alternativa que usar osmosis inversa, aunque el nivel de la CE este igual o por debajo de 0.5 dS/m. Algo muy similar ocurre con el sodio, el cual también hay que mantenerlos en niveles por debajo de 50 ppm, (Tabla 11). Y si está por encima no hay otra forma de bajarlo más que con la ayuda de una osmosis inversa. Tener niveles superiores a los mencionados en agua de riego significa tener problemas nutricionales en el campo ya que estos tienden a acumularse en el sustrato y evitan la expresión del mayor potencial del cultivo.

**Tabla 11: Niveles permitidos de los elementos en la solución fertirriego.**

<b>Agua de riego</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Unidades</b>
pH	5	6.0	-
CE	0.5	1.0	dS/m
Carbonatos	30	60	ppm
Na	20	50	ppm
Cl	20	50	ppm
N total	30	80	ppm
N amónico	25	60	ppm
N nítrico	5	20	ppm
K	30	70	ppm
P	20	30	ppm
Mg	15	20	ppm
Zn	0.3	0.4	ppm
Mn	0.3	0.4	ppm
B	0.2	0.3	ppm

### **c. pH del agua de riego**

El pH del suelo o sustrato recomendado para el cultivo de arándano esta entre 4.5 y 5.5, debido a que es un cultivo que se ha desarrollado en condiciones de sotobosque en el norte de Estados Unidos y Canadá. En estas regiones se tienen lluvias frecuentes por lo tanto los suelos tienden a tener pH ácido. Este pH influye positivamente en la disponibilidad de nutrientes de cultivo. en tal sentido cuando el crecimiento se da en pH alto o alcalino, se tienen crecimientos deficientes, las hojas se tornan de color amarillo y tienen menor tamaño, posteriormente se tornan color pardo y caen.

En la costa peruana se tiene suelos arenosos y alcalinos por la ausencia de lluvias. Por tal razón es recomendable agregar enmiendas de pH ácido para acidificar el suelo. También se puede agregar azufre (S) 4 a 6 meses antes del trasplante, para que el lapso de ese tiempo ocurra la acidificación del suelo mediante la actividad de los microorganismos y en presencia de humedad y temperatura. La aplicación de azufre al suelo una labor que se ha dejado de realizar ya que toma mucho tiempo. Por tal razón lo que se viene haciendo es agregar enmiendas de pH ácido como la fibra de coco, turba y chip de pino. O mejor aun se realiza la plantación sobre sustrato y en contenedores. En ese sentido el agua de riego debe mantenerse en los niveles óptimos de 5.0 a 6.0 de tal manera que acidifique el suelo alcalino o mantenga ácido el sustrato donde se realizó el trasplante. Los pH altos tienen mayor probabilidad de que contengan niveles potencialmente dañinos de sales como el  $\text{Na}^+$  y carbonatos.

El agua de los ríos costeros del Perú (Anexo 3 y 4) tienen pH elevados y el agua de los pozos también (anexo 5), por eso es necesario el uso de soluciones acidificantes como el ácido sulfúrico el cual tiene restricciones de comercialización por lo que hay que sacar un permiso especial, el ácido fosfórico que no tiene mucha capacidad de acidificación o ácido cítrico que es muy caro y tampoco tiene mucha capacidad acidificante. En resumen, el pH del agua de riego se puede ajustar con ácido fosfórico, cítrico o sulfúrico y el ácido sulfúrico suele ser más barato. Agregar 1.66 L de ácido sulfúrico equivale a 1 kg de azufre elemental. El agua de pozo tratada en proporción de 21 mL de ácido sulfúrico/L de agua cambia el pH de 8.7 a 5.0-5.4 (Smith et al., 2016). También se ha observado que los quemadores de azufre (Anexo 8) funcionan bastante bien, gracias a este sistema producen agua ácida en base al anhídrido sulfuroso con la que logran bajar el pH del agua a 2,0 a la salida del equipo. Con esta solución concentrada pueden bajar los pH de los reservorios o sistemas presurizados, según lo requiera el cultivo. El uso del quemador de azufre y ácido sulfúrico son los más

comunes en todas las regiones donde se cultiva arándano. Se ha observado que el uso de reservorios para verter el agua acidificada permite un manejo más estable del pH vs inyecciones de soluciones acidificadas. En el Perú no se tienen ningún río o proyecto de irrigación, ni tampoco agua de subsuelo (pozos) con pH ácido. Por tal razón es muy importante el uso de soluciones o equipos que acidifiquen el agua de la solución fertirriego.

### **3.5 CONSIDERACIONES PARA TENER EN CUENTA EN EL SUSTRATO**

#### **3.5.1 Características Físicas**

Las características físicas del sustrato están relacionadas con la granulometría de este, que determina algunos factores importantes a considerar en el sustrato, como son la capacidad de retención de agua que esta inversamente relacionada con la capacidad de aireación, y por otro lado la durabilidad de sustrato en el tiempo. El arándano es un cultivo que necesita muy buena oxigenación en su sistema radicular para iniciar la exploración del sustrato. En ese sentido hay que buscar granulometrías medias (1-10mm) o en tal caso mezclas uniformes de granulometrías finas (<1mm), medias y grandes (>10mm) para lograr una adecuada capacidad de retención de agua que a la vez no afecte la oxigenación del sustrato. Es importante saber que las granulometrías grandes tienden a ser más duraderas en el tiempo versus las granulometrías más finas que tienden a degradarse en mucho menos tiempo, más aún en pH ácidos que es como se maneja el riego del cultivo de arándano. Si bien es cierto no hay investigaciones que muestren el tiempo de durabilidad o degradación de los sustratos usados en arándano, normalmente se ha observado que la cascarilla de arroz dura aproximadamente 2 años, mientras que en el caso de la fibra de coco y la turba el tiempo de duración está reconocida entre 5 a 10 años dependiendo de la calidad y su composición granulométrica. La producción de arándanos para fruta en contenedores requiere que las plantas permanezcan en el mismo sustrato por lo menos 4 años. Durante este tiempo, es probable que las propiedades físicas y químicas de los medios cambien debido a la descomposición. La turba y la fibra de coco tienen diferentes orígenes orgánicos, pero ambos se descomponen lentamente cuando se utilizan como sustrato de crecimiento para las plantas.

### a. Uniformidad del sustrato

Es muy importante que el sustrato que se va a usar en la producción del cultivo de arándano sea uniforme en todas y cada una de las bolsas o macetas que se pueda tener en el campo, estos van a garantizar un buen manejo del riego y la nutrición del campo. Se ha observado que cuando se hacen mezclas de distintos componentes disponibles en cada región como, por ejemplo, cascarilla de arroz, arena de río, chip de pino, he incluso con algo de turba o fibra de coco con el objetivo de abaratar costos, se incurren en problemas como desuniformidad de la mezcla que termina formando fases separadas de cada componente con capacidades de retención de agua completamente distintas, generando una fase muy oxigenada (que normalmente se da en la cascarilla de arroz y arena de río) y otra fase muy retentiva (cuando quedan porciones de turba sola) (Figura 22).



**Figura 23: Mezcla des-uniformes de cascarilla arroz, turba y chip de pino**

**Nota:** Izquierda: desarrollo radicular parcial. Derecha: Se observa una fase compacta que aún se mantiene agregada (turba) y una fase desagregada que está compuesta principalmente por cascarilla de arroz.

### b. Buena aireación y drenaje

Una buena proporción de macroporos en el sustrato es indispensable para garantizar una buena oxigenación del sistema radicular. Del mismo modo permite hacer lavados de sales con facilidad y de manera rápida. Entre los sustratos más usados, la fibra de coco es la que tiene mayor capacidad de drenaje (6 – 10% de retención de agua en capacidad de campo) y en donde rara vez se llega a tener problemas de anoxia radicular, por el contrario, hay que garantizar un buen suministro de agua porque es poco retentiva y genera condiciones de estrés hídrico si es que los pulsos diarios de riego son muy distantes. Contrariamente la turba con perlita es bien retentiva (60 – 70% de retención de agua en capacidad de campo) y esto

conlleva a tener que hacer pulsos de riego más distantes entre sí para permitir la oxigenación del sistema radicular, en ese sentido la preocupación en un sustrato como este es garantizar la buena oxigenación del sistema radicular ya que la alta retención de agua garantiza un buen suministro de humedad a la planta.

### **c. Sustrato como anclaje de la planta**

El sustrato debe tener el suficiente peso para poder mantener erguida una planta que a partir del 3er año tiende a estar descompasada en cuanto al tamaño del sistema radicular y la parte aérea. El sistema radicular debido a que está limitado en su crecimiento por la bolsa o la maceta que contiene el sustrato va a representar un menor volumen y masa respecto a la parte aérea de la planta. Por tales razones el sustrato debe tener el suficiente peso (al menos 5kg) como para mantener a las plantas erguidas o en su correcta posición. En sustratos de poco peso como la cascarilla de arroz pura se ha observado este problema de manera muy frecuente.

### **3.5.2 Características químicas:**

La química del sustrato está relacionada a dos factores principalmente; la conductividad eléctrica (CE) y el pH. La CE que a la que se debe llegar en el agua de drenaje del sustrato debe ser menor a 1.0 dS/m previo al trasplante y el pH del sustrato adecuado para el cultivo de arándano es entre 4.5 y 5.5. Por otro lado, idealmente hay que buscar sustratos inertes nutricionalmente, o sea que no tengan aportaciones nutricionales a fin de poder manejar y controlar toda la nutrición vía sistema de riego y no tener interacción o reacciones por acción del sustrato. Los valores de la CE del agua de drenaje van a ir aumentando conforme se vaya fertirregando por lo tanto hay que realizar lavados cuando esta supere los 1.5 dS/m a fin de bajar nuevamente a valores menores a 1.0 dS/m. Los valores del pH del agua de drenaje se deberían mantener todo el tiempo entre 4.5 y 5.5.

### **a. Sustratos libres de sales**

Normalmente la mayoría de los sustratos como cascarilla de arroz, arena de río, chip de pino y la turba están libres de sales, pero de todos modos siempre es bueno hacer un riego con agua acidificada (pH=5) previos al trasplante para hacer mediciones de la CE del agua de drenaje a fin de corroborar que este por debajo de 1.0 dS/m. De lo contrario habría que hacer lavados intermitentes con agua acidificada y de baja CE (<0.4 dS/m).

En el caso de la fibra de coco hay que hacer de todas maneras el lavado de este sustrato previos al trasplante ya que normalmente el agua del exudado llega a valores mayores incluso a 20 dS/m. Este insumo viene cargado con muchas sales, entre ellos el potasio y sodio que están adheridos firmemente a las fibras, y la única manera de remover estas sales es usando lavados con concentraciones altas de calcio y magnesio que tienen mayor afinidad hacia la fibra de coco. Comúnmente se usa 1 kg de nitrato de calcio y 300 gramos de sulfato de magnesio por metro cubico de agua, y con esta solución hacer lavados frecuentes durante 10 a 20 días. El tiempo total de lavado va a depender de la cantidad de sales que hayan venido almacenadas en la fibra de coco. Por tal razón es importante hacer monitoreos constantes de la conductividad del agua de drenaje. Estos lavados hay que hacerlos repetidas veces porque se ha observado un efecto rebote en la CE, en donde después de hacer varios lavados, la CE del agua de drenaje desciende a menos de 1.0 dS/m, pero al día siguientes cuando se riega nuevamente se obtienen lecturas mayores a 2 ó 3 dS/m en el agua de drenaje. Por tal razón el trasplante se debe realizar cuando la CE del agua de drenaje se mantenga por debajo de 1.0 dS/m de manera constante 4 a 5 días previos al trasplante.

Si por alguna razón se tienen las plantas en campo, pero la CE del agua de drenaje del sustrato aun no logra estar de manera estable por debajo de 1.0 dS/m, es preferible no trasplantar y seguir haciendo lavados hasta lograr bajar la CE, de lo contrario se podría tener serios problemas y retrasos en el establecimiento del cultivo.

#### **b. pH con tendencia ácida**

Idealmente hay que buscar sustratos de tendencia ácida, entre 4.5 y 5.5, y para estos fines la fibra de coco y la turba son excelentes. El problema surge con sustratos como la cascarilla de arroz, arena de río o algunos otros materiales que no tienen pH ácido y más bien neutro o tendencia alcalina. Por eso se recomienda usar sustratos como fibra de coco, turba con perlita o alguna mezcla de estos materiales.

### **3.5.3 Tipos de sustratos más usados**

En el Perú se ha experimentado con diversos tipos y mezclas de sustratos para el cultivo de arándano, la mayoría considerando los requerimientos básicos del cultivo como son buen drenaje, baja CE y pH de tendencia ácida, pero algunos sin tener siquiera estas características, condenando a una muerte inminente de las plantas, entre ellos compost sin lavar y excretas de animales que normalmente tienen un alto contenido de sales perjudiciales.

Este afán de una búsqueda de sustratos alternativos surge bajo la necesidad de abaratar costos en la instalación, porque la fibra de coco y la turba con perlita son muy buenos sustratos, pero también tienen un alto costo.

Lo cierto es que ninguna de estas alternativas de sustratos más baratas ha logrado brindar un medio adecuado al sistema radicular del arándano como para lograr los desempeños logrados en la fibra de coco o la turba con perlita. En ese sentido se recomienda hacer un esfuerzo en invertir en fibra de coco o turba con perlita hasta que la investigación científica determine que otros sustratos de menor costo permiten igual o mejor desempeño del cultivo del arándano.

Tal vez una de las pocas mezclas que sí ha funcionado en cierta medida es la cascarilla de arroz con arena de río, pero hay que tener en cuenta que se degrada rápidamente (al cabo de 1 año medio o 2 años) y se necesita estar haciendo reposiciones constantes, por lo tanto, habría que evaluar estos gastos adicionales que implica la renovación de la cascarilla de arroz y sí existe un ahorro real usando esta alternativa.

#### **a. Sustratos de fibra de coco y turba con perlita**

Respecto al precio normalmente la turba es mucho más cara que la fibra de coco. La duración en el tiempo de la fibra de coco con una buena composición de polvo, fibra y chips (5%, 20% y 75% respectivamente) podría alcanzar los 10 años, mientras que en la turba con perlita alcanza 7 a 8 años. La turba es más eficiente en la utilización del agua debido a su mayor capacidad retentiva pero un mal manejo de riego podría conllevar a condiciones de anoxia radicular. En fibra de coco (anexo 9) se han observado buenos resultados con riegos por pulsos y con alta frecuencia (10 pulsos por día con intervalos de 30 a 60 min, cada pulso de 400 a 500 ml por bolsa, para plantaciones ya establecidas). En turba (anexo 10) se han visto buenos resultados con riegos de pocos pulsos (1 - 3 por día), pero de mayores volúmenes en cada pulso para estadios iniciales de la plantación (4 a 6 meses después de la plantación), sin embargo, en plantaciones ya establecidas sobre turba con perlita la frecuencia de riego podría aumentar 4 - 5 pulsos por día porque la capacidad de transpiración de la planta aumenta. En el caso de la turba cada pulso es de mayor tiempo o volumen para poder generar drenajes (600 - 800 ml por pulso). Las cantidades usadas normalmente en proyectos de turba con perlita son de 30 a 40 litros, y en fibra de coco de 25 a 30 litros. Los porcentajes de drenaje para ambos sustratos se maneja entre 15 a 25%, dependiendo de la CE de la solución fertirriego y las frecuencias de lavado.

### 3.6 RECEPCIÓN DE PLANTAS

Si debido a un retraso en la preparación de terreno se vuelve indispensable acondicionar cierta área para la recepción de las plantas en donde se las pueda regar y hacer controles sanitarios principalmente. Para lo cual se debe tener en cuenta los siguientes factores.

- Sistema de riego por aspersión y/o manual con boquillas de 500 a 1,000 hoyos (Figura 23) con agua ácida (pH de entre 5.0 y 5.5) y de baja conductividad (menor a 0.7 dS/m).
- Lo más importante es tratar de hacer riegos lo más uniformes posibles (Figura 24) con el sistema por aspersión y luego repasar las zonas que más rápido se secan con el riego manual con boquillas (normalmente cabeceras y bordes).
- Nivelación del terreno.
- Elegir una zona de buen drenaje (el mejor que se tenga).
- Utilizar algún material que sirva de separación física entre las plantas y el suelo. Normalmente funciona bastante bien una manta cubre suelo, pallets, etc.
- Sombra con malla raschell de 20% (de sombra) a una altura no menor a 3 metros (Figura 25).



**Figura 24: Utilización de regaderas para el riego manual de bordes.**

**Nota:** Izquierda, riego de bordes con regadera. Derecha, boquilla de 500 hoyos



**Figura 25: Riego uniforme de plantas en vivero provisional.**

**Nota:** Tubo con agujeros para lograr un riego uniforme.



**Figura 26: Recepción de plantas en un vivero provisional con malla sombra.**

**Nota:** Vivero provisional con manta cubre suelo, malla sombra raschell y sistema de riego por aspersión elevado.

### 3.6.1 Riego

Va a depender mucho de las condiciones climáticas (radiación, temperatura y viento) lo cual determina tener frecuencias de riegos diarios y/o interdiarios. Como regla práctica hay que reponer el riego cuando se tiene 25% de humedad en el sustrato y llevar con el riego a un 45% (capacidad de campo) aproximadamente. Se pueden usar sensores de humedad que tengan opción de hacerlo en turba, entre ellos se puede usar el sensor de humedad AT Delta-T Devices SM150T. También se puede utilizar el peso de la planta completa, cuando este llega a 200 gr. aproximadamente habría que reponer el riego llevándolo a más de 500 gramos

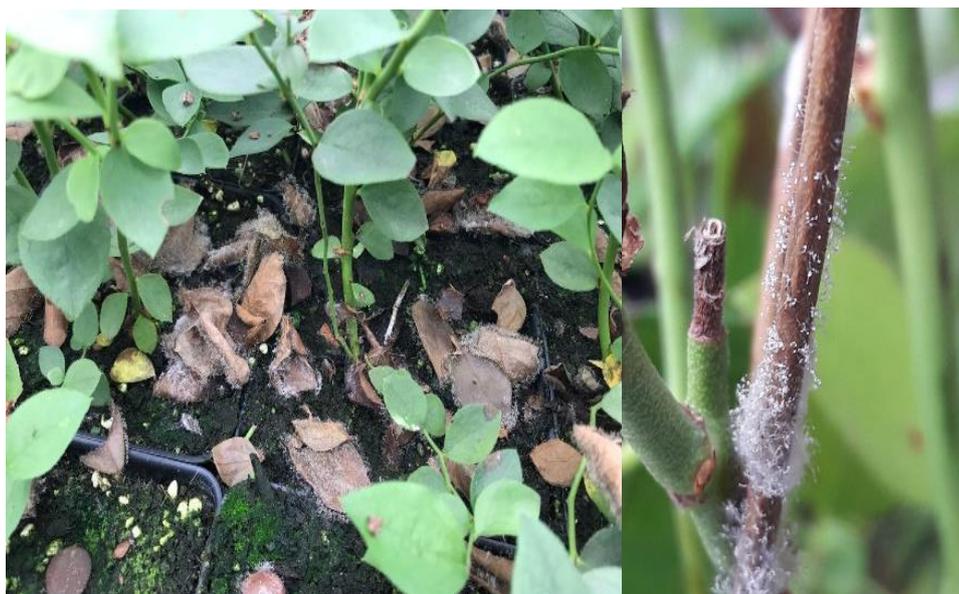
que es cuando se logra la saturación del sustrato para plántones crecidos en contenedores de 1.0 L por planta.

Los riegos siempre hay que hacerlos en horas de la mañana o hasta el mediodía, para que luego haya tiempo suficiente en el que la parte foliar se seque con el viento y la radiación de la tarde y finalmente el follaje pase la noche completamente seco. De lo contrario podría propiciar la aparición de *Botrytis* y/o *Alternaria*.

Las cabeceras y bordes de las camas se secan más rápido por lo que hay reponer agua de manera focalizada con un sistema de riego manual.

### **3.6.2 Control Sanitario**

Cuando las plantas van a pasar más de una semana se recomienda hacer aplicaciones semanales con fungicidas para evitar la aparición y propagación de *Botrytis* (Figura 26) *Alternaria* y otros hongos de hojas y tallos que por la alta densidad de plantas que se maneja en un vivero provisional podrían volverse un problema. Entre 1 y 2 semanas después de la infección de las hojas se pueden desarrollar áreas necróticas irregulares observándose el daño. El hongo sobrevive en el material vegetal infectado y sus esporas se dispersan por el aire. Las condiciones de alta humedad y temperaturas bajas (menores a 17°C) favorecen la aparición y dispersión de esta enfermedad. Las estrategias que ayudan a reducir la incidencia de la enfermedad son: podar las ramas infectadas y asegurarse que el dosel del arbusto esté abierto. Las aplicaciones a yema hinchada de fungicidas cúpricos o que tienen efecto sobre *Botrytis* ayudan a disminuir el inóculo. El uso de fungicidas es muy eficiente para el control de esta y otras enfermedades comunes a nivel de vivero, sin embargo, hay que tener cuidado de no generar resistencia del hongo utilizando el mismo ingrediente activo de manera frecuente. Hay que rotar ingredientes activos que tengan diferentes modos de acción, tal es así que se pueden rotar productos con los siguientes ingredientes activos: azoxistrobin + difeconazole, fluopirán + pirometamil, hiprodione, Boscalib + piroclostrobin, fenexamil + fludioxonil, propiconazole, ciprodinil + fludioxonil. Las aplicaciones pueden ser semanales y si se tiene una mayor presión se puede reducir el intervalo de aplicaciones a 5 días cuando las plantas están en el vivero provisional. Las aplicaciones pueden realizarse con mochilas a palanca cuando son pocas plantas o con mochilas a motor si es que se tiene mayor área.



**Figura 27: Aparición de *Botrytis cinerea* en vivero provisional.**

**Nota:** Izquierda, esporulación de *Botrytis* en hojas muertas.  
Derecha, infección de *Botrytis* en tallos vivos por presión de inóculo.

### **3.7 TRASPLANTE.**

Es una actividad muy importante que consiste en retirar la planta del contenedor de vivero y colocarla en el campo definitivo. Durante esta actividad hay que evitar agarrar las plantas por los tallos (parte aérea), lo que se hace es voltear la maceta con una mano para recibir el “pan” radicular con la otra y luego para la manipulación se hace agarrando el “pan” radicular. Cuando se ha tenido sobrestadía en el formato final de vivero es muy importante hacer masajes al sistema radicular ante de trasplantar, y en casos de sobre estadía muy prolongada se puede hacer una ruptura de la parte inferior del “pan” radicular para promover la mayor emisión de raíces nuevas, porque las raíces podrían estar muy lignificadas. Para evitar el ingreso de patógenos al sistema radicular se hacen aplicaciones de metalaxil o hymexasol a manera de drench justo después del trasplante.

La profundidad de siembra es al ras del suelo o sustrato y luego se cubre el cuello de planta con 1 cm de sustrato a suelo. Los primeros 30 días el sistema de riego (goteros, piquetes o estacas) tienen que garantizar el humedecimiento del sustrato de vivero en primera instancia. Por lo tanto, hay que colocarlos muy cerca al cuello de planta. Después de observar exploración radicular en el nuevo medio, recién se pueden alejar los goteros del cuello de planta con el objetivo de tener un mejor humedecimiento de todo el sustrato la maceta o bolsa de campo definitivo.

### **3.7.1 Fertirriego.**

Hay que dotar de turgencia a las plantas antes de hacer el trasplante, el riego previo antes de llevar los plantones al campo definitivo asegura una buena hidratación del “pan” (sustrato y sistema radicular) hasta el siguiente riego en campo definitivo. Se ha observado buenos resultados cuando se hacen riegos de agua ácida sola durante la primera semana después del trasplante y luego de forma continua en la medida que se vaya observando el brotamiento vegetativo y exploración radicular se debe ir agregando el programa de nutrición (Tabla 12) vía sistema de riego, llegando en unos 20 a 30 días (semanas 1, 2, 3 y 4 en la tabla 12) en forma paulatina al 100% del programa nutricional vegetativo. En el peru el ciclo fenológico del cultivo de arándano encaja muy bien con el inicio y fin de año. En tal sentido en la tabla 12 se ha asumido una fecha de plante del primero de enero que cuando normalmente se están realizando los trasplantes. El nitrógeno es un elemento clave durante el periodo vegetativo. Se realizan aplicaciones de hasta 75 ppm y se mantiene con esta concentración hasta el inicio de la floración que normalmente ocurre durante la quincena de abril. A partir de esa fecha se baja la concentración del nitrógeno a 23 ppm y se mantiene en esos niveles hasta el final de la campaña (diciembre). La relación de nitrógeno amoniacal vs nitrógeno nítrico se debe mantener en un 70% a 30% respectivamente. A menos que se necesite subir el pH del medio porque está en niveles muy ácidos (debajo de 4.5) la relación podría variar hasta un 50% - 50%. El fosforo es un elemento que mantiene su concentración en 25 ppm de manera lineal durante todo el ciclo fenológico del cultivo de arándano. Solo se puede aumentar (30 ppm) o disminuir (20 ppm) su concentración si es que en los análisis foliares indican déficit o exceso de este elemento respectivamente. El potasio al contrario del nitrógeno es un elemento que durante el periodo vegetativo mantienen niveles bajos 25 ppm, y después el inicio de la floración es de suma importancia aumentar su concentración a niveles de 70 u 80 ppm según sea el cultivar o indiquen los análisis foliares. Esta concentración se mantiene desde pasada la floración hasta el final de la cosecha. El resto de los elementos mantienen concentraciones estables durante todo el ciclo fenológico del cultivo y solo se incrementan o disminuyen ligeramente sus concentraciones si es que en los resultados de los análisis foliares se encuentran en exceso o déficit. En la Tabla 12 se puede observar que durante el mes de mayo hay un periodo de transición en donde se van bajando los niveles de nitrógeno para subir los niveles de potasio. Esta transición es muy importante ya que ayuda al cultivo en la diferenciación floral y disminuye el crecimiento vegetativo por la disminución del nitrógeno. Algunos productores hacen esta transición de manera violenta durante una semana, y otros productores prefieren hacer la transición un poco más paulatina durante un lapso de 2 ó 3 semanas.

**Tabla 12: Programa de nutrición general del ciclo completo del cultivo de arándano**

Programa de nutrición de arándano en sustrato	Mes	Semanas	Concentración en ppm													Porcentajes	Tipo de nutrición
			Total, N	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	K	Mg	Ca	Cu	Zn	Fe	Mn	B	Mo		
Establecimiento/Post Poda	Enero	Semana 1	18.75	15.00	3.75	6.25	6.25	4.38	5.00	0.03	0.09	0.13	0.09	0.13	0.30	25%	Vegetativo
		Semana 2	37.50	30.00	7.50	12.50	12.50	8.75	10.00	0.05	0.18	0.25	0.18	0.25	0.05	50%	Vegetativo
		Semana 3	56.25	45.00	11.25	18.75	18.75	13.13	15.00	0.08	0.26	0.38	0.26	0.38	0.08	75%	Vegetativo
		Semana 4	75.00	60.00	15.00	25.00	25.00	17.50	20.00	0.10	0.35	0.50	0.35	0.50	0.10	100%	Vegetativo
Crecimiento Vegetativo	Febrero	Mes completo	75.00	60.00	15.00	25.00	25.00	17.50	20.00	0.10	0.35	0.50	0.35	0.50	0.10	100%	Vegetativo
	Marzo	Mes completo	75.00	60.00	15.00	25.00	25.00	17.50	20.00	0.10	0.35	0.50	0.35	0.50	0.10	100%	Vegetativo
	Abril	Mes completo	75.00	60.00	15.00	25.00	25.00	17.50	20.00	0.10	0.35	0.50	0.35	1.00	0.10	100%	Vegetativo
Inicio de diferenciación (proceso de transición de nutrición vegetativa a reproductiva)	Mayo	Semana 1	75.00	60.00	15.00	25.00	25.00	17.50	20.00	0.10	0.35	0.50	0.35	0.50	0.10	100%	Vegetativo
		Semana 2	54.00	40.00	14.00	25.00	50.00	17.50	20.00	0.1	0.35	0.5	0.35	1	0.1		Transición
		Semana 3	36.00	26.00	10.00	25.00	60.00	17.50	20.00	0.1	0.35	0.5	0.35	1	0.1		Transición
		Semana 4	23.00	16.00	7.00	25.00	70.00	17.50	20.00	0.1	0.35	0.5	0.35	1	0.1	80%	Reproductivo
Floración	Junio	Mes completo	23.00	16.00	7.00	25.00	70.00	17.50	20.00	0.10	0.35	0.50	0.35	1.00	0.10	80%	Reproductivo
Floración e inicio de cosecha	Julio	Mes completo	23.00	16.00	7.00	25.00	70.00	17.50	20.00	0.10	0.35	0.50	0.35	1.00	0.10	80%	Reproductivo
	Agosto	Mes completo	23.00	16.00	7.00	25.00	80.00	17.50	20.00	0.10	0.35	0.50	0.35	1.00	0.10	100%	Reproductivo
	Septiembre	Mes completo	23.00	16.00	7.00	25.00	80.00	17.50	20.00	0.10	0.35	0.50	0.35	1.00	0.10	100%	Reproductivo
	Octubre	Mes completo	23.00	16.00	7.00	25.00	70.00	17.50	20.00	0.10	0.35	0.50	0.35	1.00	0.10	80%	Reproductivo
	Noviembre	Mes completo	23.00	16.00	7.00	25.00	70.00	17.50	20.00	0.10	0.35	0.50	0.35	1.00	0.10	80%	Reproductivo
Pre-poda	Diciembre	Semana 1	23.00	16.00	7.00	25.00	70.00	17.50	20.00	0.10	0.35	0.50	0.35	1.00	0.10	80%	Reproductivo
		Semana 2	11.50	8.00	3.50	12.50	35.00	8.75	10.00	0.05	0.18	0.25	0.18	0.50	0.05	44%	Reproductivo
		Semana 3	2.30	1.60	0.70	2.50	7.00	1.75	2.00	0.01	0.04	0.05	0.04	0.10	0.01	9%	Reproductivo
Poda		Semana 4	Agua ácida a pH 5.5 y CE 0.3 aproximadamente													0%	Reproductivo

El principal problema con el manejo del riego es determinar la frecuencia, cantidad y tiempo de riego para optimizar tanto la eficiencia del uso del agua como el crecimiento y productividad del cultivo. La frecuencia de riego depende en gran medida de la capacidad de retención de agua del sustrato que se esté usando y seguidamente de la demanda hídrica del cultivo. La cantidad y tiempos de riego también están asociados a la capacidad retentiva del sustrato, pero en mayor medida al diseño de riego. De manera práctica se puede tomar como objetivo que el riego total del día genere drenaje del 15% a 20%. Es preciso mantenerse en los volúmenes y frecuencias de riego adecuados respecto a las condiciones ambientales y evolución de la demanda del cultivo. Cuando el riego falla, incluso después de unos pocos días sin riego, el estrés hídrico se desarrolla rápidamente, lo que reduce la fotosíntesis, el crecimiento y podría terminar en la muerte de la planta. Sin embargo, el riego excesivo reduce la actividad de la raíz del arándano, aumenta la lixiviación de nutrientes y la probabilidad de desarrollar infección de pudrición de la corona y la raíz por patógenos del suelo como *Phytophthora* y *Pythium* spp. (Bryla & Linderman, 2007). Las aguas de los ríos en el Perú tienen de manera natural inóculo de estos hongos por lo tanto cuando se empieza a observar la aparición de estas enfermedades, nos indican que estamos regando excesivamente.

### **3.7.2 Control sanitario después del trasplante**

En la parte foliar habría que estar evaluando la presencia de gusanos comedores de hojas los cuales son fáciles de encontrar y controlar con larvicidas, no hay restricciones por el uso de ingredientes activos. También hay que evaluar la presencia de áfidos, trips y prodiplosis en los brotes tiernos principalmente, porque podrían generar un retraso en el crecimiento y aumento de la densidad foliar por excesiva multiplicación de brotes.

En el caso de los trips se registran varias especies (*Frankliniella bispinosa* Morgan, *F. occidentalis* Pergrande y *F. tritici* Fitch) que son más activas durante la floración alimentándose de ovarios, polen y corolas de las flores lo que resulta en menor polinización y baja formación de semillas (Retamales & Hancock, 2020). Recientemente se han registrado casos de trips de la familia Thripidae (*Scirtothrips dorsalis* Hood) infestando arándano. Se alimentan de tejidos verdes jóvenes, hojas y frutos. Los trips pertenecientes a los géneros *Frankliniella* y *Scirtothrips* tienen una amplia gama de hospederos y viajan con las corrientes de aire. Para monitorear se pueden sacudir los brotes vegetativos tiernos o brotes reproductivos también tiernos sobre un fondo negro como la pantalla del celular o

algún papel negro adhesivo. Actualmente se dispone de una serie de pesticidas de base biológica para su control, utilizados en arándanos como el extracto de ortiga, y detergente potásico, estos productos se usan a dosis de etiqueta. Y en zonas endémicas como en Piura, o lugares donde se tiene mucha presión de esta plaga por cultivos aledaños de donde pueden venir migraciones la frecuencia de aplicación puede ser semanal o incluso cada 3 días. También se observó que algunos cultivares son más llamativos para esta plaga, y en esos casos la frecuencia de aplicaciones también es muy alta, e incluso se establece como umbral de acción la sola presencia de 1 trips por brote evaluada.

Los áfidos por lo general son de color verde brillante y se encuentran en las hojas nuevas y suculentas y en los ápices de los tallos. Al alimentarse producen un líquido dulce que favorece el crecimiento de un moho negro conocido como fumagina. Generalmente los enemigos naturales mantienen controladas las poblaciones de áfidos, pero si los campos están infestados o se tienen cultivares susceptibles, se dispone de insecticidas de amplio espectro y selectivos para su control (Retamales & Hancock, 2020).

En la zona radicular habría que evaluar presencia de gusanos comedores de raíz (*Anomala* spp.), frecuentemente generan sintomatologías similares a deficiencias nutricionales al alimentarse de las raíces, cortando en gran medida el ingreso de nutrientes a la planta. Normalmente se están usando nematodos entomopatógenos (heteroraditis) y bioinsecticidas (*Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*). Por otro lado, es importante estar monitoreando los niveles de humedad en el sustrato porque un exceso puede propiciar la presencia de hongos que causan pudriciones radiculares. La pudrición de la raíz por *Phytophthora* (*Phytophthora cinnamomi* Rands) es más común en condiciones de exceso de humedad, la enfermedad a menudo se asocia con suelos o sustratos pesados en sitios con mal drenaje. Es característico que las plantas enfermas reduzcan su vigor, las hojas se marchiten, se amarillen y enrojecen de modo prematuro. Finalmente, hay defoliación y el tallo muere. El mejor control es evitar los suelos con mal drenaje y usar camas elevadas (Retamales & Hancock, 2020).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la región de Ica, Perú, se ha experimentado un notable crecimiento en la producción de arándanos, en parte debido a las condiciones climáticas y edáficas favorables que ofrece la zona. Desde un punto de vista climático, Ica se caracteriza por su clima soleado y seco durante todo el año, con una humedad relativa promedio del 60% y escasas precipitaciones, concentradas principalmente en los meses de verano. Las temperaturas varían entre 32°C como máxima y 10°C como mínima.

Un factor destacado es el amplio diferencial de temperatura diario, que supera los 10°C en promedio, llegando a 12°C durante la temporada de cosecha, entre junio y octubre. Estas variaciones son cruciales para garantizar una excelente calidad de la fruta, ya que influyen en aspectos como el sabor, color y firmeza.

Además, en la región de Ica, los vientos conocidos como "paracas" son una característica peculiar del clima. Estos vientos pueden alcanzar velocidades sostenidas de 50 a 60 km/h y ráfagas de hasta 90 km/h durante el invierno, de agosto a octubre. Esto puede afectar la producción de arándanos y debe ser considerado en la planificación agronómica.

En cuanto al suelo, la región se divide en dos áreas principales: la parte alta, caracterizada por suelos profundos y uniformes de textura media, y la parte baja en la Pampa de Villacurí, donde los suelos son superficiales y con presencia de grava, siendo la arena gruesa la textura dominante. La salinidad del suelo varía entre 2.5 y 6.0 dS/m, con un pH ligeramente alcalino.

En la actualidad, en Ica se han cultivado aproximadamente 762 hectáreas de arándanos, con varias empresas que destacan en la producción, algunas de ellas optando por sustrato en lugar de suelo. Estas empresas incluyen Beta, Family Farm, Agrokasa, Agrícola Don Ricardo, Proagro, Llaqta y Marsole, cada una con sus propios cultivares y sistemas de cultivo, como turba, fibra de coco y cascarilla de arroz.

Ica y Lima lideran la producción de arándanos en contenedores en el Perú, representando el 27.7% y el 24.9% del área total en contenedores, respectivamente. La región Ancash también juega un papel importante, con un 21.7% del área en contenedores en el país. En conjunto,

estas tres regiones comprenden aproximadamente el 74.3% del área total en contenedores. La región Moquegua destaca por tener el 100% de su área de arándanos en contenedores, aunque su área total es relativamente pequeña.

Desde un punto de vista climático, los arándanos de bajo o nulo requerimiento de frío que se cultivan en Perú no necesitan inviernos extremadamente fríos, ya que no necesitan acumular horas de frío para salir de la dormancia. Sin embargo, las fluctuaciones extremas de temperatura pueden afectar negativamente el crecimiento y desarrollo de las plantas. Las condiciones climáticas de Ica, con su mayor diferencial de temperatura, son adecuadas para el cultivo de arándanos, ya que un mayor diferencial de temperatura durante el llenado y maduración del fruto se traduce en una mejor acumulación de fotosintatos y, por lo tanto, en una mayor calidad de la fruta en términos de dulzura.

Además, factores ambientales como la radiación solar, el fotoperiodo y la humedad desempeñan un papel crucial en el cultivo de arándanos. La radiación solar es esencial para la salud del cultivo al prevenir el desarrollo de patógenos y promover la fotosíntesis. El fotoperiodo influye en la iniciación de yemas florales, y la humedad afecta la incidencia de enfermedades fúngicas, como la *Botrytis*.

Para contrarrestar los desafíos climáticos, se menciona el uso de túneles plastificados como una herramienta que puede proteger la fruta contra las condiciones adversas, como la lluvia y las lloviznas. Además, se destaca la importancia de la adecuación del terreno, que incluye la nivelación, la instalación de manta cubre suelo, separadores físicos, cortinas rompeviento, mallas antipájaros y el control del polvo en caminos.

La calidad del agua de riego es esencial en el cultivo de arándanos. En primer lugar, la conductividad eléctrica (CE) y el pH del agua deben ser cuidadosamente controlados. La CE no debe superar los 0.5 dS/m, y el pH se recomienda en un rango de 4.5 a 5.5. El agua de baja calidad puede tener efectos negativos en el crecimiento y rendimiento de las plantas. Como el contenido de salinidad es crítica y la CE deseada es inferior a 0.45 dS/m, con la posibilidad de recurrir a la ósmosis inversa para reducir la conductividad eléctrica si es necesario. También se destaca que la presencia de elementos perjudiciales como el cloro y el sodio debe mantenerse en niveles bajos para evitar problemas nutricionales.

Por otro lado, el sustrato utilizado en el cultivo de arándanos desempeña un papel crucial. Se recomienda que este sea inerte nutricionalmente, con buena aireación, drenaje y un pH ácido. La fibra de coco y la turba con perlita se mencionan como sustratos efectivos, aunque

la elección depende de factores como costo y disponibilidad. La gestión adecuada del riego y los lavados es esencial para mantener su calidad. Además, se considera la cascarilla de arroz mezclada con arena de río como una opción menos duradera, pero viable con reposiciones frecuentes.

La investigación también resalta la importancia del proceso de recepción de plantas en un vivero provisional. Este proceso incluye la elección de un área con buen drenaje, la separación física de las plantas del suelo y la utilización de materiales como mantas cubre suelo o pallets. El riego es esencial, y se sugiere mantener el sustrato en un 45% de humedad. También se plantea la posibilidad de utilizar sensores de humedad del sustrato o el peso de las plantas para determinar cuándo es necesario reponer el riego. La aplicación de fungicidas se destaca como una medida preventiva para controlar enfermedades fúngicas, especialmente en viveros provisionales con alta densidad de plantas.

El trasplante de las plantas al campo definitivo es un paso crítico. Se enfatiza la importancia de proporcionar turgencia a las plantas antes del trasplante y se propone un programa de riego y nutrición gradual. Mantener equipos de riego en buen estado es esencial para un crecimiento y productividad óptimos. Además, se subraya la necesidad de controlar plagas y enfermedades después del trasplante, incluyendo gusanos, áfidos, trips y *Phytophthora*, así como la aplicación de insecticidas selectivos.

El aporte de esta investigación es valioso tanto para la comunidad científica como para estudiantes y profesionales de agronomía. Proporciona pautas claras y recomendaciones fundamentadas en la calidad del agua de riego y el uso de sustratos en el cultivo de arándanos. Estos hallazgos contribuyen a mejorar la eficiencia y el rendimiento de los cultivos, al tiempo que reducen los riesgos de problemas nutricionales y enfermedades. Además, los procedimientos detallados en viveros provisionales y durante el trasplante son esenciales para un inicio exitoso del cultivo. Finalmente, esta investigación ofrece una valiosa guía práctica que puede beneficiar a la comunidad agronómica en la producción de arándanos de alta calidad.

## V. CONCLUSIONES

- La experiencia proporciona valiosas pautas que son fundamentales para el éxito en la instalación del cultivo de arándanos en contenedores desde el primer año de producción. Como la calidad del agua de riego, la elección de sustratos adecuados y las técnicas de manejo desde los viveros provisionales hasta el trasplante
- La instalación de proyectos de arándanos utilizando sustrato y contenedores tiene como pautas la selección de sustratos inertes nutricionalmente, como la fibra de coco o la turba con perlita, para proporcionar una base adecuada en la oxigenación del sistema radicular de las plantas. Además, mantener un riguroso control de la calidad del agua de riego, con un enfoque en la conductividad eléctrica (CE) y el pH del programa nutricional dependiendo de la fenología, es crucial para garantizar el crecimiento y rendimiento óptimo de las plantas.
- Las experiencias concretas y prácticas en la instalación de proyectos de arándanos bajo el sistema de sustrato y contenedores resaltan la importancia de los procedimientos en viveros provisionales y durante el trasplante al campo definitivo. Estos incluyen la elección de áreas con buen drenaje, separación física de las plantas del suelo y el uso de materiales como mantas cubre suelo o pallets. Además, se debe mantener un monitoreo constante del contenido de humedad del sustrato y se pueden utilizar sensores de humedad o el peso de las plantas como indicadores. La aplicación de fungicidas preventivos se muestra como una medida efectiva para controlar enfermedades fúngicas en viveros provisionales con alta densidad de plantas. Estas experiencias prácticas subrayan la necesidad de un enfoque meticuloso en cada etapa del proceso de instalación para asegurar un inicio exitoso del cultivo de arándanos en sustrato y contenedores.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomendará a los productores seguir de cerca las directrices detalladas en este trabajo de suficiencia profesional. Esto implica prestar atención a la calidad del agua de riego, seleccionar sustratos adecuados, y seguir cuidadosamente el manejo en viveros provisionales, trasplantes al campo definitivo y establecimiento del cultivo. Siguiendo estas recomendaciones, los agricultores pueden mejorar la eficiencia y calidad de sus cultivos, reducir riesgos de enfermedades y problemas nutricionales, y establecer una base sólida para el éxito desde la primera producción.
- Se deberá establecer un programa de monitoreo constante de la calidad del sustrato y del agua de riego. Esto implicará realizar análisis regulares de la conductividad eléctrica (CE) y el pH del agua de riego, asegurándose de que la CE no supere los 1.2 dS/m y que el pH esté dentro del rango de 5.0 a 6.0. Para el sustrato, es fundamental mantener un equilibrio entre la humedad y la aireación, lo que se puede lograr monitoreando el contenido de humedad y utilizando sensores de humedad si es necesario. La gestión precisa de estos factores es esencial para garantizar un crecimiento y rendimiento óptimos de las plantas.
- Se incluirá la selección de áreas con buen drenaje, la separación física de las plantas del suelo y la utilización de materiales adecuados para evitar problemas nutricionales y de enfermedades. Además, se debe establecer un programa de riego y nutrición gradual, y proporcionar turgencia a las plantas antes del trasplante. Mantener los equipos de riego en buen estado y tener un plan de control de plagas y enfermedades después del trasplante, incluyendo la aplicación de insecticidas selectivos, son prácticas esenciales para un inicio exitoso del cultivo de arándanos en sustrato y contenedores.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agraria.pe. (2021). *En tres años Perú contará con 20 mil hectáreas de arándanos y consolidará su liderazgo mundial en exportación de esta fruta fresca*. Obtenido de <https://agraria.pe/noticias/en-tres-anos-peru-contara-con-20-mil-hectareas-de-arandanos--25447>
- Alkan, M., & Dogan, M. (2001). Adsorption of Copper(II) onto Perlite. *Journal of Colloid and Interface Science*, 243(2), 280-291. doi:<https://doi.org/10.1006/jcis.2001.7796>
- Anticona, M., Frígola, A., & Esteve, M. (2016). Determinación de poli fenoles totales en arándanos y productos derivados. *UCV-Scientia*, 8(1), 13-14. doi:<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6181471>
- Arevalo, H., Fraulo, A., & Liburd, O. (2009). Management of flower thrips in blueberries in Florida. *Florida Entomologist*, 92, 14–17. doi:<https://doi.org/10.1653/024.092.0103>
- Asoex, C. B. (2021). *Anuario Arándanos 2020 - 2021: Cambio en los mercados ante aumento en la oferta del hemisferio sur*. Santiago, Chile: Qonsulting. Obtenido de [https://chilealimentos.com/wp-content/uploads/2021/05/iQonsulting\\_Anuario\\_Arandano\\_2020-21\\_08f8ee5006ce3562f0defc694c94adb3.pdf](https://chilealimentos.com/wp-content/uploads/2021/05/iQonsulting_Anuario_Arandano_2020-21_08f8ee5006ce3562f0defc694c94adb3.pdf)
- Ayers, R., & Westcot, D. (1985). *Water quality for agriculture*. Library Copy. Obtenido de [https://www.waterboards.ca.gov/water\\_issues/programs/tmdl/records/state\\_board/1985/ref2648.pdf](https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/tmdl/records/state_board/1985/ref2648.pdf)
- Bañados, M., & Strik, B. (2006). Manipulation of the annual growth cycle of Blueberry using photoperiod. *Acta Horticulturae*, 715, 65-72. doi:10.17660/ActaHortic.2006.715.6
- Basu, A., Sanchez, K., Leyva, M., Wu, M., Betts, N., Aston, C., & Lyons, T. (2010). Green tea supplementation affects body weight, lipids, and lipid peroxidation in obese subjects with metabolic syndrome. *Journal of the American College of Nutrition*, 31-40. doi:10.1080/07315724.2010.10719814.

- Bendezú, R., & Mallqui, J. (1999). *Mapa de peligros y medidas de mitigación de desastres de la ciudad de Ica*. Obtenido de [http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios\\_CS/Region\\_Ica/ica/ica.pdf](http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_Ica/ica/ica.pdf)
- Bilderback, T., Boyer, C., Chappell, M., Fain, G., Fare, D., Gilliam, C., . . . Yeager, T. (2013). *Best management practices: Guide for producing nursery crops. 3rd ed.* Southern Nursery Association, Acworth, GA.
- Bilderback, T., Warren, S., Owen, J., & Albano, J. (2005). Healthy Substrates Need Physicals Too! *HortTechnology*, 15(4). doi:<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.15.4.0747>
- Blythe, E., & Merhaut, D. (2007). Grouping and comparison of container substrates based on physical properties using exploratory multivariate statistical methods. *HortScience*, 42(2), 353-363. doi:<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.2.353>
- Bryla, D., & Linderman, R. (2007). Implications of irrigation method and amount of water application on Phytophthora and Pythium infection and severity of root rot in highbush blueberry. *HortScience*, 42, 1463–1467. doi:10.21273/HORTSCI.42.6.14
- Cisternas, A., & France, I. (2009). *Manual de campo de plagas, enfermedades y desórdenes fisiológicos del arándano en Chile*. Obtenido de Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 189. : <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7276>
- Coronel, L., Pérez, J., & León, N. (2019). Influencia de diferentes agentes encapsulantes en la retención de vitamina C en el zumo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) atomizado. *Agroindustrial Science.*, 9(1), 47-52. doi:<https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2019.01.06>
- Darnell, R. (1991). Photoperio, carbon partitioning, and reproductive development in Rabbiteye Blueberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116(5), 856-860. doi:<https://doi.org/10.21273/JASHS.116.5.856>
- Diez, F. (2017). *Arándanos en maceta: mejor calidad y mayor precocidad*. Obtenido de <https://www.redagricola.com/pe/arandanos-macetas-mejor-calidad-mayor-precocidad/>

- Evans, M., Konduru, S., & Stamps, R. (1996). Source Variation in Physical and Chemical Properties of Coconut Coir Dust. *HortScience*, 31(6), 965–967. doi:<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.31.6.965>
- Fan , S., Fang , X., Guan , M., Ye , Y., Lin, X., & Du , S. (2015). Exogenous abscisic acid application decreases cadmium accumulation in Arabidopsis plants, which is associated with the inhibition of IRT1-mediated cadmium uptake. *Front Plant Sci* 2014, 123-135. doi:<https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00721>
- Frontela, C., Canali, R., & Virgili, F. (2010). Empleo de compuestos fenólicos en la dieta para modular la respuesta inflamatoria intestinal. *Gastroenterología y Hepatología*, 33(4), 307-312. doi:DOI: 10.1016/j.gastrohep.2009.09.006
- Fulcher, A., Gauthier, N., Klingeman, W., Hale, F., & White, S. (2015). Blueberry culture and pest, disease, and abiotic disorder management during nursery reduction in the southeastern US: a review. *Journal of Environmental Horticulture* , 33(1), 33-47. doi:<https://doi.org/10.24266/0738-2898-33.1.33>
- Gamarra, J. (2016). *Estrategias de mercado para fomentar la exportación de arándano (Vaccinium spp.) desde Lima a Estados Unidos a partir del 2017*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2827>
- García, J. (2018). *Situación actual del cultivo del arándano en el mundo*.
- García-Rubio, J., García-Gonzalez de Lena, G., & Ciordia, M. (2009). *Cambio de variedad en el cultivo de arándano mediante el injerto. Tecnología Agroalimentaria. N°. 6.* (Vol. 6). Tecnología Agroalimentaria - SERIDA. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/40533488\\_Cambio\\_de\\_variedad\\_en\\_el\\_cultivo\\_de\\_arandano\\_mediante\\_el\\_injerto](https://www.researchgate.net/publication/40533488_Cambio_de_variedad_en_el_cultivo_de_arandano_mediante_el_injerto)
- Gough, R. (1991). El arándano alto y su manejo. Productos alimenticios. . *Haworth Press, Inc. ISBN 1*.
- Hájek, T., Ballance, S., Limpens, J., Zijlstra, M., & Verhoeven, J. (2011). Cell-wall polysaccharides play an important role in decay resistance of Sphagnum and actively depressed decomposition in vitro. *Biogeochemistry*, 103(1-3), 45–57. doi:<https://link.springer.com/article/10.1007/s10533-010-9444-3>

- Hall, I., & Ludwing, R. (1961). The effects of photoperiod, temperature, and light intensity on the growth of the Lowbush Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.).
- Hall, I., Craig, D., & Aalders, L. (1963). The effect of photoperiod on the growth and flowering of the Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 260-263.
- Hameed, A., Galli, M., Adamska-Patruno, E., Krętownski, A., & Ciborowski, M. (2020). Select Polyphenol-Rich Berry Consumption to Defer or Deter Diabetes and Diabetes-Related Complications. *Nutrients*, 12(9), 2538. doi:<http://dx.doi.org/10.3390/nu12092538>
- Hammond, R. 1. (1975). Origin, formation and distribution of peatland resources. En D. Robinson, & J. Lamb, *Peat in Horticulture*. London: Academic Press. Obtenido de <https://www.amazon.com/Peat-Horticulture-D-W-Robinson/dp/B000Z9EI04>
- Hancock, J., & Pritts, M. (1999). *Highbush Blueberry Production Guide*. Hall Prentice.
- Hancock, J., & Galletta, J. G. (1995). *Blueberry Wizard* (Vol. 13). (J. Janick, Ed.) doi:<https://doi.org/10.1002/9780470650059.ch1>
- Hanson, E., & Hancock, J. (1996). *MANAGING THE NUTRITION OF Highbush BLUEBERRIES*. Michigan State University Extension. Obtenido de <https://archive.lib.msu.edu/DMC/Ag.%20Ext.%202007-Chelsie/PDF/e2011-1996.pdf>
- Heitzer, C. (2017). *Efecto de Mezclas de Cloruros en la Humedad de Caminos No Pavimentados*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/309824495\\_Efecto\\_de\\_Mezclas\\_de\\_Cloruros\\_en\\_la\\_Humedad\\_de\\_Caminos\\_No\\_Pavimentados](https://www.researchgate.net/publication/309824495_Efecto_de_Mezclas_de_Cloruros_en_la_Humedad_de_Caminos_No_Pavimentados)
- Himelrick, D., & Curtis, L. (1999). *Comercial blueberru- Alabama Ag Irrigation info Network*. doi:<http://www.aces.edu/anr/irrigation/ANR-663.php>
- Hirzel, J. (2013). Fertilización en el Arándano. En P. Undurraga, & S. Vargas, *Manual de Arándano*. (pág. 120). Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 263. Recuperado el 1 de octubre de 2022, de <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7627>

- Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2013). *Manual de arándano*. Chile : Trama impresas S.A.
- International Blueberry Organization. (8 de September de 2021). *IBO's 2021 Global state of the blueberry industry report available for free*. Obtenido de <https://www.thepacker.com/news/produce-crops/ibos-2021-global-state-blueberry-industry-report-available-free>
- Ireland, G., & Wilk, P. (2006). *Blueberry production in northern NSW*. Primefact 195. NSW Department of Primary Industries, Orange, New South Wales. doi:<https://www.scribd.com/document/71768573/Blueberry-Production-in-Northern-NSW>
- Kingston, P. (2017). *Substrate Production of Blueberry: Evaluation of Soilless Media and Potassium, Nitrogen Fertility on Growth and Nutrition*. [Tesis de maestría, Oregon State University]. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1957/61715>
- Kingston, P. (2017). *Substrate Production of Blueberry: Evaluation of Soilless Media and Potassium, Nitrogen Fertility on Growth and Nutrition*. Tesis de maestría , Oregon State University. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1957/61715>
- Konduru, S., Evans, M., & Stamps, R. (1999). Coconut husk and processing effects on chemical and physical properties of coconut coir dust. *HortScience* , 34(1), 88– 90. doi:<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.34.1.88>
- Korcak, R. (1989). Variation in Nutrient Requirements of Blueberries and Other Calcifuges. *HortScience*, 24(4). doi:<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.24.4.573>
- Kraus, H., Pledger, R., Riley, E., Fonteno, W., Jackson, B., & Bilderback, T. (2014). Defining rain garden filter bed substrates based on saturated hydraulic conductivity. *Acta Horticulturae*, 1034, 57-64. doi:10.17660/ActaHortic.2014.1034.5
- Krikorian, R., Shidler, M., Nash, T., Kalt, W., Vinqvist-Tymchuk, M., Shukitt-Hale, B., & Joseph, J. (2010). Blueberry supplementation improves memory in older adults. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*., 58(7), 3996–4000. doi:10.1021/jf9029332

- Liburd, O., Sarzynski, E., Arevalo, H., & MacKenzie, K. (2009). Monitoring and emergence of flower thrips species in rabbit eye and southern highbush blueberries. . *Acta Horticulturae*, 810, 251–258. doi:10.17660/ActaHortic.2009.810.32
- Lobos, G., Retamales, J., Del Pozo, A., Hancock, J., & Flore, J. (2009). PHYSIOLOGICAL RESPONSE OF VACCINIUM CORYMBOSUM 'ELLIOTT' TO SHADING NETS IN MICHIGAN. *ISHS Acta Horticulturae* 810, 465-470. doi:DOI:10.17660/ActaHortic.2009.810.60
- Lujan, M. E., Ayala, C. I., Castillo, E. F., Pinedo, C., & Durand, C. (2018). Desarrollo de un gel de fruto de *Vaccinium corymbosum* L. (Ericaceae) con actividad regeneradora de tejido dérmico. *Arnaldoa*, 25(2). doi:http://dx.doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25212
- MINAGRI. (2016). *El Arandano en el Peru y el mundo*. (D. G. DGPA, Productor) Obtenido de <http://www.ana.gob.pe/normatividad/rd-no-023-2017-ana-dephm>
- MINAGRI, M. d. (2016). *El Arandano en el Peru y el mundo*. Dirección General de Políticas Agrarias - DGPA.
- Moerman, D. (1998). *Native American Ethnobotany*. Oregon: Timber Press.
- Moraga, V. (2004). *Auge de exportaciones: La “Berrimanía” llegó a Chile*. Santiago, Chile: Revista el campo. Mercurio.
- Morales, C. (2017). *Manual de manejo agronómico del arándano*. Villa Alegre: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Recuperado el 30 de octubre de 2022, de <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/6673>
- Núñez, A., Sánchez, E., Ruiz, J., & Scott, D. (2008). Calidad de poscosecha en cultivares de arándano (*Vaccinium* sp.) sometidos a períodos de prealmacenamiento y temperaturas. *Agricultura técnica en México*, 34(4), 453-457. doi:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S0568-25172008000400008&lng=es&tlng=es.
- Ochmian, I., Malinowski, R., Kubus, M., Malinowska, K., Sotek, Z., & Racek, M. (2019). The feasibility of growing highbus blueberry (*V.corymbosum* L.) on loamy calcic soil with the use of organic substrates. *Scientia Horticulturae*, 257(17). doi:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108690>

- Paltineanu, C., Coman, M., Nicolae, S., Ancu, I., Calinescu, M., Sturzeanu, M., . . . Nicola, C. (2017). Root system distribution of highbush blueberry crops of various ages in medium-textured soils. *ResearchGate*. doi:10.1007/s10341-017-0357-3
- Paranychianakis, N., & Chartzoulakis, K. (2005). Irrigation of Mediterranean crops with saline water: from physiology to management practices. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *106*, 171-187. doi:https://doi.org/10.1016/j.agee.2004.10.006
- Pritts, M., Hancock, J., Strik, B., Eames-Sheavly, M., & Celentano, D. (1992). *Highbush blueberry production guide*. (N. R. (NRAES), Ed.) Cooperative Extension Publication NRAES-55. Ithaca. Obtenido de <https://hdl.handle.net/1813/66931>
- Proarandanos. (2021). *Arandanos de Perú para el mundo*. Obtenido de <https://proarandanos.org/>
- PROMIX. (2022). Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/grados-de-variacion-de-turba/#:~:text=La%20turba%20de%20musgo%20%E2%80%9Cfina,puntos%20de%20salida%20para%20golf>.
- Raviv, M., & Lieth, H. (2008). *Soilless Culture: Theory and Practice*. Amsterdam: Elsevier Science y Technology.
- RedAgrícola. (2015). *Arándanos en Perú: Situación Actual y Perspectivas*. Obtenido de <http://www.redagricola.com/reportajes/frutales/arandanos-en-peru-situa>
- Redagricola. (2017). *Una conversacion Tecnica sobre agricultura*. NETAFIM. doi:https://www.redagricola.com/cl/assets/uploads/2017/08/ra56.pdf
- Retamales, J., & Hancock, J. (2020). *Arándanos*. Editorial Acribia, S.A. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=rS2czQEACAAJ&dq=Ar%C3%A1ndanos&hl=es-419&sa=X&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books?id=rS2czQEACAAJ&dq=Ar%C3%A1ndanos&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y)
- Rydin, H., & Jeglum, K. (2013). *The biology of peatlands, Second ed.* Oxford University Press.
- Scagel, C. (2003). Growth and Nutrient Use of Ericaceous Plants Grown in Media Amended with Sphagnum Moss Peat or Coir Dust. *HortScience*, *38*(1), 46–54. doi:https://doi.org/10.21273/HORTSCI.38.1.46

- SENASA. (2021). *La Libertad inició campaña de exportación de arándanos 2021 – 2022*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/senasa/noticias/542456-la-libertad-inicio-campana-de-exportacion-de-arandanos-2021-2022>
- Sial, A. (2016). *Monitoring and managing of thrips in blueberries*. Georgia.: University of Georgia, Athens. Obtenido de <http://blog.caes.uga.edu/blueberry/2016/03/thrips/>
- Sierra Exportadora . (2016). *La historia de los arándanos en Perú*. Obtenido de <http://www.sierraexportadora.gob.pe/descargas/ferias-eventos/BERRIES-DESCENTRALIZADO/Miguel%20Cordano-Historia-crecimiento-berries#:~:text=La%20historia%20de%20los%20ar%C3%A1ndanos,a%20lo%20la%20del%20pa%C3%ADs.>
- Smith, E., Porter, W., Hawkins, G., & Harris, G. J. (2016). Blueberry irrigation water quality. *Department of Crop and Soil Sciences*, 1-8. doi:[https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/C%201105\\_2.pdf](https://secure.caes.uga.edu/extension/publications/files/pdf/C%201105_2.pdf)
- Sultana, N., Pascual-Díaz, J. P., Gers, A., Ilga, K., Serçe, S., Vitales, D., & Garcia, S. (2020). Contribution to the knowledge of genoma size evolution in edible bluberries (genus *Vaccinium*). *Journal of Berry Research* 10, 10(2), 243–257. doi:10.3233/JBR-190458
- Thormann, M. (2011). In vitro decomposition of sphagnum-derived acrotelm and mesotelm peat by indigenous and alien basidiomycetous fungi. *Mires and Peat*, 8(3), 27–38. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/228502699\\_In\\_vitro\\_decomposition\\_of\\_Sphagnum-derived\\_acrotelm\\_and\\_mesotelm\\_peat\\_by\\_indigenous\\_and\\_alien\\_basidiomycetous\\_fungi](https://www.researchgate.net/publication/228502699_In_vitro_decomposition_of_Sphagnum-derived_acrotelm_and_mesotelm_peat_by_indigenous_and_alien_basidiomycetous_fungi)
- Ticlayauri, H. (2022). *Manejo de arándanos (Vaccinium Corymbosum) en condiciones de suelos y sustratos en maceta en la zona de Ica*. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5487>
- Undurraga, P., & Vargas, S. (2015). *Manual de Arandano*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA. Obtenido de Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA
- USDA. (2021). *Plants database. Conservación de Recursos Naturales*. . Obtenido de <https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=VACO>

- Valenzuela, J. (1988). *Requerimientos agroclimáticos de las especies de arándano [en línea]*. (S. Carillanca, Ed.) INIA. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14001/34799>
- Voogt, W., van Dijk, P., Douven, F., & Van Der Maas, R. (2014). Development of a Soilless Growing System for Blueberries (*Vaccinium corymbosum*): nutrient demand and solution. *Acta Horticulturae*, *1017*, 215-221. doi:10.17660/ActaHortic.2014.1017.27
- Woodruff, R., Dewey, D., & Sell, H. (1960). Chemical changes of 'Jersey' and 'Rubel' blueberry fruit associated with ripening and deterioration. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, *75*, 387-401. doi:<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/1961030039>
- Xie, Z.-S., & Wu, X.-C. (2009). STUDIES ON SUBSTRATES FOR BLUEBERRY CULTIVATION. *Acta Horticulturae*, *810(68)*, 513-520. doi:<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.810.68>

## ANEXOS

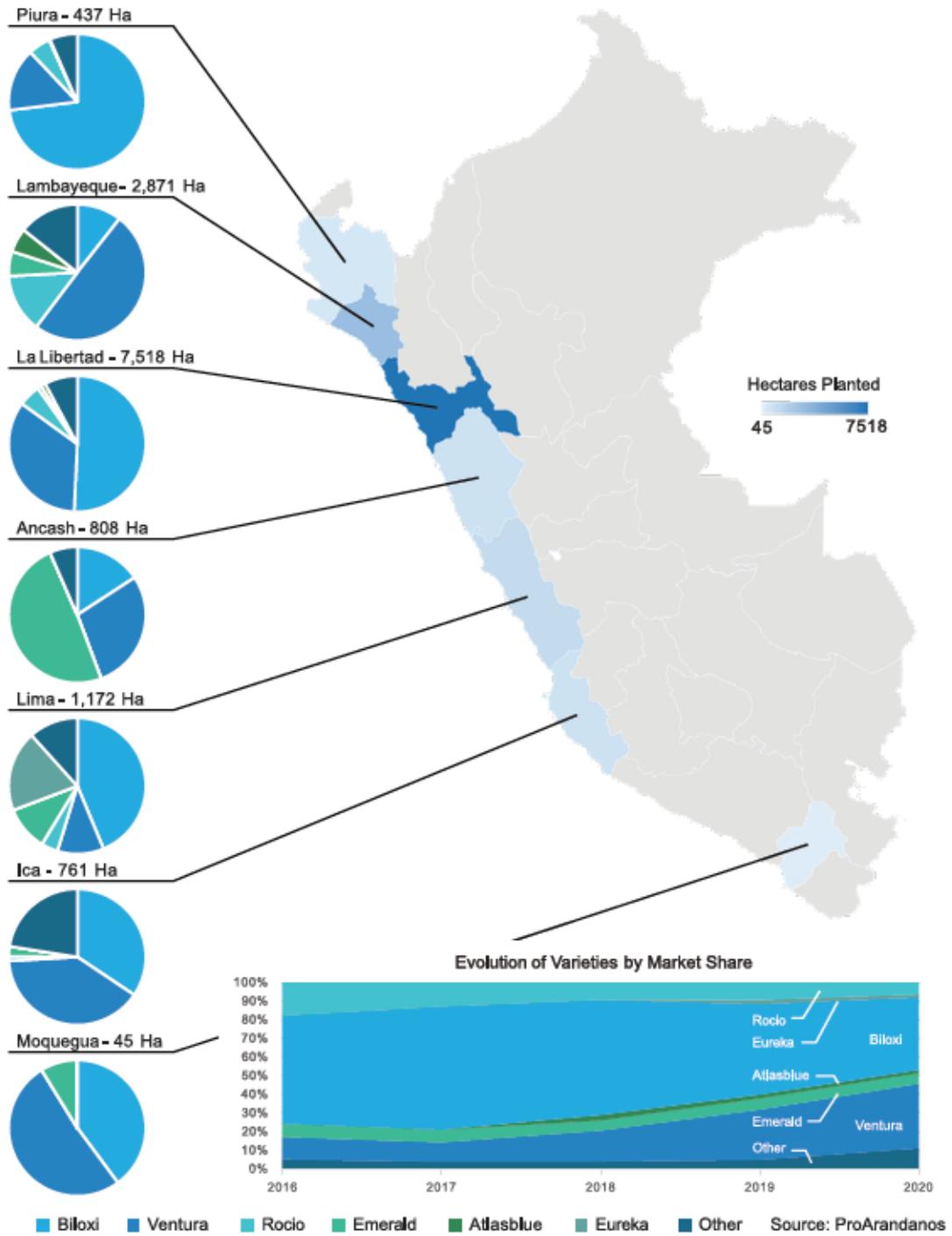
### **Anexo 1: Promedios mensuales de temperaturas, humedad relativa, precipitaciones, duración del día y horas de sol de Ica.**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Temperatura máx. (°C)	28.7	28.7	29	28.3	26.5	24.7	24.4	25	26.1	26.9	27.4	28.2
Temperatura media (°C)	23.3	23.8	24	22.9	21	19.3	18.8	19.1	19.8	20.5	21.2	22.3
Temperatura min. (°C)	18.4	18.8	18.3	17.5	15.1	13.5	12.2	12.1	13.7	14.6	15.2	16.9
Delta de temperatura	10.3	9.9	10.7	10.8	11.4	11.2	12.2	12.9	12.4	12.3	12.2	11.3
Humedad (%)	67%	69%	68%	66%	62%	61%	58%	57%	56%	57%	59%	63%
Precipitación (mm)	26	37	27	5	0	0	0	0	0	1	1	7
Duración del día	12.8	12.5	12.2	11.8	11.5	11.3	11.4	11.7	12	12.4	12.8	12.9
Horas de sol (horas)	11.1	9.6	9.2	8.1	7.7	7.7	7.7	7.5	9	11.4	12.2	11.8

**Fuente:** SEMAMHI

Anexo 2: Mapa de áreas y cultivares de arándano en el Perú.

## Peruvian Hectares Planted and Evolution of Varieties



Fuente: IBO

**Anexo 3:Oscilación del pH, CE, aniones y cationes del agua de riego del proyecto Chavimochic.**

Fecha muestreo	pH	Ce	N	S	HC03	Cl	Ca	Mg	Na	K
2018		dS/m	Aniones (mg/L o ppm)			Cationes (mg/L o ppm)				
5-Feb	7,22	0,29	2,2	27	40	10	32	8	10	2
12-Abr	7,59	0,24	2,2	27	46	10	31	6	7	3
16-May	7,40	0,35	2,2	31	52	10	35	9	11	2
13-Jun	6,67	0,44	2,2	31	52	10	34	9	11	2
25-Jul	7,74	0,53	2,2	51	62	16	51	16	21	3
20-Set	7,53	0,52	2,2	49	62	22	55	16	21	4
5-Nov	7,62	0,35	2,2	26	44	14	28	8	10	2
20-Dic	6,77	0,23	2,2	27	38	10	28	8	10	2

Fuente: Agriquen

## Anexo 4: Análisis químico de agua de río apta para el riego del cultivo de arándano.



### INFORME DE ENSAYO - AGUA

Nº de Referencia:	<b>A-17/022823</b>	Registrada en:	AGQ Perú	Fecha Recepción:	18/04/2020
Análisis:	A-0001-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú		
Tipo Muestra:	Agua	Fecha/Hora Muestreo:	16/04/2020	Fecha Fin:	23/04/2020
Lugar de Muestreo:	Ica	Fecha Inicio:	19/04/2020	Contrato:	PE17-1828
Muestreado por:	Cliente	Cliente 3º:	---		
Descripción:	Agua de canal (río)	Domicilio:			

#### PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Conductividad Eléctrica	292	µS/cm a 25°C		750		1 500		Electrometría	PEC-002
pH	8,20			6,50		7,50		Potenciometría pH	PEC-001

#### CATIONES +

Parámetro	mg/L	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Calcio	42,4	2,12		2,00		6,00		Espect ICP-OES	PEC-009
Magnesio	5,08	0,42		0,50		2,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Potasio	< 2,00	< 0,05		0,00		0,25		Espect ICP-OES	PEC-009
Sodio	6,27	0,27		0,00		4,00		Espect ICP-OES	PEC-009

#### ANIONES -

Parámetro	mg/L CO3H-	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Alcalinidad	98,8	1,62		0,50		3,00		Electrometría	PEC-011
Cloruros	< 10	< 0,3		0		4		Analiz Flujo Segmen	PE-336
Nitratos	< 10,0	< 0,16		0,00		0,80		Analiz Flujo Segmen	PE-336
Sulfatos	34,7	0,72		0,00		6,00		Espect ICP-OES	PEC-009

#### METALES TOTALES

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Boro	0,13	mg/L		0,00		0,80		Espect ICP-OES	PEC-009
Cobre	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Hierro	0,11	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Manganeso	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009

#### METALES SOLUBLES EN ÁCIDO

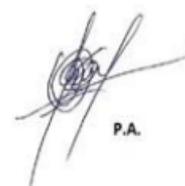
Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Zinc	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009

#### NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

#### OBSERVACIONES:

FECHA EMISIÓN: 24/04/2017

  
P.A.

Yoel Iñigo CQP 826  
Resp. Lab. Inorgánico

## Anexo 5: Análisis químico de agua de pozo no apta para el riego del cultivo de arándano.



### INFORME DE ENSAYO - AGUA

Nº de Referencia:	<b>A-17/070647</b>	Registrada en:	AGQ Perú		
Análisis:		Centro Análisis:	AGQ Perú		
Tipo Muestra:	<b>Agua</b>	Fecha/Hora:	<b>15/11/2020</b>	Fecha Recepción:	<b>19/11/2020</b>
Lugar de Muestreo:	<b>Ica</b>	Muestreo:		Fecha Fin:	<b>22/11/2020</b>
Punto de Muestreo:		Fecha Inicio:	<b>19/11/2020</b>	Contrato:	<b>PE17-5817</b>
Muestreado por:	<b>Ciente</b>	Ciente 3º:	----		
Descripción:	<b>Agua de pozo</b>	Domicilio:			
Cliente:					

#### PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Conductividad Eléctrica	788	µS/cm a 25°C		750		1 500		Electrometría	PEC-002
pH	8,38			6,50		7,50		Potenciometría pH	PEC-001

#### CATIONES +

Parámetro	mg/L	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Calcio	16,0	0,80		2,00		6,00		Espect ICP-OES	PEC-009
Magnesio	< 3,75	< 0,31		0,50		2,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Potasio	< 2,00	< 0,05		0,00		0,25		Espect ICP-OES	PEC-009
Sodio	158	6,88		0,00		4,00		Espect ICP-OES	PEC-009
Amonio	< 5,00	< 0,28						Análiz Flujo Segmentado	PE-336

#### ANIONES -

Parámetro	mg/L CO3H-	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Alcalinidad	221	3,62		0,50		3,00		Electrometría	PEC-011
Cloruros	27	0,8		0,0		4		Análiz Flujo Segmentado	PE-336
Nitratos	34,7	0,56		0,00		0,80		Análiz Flujo Segmentado	PE-336
Sulfatos	131	2,74		0,00		6,00		Espect ICP-OES	PEC-009
Carbonatos	< 10,0	< 0,00						Electrometría	PEC-011

#### METALES SOLUBLES EN ÁCIDO

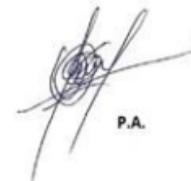
Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Boro	0,43	mg/L		0,00		0,80		Espect ICP-OES	PEC-009
Cobre	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Hierro	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Manganeso	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009
Zinc	< 0,05	mg/L		0,00		0,50		Espect ICP-OES	PEC-009

#### NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

#### OBSERVACIONES:

FECHA EMISIÓN: 17/11/2017

  
P.A.

Yoel Iñigo CQP 826  
Resp. Lab. Inorgánico

## Anexo 6: Análisis químico de agua después de la osmosis inversa, sin efecto tampón.



### INFORME DE ENSAYO - AGUA

Nº de Referencia:		Registrada en:	AGQ Perú		
Análisis:	SS-0000-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú	Fecha Recepción:	01/10/2020
Tipo Muestra:	Agua	Fecha/Hora:	27/09/2020	Muestreo:	
Lugar de Muestreo:	Ica	Fecha Inicio:	02/10/2020	Fecha Fin:	03/10/2020
Muestreado por:		Contrato:			PE17-5061
Descripción:		Cliente 3º:	---		
Cliente:		Domicilio:			

#### PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Conductividad Eléctrica	< 70,0	µS/cm a 25°C						Electrometría	PEC-002
pH	7,06							Potenciometría pH	PEC-001

#### FORMAS NITROGENADAS/FOSFORADAS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Fosfatos	< 2,92	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009

#### CATIONES +

Parámetro	mg/L	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Amonio	< 5,00	< 0,28						Análiz Flujo Segmen	PE-336
Calcio	< 2,50	< 0,12						Espect ICP-OES	PEC-009
Magnesio	< 3,75	< 0,31						Espect ICP-OES	PEC-009
Potasio	< 2,00	< 0,05						Espect ICP-OES	PEC-009
Sodio	3,94	0,17						Espect ICP-OES	PEC-009

#### ANIONES -

Parámetro	mg/L	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Cloruros	< 10,0	< 0,28						Análiz Flujo Segmen	PE-336
Nitratos	< 10,0	< 0,16						Análiz Flujo Segmen	PE-336
Sulfatos	< 10,0	< 0,21						Espect ICP-OES	PEC-009

#### METALES SOLUBLES EN ÁCIDO

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Boro	0,27	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009
Cobre	< 0,05	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009
Hierro	< 0,05	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009
Manganeso	< 0,05	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009
Zinc	< 0,05	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009

#### NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

FECHA EMISIÓN: 05/10/2017

#### OBSERVACIONES:

Yoel Iñigo CQP 826  
Resp. Lab. Inorgánico

## Anexo 7: Análisis químico de agua mezclada de osmosis inversa más agua tal cual.



### INFORME DE ENSAYO - AGUA

Nº de Referencia:	<b>SS-17/039447</b>	Registrada en:	<b>AGQ Perú</b>	Fecha Recepción:	<b>30/10/2020</b>
Análisis:	<b>SS-0000-PE</b>	Centro Análisis:	<b>AGQ Perú</b>	Fecha Fin:	<b>02/11/2020</b>
Tipo Muestra:	<b>Agua</b>	Fecha/Hora Muestreo:	<b>25/10/2020</b>	Contrato:	<b>PE17-5061</b>
Lugar de Muestreo:	<b>Ica</b>	Fecha Inicio:	<b>01/11/2020</b>	Cliente 3º:	<b>---</b>
Muestreado por:	<b>Cliente</b>	Descripción:	<b>Agua Arándanos</b>	Domicilio:	
Cliente:					

#### PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Conductividad Eléctrica	113	µS/cm a 25°C						Electrometría	PEC-002
pH	7,46							Potenciometría pH	PEC-001

#### FORMAS NITROGENADAS/FOSFORADAS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Fosfatos	< 2,92	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009

#### CATIONES +

Parámetro	mg/L	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Amonio	5,94	0,33						Analiz Flujo Segmen	PE-336
Calcio	< 2,50	< 0,12						Espect ICP-OES	PEC-009
Magnesio	< 3,75	< 0,31						Espect ICP-OES	PEC-009
Potasio	< 2,00	< 0,05						Espect ICP-OES	PEC-009
Sodio	18,6	0,81						Espect ICP-OES	PEC-009

#### ANIONES -

Parámetro	mg/L	meq/L	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Cloruros	< 10,0	< 0,28						Analiz Flujo Segmen	PE-336
Nitratos	< 10,0	< 0,16						Analiz Flujo Segmen	PE-336
Sulfatos	13,3	0,28						Espect ICP-OES	PEC-009

#### METALES SOLUBLES EN ÁCIDO

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Boro	0,30	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009
Cobre	< 0,05	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009
Hierro	< 0,05	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009
Manganeso	< 0,05	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009
Zinc	< 0,05	mg/L						Espect ICP-OES	PEC-009

#### NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: sólo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: No Legislado.

FECHA EMISIÓN: 05/10/2017

#### OBSERVACIONES:

Yoel Iñigo CQP 826

**Anexo 8: Quemador de azufre (Reactor SW1000 Automatizado).**



**Fuente:** Terrafutura.

## Anexo 9:Ficha técnica de la fibra de coco.



### FICHA TÉCNICA

COCOMIX  
Turba de coco

Revisado: 17/02/2020

#### IMPORTANCIA:

Es un producto ecológico y renovable. Retiene el agua necesaria y mantiene una elevada capacidad de aireación, garantizando el enraizamiento que además evita enfermedades fungosas en las raíces.

#### DESCRIPCIÓN:

Es un sustrato 100% natural, compuesta de turba de coco. La turba gruesa asegura una correcta aireación, mientras que la fibra fina retiene el agua. El pH de la turba de coco es estable y controlado. Además, su CIC\* retiene, libera nutrientes progresivamente y ejerce el poder amortiguador ante errores de abonado, evita pérdidas por lixiviación.

#### APLICACIONES:

Para contenedores menores a 5 litros. Para mezcla con sustratos como turba y corteza de pino. Puede ser usado para enraizamiento de esquejes y embolsado de plantas.

CARACTERÍSTICAS	DETALLES
Procedencia	INDIA
Composición	100% Turba de coco
Densidad aparente	0.07 g/cm <sup>3</sup>
Porosidad Total	95%
Material Orgánica total	9.38%
Humedad	>35%
Cap. de retención de agua	7-9%
Capacidad de aireación	26%
pH	6.0- 6.5
CE**	<0.55 dS/m
Granulometría media	0-7 mm
Nutrientes***	N: 0.16% O: 0.08% K: 0.06%
Volumen sin hidratar	200L
Volumen hidratado	300L
Presentación	Bolsa
Dimensiones	85x48x30
Peso comprimido del fardo	24 kg

\*CIC: Capacidad de Intercambio catiónico.

\*\*CE: Conductividad Eléctrica.

\*\*\* Nutrientes propios de la turba de coco.

Recomendaciones: Esta información se suministra de buena fe, es precisa y confiable según mejor conocimiento, pero debe considerarse solo como una guía en la selección del producto no como garantía de funcionamiento. • MARUPLAST INTERNACIONAL E.I.R.L. declina toda responsabilidad por resultados obtenidos mediante el uso de esta información.

**MARUPLAST INTERNACIONAL EIRLTDA**  
Departamento Técnico

## Anexo 10:Ficha técnica de la turba más perlita y fibra de coco.

### FICHA TÉCNICA

#### SUSTRATO BERRYMIX 8

Turba + 25% perlita + 25% Fibra de Coco

Revisado: 15/11/2019

#### IMPORTANCIA

El **BERRYMIX 8** es un sustrato orgánico de granulometría media, pH ácido y de componentes ideales para la producción de arándano, ya que posee una alta estabilidad estructural y relación óptima de capacidad de agua y aire debido a la turba rubia fraccionada, perlita y la fibra de coco. Posee la certificación orgánica OMRI.

#### DESCRIPCIÓN

Está compuesta de turba rubia, perlita y fibra de coco. Es un material inocuo, sin patógenos, ni malezas y mantiene una estructura estable antes y después del riego durante el crecimiento completo.

#### APLICACIONES

Excelente para la propagación orgánica del cultivo de arándano.

Óptimo para la producción en macetas y bolsas mayor de 2L de volumen.

La cantidad de agua que se agrega es de 37-40L por cada 100L de sustrato, siendo el riego de manera gradual o pulverizado.

CARACTERÍSTICAS	DETALLES
Procedencia	HOLANDA
Composición (receta L12)	Turba rubia, perlita y Fibra de coco.
pH (H <sub>2</sub> O, v/v 1:2,5)	4.8 ±0.3
Salinidad (g/l, v/v 1:3,6)	<0.2 g/l
Granulometría	Media/ 0-30mm. - 10% aprox. turba: 0-30mm. - 40% aprox. turba extraída en bloques: 10- 25mm. - 25% aprox. perlita: 1- 7.5mm. - 25% aprox. fibra de coco: 0-7mm
Nutrientes	Sin fertilizantes de NPK
	Utilizar fertilizante orgánico en el momento de uso.
Cap. de retención de agua (%)	60-70
Capacidad de aireación (%)	20-30
Sustancia seca (%)	<10
Volumen expandido del fardo	5.5 m <sup>3</sup>
Presentación	Big bale

Recomendaciones: El sustrato cumple el reglamento (CE) N°834/2007 y sus normas detalladas para la implementación (CE) N°889/2008, apéndice I. Es recomendable que el riego y la mezcla del sustrato se realice en una zona limpia y desinfectada. Esta información se suministra de buena fe, es precisa y confiable según mejor conocimiento, pero debe considerarse solo como una guía en la selección del producto no como garantía de funcionamiento. • MARUPLAST INTERNACIONAL E.I.R.L. declina toda responsabilidad por resultados obtenidos mediante el uso de esta información.

**MARUPLAST INTERNACIONAL EIRLTDA**  
Departamento Técnico