

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“EL CULTIVO DE ARÁNDANOS (*Vaccinium corymbosum*)
EN MACETAS BAJO LAS CONDICIONES DE CHEPÉN,
LA LIBERTAD E IRRIGACIÓN SANTA ROSA, LIMA”**

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

LUIS ALFREDO LIRA CHIRIF



LIMA - PERÚ

2023

Document Information

Analyzed document	ALFREDO LIRA rev.docx (D143664402)
Submitted	9/6/2022 3:03:00 PM
Submitted by	Isabel
Submitter email	imontes@lamolina.edu.pe
Similarity	8%
Analysis address	imontes.unalm@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/erh-jequetepeque_2015_superficiales.pdf Fetched: 11/7/2021 4:48:34 PM	 7
W	URL: https://bit.ly/3MoGE3f Fetched: 9/6/2022 3:03:00 PM	 6

Entire Document

Presentación El Grupo Cerro Prieto (GCP) se dedica a la producción, el empaque y la comercialización de productos agrícolas para exportación, tales como arándanos, espárragos y paltas. Actualmente, tienen más de 5500 ha de estos cultivos, distribuidos en las zonas de La Libertad, Irrigación Santa Rosa y Colombia. Ahora, la Agrícola Cerro Prieto (ACP) y Qali Fruits son dos empresas que pertenecen al GCP. Por un lado, la ACP cuenta con 4650 ha ubicadas al norte del país (Chepén), de las cuales, se tienen sembradas 1800 ha de palto, 1250 ha de arándano y 460 ha de espárrago. Por el otro, Qali Fruits cuenta con 150 ha de arándanos ubicada en la Irrigación Santa Rosa.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“EL CULTIVO DE ARÁNDANOS (*Vaccinium corymbosum*) EN
MACETAS BAJO LAS CONDICIONES DE CHEPÉN, LA
LIBERTAD E IRRIGACIÓN SANTA ROSA, LIMA”**

LUIS ALFREDO LIRA CHIRIF

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título
de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto
PRESIDENTE

.....
Ing. M. S. Andrés Virgilio Casas Díaz
ASESOR

.....
Dr. Erick Espinoza Núñez
MIEMBRO

.....
Dra. Marlene Gladys Aguilar Hernández
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2023

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problemática	1
1.2 Objetivos:.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Principales cultivos de agroexportación en la costa peruana	3
2.2 Aspectos agronómicos del cultivo de arándano	5
2.2.1 Morfología del cultivo	5
2.2.2 Manejo de podas	6
2.2.3 Principios y características de las macetas y los sustratos utilizados en el manejo del cultivo del arándano	7
2.2.4 Riego y fertilización en arándanos en macetas.....	9
2.2.5 Riego por pulsos	9
2.2.6 Drenaje	10
2.2.7 Fertilización proporcional	10
2.3 Valle Jequetepeque	11
2.3.1 Aspectos hidrogeológicos del Valle Jequetepeque.....	11
2.3.2 Calidad del agua	13
2.3.3 Oferta hídrica del río Jequetepeque	13
2.4 Valle Huaura	14
2.4.1 Aspectos hidrogeológicos del Valle Huaura	14
2.4.2 Calidad del agua	16
2.4.3 Oferta hídrica del río Huaura.....	16
III. DESARROLLO DE EXPERIENCIA PROFESIONAL	17
3.1. Manejo del riego en los arándanos cultivados en macetas en dos zonas (Chepén e Irrigación Santa Rosa)	17
3.3.1 Evaluación de drenaje.....	17

3.3.2	Evaluación de la Evapotranspiración Potencial horaria	18
3.3.3	Consumo de agua (m ³) por hectárea, por campaña en arándanos cultivados en maceta en comparación con suelo en las dos zonas de influencia (Chepén e Irrigación Santa Rosa)	19
3.3.4	Consumo de agua (litros/planta) por campaña en arándanos sembrados en macetas vs. suelo en las dos zonas de influencia (Chepén e Irrigación Santa Rosa) ..	21
3.4	Manejo del consumo de nutrientes (unidades) por campaña en arándanos cultivados en macetas vs. en suelo, en las dos zonas de influencia (Chepén e Irrigación Santa Rosa).....	22
3.4.1	Monitoreo de soluciones de fertirriego.....	23
3.4.2	Monitoreo de sustrato	24
3.4.3	Monitoreo de drenaje.....	24
3.4.4	Disminución en el uso de fertilizantes y contaminación de suelos	25
3.5	Manejo del potencial de hidrógeno en arándanos en maceta.....	28
3.5.1	Consumo de fuentes acidificantes (kg/m ³) por campaña en arándanos sembrados en maceta vs. en suelo, en las dos zonas de influencia (Chepén e Irrigación Santa Rosa).....	29
3.6	Relación entre la optimización de recursos y los rendimientos del cultivo de arándanos (kg/ha)	30
3.6.1	Relación entre el consumo de fertilizante y el rendimiento del cultivo de arándano (kg/ha).....	32
3.6.2	Relación entre el consumo de agua en m ³ /ha/campaña y el rendimiento del cultivo de arándano (kg/ha)	32
3.7	Evaluación financiera de arándano en maceta	33
IV.	CONCLUSIONES	35
V.	RECOMENDACIONES	37
VI.	REFERENCIAS	38
ANEXOS	38

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Ranking de las agroexportaciones en los años 2019-2020.....	4
Tabla 2 Evolución de las exportaciones del cultivo de arándano en los últimos 5 años (miles USD FOB).....	5
Tabla 3 Desarrollo del arándano por etapas fenológicas en Chepén y la Irrigación Santa Rosa	6
Tabla 4 Cantidad de agua (m ³) empleada en Chepén e Irrigación Santa Rosa	19
Tabla 5 Distribución del uso de agua (m ³) en Chepén e Irrigación Santa Rosa.....	20
Tabla 6 Densidad de siembra empleando siembra en suelo y en macetas	21
Tabla 7 Diferencial de uso de agua (m ³) en plantaciones de arándano en suelo y macetas	21
Tabla 8 Diferencial de uso de nitrógeno en plantaciones de arándano en suelo y en macetas	25
Tabla 9 Distribución de las unidades de nitrógeno por etapas fenológicas en arándanos en Chepén e Irrigación Santa Rosa.....	26
Tabla 10 Unidades de potasio en arándanos, en plantaciones en suelo y en macetas en Chepén e Irrigación Santa Rosa	27
Tabla 11 Distribución de las unidades de potasio en arándanos sembrados en suelo y en macetas	28
Tabla 12 Empleo de ácido en siembras de arándanos en suelo y en maceta, en Chepén e Irrigación Santa Rosa.....	29
Tabla 13 Producción de arándanos (kg) en siembras en maceta y suelo en Chepén e Irrigación Santa Rosa.....	30
Tabla 14 Rendimiento por planta (kg) en siembras de arándanos en macetas y suelo en Chepén e Irrigación Santa Rosa	31

Tabla 15 Unidades requeridas de nitrógeno (k/ha) y potasio (kg/ha de K ₂ O) por kilogramo de fruta en siembras de arándano en suelo y en macetas	32
Tabla 16 Requerimiento de agua (m ³) por kilogramo de fruta en siembras de arándanos en suelo y maceta en Chepén e Irrigación Santa Rosa	33
Tabla 17 Capex por hectárea	33
Tabla 18 Producción y costo por hectárea en siembras de arándano en suelo y maceta, primer año.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Flujo de cosecha y poscosecha en el arándano	7
Figura 2 Maceta empleada para el cultivo del arándano	8
Figura 3 Ubicación de la cuenca Jequetepeque-Chamán	12
Figura 4 Cuenca del río Huaura.....	15
Figura 5 Determinación del número e intervalo de tiempo entre pulsos de riego.....	17
Figura 6 Evolución del drenaje en macetas	18
Figura 7 Comportamiento y porcentaje acumulado de la ETP del día antes y después del meridiano	18
Figura 8 Relación del porcentaje de drenaje con ETP acumulada hasta la hora de inicio ..	19
Figura 9 Distribución de metros cúbicos consumidos por hectárea en un año calendario expresados por etapa fenológica.....	20
Figura 10 Distribución de litros consumidos por planta en un año calendario, expresados por etapa fenológica	22
Figura 11 Recolección de muestras de solución fertirriego correctamente en campo de arándano en macetas, ACP	23
Figura 12 Muestras de solución fertirriego correctamente rotuladas para análisis en laboratorio, ACP	23
Figura 13 Muestras la toma de la lectura de la CE y pH del sustrato en el manejo de arándanos en macetas	24
Figura 14 Muestras la forma en la que se recolectan las muestras de drenaje en campos de arándanos en macetas	24
Figura 15 Distribución de unidades de nitrógeno consumidas por hectárea en un año calendario, expresados por etapa fenológica	26

Figura 16 Distribución de unidades de potasio consumidas por hectárea en un año calendario expresados por etapa fenológica	27
Figura 17 Uso de ácido cítrico (m ³) por etapa fenológica en arándanos sembrados en maceta y suelo	30
Figura 18 Rendimiento en kilogramos por hectárea en una campaña de arándano de primer año de producción	31

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica	41
Anexo 2. Ficha técnica materia	42
Anexo 3. Informe de seguimiento nutricional	43
Anexo 4. Análisis de pH y CE en fibra de coco	44

RESUMEN

El presente trabajo presenta la experiencia profesional desarrollada en dos empresas del Grupo Cerro Prieto en relación a la optimización del manejo del arándano cuando se produce en maceta y de cómo ello contribuye además a un uso más eficiente del agua y fertilización.

Se exponen las ventajas agronómicas y se realiza un análisis detallado, especialmente en riego y fertilización. Además, se aborda como este método alternativo contribuye al cuidado del medio ambiente.

Palabras claves: manejo agronómico, sustrato, potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, hectárea, campaña, riego, fertilización, optimización, morfología, meteorología, etapa fenológica, cosecha, drenaje, *Vaccinium corymbosum*.

ABSTRACT

This paper presents the professional experience developed in two companies of the Cerro Prieto Group in relation to the optimization of blueberry management when is produced in pots and how this also contributes to a more efficient use of water and fertilization.

The agronomic advantages are presented and a detailed analysis is made, especially in irrigation and fertilization. It is also discussed how this alternative method contributes to the care of the environment.

Key words: agronomic management, substrate, hydrogen potential, electrical conductivity, hectare, campaign, irrigation, fertilization, optimization, morphology, meteorology, phenological stage, harvest, drainage, *Vaccinium corymbosum*.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Problemática

Al igual que muchas actividades económicas, la agricultura demanda una serie de recursos (agua, suelos, material vegetal, fertilizantes, agroquímicos, entre otros) para lograr cosechas de calidad y sostenibles, las que constituyen la principal fuente de alimentos para la población mundial. Desde hace tres décadas, el Perú ha pasado por una serie de procesos de desarrollo, los cuales han generado inversiones e innovaciones; esto ha permitido mantener al país posicionado como uno de los principales agroexportadores de cultivos de alto valor en el mundo (Redacción Gestión, 2019).

En los últimos años, el arándano (*Vaccinium corymbosum*) ha cobrado relevancia por sus propiedades anticancerígenas y antioxidantes, así como por su alto aporte vitamínico, consumido en mayor volumen como fruto fresco. Por ello, la necesidad de producirlo bajo condiciones orgánicas y amigables con el medio ambiente. En ese sentido, el presente trabajo pretende demostrar cómo el arándano en maceta mejora las condiciones de manejo, además de contribuir a que sea más eficiente en el uso de agua y amigable con el medio ambiente. Para ello, se explica brevemente la importancia del arándano en la agroexportación peruana, las nociones básicas respecto a los aspectos hidrogeológicos de cada zona de producción y los elementos agronómicos que se deben tener en cuenta.

Por su parte, el desarrollo de la experiencia profesional se centra en el manejo agronómico del arándano (*Vaccinium corymbosum*), involucrando diferentes aristas como la fertilización, el riego, las condiciones de drenaje, las podas, los controles fitosanitarios, el consumo de nutrientes, el manejo del potencial de hidrógeno, entre otros, de acuerdo con las características que se presentan en cada una de las zonas de estudio e intervención. Cabe añadir que se le brinda mayor relevancia al riego y la fertilización, que son las labores culturales de mayor precisión en el manejo agronómico en cultivos producidos en macetas (sustratos).

En consecuencia, se consideran las exigencias del cultivo en condiciones de pH (Potencial de Hidrógeno) alrededor de 5.5 y CE (Conductividad Eléctrica) alrededor de 1.0-1.5 (Strik et al., 2020). También, se evalúa el consumo de agua tanto en metros cúbicos anuales por hectárea como en litros por planta por campaña y se comparan estas medidas con el arándano sembrado directamente en suelo. En síntesis, la presente investigación se enmarca en las experiencias observadas en los últimos años de desarrollo en el arándano, el uso de tecnología de punta y la aplicación de esta en la optimización de los recursos.

1.2 Objetivos:

- Mostrar los beneficios en el uso de macetas (sustratos) en el manejo agronómico del arándano en la costa peruana.
- Demostrar los casos de éxito en riego y fertilización en el manejo del arándano en condiciones de siembra en macetas (sustrato-fibra de coco).
- Demostrar la optimización de recursos y la disminución de la contaminación ambiental trabajando en condiciones controladas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Principales cultivos de agroexportación en la costa peruana

En el Perú, el rubro de la agroexportación ha crecido de manera sostenida en los últimos veinte años, representando 7453 millones de dólares americanos en 2020, en donde las uvas, las paltas, los arándanos, el café y los espárragos son los cultivos de mayor demanda en los mercados internacionales (Asociación de Exportadores [ADEX], 2021). De ahí la importancia de que el GCP trabaje en mejorar el manejo agronómico del cultivo del arándano (*Vaccinium corymbosum*), en busca de optimización los recursos y el desarrollo sostenible. En la Tabla 1, se muestran los diez productos principales de agroexportación en 2020, en valor FOB (*Free On Board*), y su evolución con respecto a 2019.

Tabla 1: Ranking de las agroexportaciones en los años 2019-2020

No.	Descripción arancelaria	Valor FOB (millones USD)			
		2019	2020	Var. % 2020/2019	Part. % 2020
1	Uvas frescas	878	1020	16.27	13.69
2	Arándanos rojos, mirtilos y demás frutos del género <i>Vaccinium</i> , frescos	815	984	20.86	13.21
3	Aguacates (paltas), frescos o secos	757	755	-0.26	10.14
4	Demás café sin descafeinar, sin tostar	635	639	0.61	8.57
5	Espárragos, frescos o refrigerados	400	382	-4.65	5.12
6	Mangos y mangostanes, frescos o secos	260	273	5.00	3.67
7	Wilkins e híbridos similares de agrios (cítricos), excepto tangelo	128	179	39.94	2.40
8	Bananas o plátanos tipo Cavendish Valery" frescos	153	146	-4.73	1.95
9	Demás preparaciones utilizadas para la alimentación de los animales	195	134	-31.14	1.80
10	Demás cacao en grano, entero o partido, crudo, excepto para siembra	139	132	-5.25	1.77
	Total	7095	7453	5.05	100.00

Nota. Tomado de *Nota de inteligencia comercial*, por la ADEX, 2021, <https://bit.ly/3OtWhs2>.

En los últimos cinco años, el arándano (*Vaccinium corymbosum*) ha logrado incrementar sus exportaciones de manera exponencial y posicionarse como el segundo cultivo de mayor importancia en las agroexportaciones peruanas, con ventas que alcanzaron los 984 479 miles USD en 2020 (ADEX, 2021), como se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2: Evolución de las exportaciones del cultivo de arándano en los últimos 5 años (miles USD FOB)

Año	Miles USD
2017	369 323
2018	540 152
2019	814 561
2020	984 479
2021	425 159

Nota. Para 2021, se consideran los meses de enero a setiembre. Tomado de *Nota de inteligencia comercial*, por la ADEX, 2021, <https://bit.ly/3OtWhs2>.

La zona costera presenta el mayor porcentaje de área sembrada con arándanos (*Vaccinium corymbosum*), siendo las principales zonas de producción La Libertad, Lambayeque y Lima, que coinciden con la ubicación de los fundos del GCP en Perú.

2.2 Aspectos agronómicos del cultivo de arándano

2.2.1 Morfología del cultivo

El arándano es un arbusto que puede llegar a crecer hasta 2.5 m aproximadamente.

- Raíz: puede encontrarse entre los 40 cm. Las raíces son finas, fibrosas y superficiales. Además, cuenta con pocos pelos absorbentes, por ello, la absorción está a cargo de las raíces más jóvenes (Rubio et al., 2010).
- Hojas: simples, forma ovalada a lanceolada, caduca, de distribución alterna a lo largo del raquis y estomas ubicados en el envés.
- Inflorescencia: en racimo con cinco a diez flores en forma de péndulo, de color blanco a rosado.
- Fruto: baya redondeada, con un diámetro de 1 a 4 cm. Tiene un color negro azulado, que se recubre de pruina azul y con un ribete en la parte superior, como una corona pequeña. Además, su pulpa sabe agridulce.
- Fenología del cultivo

En la Tabla 3, se muestra el desarrollo del arándano por cada etapa fenológica en condiciones de la costa peruana, desde la poda hasta la cosecha.

Tabla 3: Desarrollo del arándano por etapas fenológicas en Chepén y la Irrigación Santa Rosa

Etapa Fenológica	Chepén	Irrigación Santa Rosa
Poda-prefloración	77 DDP	77 DDP
Floración-formación de frutos	85 DDP	85 DDP
Cosecha	203 DDP	203 DDP
Etapa Fenológica	Chepén	Irrigación Santa Rosa
Poda-prefloración	Diciembre-marzo	Diciembre-marzo
Floración-formación de frutos	Marzo-junio	Marzo-junio
Cosecha	Junio-diciembre	Junio-diciembre

DDP: días después de la poda.

En ambas zonas de influencia, los días transcurridos entre una etapa fenológica y otra son similares en la misma variedad; la diferencia se encuentra en los meses del año en los que se desarrollan estas.

2.2.2 Manejo de podas

a) Poda de limpieza.

Esta poda se efectúa después de quince a veinte días de sembrado el plantín; su objetivo es retirar los tallos débiles y mal formados, las ramas delgadas, secas y rezagos de floración. Las tijeras de poda se deben desinfectar en cada cambio de planta.

b) Poda de formación.

Podar a una altura no menor de 40 cm desde el cuello de la planta.

c) Cosecha y poscosecha.

Flujo del manejo de cosecha y poscosecha.

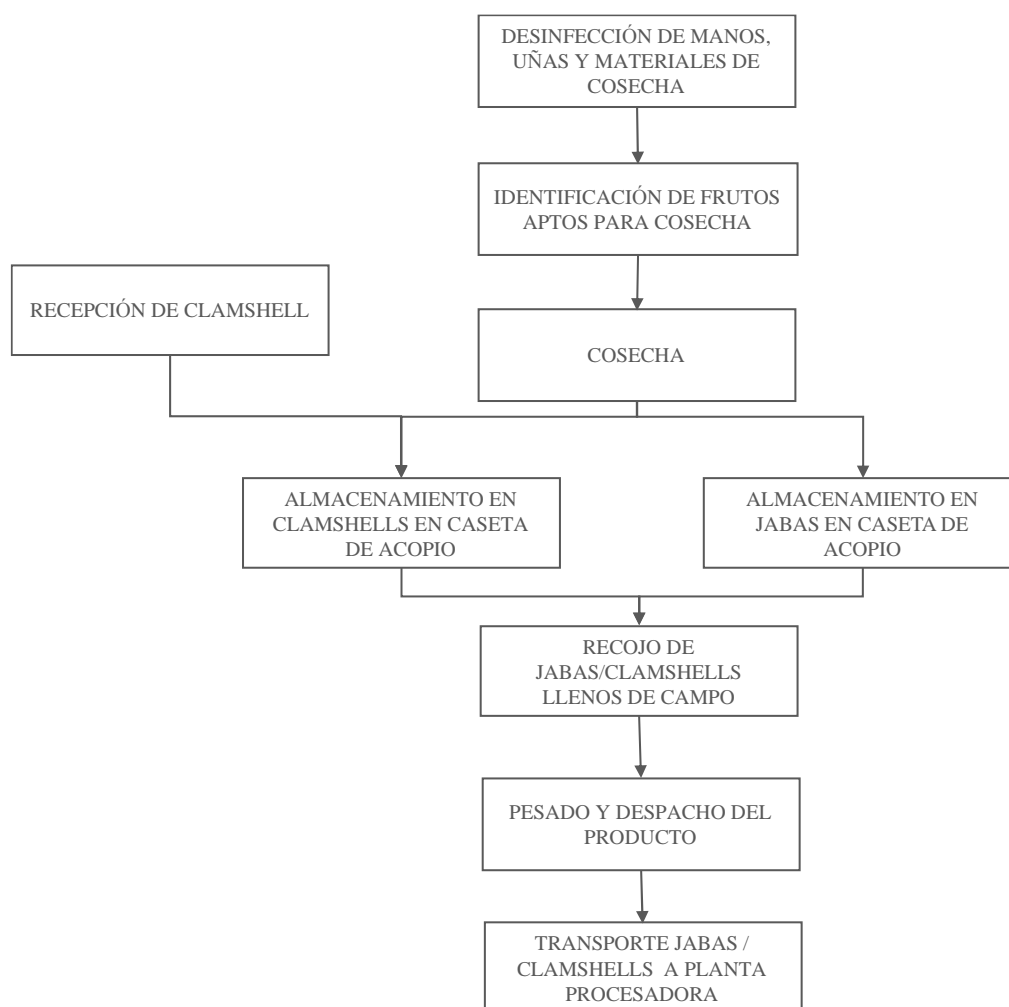


Figura 1: Flujo de cosecha y poscosecha en el arándano

2.2.3 Principios y características de las macetas y los sustratos utilizados en el manejo del cultivo del arándano

El uso de macetas es una práctica asociada a los campos de alta densidad, el “uso de sustratos, precocidad en la entrada del cultivo en producción, riego por pulsos, uniformidad, poda intensiva” (Agtech América, 2019, párr. 1) y rendimientos estables (Srnke et al., 2021). En síntesis, la maceta constituye una solución técnica para zonas desérticas y situaciones fisicoquímicas de suelos inadecuados para el cultivo, tales como aquellos de mal drenaje, con pH neutros a alcalinos, baja porosidad, entre otras particularidades.

Especificaciones técnicas de las macetas (Figura 2):

- Medidas: 33 cm parte superior, 29 cm de base y 37.5 cm de altura.
- Peso promedio: 850 g por maceta.
- Capacidad: 27 l.
- Material: polietileno LDPE-HDPE /3-4 % UV y polipropileno PP.
- Color: terracota o blanco.



Figura 2: Maceta empleada para el cultivo del arándano

El uso de macetas requiere de un medio (sustrato) que permita el correcto desarrollo del sistema radicular en un medio confinado. Por tal motivo, es indispensable trabajar con sustratos de buen drenaje y porosidad, como la fibra de coco (Patil et al., 2020).

Especificaciones técnicas de la fibra de coco:

- CE: menor a 1 ds/m (relación 5:1 agua, es decir 5 de fibra 1 de agua).
- pH: 5.5-6.5.
- Materia orgánica: mayor al 90 %.
- Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC): mayor a 60 meq/100 g.
- Relación C/N: mayor a 50.
- Densidad aparente: 0.14 g/cm³.
- Porosidad: 20 %.

Ventajas físicas de la fibra de coco:

- Alta capacidad de retención de nutrientes.
- Alta porosidad y aireación.
- Alta capacidad de retención de agua.

Ventajas biológicas de la fibra de coco:

- Transforma el nitrógeno soluble en orgánico evitando pérdidas por lixiviación.
- Estimula el crecimiento vegetativo.
- Estimula la actividad biológica.

Trabajar con un medio 100 % estable es hidroponía, en otras palabras, no se tiene aporte nutricional ni capacidad de intercambio catiónico por parte del sustrato, sino a través de riegos frecuente con solución nutritiva. Los cultivos trabajados en sustratos tienen ausencia de patógenos transmitidos por el suelo, los nutrientes y el agua se aplican de manera más uniforme a las plantas –sin riesgo de acumulación de residuos fitoquímicos– y disminuye el problema de malezas.

2.2.4 Riego y fertilización en arándanos en macetas

El arándano en condiciones de maceta y sustrato requiere de un manejo de riego y fertilización eficiente y precisa, de manera que se mantenga el sustrato siempre húmedo y con los nutrientes necesarios, sin llegar a una saturación extrema. Para lograr darle al cultivo esas condiciones, es pertinente llevar a cabo el riego por pulsos, evaluar constantemente el drenaje de las macetas y hacer una fertilización proporcional que garantice su correcta nutrición.

2.2.5 Riego por pulsos

Se hace preciso señalar que “La técnica de regar por pulsos consiste en aplicar un caudal determinado de agua de manera intermitente a través de una sucesión de entregas y cortes de agua llamados ciclos” (Romay et al., 2012, p. 1). En este sentido, los pulsos proveen:

- Frescura en el sustrato.
- Alta disponibilidad de agua y baja CE cerca de la raíz. Buena oxigenación del agua, que ocurre cuando se encuentra en movimiento y viene en contacto con el aire.

Los ciclos y el número de pulsos dependen del sustrato, la edad, el ritmo de la transpiración y el efecto que se quiera generar en la planta (vegetativa/generativa). De esta forma, el sustrato debe empezar a drenar antes de entrar al pico de calor y debe mantenerse durante todo el día.

2.2.6 Drenaje

El drenaje corresponde a la proporción de agua excedente a la necesaria para el cultivo en el momento puntual de riego expulsado por gravedad. Esta es una herramienta de manejo, cuya finalidad es asegurar que las sales provenientes de la fertilización no se acumulen en el sustrato y puedan causar toxicidad a las plantas o incrementar la presión osmótica, lo que limita la toma de agua por el sistema radicular. En algunos casos, como son demasiado cortos, el riego por pulsos puede ser insuficiente para empujar las sales fuera de la zona radicular; por ello, es menester tomar las siguientes recomendaciones:

- El monitoreo constante de los niveles de CE del gotero y drenaje. Un ΔCE de 0.5-1.0 dS/m entre el drenaje y el agua de riego indica un proceso balanceado. Un delta más alto representa un desbalance.
- El uso de una medición de volumen de drenaje como apoyo para el riego.
- Se debe manejar alrededor de un 25% de agua drenada. Este porcentaje no varía según fenología del cultivo.

2.2.7 Fertilización proporcional

Para ejecutar la fertirrigación proporcional es preciso elaborar soluciones concentradas de nutrientes preparadas en una serie de tanques. Este tipo de soluciones son conocidas como soluciones madre, las cuales son inyectadas al agua de riego en una proporción apropiada (Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA], 2016). Cabe añadir:

[Que] la proporción de inyección se define como la relación entre los volúmenes de la solución de fertilizante inyectado por el agua de riego. Por lo tanto, tiene unidades de volumen/volumen. Por ejemplo: litros/m³, galón /100 galón o % (por ciento).

Se puede calcular por la siguiente proporción: tasa de inyección/flujo de riego. Donde la tasa de inyección y la descarga de riego son expresadas en unidades de volumen/tiempo. [...] Este resultado también se puede expresar como un 0.5 %, o una proporción de 1:200. ([INIA, 2016, párr. 14-16])

2.3 Valle Jequetepeque

La ACP Chepén cuenta con una canal de 26 km que une la última toma del canal Talambo con los reservorios. Estas aguas provienen de la cuenca del valle Jequetepeque.

2.3.1 Aspectos hidrogeológicos del Valle Jequetepeque

Los principales aspectos hidrogeológicos que caracterizan el Valle Jequetepeque son los siguientes.

- Ubicación:

La cuenca del río Jequetepeque tiene una superficie de 3956 km². Está ubicada en la costa norte del Perú, en el departamento de Cajamarca y La Libertad, y pertenece a la vertiente del Pacífico.

- Ubicación geográfica:

Pertenece a la vertiente del Pacífico. Límites:

Norte: cuenca Chancay Lambayeque e intercuenca Alto Marañón.

Este: cuenca Crisnejas.

Sur: cuenca Chicama.

Oeste: cuenca Zaña y Chamán.

- Ubicación administrativa:

“Los recursos hídricos en el ámbito territorial de la cuenca del río Jequetepeque son gestionados principalmente por la ALA Jequetepeque, bajo la dirección de la AAA Jequetepeque-Zarumilla” (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2015, p. 10).

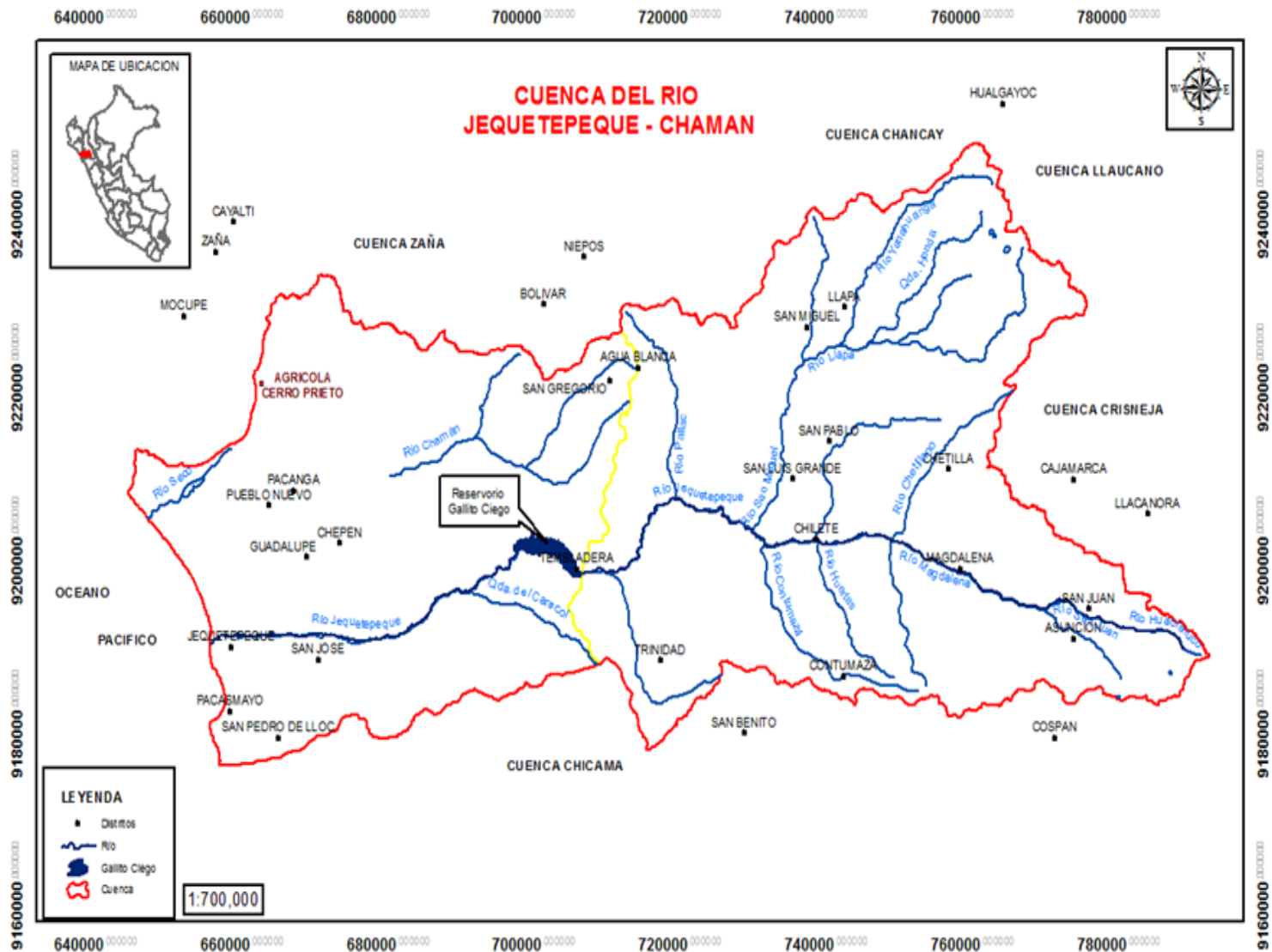


Figura 3: Ubicación de la cuenca Jequetepeque

2.3.2 Calidad del agua

Los recursos hídricos del río Jequetepeque califican dentro de la categoría 3, clase 3, de acuerdo con la clasificación de cuerpos de aguas. Las aguas reguladas mediante el sistema de riego agrícola son empleadas hace muchos años atrás con estos fines y se consideran aptas para la agricultura (Resolución Jefatural 202-2010-ANA, 2010).

- Información meteorológica e hidrométrica:

En este sentido, “La cuenca del río Jequetepeque se encuentra bajo incidencias climáticas tanto del Pacífico, como de la vertiente Altoandina Oriental (de la cuenca del Amazonas)” (Girón, 2003, p. 5). La influencia climática del Pacífico se extiende en toda la cuenca baja del río Jequetepeque hasta una distancia aproximada de 100 km desde la costa. Las incidencias climáticas amazónicas o altoandinas comprenden sobre todo la parte de la cuenca alta del río, incluida la zona de transición.

- Régimen de temperatura media:

En cuanto a este elemento, se señala que “La temperatura media anual oscila en 25.6 °C y 9.8 °C, el mayor valor se observa en la estación Chepén”. (ANA, 2015, p. 57).

- Humedad relativa:

Existen pocas estaciones meteorológicas en el valle. La estación de tembladera presenta los registros más húmedos y homogéneos, con un 89.4 %.

- Evaporación:

La evaporación anual en la cuenca alta varía desde; 709 mm en San Miguel, 880 mm en Granja Porcón, hasta 1098 mm en San Juan. En la parte baja, (donde se ubica Cerro Prieto), la evaporación presenta altos valores que varían entre 1116 mm y 1604 mm. (ANA, 2015, p. 68)

2.3.3 Oferta hídrica del río Jequetepeque

Según las series históricas de los últimos 75 años del río Jequetepeque, se visualiza que las descargas medias mensuales tienen una variación de 0.15 m³/s en agosto y de 321.46 m³/s en marzo; con un promedio multianual de 27.95 m³/s, equivalente a 874.8 MMC. El periodo

de avenida comprende los meses de enero a abril, el primer periodo de transición comprende de mayo a junio; el periodo de estiaje comprende de julio a setiembre; y el segundo periodo de transición comprende los meses de octubre a diciembre.

- Demanda hídrica actual del sistema:

La demanda consuntiva total es de 738 MMC y de ella, la actividad agrícola representa el 93.5 % (ANA, 2018). Si bien es cierto que se han realizado balances hídricos --cuyos resultados han sido favorables respecto a aumentar la disponibilidad para la ACP, Chepén (aproximadamente 20 MMC anuales adicionales), las instituciones relacionadas con la gestión de recursos hídricos prevén que es mejor no acceder a este requerimiento por precaución. Por ende, la ACP se vea mermada en su posibilidad de completar sus áreas bajo riego, solicitando mayor disponibilidad hídrica superficial.

2.4 Valle Huaura

2.4.1 Aspectos hidrogeológicos del Valle Huaura

Los principales aspectos hidrogeológicos que caracterizan el Valle Huaura son los siguientes:

- Ubicación:

Para empezar, “El río Huaura nace en la Vertiente Occidental de la Cordillera de los Andes a más de 5000 m s. n. m., y discurre en dirección oeste para desembocar en el Océano Pacífico” (Ministerio de Energía y Minas [MINEM], s.f., p. 1).

- Ubicación política:

Por su parte, “Políticamente la cuenca forma parte de las provincias de Chancay y Oyón, pertenecientes al departamento de Lima” (MINEM, s.f., p. 1).

- Ubicación administrativa:

Los recursos hídricos son gestionados por la Administración Local del Agua (ALA) Huaura, bajo la dirección de la Autoridad Administrativa del Agua (AAA) Cañete-Fortaleza (Figura 4).

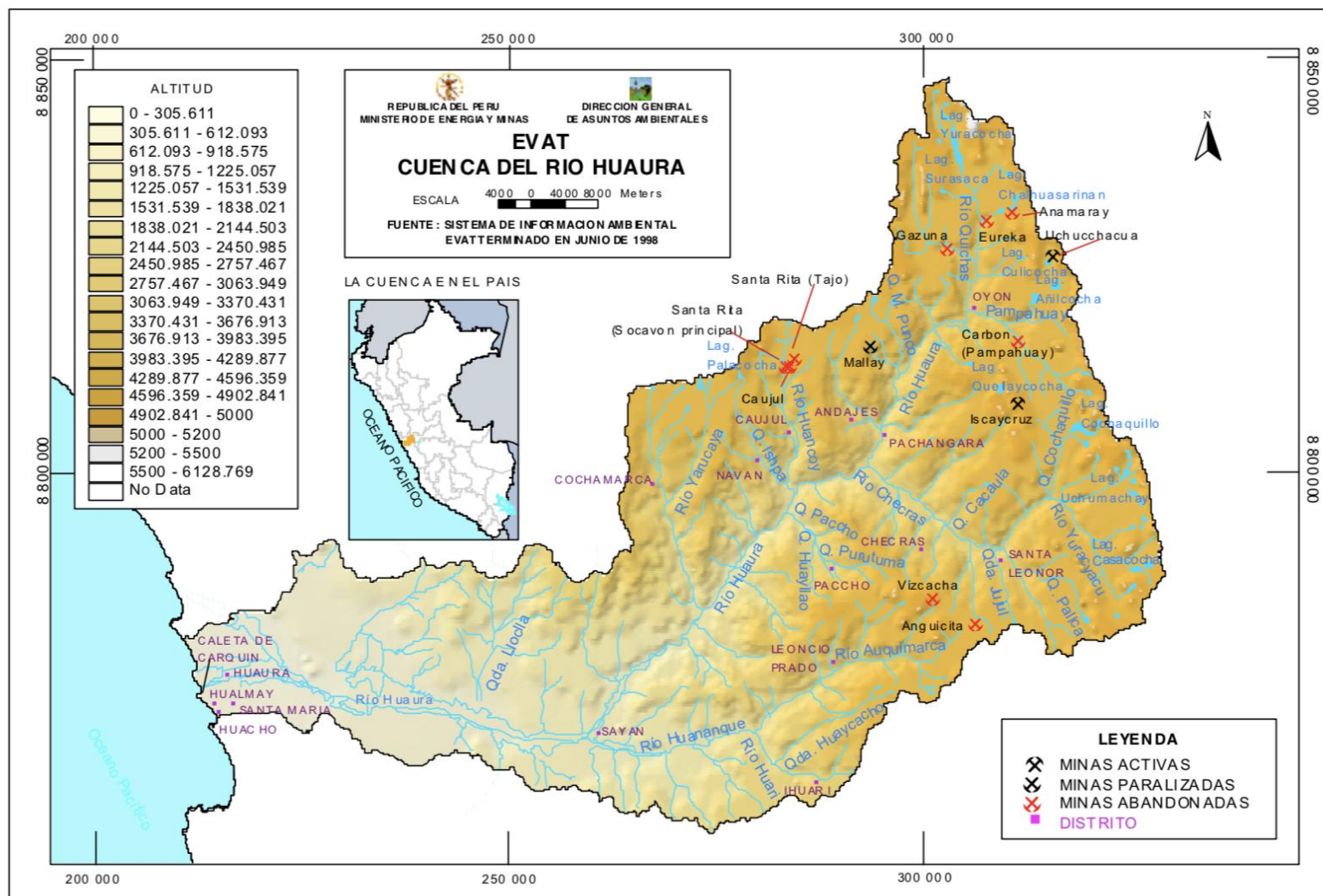


Figura 4: Cuenca del río Huaura.

Nota. Tomado de Descripción de los componentes físicos y caracterización ambiental de la cuenca (p. 3), por el MINEM, s.f., <https://bit.ly/3MoGE3f>.

- Precipitación pluvial:

El escurrimiento natural se origina como consecuencia de las precipitaciones estacionales que ocurren en la cuenca alta y del deshielo de los nevados. La precipitación pluvial varía desde escasos milímetros en la costa árida y desértica, próxima al mar, hasta alrededor de los 1500 mm, en las nacientes del río Quichas, por encima de la cota 4800 m s. n. m. (MINEM, s.f., p. 4)

2.4.2 Calidad del agua

- Temperatura media:

Según estudios realizados por el ONERN, las temperaturas dentro de la cuenca del río Huara varían desde los 20 °C en la costa hasta los 6 °C en las partes más altas. Las temperaturas aumentan a medida que se avanza tierra adentro, pero luego a partir de los 800 m s. n. m. la temperatura empieza a descender. (MINEM, s.f., p. 4)

- Humedad relativa:

La humedad relativa en la costa es de aproximadamente 85 % y en la sierra, de 64 %.

- Evaporación:

La evaporación máxima se presenta en febrero (con 222 mm/mes); mientras que la mínima es en julio, (con 45 mm/mes).

2.4.3 Oferta hídrica del río Huaura

Cerca del 98 % de la cuenca del río Huaura pertenece a lo que se denomina cuenca húmeda. Hay nevados muy importantes que contribuyen al mejoramiento del régimen de descargas del río Huaura en el período de estiaje. De esta manera, las descargas se concentran desde enero hasta mayo y el período de estiaje es de julio a septiembre. Así, el rendimiento anual de la cuenca es de 303 490 m³/km². Cabe añadir que “El caudal medio mensual del río Huaura es de 25.3 m³/s, mientras que para el río Chico de 1.8 m³/s (afluente más importante de los 15 existentes)” (Musayón, s.f., p. 19). Asimismo, el valle tiene 31 366 ha bajo riego, de las cuales la Irrigación Santa Rosa representa la mayor demanda, con 6834 ha. La demanda hídrica agrícola total del valle de Huaura es de 606 hm³.

III. DESARROLLO DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

3.1. Manejo del riego en los arándanos cultivados en macetas en dos zonas (Chepén e Irrigación Santa Rosa)

El presente reporte detalla el ensayo de cultivo de primer año, con una densidad de 9,209 plantas por hectárea y sustrato fibra de coco para determinar el número y el intervalo de tiempo entre pulsos de riego según la predicción de la Evapotranspiración Potencial (ETP) horaria del día y la evaluación de drenaje. En este orden de ideas, es recomendable tener entre el 1-2 % del volumen de maceta como dotación de agua por pulso; eso significa que, para macetas de 27 l, deberían ingresar 267 ml aproximadamente de agua, que equivale a cuatro minutos de riego continuo (Figura 5).

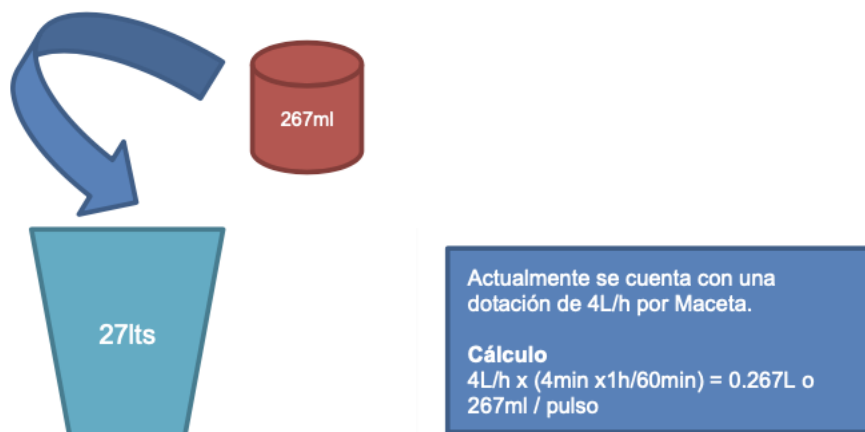


Figura 5: Determinación del número e intervalo de tiempo entre pulsos de riego

3.1.1 Evaluación de drenaje

En la Figura 6, se observa el seguimiento del porcentaje de drenaje por pulso del arándano en maceta, correspondiente a los días 12 de octubre, donde se realizaron siete pulsos con intervalos entre pulsos de 58 minutos. A partir de ello, se aprecia un alto porcentaje de drenaje (mayor a 25%) entre el cuarto y quinto pulso. Así, los días 13, 14 y 15 se incrementó el intervalo de tiempo a 68 minutos solo en pulsos con alto registro de porcentaje de

drenaje. Cabe añadir que el resultado de este manejo permite una mejor distribución del aporte de agua.

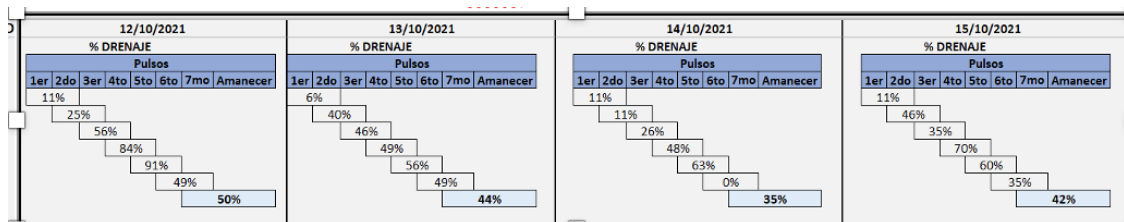


Figura 6: Evolución del drenaje en macetas

3.1.2 Evaluación de la Evapotranspiración Potencial horaria

La Figura 7 muestra el comportamiento de la ETP horaria antes y después del mediodía, durante los días de evaluación. Según los registros de evapotranspiración de la empresa, los valores altos de ETP se concentran a mediodía, pero con base en los resultados (Figura 7), esto no significa que debe acortarse el intervalo de riego entre pulsos en los registros altos de ETP.

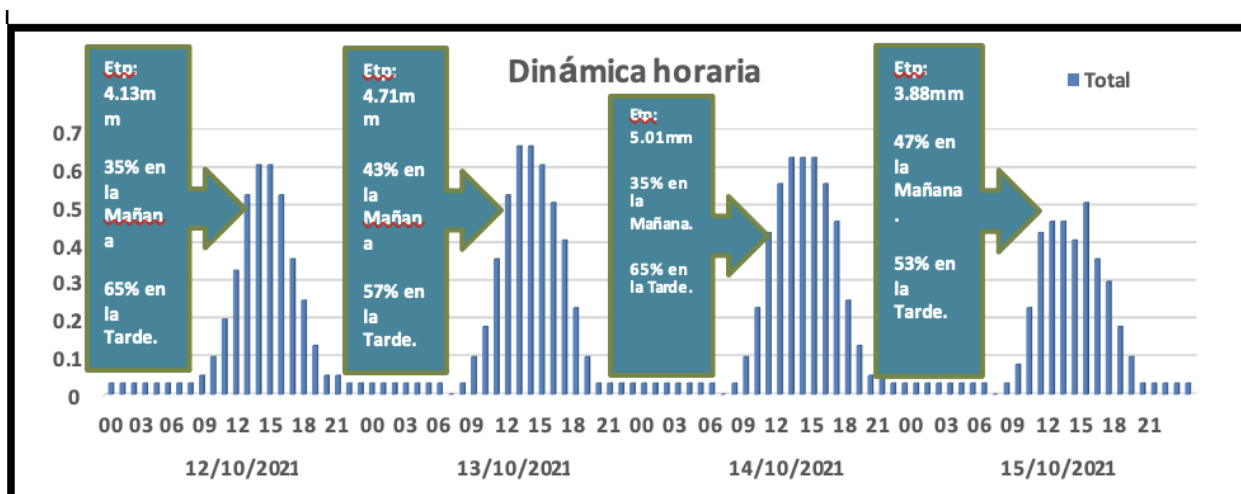


Figura 7: Comportamiento y porcentaje acumulado de la ETP del día antes y después del meridiano

En la Figura 8, se aprecia la relación de acumulación de la ETP y el porcentaje de drenaje por pulsos de riego. De esta manera, el primer y último pulso debería estar en los rangos de 15 a 20 % de drenaje, con el fin de evitar excesos de humedad en los próximos pulsos. También, se evidenció que a pesar de tener 1,0 mm de ETP acumulada, el intervalo de riego no debe acortarse, porque el rango del porcentaje de drenaje está al 30-35 %.

SECTOR	GRUPO DE VALVULAS OPCION	PULSO	H.INICIO	H.FINAL	ETP acumuladas hasta Hora de Riego	% DRENAJE	PARAMETRO GENERAL DE ETP
9	8, 12, 16, 20	Primero	8:12 a. m.	8:16 a. m.	0.26 mm	18	< 0.5 mm
	8, 12, 16, 20	Segundo	9:34 a. m.	9:38 a. m.	0.10 mm	18	< 0.5 mm
	8, 12, 16, 20	Tercero	10:56 a. m.	11:00 a. m.	0.53 mm	35	0.5 a 1 mm
	8, 12, 16, 20	Cuarto	12:18 p. m.	12:22 p. m.	0.53 mm	35	0.5 a 1 mm
	8, 12, 16, 20	Quinto	1:47 p. m.	1:51 p. m.	1.22 mm	35	> 1 mm
	8, 12, 16, 20	Sexto	3:20 p. m.	3:24 p. m.	0.53 mm	18	0.5 a 1 mm
	8, 12, 16, 20	Septimo	4:53 p. m.	4:57 p. m.	1.14 mm	23	> 1 mm

Figura 8: Relación del porcentaje de drenaje con ETP acumulada hasta la hora de inicio

Este es el análisis de drenaje en relación con la ETP, el cual permite determinar el número de pulsos y solo en casos excepcionales, alargar los intervalos de tiempo de riego cuando existe una acumulación menor a 1 mm y porcentajes de drenaje mayores al 35 %. Actualmente, los parámetros establecidos son acordes a dicho análisis.

3.1.3 Consumo de agua (m³) por hectárea, por campaña en arándanos cultivados en maceta en comparación con suelo en las dos zonas de influencia (Chepén e Irrigación Santa Rosa)

En la Tabla 4, se expone el diferencial de metros cúbicos entre el manejo del cultivo de arándanos en macetas en ambas zonas de influencia y suelo evaluado durante un año completo, distribuido por etapa fenológica para una planta de primer año de producción.

Tabla 4: Cantidad de agua (m³/ha) empleada en Chepén e Irrigación Santa Rosa en plantas de arándano de un año de edad

Ubicación	Chepén		Irrigación Santa Rosa
	m ³ /ACP Suelo	m ³ /ACP Macetas	m ³ /Qali Macetas
Poda-prefloración	1715.19	465.50	1007.54
Floración-formación de frutos	2165.02	740.20	1201.12
Cosecha	6717.78	2778.50	3049.46
Total	10 598.00	3984.20	5258.12

Comparando el requerimiento hídrico de las plantas de arándanos de primer año bajo manejo en suelo, este factor es mayor al utilizado en macetas en ambas zonas de influencia (Figura

8). De ese modo, corresponde al 62 % más de consumo en m³ de agua por campaña (año) comparado con el usado en arándanos de primer año en maceta ACP en Chepén y 50 % más en comparación con maceta Qali Fruits en Irrigación Santa Rosa.

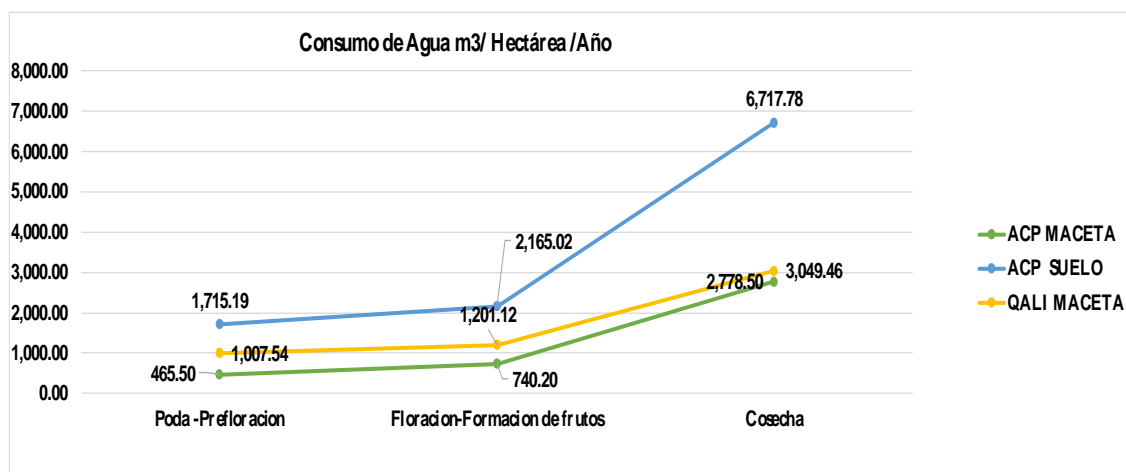


Figura 9: Distribución de metros cúbicos consumidos por hectárea en un año calendario expresados por etapa fenológica

En ese orden de ideas, se encuentra una relación en la distribución de agua en metros cúbicos por cada etapa fenológica en ambas zonas de influencia y en las dos modalidades de siembra: suelo y macetas (Tabla 5).

Tabla 5: Distribución del uso de agua (%) en Chepén e Irrigación Santa Rosa

Ubicación	Chepén		Irrigación Santa Rosa
	m ³ /ACP Suelo	m ³ /ACP Macetas	m ³ /Qali Macetas
Poda-prefloración	16 %	12 %	19 %
Floración-formación de frutos	20 %	19 %	23 %
Cosecha	63 %	70 %	58 %
Total	100 %	100 %	100 %

3.1.4 Consumo de agua (litros/planta) por campaña en arándanos sembrados en macetas vs. suelo en las dos zonas de influencia (Chepén e Irrigación Santa Rosa)

Uno de los beneficios mencionados del manejo del arándano en maceta es el incremento de la densidad por hectárea, lo que permite manejar un número mayor de plantas por hectárea (Tabla 6).

Tabla 6: Densidad de siembra empleando siembra en suelo y en macetas

Ubicación	Chepén		Irrigación Santa Rosa
Condición	ACP suelo	ACP macetas	Qali macetas
Plantas/hectárea	4464	9209	9544

En los arándanos en macetas, se mantiene una población de 9209 plantas por hectárea en ACP, Chepén y 9544 plantas por hectárea en Qali Fruits, Irrigación Santa Rosa; a diferencia de los arándanos en suelo, con 4464 plantas por hectárea, lo que lleva a ratios de consumo en litros por planta bastante diferenciados. En la Tabla 7, se aprecia el diferencial de litros por planta entre el manejo del cultivo de arándano en macetas en ambas zonas de influencia y el suelo evaluado durante un año completo, distribuido por la etapa fenológica en plantas de primer año de producción.

Tabla 7: Diferencial de uso de agua (l/planta) en plantaciones de arándano en suelo y macetas

Ubicación	Chepén		Irrigación Santa Rosa
Etapa fenológica	Litros/planta ACP Suelo	Litros/planta ACP Macetas	Litros/planta Qali Macetas
Poda-prefloración	384.2	50.5	105.6
Floración-formación de frutos	485.0	80.4	125.8
Cosecha	1504.9	301.7	319.5
Total	2374.10	432.6	550.9

En comparación con el requerimiento hídrico de plantas de arándano de primer año bajo manejo en suelo, este factor es mayor al empleado en macetas en ambas zonas de influencia. De esa forma, corresponde al 82 % más de consumo en litros/planta campaña (año) en contraste con el utilizado en el arándano de primer año en maceta ACP en Chepén y 77 % más en comparación con esta planta en maceta Qali Fruits en Irrigación Santa Rosa (Figura 10).

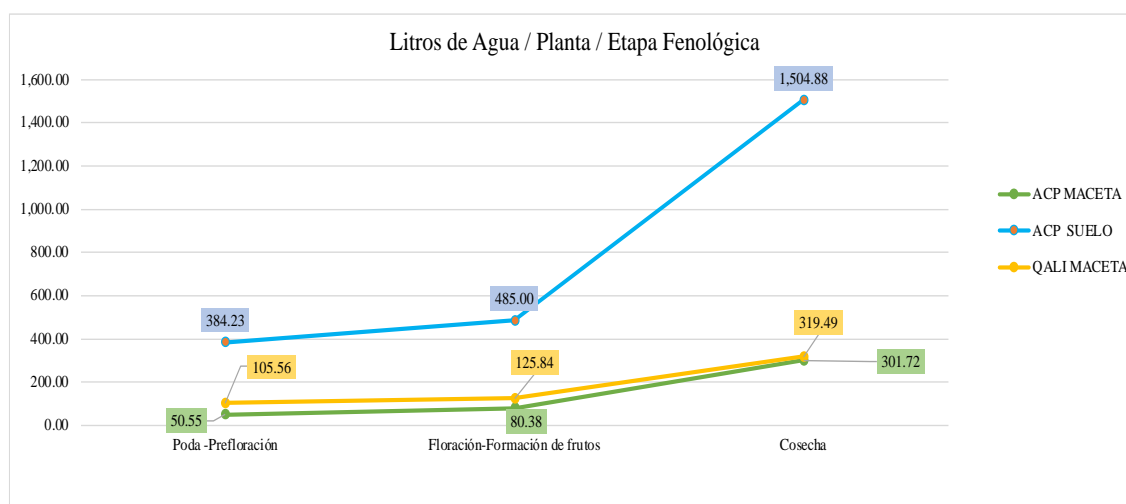


Figura 10: Distribución de litros consumidos por planta en un año calendario, expresados por etapa fenológica

3.4 Manejo del consumo de nutrientes (unidades) por campaña en arándanos cultivados en macetas vs. en suelo, en las dos zonas de influencia (Chepén e Irrigación Santa Rosa)

Tal como se ha mencionado, el arándano en maceta se maneja en condiciones de riego por pulsos y soluciones madres, trabajando la fertilización de forma proporcional, guiados básicamente por la concentración de sales fertilizantes o la CE. A partir de las condiciones de Chepén, el agua de riego presenta una CE estable alrededor de 0.31 dS/m a 25 °C (Anexo 4) y en la Irrigación Santa Rosa, presenta condiciones de CE cercanas a 0.53 dS/m, a 25 °C. En condiciones de fertirrigación, el cultivo de arándano permite trabajar rangos de CE entre 0.7-1.2, dependiendo de la etapa fenológica en la que se encuentre y en algunos casos, este se ve afectado por la variedad de hasta 1.4. Ahora, en los campos de arándano en macetas, se monitorean tres factores fundamentales para garantizar una buena fertilización:

- Soluciones de fertirriego.
- CE y pH de sustrato.
- Drenaje.

3.4.1 Monitoreo de soluciones de fertirriego

La solución de fertirriego corresponde a la mezcla de agua de riego con una proporción de fertilizante proveniente de las soluciones madres inyectadas, las cuales son recolectadas en el campo, directamente de los goteros, después de haber terminado los distintos pulsos de riego durante un día completo. Esto se realiza con la finalidad de llevarlas al laboratorio y analizar de manera semanal el contenido nutricional (macro y micro nutrientes) y las condiciones de pH y CE (Figuras 11 y 12).



Figura 11: Recolección de muestras de solución fertirriego correctamente en campo de arándano en macetas, ACP



Figura 12: Muestras de solución fertirriego correctamente rotuladas para análisis en laboratorio, ACP

3.4.2 Monitoreo de sustrato

El análisis al sustrato (fibra de coco) se ejecuta en el campo de forma semanal. En ese sentido, se evalúan la conductividad y el pH, donde los valores deben de estar dentro del parámetro indicado de acuerdo con la etapa fenológica del cultivo. En caso de presentarse un exceso, se tomará la decisión de ejecutar un lavado con agua pura que expulse del perfil las sales acumuladas (Figura 13).



Figura 13: Muestras la toma de la lectura de la CE y pH del sustrato en el manejo de arándanos en macetas

3.4.3 Monitoreo de drenaje

El drenaje de las macetas es recolectado de campo en muestras representativas por una válvula de riego, con tres repeticiones durante todo el día. Además, es recogido minutos antes de iniciar el riego del día siguiente (Figura 14).



Figura 14: Muestras la forma en la que se recolectan las muestras de drenaje en campos de arándanos en macetas

La solución de drenaje es acumulada en campo después de haber terminado los distintos pulsos de riego durante un día completo, con la finalidad de llevarlas a laboratorio y analizar el contenido nutricional (macro y micro nutrientes) y las condiciones de pH y CE. De este modo, el monitoreo de los tres factores mencionados contribuye a optimizar el uso de fertilizantes en condiciones controladas como las macetas en el cultivo de arándanos.

3.4.4 Disminución en el uso de fertilizantes y contaminación de suelos

Como se comenta en el punto 4.1, el consumo del recurso hídrico es menor en condiciones controladas de macetas, sumado a las cualidades de fertirriego mencionadas en el punto 4.2, donde se explican las propiedades de CE con las que se rige el manejo por pulsos. En ese sentido, se demuestra que una de las ventajas del manejo a partir de estas condiciones es el ahorro en el uso de los fertilizantes o el aporte nutricional al cultivo de arándano. A continuación, se toman algunos de los elementos esenciales para el desarrollo del cultivo de arándano con la intención de valorar los diferenciales en aporte por unidad de elementos en un manejo de suelo versus macetas en ambas zonas de influencia.

a) Disminución en el uso de nitrógeno.

En la Tabla 8, se observa el diferencial de unidades de nitrógeno por campaña entre el manejo del cultivo de arándano en macetas en ambas zonas de influencia y en suelo, evaluado durante un año completo; distribuido por la etapa fenológica para una planta de primer año de producción.

Tabla 8: Diferencial de uso de nitrógeno en plantaciones de arándano en suelo y en macetas (kg/ha)

Ubicación	Chepén		Irrigación Santa Rosa
Etapa fenológica	Unidades de nitrógeno ACP Suelo	Unidades de nitrógeno ACP Macetas	Unidades de nitrógeno Qali Macetas
Poda-prefloración	68.28	74.72	60.72
Floración-formación de frutos	200.54	76.50	87.03
Cosecha	328.01	230.50	124.86
Total	596.83	381.72	272.61

Comparando el aporte en unidades de nitrógeno por hectárea de los campos de arándanos de primer año bajo manejo en suelo, el consumo es mayor al utilizado en macetas en ambas zonas de influencia. De esta manera, corresponde al 36 % más de consumo en unidades de nitrógeno por campaña (año) en contraste con el utilizado en arándano de primer año en maceta ACP en Chepén y 54 % más en comparación con esta planta en maceta Qali Fruits en Irrigación Santa Rosa (Figura 15).

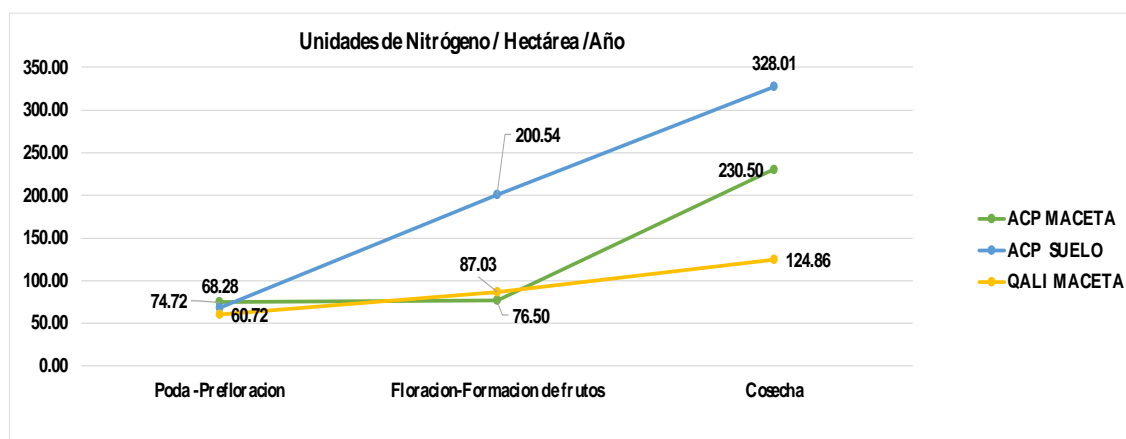


Figura 15: Distribución de unidades de nitrógeno consumidas por hectárea en un año calendario, expresados por etapa fenológica

La distribución de las unidades por etapa fenológica son regidas por las condiciones climáticas (temperaturas) y el desarrollo del cultivo; básicamente, las tasas de crecimiento en desarrollo pospoda y en calidad de fruta y número de brotes nuevos en cosecha (Tabla 9).

Tabla 9: Distribución de las unidades de nitrógeno por etapas fenológicas en arándanos en Chepén e Irrigación Santa Rosa

Ubicación	Chepén		Irrigación Santa Rosa
Etapa Fenológica	Unidades de nitrógeno ACP Suelo	Unidades de nitrógeno ACP Macetas	Unidades de nitrógeno Qali Macetas
Poda-prefloración	11 %	20 %	22 %
Floración-formación de frutos	34 %	20 %	32 %
Cosecha	55 %	60 %	46 %
Total	100 %	100 %	100 %

b) Disminución en el uso de potasio.

En la Tabla 10, se plantea el diferencial de unidades de potasio por campaña entre el manejo del cultivo de arándanos en macetas en ambas zonas de influencia y el suelo, evaluado durante un año completo, distribuido por etapa fenológica para una planta de primer año de producción.

Tabla 10: Unidades de potasio en arándanos, en plantaciones en suelo y en macetas en Chepén e Irrigación Santa Rosa

Ubicación	Chepén		Irrigación Santa Rosa
Etapa fenológica	Unidades de potasio ACP Suelo	Unidades de potasio ACP Macetas	Unidades de potasio Qali Macetas
Poda-prefloración	16.10	20.58	13.69
Floración-formación de frutos	40.86	43.74	15.87
Cosecha	590.26	248.57	218.32
Total	647.23	312.89	247.88

Comparando el aporte en unidades de potasio por hectárea, los campos de arándano de primer año bajo manejo en suelo son mayores a los utilizados en macetas en ambas zonas de influencia. Este corresponde al 52 % más de consumo en unidades de nitrógeno por campaña (año), en contraste con el utilizado en arándano de primer año en maceta ACP en Chepén y 62 % más en comparación con maceta Qali Fruits en Irrigación Santa Rosa (Figura 16).

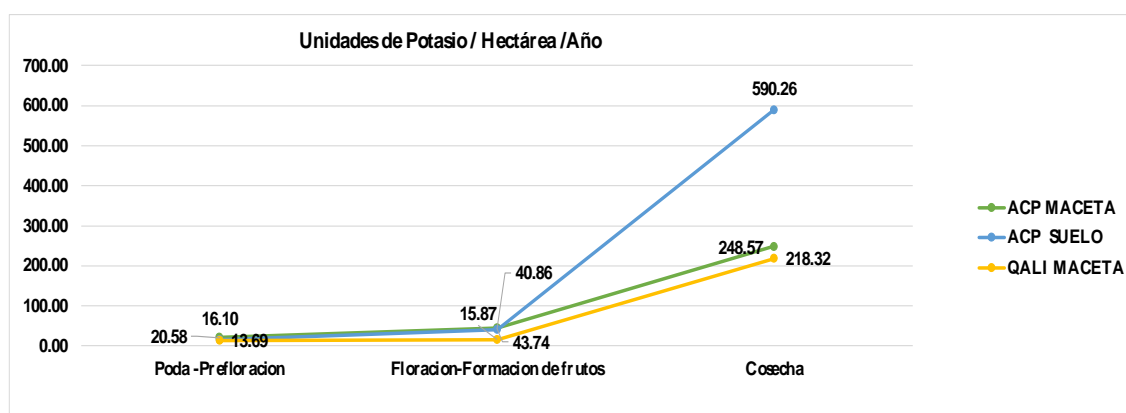


Figura 16: Distribución de unidades de potasio consumidas por hectárea en un año calendario expresados por etapa fenológica

La distribución de las unidades por etapa fenológica se rige por las condiciones climáticas (temperaturas) y el desarrollo del fruto.

Tabla 11: Distribución de las unidades de potasio en arándanos sembrados en suelo y en macetas

Ubicación	Chepén		Irrigación Santa Rosa
Etapa fenológica	Unidades de potasio ACP Suelo	Unidades de potasio ACP Macetas	Unidades de potasio Qali Macetas
Poda-prefloración	2 %	7 %	6 %
Floración-formación de frutos	6 %	14 %	6 %
Cosecha	91 %	79 %	88 %
Total	100 %	100 %	100 %

c) Disminución en la contaminación de suelos por uso de fertilizantes.

Como se aprecia en las Figuras 15 y 16, ejecutar la inyección de fertirriego en macetas permite un control más exhaustivo de la CE. En ese sentido, mantener una condición confinada de raíces disminuye el aporte hídrico del cultivo, expuesto en el punto 4.1.4, trayendo como consecuencia un menor aporte nutricional que no exceda las condiciones de CE expuestas. De este modo, el uso de menores volúmenes de fertilizantes y el manejo correcto de los drenajes evita la contaminación del medio por volatilización o escorrentía; estas condiciones hacen que el cultivo sea amigable con el medio ambiente.

3.5 Manejo del potencial de hidrógeno en arándanos en maceta.

De acuerdo con lo expresado en el apartado 4.1, el consumo del recurso hídrico es menor en condiciones controladas de macetas; por ello, mantener una constante acidificación para un pH de alrededor de 5.5 es más eficiente y disminuye el uso de fuentes acidificantes inyectadas en kg/m³.

3.5.1 Consumo de fuentes acidificantes (kg/m³) por campaña en arándanos sembrados en maceta vs. en suelo, en las dos zonas de influencia (Chepén e Irrigación Santa Rosa)

En la Tabla 12, el diferencial de kilogramos de ácido cítrico por campaña entre el manejo del cultivo de arándanos en macetas en ambas zonas de influencia y en suelo evaluado durante un año completo y distribuido por etapa fenológica para una planta de primer año de producción.

Tabla 12: Empleo de ácido en siembras de arándanos en suelo y en maceta, en Chepén e Irrigación Santa Rosa

Ubicación	Chepén		Irrigación Santa Rosa
	kg de ácido cítrico/m ³ ACP Suelo	kg de ácido cítrico/m ³ ACP Macetas	kg de ácido cítrico/m ³ Qali Macetas
Poda-prefloración	53.60	14.55	31.49
Floración-formación de frutos	67.66	23.13	37.53
Cosecha	209.93	86.83	95.30
Total	331.19	124.51	164.32

Comparando los kilogramos de ácido cítrico utilizados por metro cúbico de agua en los campos de arándanos de primer año bajo manejo en suelo es mayor al empleado en macetas en ambas zonas de influencia. En ese orden de ideas, corresponde al 52 % más de consumo en kilogramos por campaña (año) en contraste con el utilizado en arándanos de primer año en maceta ACP en Chepén y 62 % más en comparación a maceta Qali Fruits en Irrigación Santa Rosa (Figura 17).

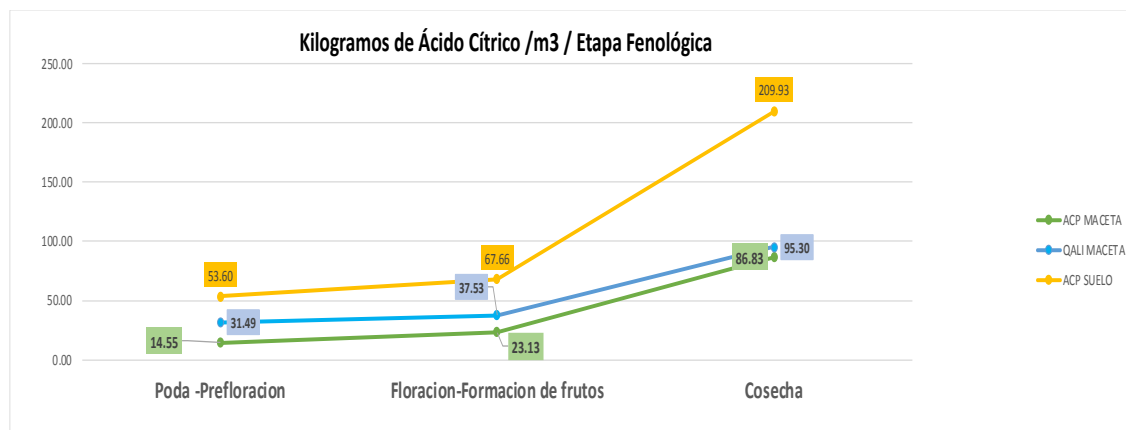


Figura 17: Uso de ácido cítrico (m³) por etapa fenológica en arándanos sembrados en maceta y suelo

3.6 Relación entre la optimización de recursos y los rendimientos del cultivo de arándanos (kg/ha)

En la Tabla 13 y la Figura 19, se evidencia el diferencial de rendimiento en kilogramos por hectárea entre el manejo del cultivo de arándano en macetas en ambas zonas de influencia y en suelo evaluado durante el primer año de producción.

Tabla 13: Producción de arándanos (kg) en siembras en maceta y suelo en Chepén e Irrigación Santa Rosa

Ubicación	Chepén		Irrigación Santa Rosa
Rendimiento	ACP Suelo	ACP Macetas	Qali Macetas
kg/ha	9173.80	19 811.15	19 538.06

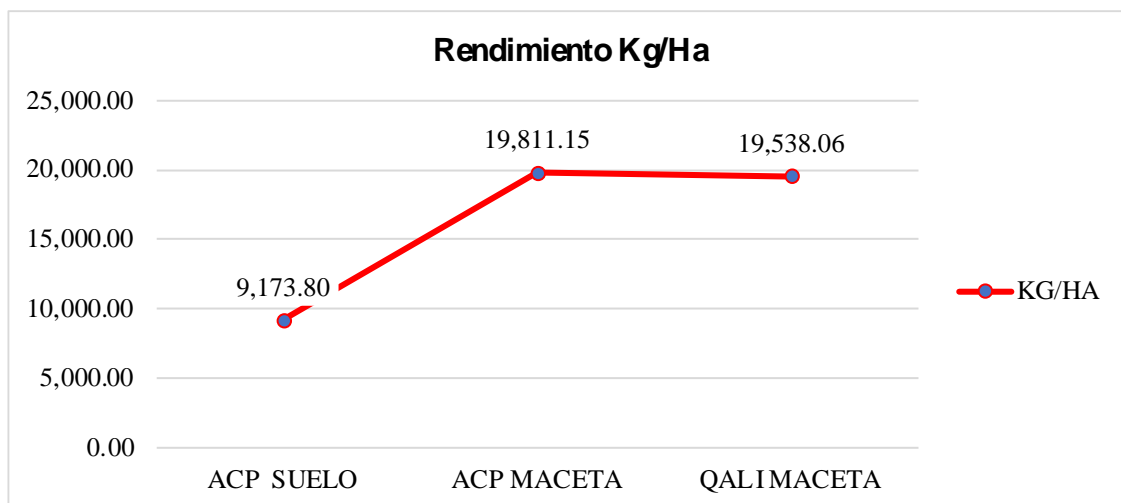


Figura 18: Rendimiento en kilogramos por hectárea en una campaña de arándano de primer año de producción

Como se observa en la Figura 18, debido a las altas densidades que se logran manejar en el cultivo de arándanos en macetas, la precocidad en su desarrollo y las condiciones de manejo, se obtiene el doble del rendimientos por hectárea que los arándanos sembrados en suelo. Como se explicó en el apartado 4.1.4, las densidades por hectárea en arándanos en maceta corresponden a 9209 plantas por hectárea en ACP, Chepén y 9544 plantas por hectárea en Qali Fruits, Irrigación Santa Rosa; a diferencia del arándano en suelo, con 4464 plantas por hectárea, lo que nos lleva a diferenciar los rendimientos expuestos en kilogramos por planta (Tabla 14).

Tabla 14: Rendimiento por planta (kg) en siembras de arándanos en macetas y suelo en Chepén e Irrigación Santa Rosa

Ubicación	Chepén		Irrigación Santa Rosa
Rendimiento	ACP Suelo	ACP Macetas	Qali Macetas
kg/planta	2.06	2.15	2.05

Los rendimientos mencionados, llevados a kilogramos por planta, demuestran que el potencial de las plantas es similar en maceta y suelo en ambas zonas de influencia, de modo que la optimización de los recursos básicamente son proporcionados por las condiciones de manejo a altas densidades.

3.6.1 Relación entre el consumo de fertilizante y el rendimiento del cultivo de arándano (kg/ha)

Con base en los rendimientos en kilogramos por hectárea del cultivo de arándano en macetas y suelo en ambas zonas de influencia, y los aportes de nitrógeno y potasio empleados durante la primera campaña de producción, se concluye que para obtener un kilogramo de fruta de arándano en suelo, se necesita el triple de unidades de dichos elemento que el requerido en condiciones de macetas (Tabla 15).

Tabla 15: Unidades requeridas de nitrógeno (kg/ha) y potasio (kg/ha de K₂O) por kilogramo de fruta en siembras de arándano en suelo y en macetas

Ubicación	Chepén		Irrigación Santa Rosa
	ACP Suelo	ACP Macetas	Qali Macetas
kg/ha/campaña	9173.80	19 811.15	19 538.06
Unidades de N/ha/campaña	596.83	381.72	272.60
Unidades de N/kg fruta	0.07	0.02	0.01
kg/ha/campaña	9173.80	19 811.15	19 538.06
Unidades de K ₂ O/ha/campaña	647.23	312.89	247.88
Unidades de K ₂ O/kg fruta	0.07	0.02	0.01

3.6.2 Relación entre el consumo de agua en m³/ha/campaña y el rendimiento del cultivo de arándano (kg/ha)

De acuerdo con los rendimientos en kilogramos hectárea del cultivo de arándano en macetas y suelo en ambas zonas de influencia y los metros cúbicos utilizados durante la primera campaña de producción, se concluye que para obtener un kilogramo de fruta de arándano en suelo se necesita 1.16 m³ de agua, a diferencia del arándano en macetas, cuyo rango oscila entre 0.2-0.27 m³.

Tabla 16: Requerimiento de agua (m³) por kilogramo de fruta en siembras de arándanos en suelo y maceta en Chepén e Irrigación Santa Rosa

Ubicación	Chepén		Irrigación Santa Rosa
	ACP Suelo	ACP Macetas	Qali Macetas
kg/ha/campaña	9173.80	19 811.15	19 538.06
m ³ /ha/campaña	10 598.00	3984.20	5258.12
m ³ /kg fruta	1.16	0.20	0.27

3.7 Evaluación financiera de arándano en maceta

En la Tabla 17, se aprecian diversos datos en función del Capex (*Capital Expenditure*)¹ por hectárea de cada una de las alternativas (arándano en suelo y maceta). Además, considerando el primer año de producción de cada una de ellas, se observan las diferencias en costos totales por kilo y fertilizante por kilo producido (Tabla 18).

Tabla 17: Capex por hectárea

Descripción	En suelo (USD)	En maceta (USD)
CAPEX del sistema de irrigación	7,281	9,201
CAPEX Campo	47,749	112,672

¹ “En español gasto en capital, es la inversión en capital o inmovilizado fijo que realiza una compañía ya sea para adquirir, mantener o mejorar su activo no corriente” (López, 2018, párr. 1).

Tabla 18: Producción y costo por hectárea en siembras de arándano en suelo y maceta, primer año

Descripción	En suelo (USD)	En maceta (USD)
Rendimiento en Kg/Ha	9,714	19,811
Producción Exportable TM Totales	282	583
Costo Directo Campo por kg	(1.04)	(1.19)
Costo Fertilizante por kg	(0.24)	(0.11)
Costo directo de Packing x Kg	(1.14)	(0.43)
Costo Total por Kg	(2.18)	(1.61)
Producción, cosecha y costos indirectos x Ha productiva (USD 000)	(10)	(24)
TIR x Ha	58.3%	47.8%
VAN x Ha (USD 000)	152,409	253,621

De esta forma, se ve reflejado que la inversión por hectárea en maceta es alrededor del doble que en suelo, pues en el primer caso existe una mayor densidad por hectárea, lo que hace que el Capex se eleve. Sin embargo, por otro lado, la producción en kilos por hectárea es significativamente mayor. Respecto a los costos directos, se aprecia que ambos son similares como totales; aunque si se extrae solo el costo de fertilizante por kilo, se nota el ahorro que representa en ellos, que es de aproximadamente un 46 % menos.

En cuanto a los costos de mano de obra de labores, cosecha y sanidad, estos representan el 77 % del costo total directo en suelo y el 91 % del costo en maceta. Si bien es cierto que la tasa interna de retorno por arándano en maceta es menor (hay una mayor inversión), cuando se evalúa el Valor Actual Neto (VAN) con tasa de descuento del 12 % a quince años, se aprecia que el arándano en maceta provee un mayor VAN. Esto se da, en principio, porque acumula un mayor ingreso por hectárea y a través de los años, se diluyen los costos indirectos con mayores kilos.

IV. CONCLUSIONES

En definitiva, se concluye que el arándano en suelo requiere una demanda hídrica anual mucho mayor que en maceta. Esto corresponde a un 62 % más de consumo en metros cúbicos de agua por campaña (año), comparado con el utilizado en arándanos de primer año en maceta ACP en Chepén y 50 % más en comparación a maceta Qali Fruits en Irrigación Santa Rosa.

De acuerdo con las densidades de las plantas por hectárea, correspondería al 82 % más de consumo en litros/planta/campaña (año) en contraste con el empleado en arándanos de primer año en maceta ACP en Chepén y 77 % más en comparación a maceta Qali Fruits en Irrigación Santa Rosa. Esto significa que se podrían sembrar más hectáreas en las tierras de Chepén, donde se cuenta con espacios disponibles y al mismo tiempo, se podría colocar mayor densidad por hectárea en las tierras de Santa Rosa, donde las condiciones de suelo son desfavorables y el precio de la tierra por hectárea es muy elevado.

Dicha reducción permitirá disminuir considerablemente la huella de agua del arándano, que hoy en día bajo condiciones de suelo en Chepén es de 772 litros de agua por kilo producido y empacado. Según el análisis de huella de agua efectuada en la empresa, el 98.18 % del agua consumida proviene del uso directo, representado principalmente por el agua para riego de cultivos; el 0.99 % proviene de la cadena de suministros, representado principalmente por el sulfato de potasio y el uso de Clamshells; y el 0.83 % corresponde al uso indirecto de agua por energía y transporte. Ahora, si el agua para riego de cultivos es la que más peso tiene en la huella de agua, se considera que el cambio a maceta constituye un paso favorable en ello.

Adicionalmente, se logra una disminución en el uso de fertilizantes, lo que genera un ahorro en costos de producción considerable por hectárea y también conlleva a una reducción significativa en la huella de carbono y la emisión de gases. Desde condiciones de maceta, el aporte nutricional del nitrógeno es 27 % menor que en suelo, y el aporte nutricional en potasio es de un 24.5 % menor que con el cultivo convencional.

El sulfato de potasio como fertilizante representa un impacto elevado al medio ambiente. Como se mencionó, este constituye parte importante de la huella de agua generada en la cadena de suministro, por lo que un ahorro en ello significa una mejora tanto en reducción de consumo de agua como en impacto ambiental.

Respecto a la inversión, se concluye que se requiere una mayor inversión por hectárea para la instalación del cultivo de arándanos en maceta, pero por otro lado resulta en un mayor retorno a la inversión en el tiempo.

V. RECOMENDACIONES

Luego de la experiencia adquirida y la evaluación de la misma se recomienda continuar con la expansión del cultivo de arándano en maceta debido a las múltiples ventajas que hemos detallado, sobretodo, en el ahorro del uso de agua y fertilizantes. Más aún, cuando se trata de establecer el cultivo en zonas áridas como son las áreas costeras peruanas, principal ubicación de los proyectos de irrigación en el Perú y en donde se desarrollan las mayores áreas de los cultivos de exportación.

VI. REFERENCIAS

- Agtech América. (2019). *Ventajas de la producción de arándanos en contenedores*. Obtenido de <https://bit.ly/3MskrkX>
- Andina. (2019). *Estos son los cultivos peruanos de mayor demanda en el mundo*. Obtenido de <https://bit.ly/3EASrc9>
- Asociación de Exportadores [ADEX]. (2021). *Nota de inteligencia comercial*. Obtenido de <https://bit.ly/3OtWhs2>
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2010). Resolución Jefatural 202-2010-ANA del 22 de marzo de 2010. Lima, Perú.
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2015). *Estudio: evaluación de recursos hídricos en la cuenca del río Jequetepeque*. San Pedro de Lloc: Ministerio de Agricultura y Riego.
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2018). *Plan de Acreditación de Disponibilidad Hídrica del Valle Jequetepeque 2018-2019*. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego.
- Girón, E. (2003). *Andes basin profile: Jaquetepeque river basin*. Obtenido de <https://bit.ly/3k5sbx8>
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA]. (2016). *Manual completo de fertirrigación*. Obtenido de Portal Frutícola: <https://bit.ly/3xMOeAO>
- López, J. (2018). *Cpaex*. Obtenido de Economipedia: <https://bit.ly/3K8FjMt>
- Ministerio de Energía y Minas [MINEM]. (s.f.). *Descripción de los componentes físicos y caracterización ambiental de la cuenca*. Obtenido de <https://bit.ly/3MoGE3f>
- Musayón, J. G. (s.f.). *Análisis y situación de la cuenca hidrográfica del río Huaura [Diapositivas]*. Obtenido de ANA: <https://bit.ly/3rLle7g>

- Patil, S. T., Kadam, U. S., Mane, M. S., Mahale, D. M., & Dhekale, J. S. (2020). Hydroponic growth media (substrate): a review. *International Research Journal of Pure & Applied Chemistry*, 21(23), 106-113.
- Redacción Gestión. (2019). *¿En qué productos agrícolas Perú será líder de las exportaciones mundiales?* Obtenido de Diario en Versión Digital: <https://gestion.pe/fotogalerias/en-que-productos-agricolas-peru-sera-lider-de-las-exportaciones-mundiales-noticia-2/?ref=gesr>
- Romay, C., Génova, L., Salgado, H., & Zabala, S. M. (2012). *Recomendaciones para mejorar la eficiencia en el riego discontinuo programando la válvula automática*. Obtenido de VI Jornadas de Riego y Fertirriego: <https://bit.ly/3Mj7UQs>
- Rubio, J. C., García, G., & Ciordia, M. (2010). Situación actual del cultivo del arándano en el mundo. *Tecnología Agroalimentaria*, 5-8.
- Smrke, T., Veberic, R., Hudina, M., Stamic, D., & Jakopic, J. (2021). Comparison of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) under ridge and pot production. *Agriculture*, 11(10), 929. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/agriculture11100929>
- Strik, B., Dixon, E., Detweiler, A. J., & Sánchez, N. (2020). *Growing blueberries in your home garden*. Corvallis: Oregon State University.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica



FICHA TECNICA

PRODUCTO	Fibra de Coco (coco peat).
CERTIFICACIONES	Organica OMRI y Control Union.
ORIGEN	Coco de la India.
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	Menor a 1 ds/m. (relación 5:1 agua).
PH	Entre 5.5 a 6.5
MATERIA ORGANICA	> 90%
CIC	Mayor a 60 meq/100 gr.)
RELACION C/N	> 50
DENSIDAD APARENTE	0.14 gr / cm ³
POROSIDAD	20%
CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA	8 Sobre materia seca
MACRO Y MICRO ELEMENTOS	<p>Valores aproximados (valor real va de acuerdo al análisis del lote)</p> <p>Fosforo..... < 0.05%</p> <p>Potasio..... 1.39%</p> <p>Calcio..... 0.564%</p> <p>Magnesio..... 0.32%</p> <p>Sodio.....3.92 mg/kg.</p> <p>Boro..... 28 mg/kg</p> <p>Hierro..... 4654 mg/kg</p> <p>Cobre..... < 5.00 mg/kg</p> <p>Manganeso..... 86.9 mg/kg</p> <p>Zinc..... 19.9 mg/kg</p>
VENTAJAS	<p>Físicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Incrementa la capacidad de retención de nutrientes del suelo. Incrementa la porosidad del suelo, facilitando aireación y respiración de raíces. Incrementa la capacidad de retención de agua. Incrementa la porosidad del suelo, facilitando aireación y respiración de raíces. Incrementa la infiltración y permeabilidad en suelos pesados. <p>Biológicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Transforma el nitrógeno soluble en orgánico evitando pérdidas por lixiviación o como amoníaco. Estimula la actividad biológica del suelo. Estimula el crecimiento vegetal. <p>Descompone componentes minerales insolubles (fosfatos) para ponerlos disponibles.</p>



044 231263

958 229 520

galgageme@abiperu.com

Jr. Bolivar N° 634 Suite 210 Trujillo - La Libertad - Perú

Anexo 2. Ficha técnica maceta



Maceta redonda de 27 litros con base alta que garantiza un óptimo drenaje y aireación radicular.

La maceta tiene una gran capacidad de drenaje debido al fondo abierto, esto asegura un buen ambiente de raíces, raíces saludables y un crecimiento óptimo.

La altura adicional minimiza el riesgo de que las raíces crezcan y tengan contacto con el suelo y enfermedades.

La maceta tiene una rigidez fuerte y adecuada que permite años de uso.

Esta maceta de 27 litros tiene un fondo eficiente que se puede anidar, lo que permite apilar muchas más macetas en un pallet, esto proporciona ahorros considerables en los costos de transporte beneficiando en el precio al cliente.



Las macetas redondas de 27 litros se producen a partir de material PP de alta calidad.

FICHA TÉCNICA

**MACETA
DE 27 LITROS**



Anexo 3. Informe de seguimiento nutricional

INFORME DE SEGUIMIENTO NUTRICIONAL		TABLA DE DATOS ANALÍTICOS										11/09/2020			
	Ciente(*):	AGRICOLA CERRO PRIETO S.A.					Cultivo:	ARANDANO							
	Finca	CERRO PRIETO ARANDANO					Variedad:	ARÁNDANO							
	Parcela	AGUA DE RIEGO ARANDANO					Fenología	--							
	Fecha:	31/08/2020													
- AGUA	pH	CE	HCO3	Cl-	SO4--	NO3-	Ca++	Mg++	Na+	K+	B	Fe	Mn	Cu	Zn
		dS/m a 25° C	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	meq/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
31/08/2020	8,10	0,31	1,52	0,48	0,95	<0,16	1,94	0,47	0,49	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05



INFORME DE ENSAYO - AGUA



Nº de Referencia:	A-22/004487	Registrada en:	AGQ Perú		
Análisis:	A-PR-0001 (Fisicoquímico)	Centro Análisis:	AGQ Perú		
Tipo Muestra:	AGUA RIEGO	Fecha/Hora:	12/01/2022	Fecha Recepción:	13/01/2022
Lugar de Muestreo:	QALI 3	Muestreo:			
Punto de Muestreo:	RESERVORIO	Fecha Inicio:	14/01/2022	Fecha Fin:	19/01/2022
Muestreado por:	Cliente (*)	Contrato:	QMT-PE22010 0043		
Descripción(*):	RESERVORIO	Cliente 3º(*):	----		
Cliente (*):	QALI FRUITS S.A.C.	Domicilio (*):	CAL.DEAN VALDIVIA NRO.111 INT. 1002 URB.JARDIN LIMA-SAN ISIDRO LIMA - LIMA - SAN ISIDRO 0		

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Técnica	PNT
Conductividad Eléctrica	533	µS/cm a 25 °C		750		1 500		Electrometría	PEC-002
* pH	7,40			6,50		7,50		Potenciometría pH	PEC-001

Anexo 4. Análisis de pH y CE en fibra de coco



ANÁLISIS DE pH Y CE EN FIBRA DE COCO - PASTA SATURADA

Fecha

21 Feb 2022

DÍAS ▾

FEB 2022

MAR 2022



LOTE ▾	pH	C.E. (mS /cm)
T1 V2	4.38	1.25
T2 V5	3.79	0.76
T3 V8	3.62	0.82
T4 V11	4.57	0.65
T5 V14	3.79	0.95
T6 V17	3.84	0.73
T7 V20	4.42	1.01
T8 V23	3.82	0.52
T9 V26	4.71	0.98
T10 V29	4.82	0.80
T11 V32	4.09	1.01
T12 V35	3.85	0.67
T13 V38	5.01	0.88
T14 V41	3.71	0.67
T15 V44	3.85	0.67
T16 V17	4.10	0.65
T17 V50	4.58	0.69
T18 V53	4.60	0.78
T19 V56	4.38	0.87
T20 V59	5.88	0.81

