

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“PRINCIPALES LABORES DE CAMPO Y FERTIRRIGACIÓN EN EL  
CULTIVO DE VID (*Vitis vinífera* L.) var. RED GLOBE  
EN VILLACURÍ, ICA”**

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

**LUIS HERMÓGENES REMISIO MACHACUAY**

**LIMA – PERÚ**

**2024**

## LuisHermógenes Remisio Machacuay

### INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Agraria La Molina Trabajo del estudiante	2%
2	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.uaaan.mx Fuente de Internet	<1%
6	doku.pub Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD,UNAD Trabajo del estudiante	<1%
8	ciqa.repositorioinstitucional.mx Fuente de Internet	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“PRINCIPALES LABORES DE CAMPO Y FERTIRRIGACIÓN EN EL  
CULTIVO DE VID (*Vitis vinífera L.*) var. RED GLOBE  
EN VILLACURÍ, ICA”**

**LUIS HERMÓGENES REMISIO MACHACUAY**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....  
Dr. Erick Espinoza Núñez  
**PRESIDENTE**

.....  
Ing. Mg. Sc. Pedro Gutierrez Vílchez  
**ASESOR**

.....  
Ing. Mg. Sc. Julio Nazario Ríos  
**MIEMBRO**

.....  
Ing. Mg. Sc. Braulio La Torre Martínez  
**MIEMBRO**

**LIMA - PERÚ**

**2024**

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	PROBLEMÁTICA .....	1
1.2	OBJETIVOS .....	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1	GENERALIDADES DE LA VID .....	3
2.1.1	Morfología de la vid .....	3
2.1.2	Fenología del cultivo de la vid .....	5
2.2	SISTEMA DE RIEGO .....	8
2.2.1	Métodos de riego .....	9
2.3	AGUA DE RIEGO .....	10
2.3.1	Calidad .....	11
2.4	FERTIRRIGACIÓN .....	15
2.4.1	Fertilizantes .....	15
III.	DESARROLLO DEL TRABAJO .....	21
3.1	DATOS DEL LUGAR DE EXPERIENCIA PROFESIONAL .....	21
3.1.1	Ubicación geográfica y zona de experiencia laboral .....	22
3.1.2	Condiciones climáticas de la pampa de Villacurí .....	22
3.1.3	Suelo .....	23
3.1.4	Agua de riego .....	24
3.2	LABORES DEL CULTIVO .....	25
3.2.1	Poda .....	25
3.2.2	Amarre de cargadores .....	27
3.2.3	Desbrote .....	28
3.2.4	Primera regulación de carga .....	30
3.2.5	Eliminación de zarcillo y falso hombro .....	30
3.2.6	Deshoje pre-flor .....	30
3.2.7	Penduleo y deshoje de brotes .....	31
3.2.8	Segunda regulación de carga .....	31
3.2.9	Raleo manual de racimos .....	32
3.2.10	Calle de luz .....	33

3.2.11 Cosecha.....	33
3.3 SISTEMA DE RIEGO DEL LUGAR DE TRABAJO .....	34
3.3.1 Sistema de riego .....	34
3.3.2 Programación del riego .....	36
3.3.3 Fertirrigación.....	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	56
V. CONCLUSIONES .....	57
VI. RECOMENDACIONES .....	58
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXOS.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la Vid .....	3
Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de los principales métodos de riego.....	10
Tabla 3. Peligro de salinidad de las aguas para riego.....	12
Tabla 4. Peligro de sodicidad del agua de riego.....	12
Tabla 5. Clasificación de agua según la dureza.....	14
Tabla 6. Densidad aparente de fertilizantes.....	16
Tabla 7. Solubilidad de fertilizantes a 20 °C.....	17
Tabla 8. Reacción de los fertilizantes.....	17
Tabla 9. Compatibilidad de fertilizantes .....	18
Tabla 10. Índice salino de fertilizantes.....	19
Tabla 11. Índice de acidez y alcalinidad de fertilizantes.....	20
Tabla 12. Variables climáticas de la Pampa de Villacurí.....	23
Tabla 13. Comparativa de Kc teórica y práctica .....	37
Tabla 14. Evolución de la Capacidad de estanque .....	38
Tabla 15. Evolución de lámina del sistema .....	39
Tabla 16. Comparación de solubilidad teórica y real .....	43
Tabla 17. Kilogramos de fósforo según la fenología del cultivo .....	48
Tabla 18. Kilogramos de potasio según la fenología del cultivo .....	49
Tabla 19. Kilogramos de magnesio según la fenología del cultivo.....	51
Tabla 20. Kilogramos de calcio según la fenología del cultivo .....	52
Tabla 21. Kilogramos de zinc según la fenología del cultivo .....	54
Tabla 22. Kilogramos de boro según la fenología del cultivo.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desarrollo de la baya.....	7
Figura 2. Ubicación geográfica del fundo agrícola .....	22
Figura 3. Esquema de centros de producción.....	26
Figura 4. Centro de producción podado .....	26
Figura 5. Cargadores después del amarre.....	28
Figura 6. Calle de luz.....	33
Figura 7. Racimos en cosecha .....	34
Figura 8. Cabezal de filtrado YAMMIT.....	34
Figura 9. Cabezal de riego KSB .....	35
Figura 10. Válvula de riego .....	36
Figura 11. Mangueras de riego.....	36
Figura 12. Sistema radicular.....	38
Figura 13. Planilla de riego de Agrícola Huarmey sac.....	41
Figura 14. Curva de porcentaje de nitrógeno foliar según fenología y campaña del cultivo .....	47
Figura 15. Curva de porcentaje de fósforo foliar según fenología y campaña del cultivo..	48
Figura 16. Curva de porcentaje de potasio foliar según fenología y campaña del cultivo..	50
Figura 17. Curva de porcentaje de magnesio foliar según fenología y campaña del cultivo .....	51
Figura 18. Curva de porcentaje de calcio foliar según fenología y campaña del cultivo....	53
Figura 19. Curva de porcentaje de zinc foliar según fenología y campaña del cultivo.....	54
Figura 20. Curva de porcentaje de boro foliar según fenología y campaña del cultivo .....	55

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Informe del análisis de suelo 2019 .....	63
Anexo 2. Informe de análisis de agua de pozo tunga 2019 .....	65
Anexo 3. Informe de análisis de granulometría por profundidad de suelo .....	66
Anexo 4. Grados de color para Red Globe.....	68
Anexo 5. Curva característica de retención de humedad .....	69



## RESUMEN

El cultivo de uva de mesa en el Perú es uno de los productos agrícolas de mayor crecimiento en la última década, siendo plantadas a lo largo de toda la costa peruana. Para poder solventar la cantidad de personas requeridas, las empresas agroexportadoras contratan en las ciudades cercanas, así como, construyen campamentos dentro de sus instalaciones para poder captar de lugares más alejados. Aun así, existe escases de mano de obra en épocas de poda, raleo y cosecha debido al vertiginoso incremento del área plantada; lo cual conlleva la competencia por la existente, elevando los precios del jornal actual. Es de vital importancia asegurar la eficiencia y eficacia de las labores realizadas en campo, así como la correcta utilización de recursos existentes para reducir el costo de producción. El presente trabajo es el resultado de la experiencia laboral dirigiendo un campo agrícola de uva de mesa Red Globe en la Pampa de Villacurí – Ica; el documento se basa en una revisión literaria acerca de aspectos generales del cultivo como es su taxonomía, fisiología y fenología, así como fertirrigación y características físico-químicas del agua y fertilizante; de manera que al ser complementados con la experiencia laboral de las principales labores desarrolladas en campo como la poda, el desbrote, la primera y segunda regulación de carga, la eliminación de zarcillos y falsos hombros, el deshoje prefloración, raleo manual, la calle de luz y cosecha, se pueda proponer estrategias y parametrizar las labores bajo el estudio de sus componentes, así como desarrollar fórmulas que permitan facilitar la toma de decisión y se plantea una estrategia de riego y fertilización, la cual es el resultado de la adaptación de las bases teóricas a la realidad de la zona de Ica caracterizada por niveles elevados de salinidad, nitrógeno, cloro y sodio.

**Palabras clave:** Fertilización, labores, estrategia de riego, uva.

## **ABSTRACT**

The cultivation of table grapes in Peru is one of the fastest growing agricultural products in the last decade, being planted along the entire Peruvian coast. In order to meet the required number of people, agro-export companies hire in nearby cities, as well as build camps within their facilities to be able to recruit from more distant places. Even so, there are labor shortages during pruning, thinning and harvesting periods due to the rapid increase in the planted area; which entails competition for the existing one, raising the prices of the current daily wage. Within the framework of all this, it is vitally important to ensure the efficiency and effectiveness of the work carried out in the field, as well as the correct use of existing resources to reduce the cost of production. This work is the result of work experience managing an agricultural field of Red Globe table grapes in the Pampa de Villacurí – Ica; The document is based on a literary review about general aspects of the crop such as its taxonomy, physiology and phenology, as well as fertigation and physical-chemical characteristics of water and fertilizer; so that when complemented with the work experience of the main tasks carried out in the field such as pruning, weeding, the first and second load regulation, the elimination of tendrils and false shoulders, pre-flowering leaf removal, manual thinning, the street of light and harvest, it is possible to propose strategies and parameterize the work under the study of its components, as well as develop formulas that facilitate decision making and propose an irrigation and fertilization strategy, which is the result of the adaptation of the theoretical bases to the reality of the Ica area characterized by high levels of salinity, nitrogen, chlorine and sodium.

**Keywords:** Fertilization, work, irrigation strategy, grapes.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El cultivo de uva de mesa (*Vitis vinífera*) en el Perú es actualmente uno de los productos bandera de la agroexportación, alcanzando en la campaña 2020 USD 991 millones, lo cual es 22% mayor en volumen en comparación con la campaña 2019 (Red Agrícola, 2021). A nivel mundial, el Perú ocupa la segunda posición como exportador de este cultivo, por delante de países como Chile e Italia, pero detrás de China (Red Agrícola, 2021). Actualmente, el área productiva de este cultivo es 19 000 ha, siendo las principales zonas productoras Ica con 8 779 ha (46%) seguido de Piura con 6 569 ha (35%) y Lambayeque con 1 682 ha (9%); correspondiendo a la variedad Red Globe el 33% de este total (Ortiz, 2019).

### **1.1 PROBLEMÁTICA**

En el mercado de las uvas con semillas, los precios en la variedad Red Globe han disminuido, pasando de obtener 2.3 \$/kg en el año 2015 a 1.7 \$/kg (datos internos de la empresa), por lo cual, los productores optaron por reducir las hectáreas y plantar variedades sin semillas, viéndose reflejado en la disminución del 40% del total de hectáreas con relación a 4 años atrás (Ortiz, 2019).

El declive de precios es debido a la madurez de los mercados de destino, pero, a su vez, compran un mayor volumen de fruta de buena calidad. Para sobrellevar e incrementar la rentabilidad de este cultivo, es de vital importancia reducir los costos de producción y mejorar la calidad de la fruta producida, por lo cual se debe analizar todas las aristas del proceso productivo, donde se observa que la mano de obra (labores agronómicas) consume un 47% del costo de producción, aplicaciones fitosanitarias (29%), gastos administrativos (10%), riego y fertilización (14%) según datos internos de la empresa Agrícola Huarney; de estas 4 secciones, las labores agronómicas son la principal fuente de egreso, por lo cual, es importante aumentar la eficiencia y efectividad de las labores determinando el momento exacto y la forma de realizar la labor, adaptando estrategias externas a las condiciones

particulares del lugar de producción. Para la adaptación de las estrategias externas, es importante tener una base teórica clara en tanto a las características del cultivo y fenología, así como, realizar ensayos con el objetivo de probar o refutar cualquier idea. Otro punto fundamental es incrementar el volumen de producción, por lo cual, las plantas deberán estar correctamente nutridas para alcanzar el máximo rendimiento genético, que, según experiencia propia, podría rondar las 49 t/ha.

## **1.2 OBJETIVOS**

Plantear labores de campo y estrategias de fertirrigación para mejorar el manejo agronómico de uva *Vitis vinífera L.* var. Red Globe bajo las condiciones de la pampa de Villacurí, Ica. Así mismo, describir y fundamentar las labores agronómicas necesarias para obtener la mayor productividad.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 GENERALIDADES DE LA VID

La vid (*Vitis vinifera L.*) es una especie con centro de origen en el Oriente Medio, entre la India y el Mediterráneo (Weaver, 1976). La taxonomía se presenta conforme a la Tabla 1.

**Tabla 1.** Taxonomía de la Vid

Taxonomía	Especies	Procedencia
División: Espermatofitas		
Subdivisión: Angiospermas		
Clase: Dicotiledóneas		
Orden: Rhamnales		
Familia: Vitáceas		
Género: <i>Vitis</i>		
Subgénero: Euvitis (30 especies)	<i>Vitis vinifera L.</i>	Europeo-asiática
	<i>Vitis silvestris</i>	Europeo-asiática
	<i>Vitis riparia</i>	Americana
	<i>Vitis labrusca</i>	Americana
	<i>Vitis rupestris</i>	Americana
	<i>Vitis berlandieri</i>	Americana
Subgénero: Muscadinea	<i>Vitis rotundifolia</i>	Americana-México

FUENTE: Adaptado de Salazar y Melgarejo (2005)

#### 2.1.1 Morfología de la vid

La planta de la vid tiene por morfología:

##### A. Sistema radicular

La vid es una especie tipo liana con un sistema radicular adventicio (en caso provenga de semilla vegetativa) procedente de la diferenciación de las células del periciclo o capa rizogénica; o un sistema radicular pivotante (proveniente de semilla reproductiva). La raíz tiene la función de absorber agua y nutrientes, y almacenar reservas (Salazar y Melgarejo, 2005).

## **B. Tronco y ramas**

El tronco o parte área de la planta posee un aspecto sinuoso, agrietado y retorcido, recubierto externamente por una corteza (ritidoma), la cual tiene una renovación anual debido a la capa de felógeno y visualmente posee apariencia de tiras longitudinales. Los brazos portan la madera, las cuales son de 3 tipos:

- Madera del año: son los brotes denominados sarmientos que provienen de un ciclo de crecimiento.
- Madera de 1 año: sarmientos que comprende el ciclo invernal hasta que se desarrollan las yemas.
- Madera vieja: Tallos o centros de producción de más de 1 año.

## **C. Brotes o pámpanos**

Los brotes de la vid son aquellos generados por el desarrollo de los primordios vegetativos de las yemas de brotes del ciclo anterior. Esta estructura porta las yemas, hojas, zarcillo e inflorescencia (Martínez de Toda, 1991).

## **D. Hojas**

Las hojas son de carácter simples, dentadas, alternas y dísticas. Están compuestas por un limbo pentalobulado de borde dentado y un peciolo envainado con dos estipulas (Martínez de Toda, 1991).

## **E. Yemas**

Las yemas son generadas en cada nudo de los brotes, siendo dos yemas de carácter axilar y mixta, una llamada “pronta” y otra “normal”, la primera brota y se desarrolla en el mismo ciclo vegetativo en el cual se originó, dando como resultado a nietos o feminelas, las cuales tienen baja fertilidad floral; mientras que la segunda tiene un mecanismo de latencia que no le permite brotar en la misma campaña, sino que emergen en la siguiente campaña después de la poda (Martínez de Toda, 1991).

## **F. Zarcillos**

Los zarcillos son estructuras vegetativas bifurcadas o polifurcadas con función mecánica (sostén), suelen ser propiamente infértiles (Chauvet y Reynier, 1984).

## **G. Racimos**

El racimo es la agrupación de flores, opuestos a una hoja. Está compuesto por un raquis o eje principal, de la cual emergen los brazos ramificados que llevan consigo a las flores, siendo estas de posición terminal y agrupadas (Luquez y Formento, 2001). El racimo puede poseer de 100 a 1500 flores, siendo el número de tal determinado por el desarrollo del primordio floral (Grupo de investigación en viticultura UPM, s.f.).

## **H. Flores**

Las flores de la vid son pequeñas, hermafroditas, pentámeras, actinomorfas, constan de un cáliz cupuliforme con 5 sépalos unidos, una corola de 5 pétalos aplanados y apicalmente unidos formando la caliptra, un androceo con 5 estambres libres opuestos a los pétalos, anteras con tecas 2-loculadas, pistilo de ovario súpero, 2-loculado y 2-carpelado con estilo corto (Luquez y Formento, 2001).

## **I. Frutos**

El fruto de la vid es una baya, la cual puede crecer desde 12 a 34 mm (diámetro). Está compuesta en su exterior por un hollejo membranoso con epidermis cutinizada y una capa cerosa llamada pruina, es aquí donde se depositan los compuestos para la coloración de la baya; la parte interna es una pulpa de color variable rica en azúcares, ácidos (málico y tartárico) y semillas ricas en aceite y taninos, que contiene el embrión. (Grupo de investigación en viticultura UPM, s.f.).

### **2.1.2 Fenología del cultivo de la vid**

La vid es una planta perenne que define todo un ciclo de fenología en un año, las etapas se detallan a continuación:

#### **A. Brotación**

Etapa en la cual las yemas dormantes empiezan a crecer vegetativamente, lo cual ocurre cuando la yema ya ha completado su necesidad de frío, la cual varía desde 250 a 700 horas por debajo de 7°C (Rivera y Devoto, 2003). Comercialmente, la uva se encuentra plantada en departamentos que no cumplen la condición de frío, a consecuencia de esto, se fuerza a la yema a brotar por medio de aplicaciones de productos químicos como la cianamida hidrogenada, que produciendo peróxido de hidrógeno en la célula activando los mecanismos

de defensa de la yema, los cuales inician su crecimiento para disipar la concentración de peróxido de hidrogeno (Vercellino, 2017).

### **B. Crecimiento vegetativo de brotes**

Etapa en la cual la yema ya emergida genera un brote que crece activamente por medio de la división celular del ápice de crecimiento o por crecimiento de los entrenudos del brote, estas dos formas de crecimiento están regidas por factores hormonales y climáticos, siendo el ácido indolacético y las citoquininas las que regulan el primer proceso y el ácido giberélico el segundo.

### **C. Floración**

La etapa de floración, propiamente dicha, viene desde la apertura de la primera caliptra hasta el término del shatter (caída de flores y bayas no cuajadas). Al ser un racimo el fruto de la uva, existen cientos de flores en este y tales, tienen un tiempo de 10 a 15 días entre la apertura de la primera y última, por lo cual, se originará una floración escalonada. Este proceso es favorecido por altas temperaturas, así como, es el periodo más sensible a enfermedades como oídium y botrytis. (Reynier, 2005).

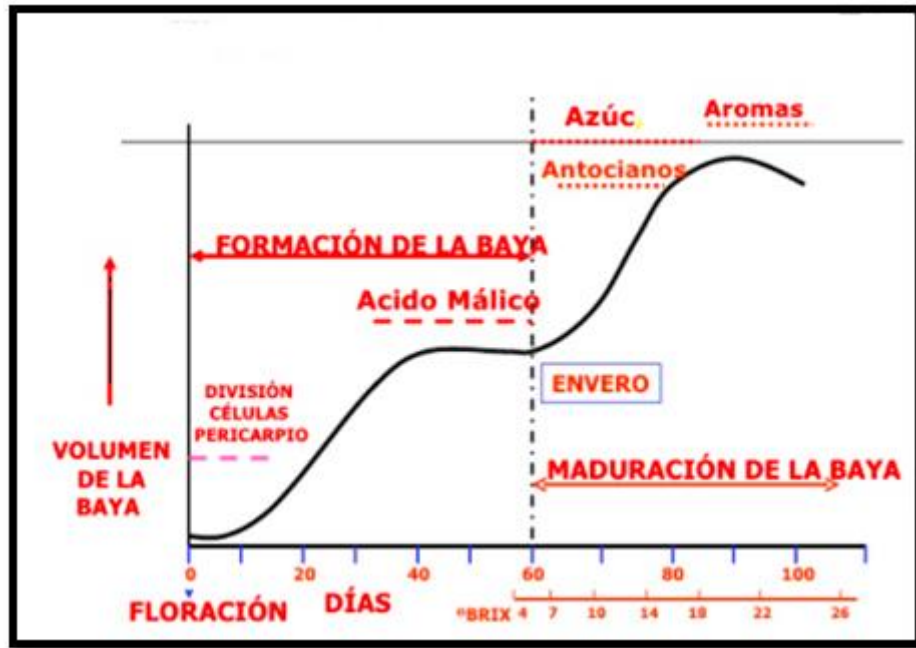
### **D. Cuajado**

Esta etapa ocurre cuando las bayas tienen un calibre de 2 mm (Coombe, 1995) después de la exitosa polinización, fertilización e inicio del desarrollo de las semillas. Ebadi (1995) detalla que el cuajado puede ser de 5 a 40% de las flores de la inflorescencia.

### **E. Crecimiento de baya**

El crecimiento de los frutos de la vid, según Retamales y Defilippi (1994), sigue una curva doble sigmoidea (Figura 1) que tiene dos momentos de activo crecimiento y una de reposo o maduración de semillas, mientras que Lavin (1985) describe estos crecimientos como tres periodos: el primero en el cual el crecimiento se debe a una rápida división celular del pericarpio que dura de 3 a 4 semanas después de la antesis y posteriormente de constantes elongaciones celulares por 4 semanas; en el segundo la tasa de crecimiento disminuye debido a la maduración de la semilla (envero); mientras que el tercer período empieza con el ablande de las baya y la pinta de tales, reanudándose el crecimiento por medio de la elongación celular, siendo la tasa de menor al primer periodo y teniendo fin en la cosecha.





**Figura 1.** Desarrollo de la baya

FUENTE: Coombe (1995)

- **Fase de formación de la baya**

Según Stafne y Martinson (2011) esta fase es posterior al cuajado y dura aproximadamente 60 días, en este tiempo, el fruto crece por una rápida división celular y se expande en volumen acumulando sustancias como ácidos tartáricos y málicos, pero muy poco azúcar; esta fase es suministrada de solutos por medio del xilema. Según Almanza (2008), las sustancias acumuladas en la fase de formación de la baya están influenciadas por el ambiente de producción y el genotipo de la variedad. Además, se caracteriza por depender dos hormonas: La citoquinina en una primera etapa y la auxina y giberelina en la segunda (Catania y Avagnina, 2007).

- **Fase de envero**

La segunda fase del desarrollo del racimo es la fase de envero, en la cual se reduce el crecimiento de la baya por la maduración de las semillas (desarrollo del embrión contenido en ella) y ocurre la síntesis y acumulación de antocianinas (Almanza, 2008). Después de 5 a 10 días de iniciada esta fase, la baya retoma su crecimiento por medio de elongación celular para continuar con la acumulación de ácidos y taninos (Stafne y Martinson, 2011).

- **Fase de maduración del fruto**

Según Stafne y Martinson (2011), la fase de maduración del fruto inicia con el ablande y pinta de la baya, convirtiéndose en el lugar fisiológico más importante de la planta al demandar todos los azúcares producidos en las hojas (sólidos solubles), los cuales se basan principalmente en glucosa y fructosa, la tasa de incremento de azúcares en la baya aumenta en las últimas 3 semanas de precosecha.

Otro fenómeno es la reducción de ácidos orgánicos en la baya, como el ácido málico, este efecto está altamente influenciado por el clima (Stafne y Martinson, 2011) y son primordiales, debido a que el nivel mínimo será 0.3% para tener una mayor vida postcosecha. Según experiencias en campo, estos datos no son confiables, ya que en ensayos de la empresa Agrícola Huarmey se envió fruta a China, el viaje en barco dura 40 días, con 0.15% de acidez sin reportar problemas con respecto a la condición del racimo.

#### **F. Postcosecha**

La postcosecha es el periodo comprendido desde la cosecha o vendimia hasta la poda de producción de la siguiente campaña, la duración de esta fase es de 4 a 5 meses. En este lapso de tiempo ocurren procesos de rebrote de yemas, crecimiento radicular, regeneración y acumulación de reservas en forma de almidón y arginina en órganos reservantes como raíces y troncos para la siguiente campaña (Mediano, 2017).

## **2.2 SISTEMA DE RIEGO**

La producción de uva se encuentra dirigida, principalmente, a la exportación, pero existe una porción de productores artesanales que producen fruta para el mercado nacional o para abastecer a las bodegas de pisco. Para una producción eficiente, es necesario un abastecimiento de agua y fertilizante continuo y estable con el fin de reponer los consumos de las plantas. Este abastecimiento se logra por medio de métodos de riegos, tanto tecnificados como no tecnificados.

### **2.2.1 Métodos de riego**

Los métodos de riego son tres, según Fuentes (2003):

#### **A. Método de riego por gravedad o superficie**

El riego por gravedad es aquel donde el medio de conducción del agua es el suelo y es guiada por surcos, canales o camellos; es favorecida por las pendientes. La eficiencia del traslado de agua es baja debido a la absorción de zonas de suelo sin plantación. Es el método más usado en lugares con poca tecnificación o sin posibilidad de invertir en otros métodos de riego.

#### **B. Método de riego por aspersión**

El método de riego por aspersión es aquel donde el agua es aplicada a la planta en forma de “lluvia” continua a un área específica por medio de aspersores fijos o móviles. La eficiencia del método de riego es 80 a 85% y es necesario un sistema de conducción por medio de tuberías de policloruro de vinilo (PVC) y mangueras de riego de polietileno.

#### **C. Método de riego localizado**

El riego localizado es el método comúnmente utilizado por empresas agroexportadoras de cultivos tecnificados, posee una red de distribución por medio de mangueras o tuberías. La emisión del agua a la planta es por medio de goteros, los cuales son emisores conformados por un laberinto interno y un orificio pequeño, estos emiten agua de forma constante y con baja presión. La eficiencia del sistema de riego localizado es de 90 a 95%.

Las ventajas e inconvenientes de los tres métodos de riego son descritos en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Ventajas e inconvenientes de los principales métodos de riego

Ítem	Riego por superficie	Riego por aspersión a alta presión	Riego por aspersión a baja presión	Riego por goteo
Costo de inversión	Bajo en terreno plano	Elevado	Elevado	Elevado
Necesidades energéticas (para bombeo)	Bajo o nulo	Elevado	Mediano	Bajo
Nivel técnico necesario para la operación y mantenimiento	Bajo	Mediano	Mediano	Elevado
Carga de trabajo para la operación	Elevado	Bajo	Mediano	Bajo
Eficiencia del riego	Baja (50 – 70%)	Elevado	De mediana a elevada	Elevada
Costo del riego (por hora de trabajo)	De bajo a mediano	Elevado	De mediano a elevado	Elevada
Comentarios	No conviene en terrenos arenosos o accidentados	Utilización muy flexible Posibles problemas fitosanitarios	Posibles problemas fitosanitarios	Conveniente para cultivos de alto valor agregado o con aguas salinas

FUENTE: CIRAD (2002)

### 2.3 AGUA DE RIEGO

El agua de riego es el compuesto de mayor importancia en una plantación, debido a su necesidad en los procesos fisiológicos del cultivo, así como ser el medio por el cual se inyectan o trasladan los nutrientes esenciales para el crecimiento de tal. El requerimiento en volumen forma y periodicidad dependerá del cultivo en producción; así como la posibilidad de uso de los distintos tipos de calidad de esta.

### **2.3.1 Calidad**

Según Hurtado (2003), el concepto de calidad de agua de riego es en extremo subjetivo, esta será de buena calidad cuando permita a las plantas cumplir con sus funciones básicas, de manera que garantice un rendimiento óptimo sin producir efectos negativos en el suelo.

La calidad está determinada por la fisicoquímica y la biología de la masa de agua involucrada (Wesley, 2020).

#### **A. Características físicas**

La calidad física del agua es relacionada a las concentraciones de arena, limo o arcilla que se encuentren en suspensión, así como materias orgánicas. Altas concentraciones de estos contaminantes podrían generar taponamientos del sistema de riego.

#### **B. Características químicas**

La calidad química del agua es relacionada a las sustancias en disolución como sales, macro o microelementos. Comúnmente estas son las siguientes:

- **pH**

El pH del agua es normal cuando se encuentren entre 6.5 – 8.2, según Hurtado (2013) este índice caracteriza el grado de acidez y basicidad del agua, por lo que aguas fuera del rango pueden crear desequilibrios de nutrición o contener elementos tóxicos.

- **Salinidad**

Según Hurtado (2003), la salinidad es la característica de un suelo o agua que contabiliza la concentración total de sales inorgánicas disueltas. Las unidades comúnmente usadas para este parámetro son los miliequivalentes por litro (meq/l) o las partes por millón (ppm). La determinación de este parámetro se realiza por medio de la suma de los aniones como cloro ( $\text{Cl}^-$ ), bicarbonato ( $\text{HCO}_3^{2-}$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^-$ ) y sulfato ( $\text{SO}_4^-$ ); y los cationes potasio ( $\text{K}^+$ ), magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ) y calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ). Asimismo, el índice de salinidad más usado es la conductividad eléctrica (CEa).

Para la clasificación del agua por medio de la conductividad eléctrica, Richards (1954) propuso la clasificación descrita en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Peligro de salinidad de las aguas para riego

Índice de salinidad	Conductividad eléctrica (dS/m)	Riesgo de salinidad
C1	<0.25	Bajo
C2	0.25 - 0.75	Medio
C3	0.75 - 2.25	Alto
C4	> 2.25	Muy Alto

FUENTE: Richards (1954)<sup>4</sup>

- **Relación de adsorción de sodio (RAS)**

El RAS es el índice que determina la posibilidad que un agua de riego ocasione el aumento del porcentaje de sodio intercambiable del suelo (PSI); generando efectos negativos en la estructura y características en tal. Este índice establece la actividad relativa de los iones sodio en las relaciones de intercambio en el suelo. Se determina el valor del RAS por medio de la siguiente formula del USDA (1954):

$$RAS = \frac{Na^+(meq/l)}{\sqrt{\frac{Ca^{++}(meq/l) + Mg^{++}(meq/l)}{2}}}$$

Según el RAS determinado, se clasifica el agua por el peligro de sodicidad. La Tabla 4 expresa tal clasificación, según lo expuesto por Richards (1954).

**Tabla 4.** Peligro de sodicidad del agua de riego

Índice de sodio	Relación de adsorción de sodio	Riesgo de sodicidad
S1	0 a 10	Bajo
S2	10 a 18	Medio
S3	18 a 26	Alto
S4	>26	Muy Alto

FUENTE: Richards (1954)

- **Toxicidad por elementos**

Los tejidos de las plantas tienen rangos específicos dentro de los cuales ocurre el normal funcionamiento de sus procesos fisiológicos, es así que, valores por encima de tales rangos

ocasionan toxicidad con marcados efectos degenerativos, quemaduras o clorosis, las más comunes son las siguientes:

### **Toxicidad por sodio**

Según Hurtado (2003), Elevados niveles de sodio en las hojas muestran efectos iniciales en las hojas de mayor edad en forma de amarillamiento, quemaduras y necrosis en la zonas apicales o periféricas de la hoja; así mismo, conforme incrementa la toxicidad por este elemento, la necrosis se da en la totalidad de la hoja e inicia la expresión en las hojas más jóvenes. Para el cultivo vid, los valores normales para un crecimiento normal son menores de 3 meq/L, como lo define la empresa SGS (Anexo 2).

### **Toxicidad por cloruros**

La toxicidad por cloruros se expresa de forma similar al sodio. Esta toxicidad, generalmente, detiene el crecimiento y causa defoliación grave (Hurtado, 2003). Para el cultivo vid, los valores normales para un crecimiento normal son menores de 10 meq/L, como lo define la empresa SGS (Anexo 2).

### **Toxicidad por boro**

La toxicidad por boro aparece en las hojas viejas, como quemaduras o manchas secas en los bordes y ápices de las hojas. A medida que la concentración del elemento se eleva, los efectos avanzan en el tejido foliar sin afectar las nervaduras (Hurtado, 2003). Para el cultivo vid, los valores normales para un crecimiento normal son menores de 0.2 meq/L, como lo define la empresa SGS (Anexo 2).

- **Dureza**

La dureza es una característica físico-química de gran interés para el uso de aguas para riego, interviniendo en la dureza total el calcio, magnesio y carbonatos y bicarbonatos intervienen en la dureza total del agua. La determinación de la dureza es útil como medida analítica de la calidad del agua, siendo de interés en procesos industriales o cuando se usan aguas para la aplicación de insumos agrícolas debido a la posibilidad de causar precipitación de calcio y magnesio en forma de bicarbonatos. La dureza del agua se expresa en grados hidrotímetros franceses o ppm de  $\text{CaCO}_3$ . En sistemas de riego por gravedad, el uso de aguas duras no representa inconvenientes, aún más, son beneficiosos puesto que aportan nutrientes. Sin embargo, el uso de aguas duras con sistemas de riego localizado de alta frecuencia es peligroso si la dureza excede los 300 ppm de  $\text{CO}_3\text{Ca}$  debido al peligro de producir

obturaciones en las tuberías y emisores del sistema. La dureza del agua confiere alta resistencia para cambiar el pH y en algunas mezclas, ocasiona precipitación (Hurtado, 2003).

Para determinar la dureza se utiliza la siguiente fórmula:

$$D = \frac{\text{Ca (ppm)} * 2.25 + \text{Mg (ppm)} * 4.12}{10}$$

D: Dureza

Ca: Calcio (ppm)

Mg: Magnesio (ppm)

Del resultado de la formula anterior, se puede determinar su clasificación según la Tabla 5.

**Tabla 5.** Clasificación de agua según la dureza

<b>Tipo de agua</b>	<b>Grados franceses</b>	<b>ppm CaCO<sub>3</sub></b>
Muy blanda	<7	<71
Blanda	7 a 14	71 a 142
Semi blanda	14 a 22	142 a 220
Semi dura	22 a 32	220 a 320
Dura	32 a 54	320 a 540
Muy dura	>54	>540

FUENTE: Hurtado (2003)

### **C. Características biológicas**

Las características biológicas del agua de riego son relacionadas a la concentración o presencia de organismos vivos contaminantes como bacterias coliformes, *E.coli* o huevos de helmintos.



## **2.4 FERTIRRIGACIÓN**

La fertirrigación es la técnica en la cual se aplica simultáneamente el agua de riego y los nutrientes en base a fertilizantes o materia orgánica líquida por medio de los métodos de riego que conducen el agua por tuberías o mangueras y son emitidos a la planta por emisores como los aspersores o goteros. Para la utilización de esta técnica, es necesario la dilución del fertilizante en un volumen de agua e incorporarlos al sistema de riego en algún punto de tal.

Las principales ventajas de la fertirrigación son:

- Los fertilizantes son localizados de forma homogénea en el bulbo de mojado y conforme las necesidades de las distintas etapas de desarrollo.
- Incremento en la eficiencia del fertilizante por la disminución de la pérdida en la conducción al evitar el contacto del compuesto con el medio ambiente.
- Disminución de los costos de mano de obra en la aplicación de fertilizantes.

### **2.4.1 Fertilizantes**

Los fertilizantes poseen características físicas y químicas que determinan la posibilidad y forma de utilización, así como, almacenaje; por lo cual es necesario su conocimiento.

#### **A. Características físicas**

- **Granulometría**

La granulometría es el tamaño de las partículas del fertilizante, es importante ya que la tasa de disolución de un fertilizante está relacionada inversamente con el tamaño del granulo. Debido a esta característica física, la producción de fertilizantes con características de dificultad de solubilización como el sulfato de potasio serán de un tamaño de partícula fino, lo cual lleva consigo problemas en el almacenaje, manipulación y conservación. (Navarro, 2014).

- **Densidad aparente**

La densidad aparente determina la relación entre el volumen y el peso, es importante para funciones de almacenamiento, empaquetado y transporte del fertilizante (Navarro, 2014). Las densidades aparentes de los fertilizantes son mostradas en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Densidad aparente de fertilizantes

<b>Fertilizante</b>	<b>Densidad aparente (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Nitrato de amonio	720
Úrea	740
sulfato de amonio	1035
Superfosfato simple	1120
Superfosfato triple	1120
Fosfato diamónico	1000
Fosfato monoamónico	1000
Cloruro de potasio	1040
Sulfato de potasio	1180

FUENTE: IFDC, 1998

- **Higroscopicidad**

La higroscopicidad es la característica de los fertilizantes para absorber agua bajo condiciones especiales de humedad y temperatura. Esta característica es importante en el almacenamiento y manejo del fertilizante, debido a que puede generar aglomeraciones del fertilizante en el saco (Navarro, 2014).

## **B. Características químicas**

- **Solubilidad**

La solubilidad es la propiedad química que determina la cantidad de fertilizante que puede disolverse en un volumen específico de agua. Esta propiedad constituye un criterio de velocidad y aprovechamiento, debido a que determina la facilidad en que el fertilizante se incorpore más o menos rápidamente a la disolución del suelo. Esta propiedad es afectada por la temperatura del agua o suelo, presión, granulometría del fertilizante, pH y contenido de sales del agua (Navarro, 2014). La Tabla 7 muestra la solubilidad de los principales fertilizantes.

**Tabla 7.** Solubilidad de fertilizantes a 20 °C

<b>Fertilizante</b>	<b>Solubilidad (g/l)</b>
Nitrato de calcio	1220
Nitrato de amonio	1700
Sulfato de amonio	750
Úrea	1080
Nitrato de potasio	416
Sulfato de potasio	110
Fosfato monopotásico	200
Fosfato monoamónico	227
Sulfato de magnesio	740
Nitrato de magnesio	550
Cloruro de potasio	350
Bórax	50

FUENTE: Guzmán y Rodríguez (2004)

- **Reacción de los fertilizantes en el agua**

Los fertilizantes al contacto con el agua reaccionan variando el pH de la solución debido a la liberación de iones  $H^+$  u  $OH^-$  (Tabla 8). Estas reacciones del fertilizante son influenciadas por la calidad del agua en términos de cantidad de  $HCO_3$ .

**Tabla 8.** Reacción de los fertilizantes

<b>Fertilizante</b>	<b>Reacción</b>
Nitrato de amonio	Ácida
Nitrato de potasio	Básica
Nitrato de calcio	Básica
Nitrato de magnesio	Neutral
Sulfato de amonio	Muy ácida
Sulfato de magnesio	Neutral
Sulfato de potasio	Neutral
Fosfato monoamónico	Ácida
Fosfato monopotásico	Básica
Hidróxido de calcio	Básica

FUENTE: Guzmán y Rodríguez (2004)

- **Compatibilidad**

La compatibilidad de los fertilizantes está referida a la formación de compuestos insolubles resultantes de las reacciones de los iones de las sales del fertilizante con las del agua y de otros compuestos de las mezclas. Cuando se mezclan fertilizantes, es importante tener presente la tabla de compatibilidad química, la cual está representada en la Tabla 9, para reducir el riesgo de obstrucciones en el sistema de riego; entre las reacciones que pueden precipitar fácilmente son el calcio y el magnesio con sulfatos formando sulfato de calcio y sulfato de magnesio respectivamente, así como calcio con iones fosfato ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ).

**Tabla 9.** Compatibilidad de fertilizantes

Fertilizante	Úrea	Nitrato de amonio	sulfato de amonio	Nitrato de calcio	Nitrato de magnesio	Fosfato monoamónico	Fosfato monopotásico	Nitrato de potasio	Sulfato de potasio	Cloruro de potasio	Ácido fosfórico	Ácido nítrico	Ácido sulfúrico	Sulfato de Fe,Cu,Mn,Zn	Quelato	
Nitrato de amonio	C															
Sulfato de amonio	I	C														
Nitrato de calcio	C	C	I													
Nitrato de magnesio	C	C	C	C												
Fosfato monoamónico	C	C	C	I	I											
Fosfato monopotásico	C	C	C	I	I	C										
Nitrato de potasio	C	C	R	C	C	C	C									
Sulfato de potasio	C	C	R	I	I	C	C	C								
Cloruro de potasio	C	C	C	I	C	C	C	C	R							
Ácido fosfórico	C	C	C	I	I	C	C	C	C	C						
Ácido nítrico	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C					
Ácido sulfúrico	C	C	C	I	I	C	C	C	R	C	C	C				
Sulfato de Fe,Cu,Mn,Zn	C	C	C	I	I	I	C	C	R	C	C	C	C			
Quelato	C	C	C	R	R	R	C	C	C	C	R	I	C	C		
Sulfato de magnesio	C	C	C	I	I	I	C	C	R	C	C	C	C	C	C	
C: compatible	R: se reduce la solubilidad				I: Incompatible											

FUENTE: Navarro (2014)

- **Índice de salinidad**

Según Wesley (2014), El índice de salinidad de un fertilizante se refiere al potencial de incrementar el potencial osmótico del suelo al incrementar la cantidad de sales con respecto a un fertilizante base, el cual es nitrato de sodio (Tabla 10). Para tal comparación, se deben usar las mismas unidades y peso en ambos fertilizantes. Las consecuencias de utilizar fertilizantes con alto índice de salinidad es reducción de la absorción de agua de la planta, así como daños por salinidad si estuviese en contacto con las estructuras radiculares o semillas sembradas (Allen, 2017).

**Tabla 10.** Índice salino de fertilizantes

<b>Fertilizante</b>	<b>Índice salino (IS)</b>
Óxido de magnesio	1.7
Yeso	8.1
Superfosfato triple	10.1
Polifosfato amónico	20
Fosfato monoamónico	26.7
Fosfato diamónico	29.2
Sulfato de potasio	42.6
Sulfato de potasio-magnesio	43.4
Sulfato de magnesio	44
Amoníaco anhidro	47.1
Tiosulfato de potasio	68
Nitrato de potasio	73.6
Úrea	74.4
Sulfato de amonio	88.3
Nitrato de sodio	100
Nitrato de amonio	104
Cloruro de potasio	116.3

FUENTE: California Fertilizer Association 1980 - Tomado de Burt, et.al 1998

- **Índice de acidez y alcalinidad**

Según Navarro (2014), el índice de acidez o alcalinidad es efecto de 100 kilogramos de fertilizante sobre el pH del suelo. Tal efecto es representado como la cantidad en peso de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) necesario para neutralizar el efecto en el caso de índice de acidez o como la cantidad de  $\text{CaCO}_3$  que produce un efecto similar en el caso de índice de alcalinidad.

**Tabla 11.** Índice de acidez y alcalinidad de fertilizantes

<b>Fertilizante</b>	<b>Índice de acidez</b>	<b>Índice de alcalinidad</b>
Nitrato de amonio	60	
Sulfato de amonio	110	
Amonio anhidro	148	
Nitrato calcio		21
Úrea	80	
Fosfato monoamónico	58	
Fosfato monopotásico	55	
Nitrato potasio		23
Cloruro de potasio		Neutro
Sulfato de potasio		Neutro

FUENTE: California Fertilizer Association 1980 - Tomado de Burt, et.al 1998

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

#### **3.1 DATOS DEL LUGAR DE EXPERIENCIA PROFESIONAL**

El fundo agrícola cuenta con una plantación de 27.4 ha de uva variedad Red Globe de 6 años. La densidad del campo es 2083 plantas/ha y fueron injertadas sobre el patrón Salt Creek.

El fundo cuenta con el 50% de la plantación conducida bajo el sistema de parrón español y formado en doble “T”, mientras que la mitad restante es conducida bajo el sistema californiano Open Gable y formada en “H” desplazada.

La productividad de las primeras 6 campañas de producción fueron:

- a. 1er año de producción (2015-2016): 9.02 t/ha (1100 cajas exportables de 8.2 kg por hectárea).
- b. 2do año de producción (2016-2017): 25.42 t/ha (3100 cajas exportables de 8.2 kg por hectárea).
- c. 3er año de producción (2017-2018): 37.72 t/ha (4600 cajas exportables de 8.2 kg por hectárea).
- d. 4to año de producción (2018-2019): 39.36 t/ha (4800 cajas exportables de 8.2 kg por hectárea).
- e. 5to año de producción (2019-2020): 44.28 t/ha (5400 cajas exportables de 8.2 kg por hectárea).
- f. 6to año de producción (2020-2021): 45.92 t/ha (5600 cajas exportables de 8.2 kg por hectárea).

### 3.1.1 Ubicación geográfica y zona de experiencia laboral

El fundo agrícola donde se desarrolló la experiencia laboral se encuentra ubicado en:

- Caserío: Villacurí
- Distrito: Salas
- Provincia: Ica
- Departamento: Ica.

Geográficamente se ubica en las coordenadas: Latitud 13°52' 43'' S Longitud 75° 55' 57'' W.



**Figura 2.** Ubicación geográfica del fundo agrícola  
FUENTE: Tomado de Google Earth 2020.

### 3.1.2 Condiciones climáticas de la pampa de Villacurí

La pampa de Villacurí posee un clima cálido y seco con una temperatura media en verano de 23.8 °C promedio y en invierno de 15.8 °C, las precipitaciones anuales acumulan 1 a 2 mm, siendo una zona de baja precipitación.



**Tabla 12.** Variables climáticas de la Pampa de Villacurí

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio 2020
Temperatura máxima (°C)	30.1	31.8	32.1	31	27	24.1	23.6	23.8	25.3	26.9	26.8	28.5	27.6
Temperatura mínima (°C)	19.6	20.1	20.2	17.7	14.8	11.7	9.8	10.6	11.1	13.5	12.8	16.7	14.9
Diferencial temperatura (°C)	10.5	11.7	11.9	13.3	12.2	12.4	13.8	13.2	14.2	13.4	14	11.8	12.7
Temperatura promedio (°C)	24.5	25.1	25.1	23.1	19.6	16.5	15.3	15.7	17.1	19.1	19.2	21.8	20.2
Evaporación de tanque (mm)	3.9	4.2	4.3	4.1	3	2.4	2.6	3.1	4.2	4.7	4.8	4.7	3.8
Humedad relativa (%)	76	71.3	70.2	71.5	82.3	83.3	81.1	80	75.5	73.1	74.9	74.6	76.2

FUENTE: Extraído de la estación meteorológica de Agrícola Huarmey – sede Ica

### 3.1.3 Suelo

El suelo de Villacurí es de origen aluvial de clases texturales arenosa y franco arenosa. El análisis de suelo del fundo (Anexo 1) se realiza por medio del muestreo del suelo presente en la zona radicular (60 primeros centímetros), los datos y descripciones presentados, a continuación, son el resultado de los análisis conforme a esta metodología.

#### A. Materia orgánica del suelo

Según el análisis de suelo del año 2019, el contenido de materia orgánica fue 0.38 %, la cual es considerada como un valor bajo en suelos con textura arenosa según lo expuesto por Hurtado (2003).

#### B. Textura del suelo

El análisis de textura determinó que existe 91.7% de arena, limo 3.3% y arcilla 5%, por lo tanto, la clase textural es arenosa. En el transcurso de los años, se observó la necesidad de evaluar el suelo, no solamente por su clase textural, sino por la clasificación de arenas por granulometría, determinándose que el porcentaje de muy finas fue alto (16.28%) (Anexo 3), con ello se determinó que el suelo, aunque presente una clase textural arenosa, puede tener características de mayor porcentaje de limo en su capacidad de retención de agua.

### **C. Conductividad eléctrica del suelo**

La conductividad eléctrica del suelo fue 1.17 dS/m en pasta de saturación, lo cual es considerado como un valor aceptable según lo mencionado por Ayers y Westcor (1987), los cuales determinaron como valor máximo para la vid 3.3 dS/m.

### **D. pH del suelo**

El pH del suelo fue 7.1, esto es considerado como neutro, por lo cual no existe la necesidad de incrementar o disminuir el pH por efectos fitotóxicos de aluminio; favoreciendo la asimilación de macronutrientes como fósforo, nitrógeno, calcio y potasio, pero dificultando para micronutrientes como hierro y manganeso.

#### **3.1.4 Agua de riego**

El agua de riego proviene de pozo, siendo extraídos por medio de una bomba sumergible Hidrostral de 40 HP a un volumen de 20 L/seg, dando un total diario de 1728 m<sup>3</sup> de agua, lo que comparado con la época de máximo uso de agua (1650 m<sup>3</sup> desde noviembre hasta febrero), resulta sostenible.

#### **A. Conductividad eléctrica del agua de riego**

El fundo agrícola se ubica en una zona caracterizada por contener agua subterránea de alta conductividades eléctricas, siendo el valor del fundo 2.64 dS/m, la cual es considerada como de alto riesgo de salinidad y clasificada como C4. Para reducir los riesgos en el suelo, se incorpora 10 -20 % de fracción de lavado al volumen de riego, este valor es determinado por medio de las evaluaciones de conductividad del suelo mensuales, necesiéndose incrementarse a su valor máximo en postcosecha por la lejanía entre los riegos (5 días), en comparación con la época de producción que se usa el valor mínimo debido a la cercanía de los riegos (2-3 días).

#### **B. Dureza y RAS del agua de riego**

El agua de riego es clasificada como muy dura según lo expuesto por Hurtado (2003), teniendo como valor de 66 grados franceses, mientras que el RAS fue 3.81, siendo un valor

considerado bajo según lo expuesto por Richards (1954). El grado de dureza demuestra un alto contenido de calcio, en consecuencia, la relación calcio/potasio de 21.79 y calcio/magnesio de 14.53, estos valores considerados como relaciones altas según el análisis de agua (Anexo 2).

### **C. Nutrientes del agua de riego**

Según el análisis del agua de riego del año 2019 (Anexo 2), esta contiene altas concentraciones de nitratos con 1.32 meq/l sodio con 10.24 meq/l, calcio con 12.3 meq/l, cloruros con 19.22 meq/l y bicarbonato con 0.92 meq/l. Estos valores elevados de calcio generan la dureza del agua, mientras que el sodio y cloro los problemas de salinidad.

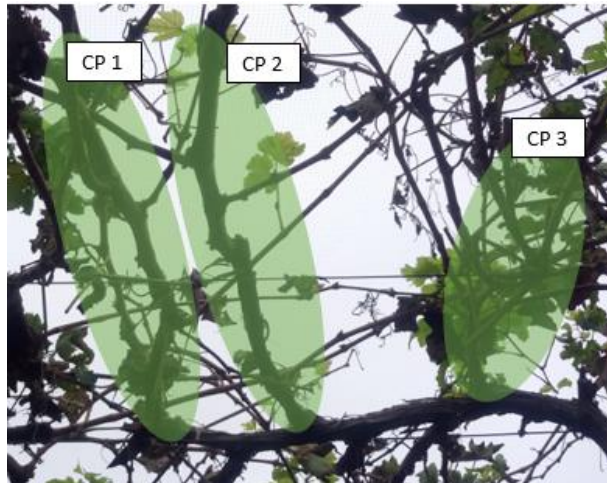
## **3.2 LABORES DEL CULTIVO**

### **3.2.1 Poda**

La poda en la uva Red Globe se dirige a reducir el material vegetal de la campaña pasada (sarmientos, brazos, partes del tronco, partes herbáceas) con el fin de regular el número de cargadores y yemas para la presente campaña. Para determinar la fecha de poda se toma en consideración la fecha deseada de cosecha, la cual, por temas comerciales es la segunda quincena de enero, debiéndose podar 200 días antes, siendo la fecha en los primeros días de julio.

#### **A. Tipo de poda**

En la poda se busca obtener 16 cargadores por planta, los cuales serán distribuidos en 8 centros de producción (CP) (Figura 3), por tal, habrá 2 cargadores en cada CP; estos deberán separarse por una distancia de 20 cm (Figura 4) en el mismo centro de producción. Cada cargador se podará a 5 yemas, obteniéndose este número del resultado de yemas totales necesarias para obtener la producción requerida entre el número de cargadores.



**Figura 3.** Esquema de centros de producción



**Figura 4.** Centro de producción podado

### **B. Número de yemas por planta**

El número total de yemas por planta a dejar está determinado por el número esperado de racimos, obteniéndose este dato del análisis de fertilidad de postcosecha de los cargadores, porcentaje de brotación y racimos esperados. La fórmula usada para el cálculo es:

$$\text{N}^\circ \text{ yemas/planta} = \frac{\text{N}^\circ \text{ racimos esperados}}{\% \text{ Fert.} \times \% \text{ Brot.} \times C}$$

Nº Yemas/planta: Número de yemas por planta a dejar en la poda, este número resulta 80 yemas.

Nº racimos esperados: Se desea tener inicialmente tener 30 racimos en cada planta, el cual es superior al número de racimos necesarios para la producción proyectada.

% Fert.: Porcentaje de fertilidad del análisis de fertilidad de los cargadores, el resultado histórico en pre-poda es 75% de fertilidad.

% Brot: Porcentaje de Brotación esperado, el historial del porcentaje de las campañas pasadas es 70%.

C: Factor de corrección de fertilidad, este dato viene dado por la correlación de los racimos obtenidos (reales) en las campañas pasadas y los racimos esperados (teóricos). En el fundo se registra una correlación del 71%.

El número de yemas de la campaña 2015-2016 y 2016-2017 fue 96, en el cual se consideró un valor C estimado, siendo este un dato más bajo; originando mayor dificultad en el desbrote por la desmedida cantidad de brotes; debido a esto, en la campaña 2017-2018 se afinó el factor C por medio de la comparación de los valores de brotación total y la estimada, dando como resultado un número de brotes menor en la campaña 2017-2018.

### **3.2.2 Amarre de cargadores**

El amarre consiste en atar los cargadores de forma horizontal a la estructura de alambre del parrón y separarlos entre sí para evitar el emboscamiento o formación de capas de hojas que dificulte la efectividad de las aplicaciones o genere microclimas de menor luminosidad (Figura 5) al momento del crecimiento del brote emergido. Para el amarre se usará junco de 30 cm de longitud, este material es ideal para esta labor por la facilidad del amarre y menor esfuerzo en comparación con la totora, la cual, primeramente, se debe fraccionar en tiras delgadas. Adicionalmente, ayuda a evitar el estrangulamiento del cargador. Para facilitar el amarre, ambos materiales deben ser remojados con cuatro horas de anticipación.



**Figura 5.** Cargadores después del amarre

### **3.2.3 Desbrote**

El desbrote consiste en dejar un número determinado de brotes en cada cargador y/o planta, retirando los excedentes. Esta labor se realiza cuando los brotes tienen una longitud de 20 a 30 cm, se observan claramente los racimos tanto en forma como en tamaño y haya finalizado la brotación de la planta. Esta longitud está determinada por medio de ensayos previos del fundo donde se observó que, a menores longitudes, el desbrote origina amarillamiento de la planta por un efecto de concentración de amoníaco y el estrés de la misma labor.

Para determinar el número de brotes por planta, se toma en consideración lo afirmado por Mediano (2017), el cual menciona que en cada hectárea de uva Red Globe debe tener de 80 000 a 100 000 brotes para lograr una alta producción, de este rango se escoge el menor valor debido al crecimiento vigorosos que podría conllevar a un emboscamiento del parrón en etapas futuras si existiese un exceso de brotes por hectárea. Los 80000 brotes/ha se repartirán de forma equitativa en las 2083 planta que conforman una hectárea, resultando 38 brotes/planta, este número se reparte en los 16 cargadores de la planta, privilegiando primero lo brotes que contengan racimo y segundo, los brotes que estén más cercanos a los brazos de la planta para favorecer la próxima poda y evitar que los cargadores futuros estén alejados de la corona y la fruta resultante de estos se ubiquen en el medio de las calles, lo cual, dificulta las labores de deshoje, cosecha, aplicación y obliga a realizar una poda “cero” (retiro de la madera contenido en los CP para estimular el brotamiento de la madera de los brazos y formar nuevamente la planta). En la última campaña (2020-2021), se buscó la reducción de los costos de mano de obra, por lo cual se optó por reducir el número de brotes

por hectárea a 70 000, generando reducción de costos de deshoje para iluminación de racimo, un mayor vigor de brote (datos promedio de 3.7 cm/día de la presente campaña en comparación con 3 cm/día de las campañas pasadas), así mismo, se mantuvo la producción de 45 t/ha y no se observaron quemaduras del racimo debido a la menor cantidad de follaje, por lo que, se espera seguir con esta tendencia de reducción de cantidad de brotes en cada hectárea para minimizar costos.

La metodología del desbrote en el fundo es:

Como pauta general se escogen 2 brotes distribuidos en cada cargador, de preferencia ambos deberán de tener racimo, la elección será según los siguientes casos:

- Caso 1

El cargador tiene 4 brotes, en los cuales todos tienen racimos (R-R-R-R). Se escoge un brote frutal en la zona basal del cargador y el segundo en la tercera o cuarta yema, esto con el fin de distribuir el follaje y el racimo en todo el cargador para favorecer la luminosidad individual del racimo.

- Caso 2

El cargador tiene 3 brotes con racimo y uno sin racimo (B-R-R-R), en este caso se eliminará el brote sin racimo y el racimo intermedio para separar ambos brotes que queden.

- Caso 3

El cargador tiene 2 brotes con racimo y 2 sin racimo, en este caso se dejan los dos brotes con racimo; en el caso donde los brotes con racimo del cargador basal o cercano a la corona de la planta se encuentren en las yemas apicales (4ta y 5ta), se dejará un brote adicional en la 1ra o 2da yema para tener un retroceso en la siguiente poda.

- Caso 4

El cargador tiene 1 brote con racimo y 3 sin racimo, en este caso se dejará el brote con racimo y el segundo será brote más distanciado al frutal.

- Caso 5

El cargador tiene todos sus brotes sin racimo, al igual que el caso anterior, se dejarán 2 brotes separados entre sí.

### **3.2.4 Primera regulación de carga**

La primera regulación de carga consiste en dejar un solo racimo en los brotes que contengan dos, eliminándose el racimo de menor tamaño o deforme; en caso los dos sean similares en tamaño y forma, se regula el más cercano al ápice del brote. La importancia de esta labor radica en que brotes con 2 racimos se dificulta la maduración uniforme de ambos o ninguno madura por la competencia de fotosintatos. En la experiencia del fundo, esta labor se realiza inmediatamente posterior al desbrote, debido a que los racimos de menor tamaño deben de tener el mayor tiempo posible para desarrollarse. Para reafirmar esta hipótesis en la campaña 2016-2017, se realizó el ensayo donde la primera regulación de carga fue inmediatamente después del desbrote (T1), 2 semanas después (T2), un mes después del desbrote (T3), como resultados se obtuvieron que el racimo del T1 generó un crecimiento del 35% más que el T3, mientras que el T2 obtuvo un 16% mayor que T3.

### **3.2.5 Eliminación de zarcillo y falso hombro**

La labor se realiza conjuntamente a la primera regulación de carga. En esta acción, se eliminan los zarcillos y falsos hombros de los racimos. La importancia de la labor radica en el peligro de enredo en el racimo, que genera deformidad en tales y dificultad en el raleo manual; mientras que el falso hombro evita un correcto cuajado de las bayas de los hombros superiores verdaderos, ocasionando una mayor cantidad de uvillas e incrementando la dificultad del raleo manual al tener que retirar estos hombros por la desuniformidad de calibre existente. Esta afirmación se comprobó ensayándose en la campaña 2016-2017 un área donde no se realizó el retiro del falso hombro para verificar la disminución del cuajado de las bayas. Se evaluó la cantidad de bayas en los hombros superiores y el número de semillas de estas, resultando los racimos sin falsos hombros con un 31% más bayas en los hombros superiores y 24% más semillas que los racimos con falsos hombros.

### **3.2.6 Deshoje pre-flor**

El deshoje prefloración es la labor fundamentada por la obstrucción mecánica de las hojas sobre los racimos, que dificulta la efectividad de la aplicación de fungicidas, insecticidas o productos foliares al racimo. Es importante realizarla antes de la floración debido a que en esta etapa el racimo es altamente susceptible al ataque de Thrips sp. y Oidium, por tanto, es



necesario la protección con productos fitosanitarios; asimismo, también impide la llegada directa de las aplicaciones de calcio, boro y zinc, los cuales son nutrientes que ayudan a incrementar el cuajado de las semillas en floración. Esta labor se realiza retirando todas las hojas alrededor de los racimos.

### **3.2.7 Penduleo y deshoje de brotes**

El penduleo y deshoje de los brotes se realiza cuando los racimos estén en plena floración o en cuaja de bayas. Consiste en amarrar los brotes a la estructura alambrada del parrón para que el brote repose en posición horizontal, posicionando al racimo por debajo de la estructura y retirando todas las hojas que se encuentren por debajo del alambre o en contacto con los racimos. Esta labor facilita el raleo manual, las aplicaciones fitosanitarias y la vendimia. El momento de realizar el penduleo debe ser oportuno, puesto que, el retraso de la labor lleva consigo riesgos de “quemado” (lesiones de color marrón) de baya del racimo al momento de la manipulación si el calibre de la baya es mayor a 8 mm, teniendo que retirar tal baya en el raleo manual.

### **3.2.8 Segunda regulación de carga**

La segunda regulación se realiza posterior al penduleo y deshoje de los brotes, consiste en contar todos los racimos de cada planta, eliminando estos hasta obtener un número determinado por planta; el número es determinado por la siguiente formula:

$$\text{N}^\circ \text{ racimos/planta} = \frac{P}{PR * RP * RC * D}$$

P: Producción, son los kilogramos de racimos para exportación que se estima.

PR: Peso final estimado del racimo (kg) en el momento de la cosecha.

RP: Rendimiento del packing, es la relación de los kilogramos de fruta embalada en comparación con la fruta enviada al packing.

RC: Rendimiento de campo, es la relación de la fruta cosechada para exportación en base a la fruta que se encuentra en la planta.

D: Densidad de plantación (número de plantas por hectárea)

En el fundo, se espera obtener 44600 kg/ha de fruta exportable, teniendo un rendimiento histórico de rendimiento de packing del 98%, rendimiento de campo del 90% y un peso de racimo 0.9 kg. Con los datos expuestos, se regulará a 27 racimos por planta.

La secuencia de eliminación de racimos en plantas con exceso es el siguiente:

1ro -> Racimos deformes

2do -> Racimos con pobre raleo químico

3ro -> Racimos que se encuentren cercanos.

### **3.2.9 Raleo manual de racimos**

El raleo manual se realiza cuando el calibre del 90% de los racimos se encuentren entre 8 – 10 mm, debido a que, en tamaño de bayas inferiores no se distinguen las “uvillas” (bayas con calibre bajo con respecto al promedio debido a la falta de semillas) mientras que en calibre mayores se corre el riesgo de quemado de bayas por manipuleo.

El raleo manual consiste en dos acciones:

- Esquema de racimo: El esquema se refiere a la estructura de los brazos, siendo en el sitio de trabajo el esquema 4-0, que significa, contar los 4 primeros hombros que tengan una longitud de 11 a 14 cm y descolar el racimo.
- Número de bayas en cada estructura del racimo: Seguido a la estructuración del racimo, se dejarán de 1 a 1.5 bayas/cm de hombro, retirando las bayas en exceso para favorecer el espacio de crecimiento y envero.

El número de bayas en cada racimo viene determinado por la siguiente ecuación:

$$N^{\circ} \text{ bayas} = \frac{PR}{PB}$$

PR: Peso del racimo (kg)

PB: Peso de la baya (Kg)

En el fundo de trabajo, se estimó un peso de racimo de 0.9 kg, mientras que el histórico del peso de baya es 20 g, lo que resulta que cada racimo tendrá 45 bayas.

### 3.2.10 Calle de luz

La siguiente labor en la etapa de producción es la calle de luz, la cual se realiza en el inicio del envero del racimo (calibre de baya de 25 mm). Esta labor consiste en cortar todos los brotes a 1.2 metros de los brazos en forma consecutiva de cada lado de la planta para aumentar el ingreso de luz directa e indirecta al racimo. Según Spayd et al. (2002), el aumento de luz ayuda al envero o coloración del racimo debido a que existe un incremento de flavonoides y antocianinas en comparación con racimos en zonas sombreadas.



**Figura 6.** Calle de luz

### 3.2.11 Cosecha

La cosecha o vendimia de la uva se realiza cuando la fruta tiene el color RG 2 a 3 (Anexo 4), los grados brix son mayores a 14 y la acidez es menor a 0.5, ocurriendo en el fondo a los 200 días después de la poda. La cosecha se divide por cortes, en cada uno de estos se cortan los racimos que cumplen con la coloración mayor a RG2, uniformidad de este en el racimo y aureolas cremas. Históricamente, existen 3 cortes en la cosecha, siendo el primer y segundo de fruta de mayor calidad en color (RG 2 a 3) y firmeza con porcentaje de cosecha de 45 y 40 %, seguido de un tercer corte de menor calidad con tonalidades RG 1.5 a 2.5 con un 15%.



**Figura 7.** Racimos en cosecha

### **3.3 SISTEMA DE RIEGO DEL LUGAR DE TRABAJO**

#### **3.3.1 Sistema de riego**

El fundo de trabajo es irrigado por medio de un sistema presurizado por goteo. El sistema de riego consta de un cabezal de riego KSB (Figura 9), un cabezal de filtrado YAMIT (Figura 8) y una red de tuberías distribución de 250 a 100 mm. Adicional al sistema de riego, se cuenta con un reservorio de 2000 m<sup>3</sup> que almacena agua obtenida de pozos con agua de conductividad de 2.64 dS/m que es rebombada por el cabezal de riego a la red de distribución del campo.



**Figura 8.** Cabezal de filtrado YAMMIT



**Figura 9.** Cabezal de riego KSB

El circuito del agua de riego es:

- a. Reservorio: capacidad de 2000 m<sup>3</sup>.
- b. Cabezal de riego: Bomba KSB mb 65 - 125 de 45 hp, 3500 rpm, caudal nominal de 103 m<sup>3</sup>/hr y rodete 141 mm (Figura 9).
- c. Filtro de riego: YAMIT eléctrico AF 206 metal 130 mi br. angular de 6".
- d. Matriz principal: Tubería de 200 mm clase 5.
- e. Matriz secundaria: Tubería de 110 mm clase 4.
- f. Válvula de riego: Válvula de 2" dorot (Figura 10).
- g. Laterales: Tubería de 75 mm.
- h. Manguera de riego: Quillay 24mil espaciados a 60cms. (Figura 11), las mangueras de riego son paralelas a las líneas de plantación, siendo 2 líneas de mangueras con una separación de 60 cm entre ellas.
- i. Goteros: Goteros Quillay de 2.0 L/hr emisión, los goteros están distanciados entre sí a 60 cm.



**Figura 10.** Válvula de riego



**Figura 11.** Mangueras de riego

### **3.3.2 Programación del riego**

En la primera campaña de producción (2015-2016) conocimiento de riego era deficiente, por lo que la programación de riego era solamente en base a la  $K_c$  de las etapas fenológicas del cultivo y la evapotranspiración (estimada según estación meteorológica), regando a frecuencias determinadas por la verificación constante de calicatas, donde al detectar menor humedad del suelo se regaba lo acumulado por la  $K_c$  y evapotranspiración. Esta situación generó subjetividad en la decisión del momento de riego y la variabilidad de los volúmenes de riego, generando periodos de mayor humedad y menor humedad.

En la campaña 2016-2017 se empezó a ver el riego como la interacción del suelo-planta-clima, por lo que se introdujeron los siguientes términos para determinar el volumen y frecuencia de riego:

### A. Coeficiente de cultivo (Kc)

La Kc del cultivo ya era anteriormente usada, pero no había sido adaptada a las condiciones del campo. Para su adaptación se tomó como muestra la campaña 2016-2017 comparando los registros de calicatas, sondas de capacitancia, tensiómetros y evaluaciones de brote, baya y cosecha. La Kc resultante nos muestra valores mayores a los citados por Selles et al. (2001) debido al mayor área foliar por el crecimiento vigoroso.

**Tabla 13.** Comparativa de Kc teórica y práctica

<b>Estado Fenológico</b>	<b>Kc teórica Selles et al. 2001</b>	<b>Kc práctica AH 2016</b>
Antes de brotación	0.15	0.1
Puntas Verdes - 15 cm	0.2	0.15
Brote 20 cm		0.2
Brote 40 cm	0.25	0.3
Brote 60 cm		0.35
Brote 80 cm	0.3	0.4
Brote 90 cm		0.5
Inicio de Floración		0.6
Cuajado		0.75
Baya 6 mm	0.8	0.85
Baya 8 mm		0.9
Baya 10 mm	0.9	0.9
Cierre de racimo	0.9	1
Inicio de pinta	0.95	1
Inicio de cosecha	0.8	1
Fin de cosecha exportación	0.6	0.7
Fin de cosecha nacional	0.5	0.6
Caída de hoja	0.15	0.3

FUENTE: Selles et al. (2001) y datos de la empresa Agrícola Huarney sac (2016)

### B. Capacidad del estanque del suelo

La capacidad de estanque del suelo es el volumen de agua existente en un volumen de suelo determinado que puede ser aprovechado por la planta.

En la primera campaña se privilegió como criterio la percepción de la humedad para determinar el momento y frecuencia del riego, dato por lo tanto subjetivo. Para estandarizar y dar un dato objetivo, se buscaron criterios de riego como la capacidad del estanque del suelo, la cual considera la cantidad de agua contenida en el suelo del área radicular. Así mismo, para determinar este parámetro se evaluaron 20 plantas/hectárea midiendo la

profundidad y el ancho donde se encuentra el 85% de las raíces (Figura 12), así como, por medio del análisis de laboratorio de la curva de humedad (Anexo 5) se determinó la altura de agua aprovechable. Todos estos datos son incluidos en la siguiente fórmula para determinar la capacidad de estanque de la planta.

$$\text{Capacidad de estanque (mm)} = \frac{\text{AnR} \times \text{PrR} \times \text{AAA}}{\text{DeC}}$$

AnR: Ancho radicular (m)

PrR: Profundidad radicular (m)

AAA: Altura de agua aprovechable (mm/m)

DeC: Distancia entre hileras (m)

La Tabla 14 detalla la evolución de los parámetros de determinación de la capacidad de estanque y su evolución en las campañas.

**Tabla 14.** Evolución de la Capacidad de estanque

<b>Campaña</b>	<b>Ancho radicular (m)</b>	<b>Profundidad radicular (m)</b>	<b>Altura de agua aprovechable (mm/m)</b>	<b>Distancia entre hileras (m)</b>	<b>Capacidad de estanque (mm)</b>
2016-2017	0.8	0.45	95	3.2	10.69
2017-2018	0.94	0.55	95	3.2	15.35
2018-2019	1.1	0.56	95	3.2	18.29
2019-2020	1.25	0.6	95	3.2	22.27

FUENTE: Adaptado de datos de Agrícola Huarney SAC



**Figura 12.** Sistema radicular



### C. Necesidad de lavado

La necesidad de lavado en el lugar de trabajo es fundamental para reducir el incremento de sales del suelo por la alta conductividad del agua. Para la determinación se tomaron en consideración evaluaciones de salinidad del suelo, donde se concluyó que para la etapa de producción es necesario una fracción de lavado del 10% y en postcosecha de 20% para evitar que la conductividad en extracto de saturación supere el valor de 1.5 dS/m.

### D. Lámina del sistema

La lámina del sistema es un punto fundamental y variable a través de las campañas por el desgaste de los goteros, así como las obturaciones. Para determinar este parámetro, es evaluado mensualmente el caudal de 200 goteros repartidos en cada lote de producción a una presión de válvula de 1.2 bares. Con este dato de caudal promedio de gotero, se procede a determinar la lámina del sistema en cada hectárea en cada hora de la siguiente manera:

$$\text{Lámina del sistema (mm/ha/hr)} = \frac{NMH \times DG}{DeC \times DeG}$$

NMH: Número de mangueras en una línea de riego (2)

DG: Descarga de agua del gotero en una hora (L/hr)

DeC: Distancia entre calle de plantación (m)

DeG: Distancia entre dos goteros de la manguera (m)

En el lugar de trabajo la evolución de la lámina del sistema se muestra en la Tabla 15:

**Tabla 15.** Evolución de lámina del sistema

Campaña	NMH	DG (L/hr)	DeC (m)	DeG (m)	Lámina del sistema (mm/ha/hr)
2016-2017	2	2.05	3.2	0.6	2.14
2017-2018	2	2.1	3.2	0.6	2.19
2018-2019	2	2.13	3.2	0.6	2.22
2019-2020	2	2.2	3.2	0.6	2.29

FUENTE: Adaptado de datos de Agrícola Huarmey SAC

### **E. Porcentaje de pérdida de humedad aceptable**

Para determinar el momento de riego, se usó el porcentaje de pérdida de humedad, el cual varía dependiendo de la fenología y cuán sensible es está a la falta o a la mayor dificultad de absorber el agua del suelo. Por ello, se definieron 2 grupos de etapas fenológicas, el primero es la época en la cual el racimo se encuentra en pleno crecimiento y maduración (cuajado a cosecha), por lo cual se necesita reducir cualquier estrés, en este grupo se definió un 30% de porcentaje de pérdida de humedad; y el segundo, donde se necesita un balance de la parte vegetativa y reproductiva que es desde postcosecha hasta término de shatter, definiéndose una pérdida de humedad del 50%.

### **F. Pérdida de humedad**

La pérdida de humedad es la cantidad de agua que se permite perder en una etapa fenológica determinada, siendo expresada en milímetros de agua, matemáticamente se calcula multiplicando la capacidad de estanque de la planta y el porcentaje de pérdida de humedad. Este valor es el límite al que debe de llegar la ETc acumulada, la cual es la sumatoria de la multiplicación de Kc y ETo, para determinar el momento de riego, es así que en la campaña 2019-20, en la etapa fenológica desde la finalización de shatter hasta cosecha se determinó como límite 6.681 mm, mientras que para las etapas fenológicas desde postcosecha hasta floración es 11.14 mm. En el momento que la ETc acumulada sobrepase este valor o se encuentre cercano, se deberá de proceder al riego.

### **G. Tiempo de riego**

La estimación del tiempo de riego en el momento en el que la ETc acumulada supere a la capacidad de estanque de la planta se calculará con la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de riego (hr)} = \frac{(ETc \text{ acumulada} \times (100\% + NL))}{LS \times ER}$$

LS: Lámina del sistema (mm/ha/hr)

NL: Necesidad de lavado (%)

ER: Eficiencia de riego (%)

ETc acumulada: valor de la sumatoria de la multiplicación de x días de ETo y kc

### **H. Planilla de riego**

Para la programación del riego, se deberán de calcular todos los datos anteriormente descritos, los cuales se llevarán a una planilla de Excel (Figura 13) para la facilidad del trabajo.

DATOS Y CARACTERÍSTICAS	TUNGA - CUARTEL 1	
	Promedio	
Altura de agua aprovechable (mm)	95	
Distancia entre líneas (m)	3.2	
N° de hileras por hectárea	31.25	
Ancho de raíces (m) 2020-21	1.25	
Profundidad de raíces (m) 2020-21	0.6	
Capacidad de estanque 2020-21 (mm)	22.27	
% de pérdida de humedad (Postcosecha- Floración)	50%	
Pérdida de humedad (mm) 50%	11.13	
Necesidad de lavado (Pinta)	10%	
Necesidad de lavado (Postcosecha)	20%	
Eficiencia de riego	90%	
Descarga de gotero (l/hora)	2.1	
Distancia entre goteros (m)	0.6	
N° de mangueras por hilera	2	
Lámina del sistema (mm/ha/hora)	2.19	

FECHA	ET <sub>o</sub> (mm)	kc	ET <sub>c</sub> (mm)	ET <sub>c</sub> Acumulado (mm)	Reposición (mm)	Tiempo de riego (Real)	Tiempo de riego (horas)
13-Jun	2.39	0.4	0.956	0.96	1.27	5.5	0.58
14-Jun	1.32	0.4	0.528	1.48	1.98		0.90
15-Jun	2.34	0.4	0.936	2.42	3.23		1.48
16-Jun	2.7	0.4	1.08	3.50	4.67		2.13
17-Jun	2.9	0.4	1.16	4.66	6.21		2.84
18-Jun	1	0.4	0.4	5.06	6.75		3.08
19-Jun	2.7	0.4	1.08	6.14	8.19		3.74
20-Jun	2.6	0.4	1.04	7.18	9.57		4.38
21-Jun	1.9	0.4	0.76	7.94	10.59		4.84
22-Jun	2.82	0.4	1.128	9.07	12.09		5.53
23-Jun	2.7	0.4	1.08	10.15	13.53		6.19
24-Jun	2.7	0.4	1.08	1.08	1.44	6.19	0.66

**Figura 13.** Planilla de riego de Agrícola Huarmey SAC

FUENTE: adaptado de Agrícola Huarmey SAC

### **3.3.3 Fertirrigación**

La fertirrigación se realiza por medio de una sala de fertilización, en la cual se preparan las mezclas de fertilizantes en tres tanques de mezcla.

#### **A. Fertilizantes usados**

Los fertilizantes usados en el lugar de trabajo son:

- a. Ácido bórico
- b. Ácido fosfórico
- c. Óxido de calcio
- d. Sulfato de magnesio
- e. Sulfato de potasio
- f. Sulfato de zinc

Entre los fertilizantes mencionados, no se detalla ninguno que en su composición tenga nitrato ni cloruro debido al alto nivel de estos en el agua.

#### **B. Mezcla de fertilizantes**

El proceso de mezcla y fertilización es el siguiente

- a. Llenado del tanque de mezcla con 500 litros de agua.
- b. Encendido de la bomba de aire.
- c. Incorporación del fertilizante al tanque de mezcla de forma lenta.
- d. Relleno del tanque a la capacidad a 1000 L.
- e. Agitación del tanque por 10 minutos.
- f. Inyección de la mezcla por medio de una bomba Hidrostal de 1.5 HP con regulación de los litros/hr por medio de un fertímetro

La mezcla de fertilizantes se realiza en 3 tanques de fertilización de 1000 l cada uno, mezclándose según la Tabla de compatibilidad 9.

En la campaña 205-2016, los fertilizantes eran disueltos en los tanques de pre-mezcla según la Tabla 7, observándose en campo mayores valores de taponamiento de goteros (3% mayores a la campaña 2014-2015) por la falta de disolución, debido a que esta tabla de solubilidad no considera la interacción entre la solubilidad del fertilizante y la salinidad del agua, la cual tiene 2.64 dS/m. Por ello, en la campaña siguiente (2016-2017) se adaptaron

los valores a las condiciones del agua de riego, observándose menores niveles de solubilidad, que varían en una reducción del 24 al 53 % (Tabla 16) dependiendo del fertilizante.

La mezcla de los fertilizantes se realizó de la siguiente forma:

- En riegos donde se inyecta ácido fosfórico, sulfato de potasio o magnesio y óxido de calcio, se utiliza 2 tanques para la mezcla de los dos primeros, mientras que el tercero se inyecta por medio del tercer tanque. La inyección de este último tanque será en diferentes tiempos de los primeros para evitar reacciones en la matriz de fertilización.
- En riegos donde se inyecte materiales orgánicos, microorganismos, nematicidas, enraizante, con otros fertilizantes, se usarán dos tanques para los fertilizantes, mientras que el tercer tanque será exclusivo para los demás productos.
- Los riegos en los cuales la fertilización de magnesio y potasio sea el mismo día, deberán de ser mezclarse en tanques separados e inyectarse en diferentes tiempos para evitar la competencia en la absorción.
- En caso de necesitarse de varias preparaciones para inyectar el fertilizante requerido en un riego, se deberá de respetar los tiempos de agitación. Para evitar la insolubilización.
- En caso de necesitarse un tanque para preparar dos fertilizantes incompatibles en distintos tiempos, deberá de lavarse a la perfección el tanque en medio de las preparaciones para evitar las precipitaciones.

**Tabla 16.** Comparación de solubilidad teórica y real

<b>Fertilizante</b>	<b>Solubilidad teórica (g/L)</b>	<b>Solubilidad real (g/L)</b>	<b>Reducción de solubilidad (%)</b>
Urea	1080	705	35%
Fosfato monoamónico	227	172	24%
Nitrato de amonio	1700	835	51%
Nitrato de potasio	416	255	39%
Nitrato de calcio	1220	850	30%
Sulfato de potasio	110	52	53%
Sulfato de zinc	960	650	32%
Sulfato de magnesio	740	460	38%

FUENTE: Datos de la empresa Agrícola Huarmey sac

### **C. Inyección de fertilizantes**

La inyección de los fertilizantes se realiza en la caseta de fertilización, por medio de una bomba eléctrica de inyección Hidrostral de 1.5 HP, la cual incorpora al sistema de riego cantidades controladas por medio de un fertímetro. La cantidad de fertilizante es inyectada en un espacio de dos horas, iniciando 2 horas y 30 min antes de acabar el riego y dejando los últimos 30 minutos para la circulación del agua por el sistema, este tiempo deberá de ser el necesario para que todo el fertilizante inyectado en la matriz pueda ser depositado por los goteros al campo. El tiempo post inyección no era considerada en la dos primeras campañas (2015-2016 y 2016-2017) de forma individual por lote, sino, era un tiempo estándar que alcanzaba para el lavado de la matriz de los lotes cercanos al centro de inyección pero no para los lotes alejados, por lo cual, estos últimos tenían valores nutricionales más bajos que los cercanos. Actualmente se manejan tiempos diferentes para cada lote de producción, siendo 20 minutos para los cercanos al centro de riego y de 40 minutos para los más alejados.

### **D. Mantenimiento del sistema**

El mantenimiento del sistema es un factor importante en la de riego se realiza de forma preventiva y correctiva por medio de 6 acciones:

- **Mantenimiento del cabezal de filtrado**

El cabezal del filtro YAMIT tiene la función de limpieza automática por medio de retro lavado del filtro, la cual la realiza de automáticamente cada dos horas de funcionamiento o cuando el diferencial de presión de entrada y salida del filtro supera el valor de 0.5 bares, en el caso que el lavado automático no baste para recuperar el normal funcionamiento, se desarma el cabezal, retirando el filtro para poder sumergirlo en una solución de agua regulada a un pH de 2 con ácido fosfórico por 5 minutos y lavando las rejillas del filtro con detergente para retirar residuos sólidos o algas.

- **Disolución de minerales existentes en el sistema**

Para la limpieza de precipitados o minerales no disueltos en el sistema de riego se realiza la inyección por una hora de ácido fosfórico, teniendo como objetivo dejar agua en el sistema con pH 2, esto se logra por medio de la adición de ácido fosfórico (85% de  $H_3PO_4$ ) a una

concentración de 0.2 l por cada 1000 l de agua del sistema. En nuestras condiciones, la precipitación del sistema es 22 m<sup>3</sup>/hora/ha, con lo cual se deberá de agregar 4.4 l de ácido fosfórico. Al finalizar la inyección del ácido lográndose el pH del agua requerido y faltasen 5 min para acabar el tiempo del riego, se debe de apagar el sistema para dejar el agua ácida en las tuberías por un tiempo mínimo de 12 h y lograr disolver los minerales, al pasar este tiempo, se procede al purgado por medio de la apertura de las tuberías principales, laterales y colas de riego. Esta operación se realiza de forma preventiva bimestralmente y de forma obligatoria cuando se realizará el purgado de mangueras de riego.

- **Disolución de algas o microorganismos**

Para la eliminación o disminución de algas y microorganismos del sistema no se la aplica ningún producto, debido a la alta concentración de cloruros del agua (19.22 meq/l), la cual impide la colonización de algas.

- **Purgado de las mangueras de riego**

El purgado de las mangueras consta de colocar una esponja de 16 mm en el interior de la manguera en su parte inicial (conexión con el bigote), procediendo a iniciar el riego para forzar que la esponja recorra toda la manguera y pueda llegar a la parte final; cuando ya se haya colocado en esta zona, se abren las colas de las mangueras para que la esponja pueda salir con la suciedad que recolecto en el recorrido. Al término del recorrido de la esponja por la manguera de riego y su posterior salida, se espera hasta que el agua vuelva a su estado cristalino para proceder al cerrado de las mangueras. La periodicidad de esta labor es mensual en la época productiva y bimestral en postcosecha de forma preventiva o correctivamente cuando la evaluación de uniformidad de riego demuestre valores menores al 90%; las causas para tal disminución pueden ser la falta de solubilización de los fertilizantes inyectados, la concentración de material insoluble de la materia orgánica o formas insolubles generadas por las reacciones de fertilizantes como sulfato de calcio.

- **Destaponado de goteros**

El destaponado de goteros consiste en golpear las zonas aledañas al gotero para lograr retirar formas insolubles de fertilizante que hayan quedado en el gotero. Esta labor la realiza

constantemente el regador cuando observa taponamiento o cuando las evaluaciones de obturación superen el 3% o si el caudal promedio de los goteros evaluados baja un 5% del valor normal del lote.

- **Mantenimiento de válvulas**

El mantenimiento de las válvulas se realiza semestralmente, en esta labor se desarma totalmente la válvula, el galit y piloto; se remueven las materias insolubles pegadas a las paredes con detergente y se vuelven a armar para dejar operacional el sistema de riego.

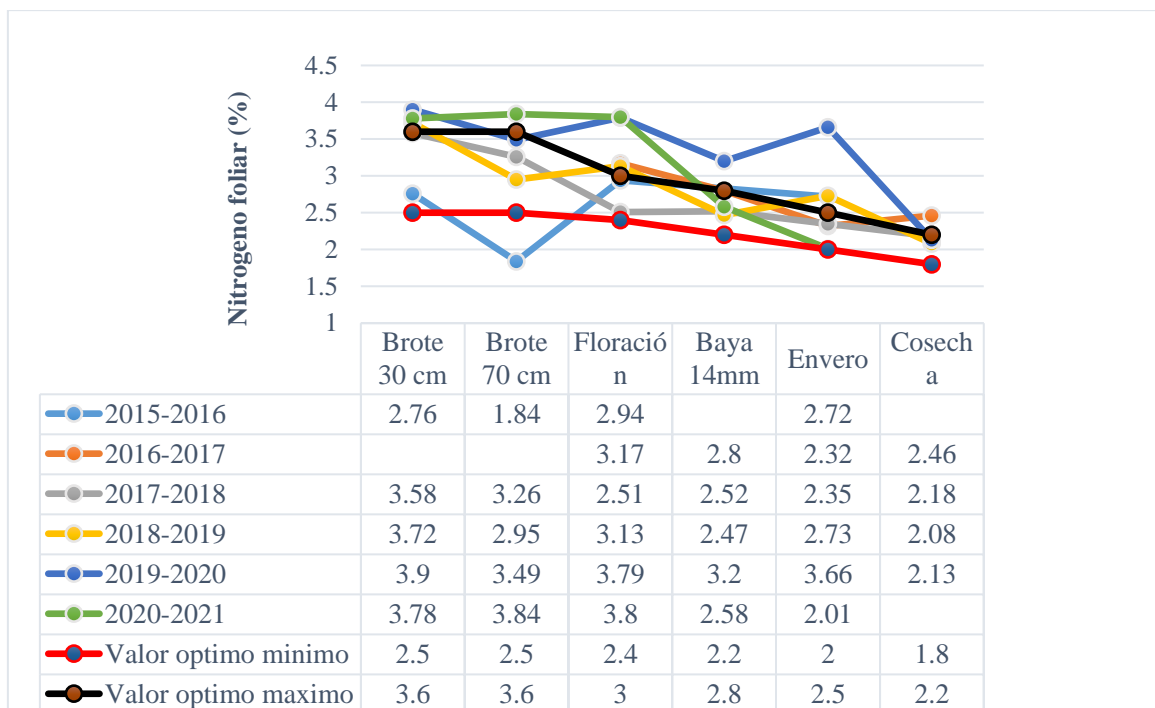
### **E. Manejo de nutrientes**

Los nutrientes más importantes en la producción de uva son nitrógeno, fosforo, potasio, magnesio, calcio, boro y zinc. Estos nutrientes se aplican, en su mayoría, por medio del fertirriego.

- **Nitrógeno**

El nitrógeno es un elemento ampliamente usado en la planta, tanto para la formación de proteínas y aminoácidos como para el crecimiento y formación de estructuras vegetativas y reproductivas de la vid. Teóricamente, para un producción de 45 t/ha de fruta, el requerimiento de nitrógeno es 160 kg/ha según el manual del cultivo de uva de mesa INIA (2017) para la variedad Red Globe. En la primera campaña (2015-2016) se fertilizaron 100 kilogramos de nitrógeno, viéndose niveles foliares altos (Figura 14) según los rangos del laboratorio SGS (Anexo 2), por lo cual, se realizaron ensayos en cuarteles con 0 kilogramos de nitrógeno, observándose que el nivel de nitrógeno foliar no se diferenciaba del tratamiento con 100 kilogramos. La explicación de la nula variación de los niveles de nitrógeno foliar se debe al alto contenido de nitrógeno del agua, 1.21 meq/L, lo que significa que en toda la campaña (12000 m<sup>3</sup>) el agua aportan 200 kilogramos, lo que es una cantidad superior a la teórica. Para reafirmar estos datos se analizaron los niveles de arginina en la raíz y se encontraron también niveles medio a altos.





**Figura 14.** Curva de porcentaje de nitrógeno foliar según fenología y campaña del cultivo  
 FUENTE: Adaptado del consolidado de análisis foliares de Agrícola Huarmey sac

Un factor adicional que permite no fertilizar con nitrógeno es el uso del patrón sobre el cual se encuentra la variedad del fundo, que es Salt Creek, que tiene como característica una alta capacidad de absorción de nitrógeno.

Entre las consecuencias del alto nivel foliar de nitrógeno en el fundo se encuentra el alto vigor del brote, excesivo raleo químico del racimo, incremento del crecimiento de las feminelas, así como la dificultad de toma de color del racimo.

- **Fósforo**

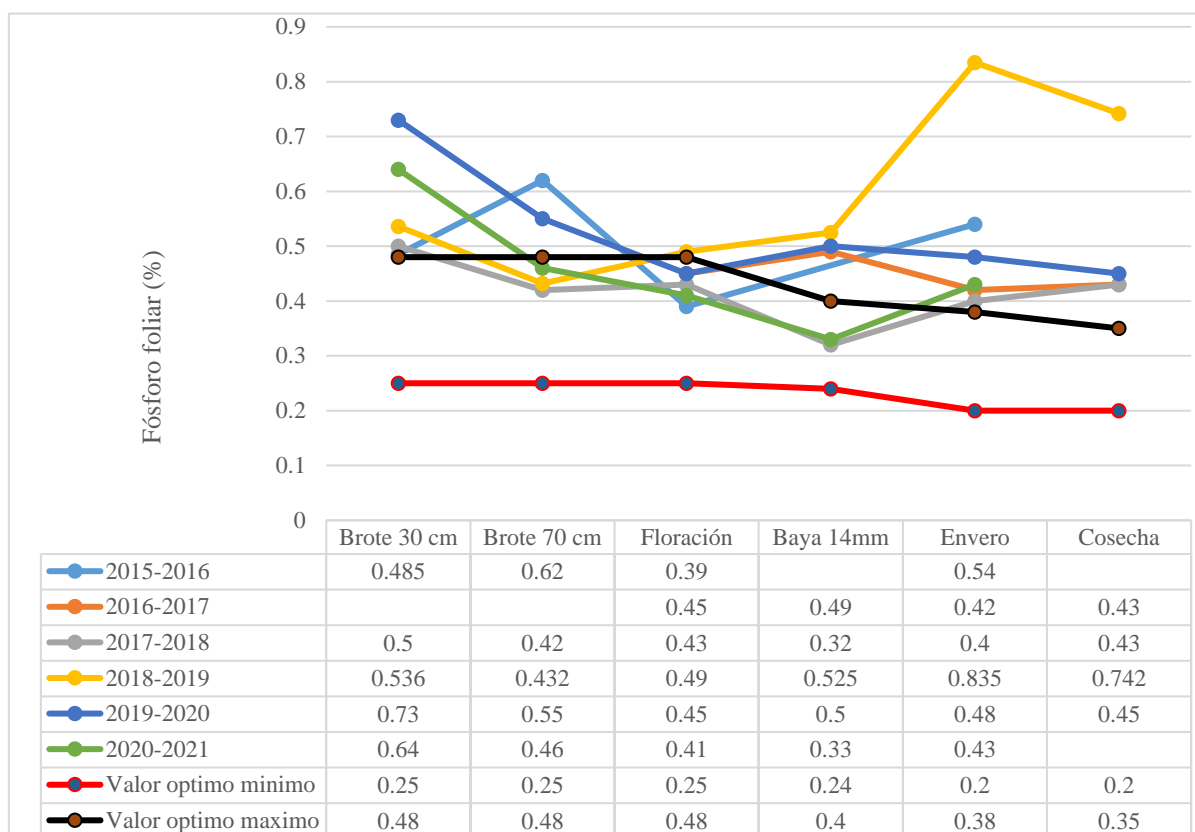
El macronutriente fósforo es incorporado por medio de la fertilización de ácido fosfórico al 85%. Teóricamente, los kilogramos necesarios para 45 toneladas de producción por hectárea son 147 según Román et al (2005) y 90 según el manual del cultivo de uva de mesa INIA (2017), de ambas recomendaciones de la bibliografía, se asume el mayor valor por las condiciones del agua en relación al alto contenido de calcio, el cual reacciona con el ácido fosfórico formando precipitados insolubles, lo cual disminuye la eficiencia de aplicación y absorción (de 60% a 40%). Este elemento se incorpora según la etapa fenológica del cultivo (Tabla 17).

**Tabla 17.** Kilogramos de fósforo según la fenología del cultivo

Fenología	Kilogramos de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Porcentaje de la fenología	Ácido fosfórico (kg)
Brotes de 40 cm a inicio flor	26	17%	43
Floración - término de shatter	37	24%	61
Término de Shatter – Envero	49	32%	80
Envero – Cosecha	0	0%	0
Postcosecha	40	26%	66
Total	152	100%	249

FUENTE: Datos extraídos del programa de fertilización de Agrícola Huarmey sac

Con la estrategia seguida, se obtienen valores de fósforo foliar que se encuentran dentro de los rangos óptimos según el laboratorio SGS (Figura 15). Otro punto importante en la inyección de ácido fosfórico es la compatibilidad con otros fertilizantes, por lo que la inyección se realiza en días diferentes a la inyección fertilizantes de calcio por la precipitación. La incorporación de fósforo inicia desde el primer riego hasta el último riego al inicio de la pinta.



**Figura 15.** Curva de porcentaje de fósforo foliar según fenología y campaña del cultivo

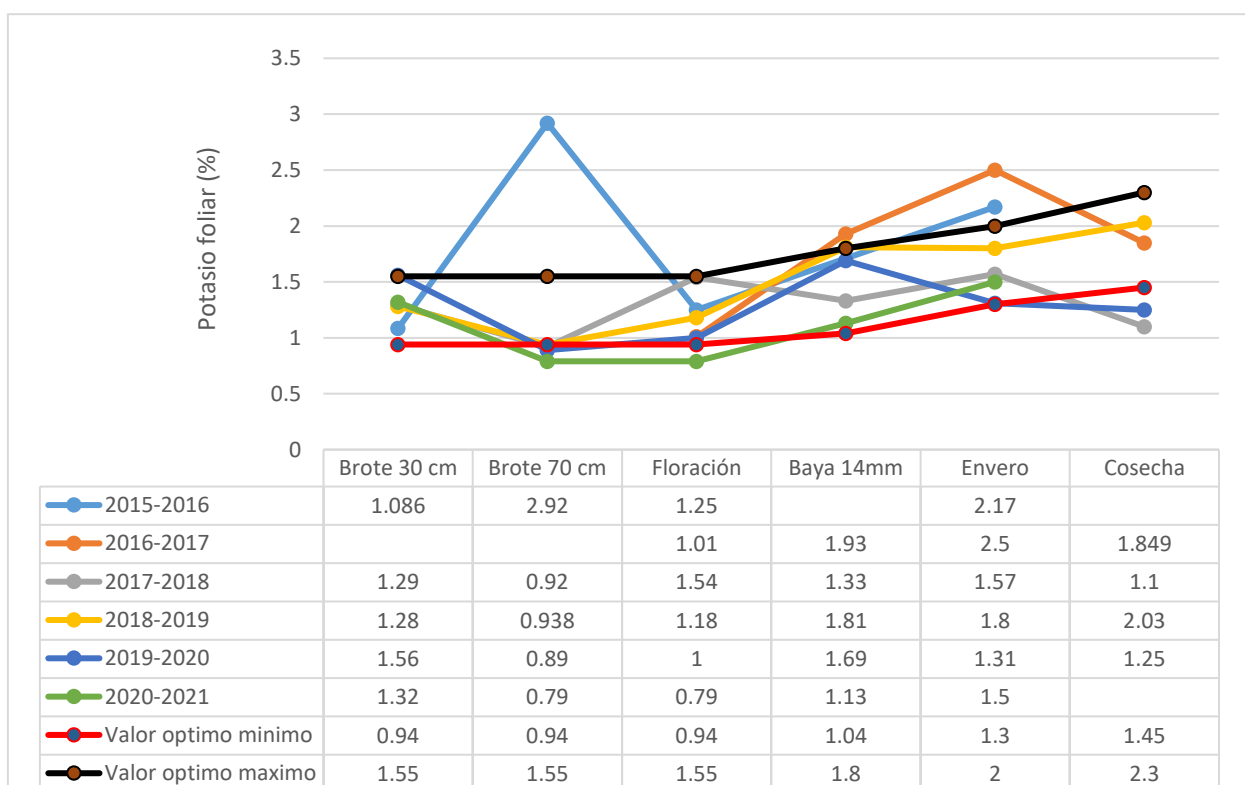
FUENTE: Adaptado del consolidado de análisis foliares de Agrícola Huarmey sac

- **Potasio**

El macronutriente potasio se incorpora en su forma de sulfato, escogiéndose esta fuente debido al alto contenido de nitrógeno en el agua y descartando su forma de cloruro por la alta conductividad del agua. Las inyecciones de potasio son realizadas en diferentes riegos con respecto al magnesio, debido a la competencia en el ingreso a la planta, así como, son altamente concentradas (10 a 20 meq/l de potasio en el agua de riego) para disminuir la competencia con el sodio y aumentar la relación calcio/potasio. La fertilización comienza en brote de 40 cm, juntamente con el primer riego post poda y es hasta la fenología de término de shatter que se inyecta el 20% del total de kilogramos debido a que en esta etapa no existe una masa radicular activa abundante que pueda absorber constantemente el potasio, complementándose con aplicaciones foliares. Posteriormente, empiezan los crecimientos radiculares activos, donde la tasa de absorción de potasio aumenta y se incrementan las dosis de potasio, manteniendo los 10 meq/l de inyección hasta dos semanas antes de la cosecha; en este rango de tiempo, se inyecta el 63% del potasio, estas etapas coinciden con la alta demanda del crecimiento y maduración del racimo (Tabla 18).

**Tabla 18.** Kilogramos de potasio según la fenología del cultivo

<b>Fenología</b>	<b>Kilogramos de K<sub>2</sub>O</b>	<b>Porcentaje de la fenología</b>	<b>Sulfato de potasio (kg)</b>
Brotos de 40 cm a inicio flor	40	10%	80
Floración - término de shatter	40	10%	80
Término de Shatter - envero	150	39%	300
Envero – cosecha	93	24%	186
Postcosecha	60	16%	120
<b>Total</b>	<b>383</b>	<b>100%</b>	<b>766</b>



**Figura 16.** Curva de porcentaje de potasio foliar según fenología y campaña del cultivo.

FUENTE: Adaptado del consolidado de análisis foliares de Agrícola Huarmey sac

Los niveles foliares a través de las campañas demuestran niveles óptimos en la etapa fenológica de brote de 30 cm, mientras que en 70 cm, los niveles disminuyen a porcentajes cercanos o por debajo del rango óptimo mínimo. Tal decrecimiento de los niveles se debe al crecimiento vigoroso del brote, en el cual, al generarse masa foliar abundante de forma rápida (crecimiento del brote de 3 cm/día), el potasio contenido en la planta se diluye.

- **Magnesio**

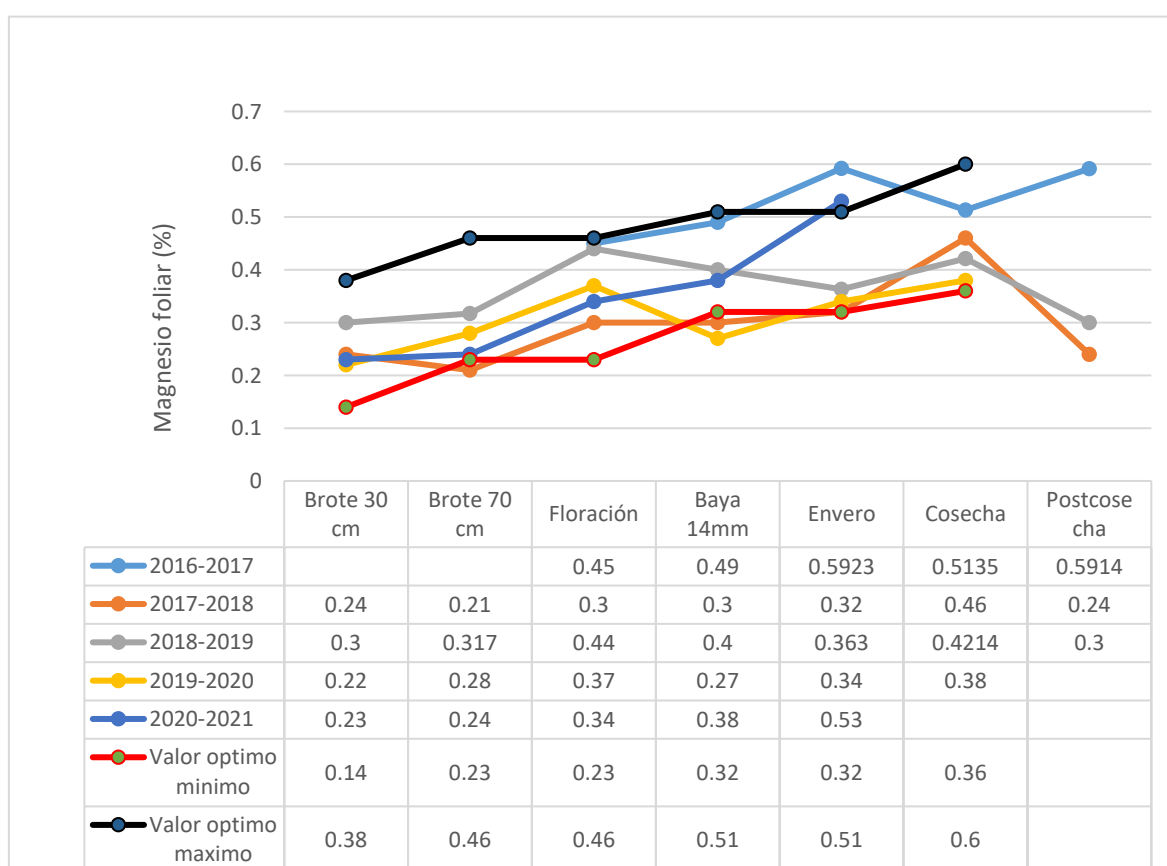
La fertilización de magnesio se realiza por medio de sulfato de magnesio, debido a la imposibilidad de usar nitratos por el alto contenido del agua; la inyección empieza en el segundo riego (brote de 55 cm) debido a la imposibilidad de inyectarlo al mismo tiempo que el potasio en el primer riego post poda; la concentración de magnesio inyectada es 18 meq/l juntamente con ácido fúlvico para facilitar la absorción. Esta alta concentración se debe a la competencia con el calcio de la solución suelo, por lo que se busca tener una relación 2:1 para favorecer el ingreso de ambos nutrientes. Los porcentajes de inyección por estado fenológico se muestran en la Tabla 19. En el caso de niveles bajos de magnesio foliar, la estrategia por la cual se opta no es el aumento de kilogramos de magnesio vía fertirriego, sino de aplicaciones foliares de sulfato de magnesio a dosis de 1% con gasto de agua de 1600 l/ha, lo que repercute en un incremento rápido del nutriente a nivel de hoja.

**Tabla 19.** Kilogramos de magnesio según la fenología del cultivo

Fenología	Kilogramos de MgO	Porcentaje de la fenología	Sulfato de magnesio (kg)
Brotes de 40 cm a inicio flor	36	20%	225
Floración - término de shatter	39	22%	244
Término de Shatter - envero	62	35%	388
Envero - Cosecha	0	0%	0
Postcosecha	40	23%	250
Total	177	100%	1106

FUENTE: Datos extraídos del programa de fertilización de Agrícola Huarmey sac

Los análisis foliares indican buenos valores en todas las fenologías pre envero del racimo, esto se debe a que la fertilización está enfocada en tales etapas fenológicas, mientras que en envero – cosecha se opta por aplicaciones foliares de magnesio para incrementar rápidamente el nivel foliar.



**Figura 17.** Curva de porcentaje de magnesio foliar según fenología y campaña del cultivo  
FUENTE: Adaptado del consolidado de análisis foliares de Agrícola Huarmey sac

- **Calcio**

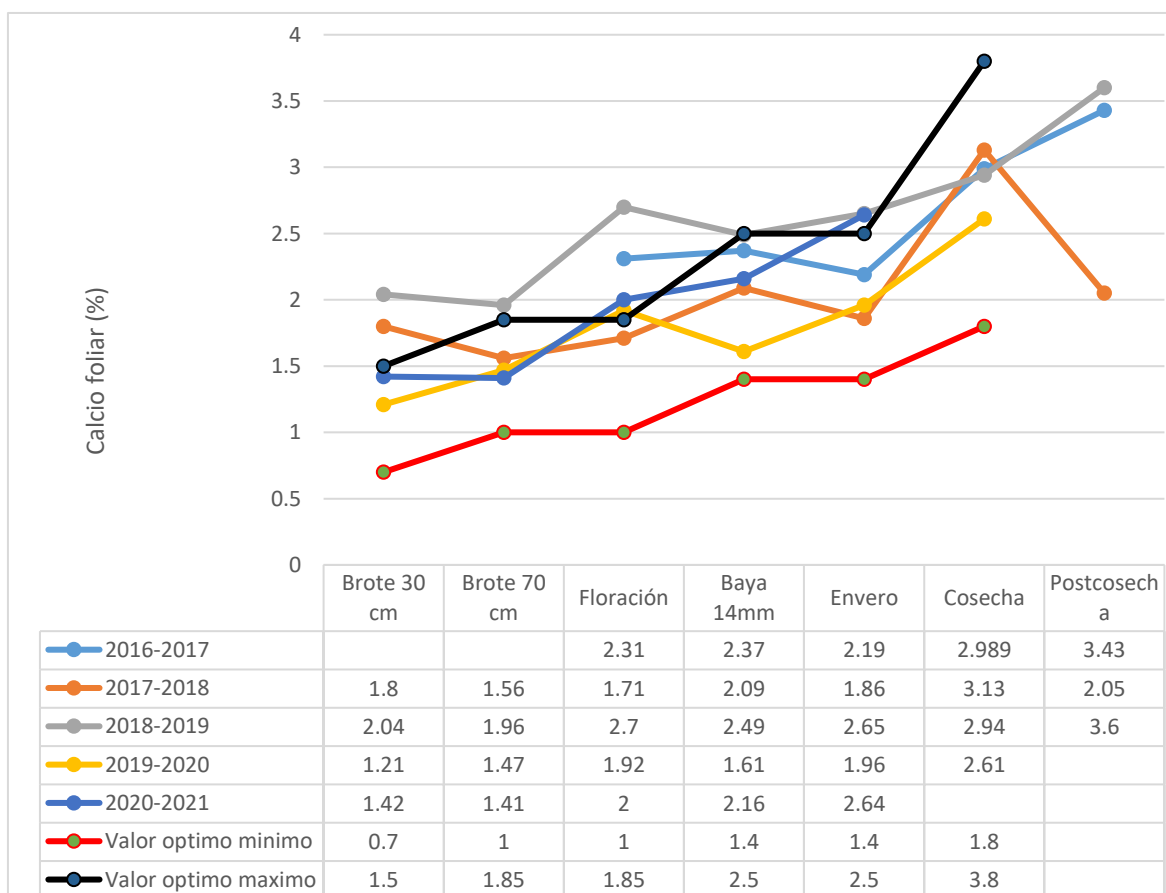
El nutriente calcio se incorpora por medio del fertilizante óxido de calcio, encontrándose la fertilización de calcio concentrada hasta el término de shatter, esto se debe a que el calcio tiene un lento movimiento dentro de la planta, de manera que debe enfrentarse de forma temprana vía fertirriego y más tardía de forma foliar. Debido a la incompatibilidad del macronutriente calcio en forma de Ferticalcio con los fertilizantes nitrogenados y con el ácido fosfórico, se opta por la inyección en tiempos separados para depositarse en estratos distintos y evitar la formación de precipitados en la sala de fertilización, sistema de riego o en el suelo. La frecuencia y cantidad aplicada de calcio va de acuerdo con la Tabla 20.

**Tabla 20.** Kilogramos de calcio según la fenología del cultivo

<b>Fenología</b>	<b>Kilogramos de CaO</b>	<b>Porcentaje de la fenología</b>	<b>Ferticalcio (L)</b>
Brotos de 40 cm a inicio flor	48	49%	120
Floración - término de shatter	50	51%	125
Término de Shatter – Envero	0	0%	0
Envero – Cosecha	0	0%	0
Postcosecha	0	0%	0
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>100%</b>	<b>245</b>

FUENTE: Datos extraídos del programa de fertilización de Agrícola Huarmey sac

Según el consolidado de análisis foliares del lugar de trabajo, los niveles de calcio foliar resultan dentro del rango óptimo en todas las etapas fenológicas, tal resultado se explica por la fertilización temprana de calcio debido a su poca movilidad en la planta, así como los aportes propios del agua de riego. Este último factor de aporte podría explicar los óptimos niveles, pero no se ha determinado la disponibilidad ni la fácil absorción de calcio de esta, por lo cual, en todo momento se considera la inclusión de fertilizantes de calcio para mejorar calidad y firmeza de la fruta



**Figura 18.** Curva de porcentaje de calcio foliar según fenología y campaña del cultivo  
 FUENTE: Adaptado del consolidado de análisis foliares de Agrícola Huarney sac

- **Zinc**

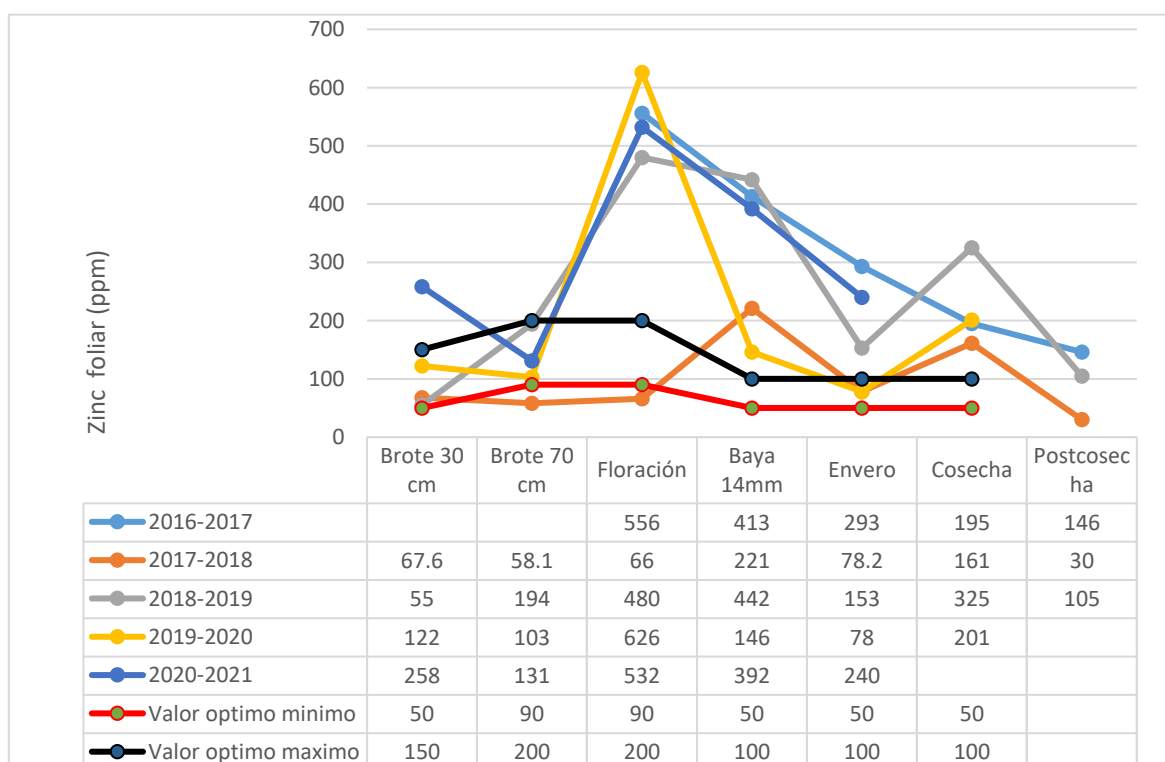
El nutriente Zinc se incorpora por medio del fertilizante sulfato de zinc, realizándose la inyección desde brote de 40 cm hasta término de shatter, constituyendo pocos kilogramos del elemento. Así, el aporte de zinc como nutrición se basa, en su mayoría, en aplicaciones foliares de Basfoliar zinc a dosis de 0.5 l/ha cada 2 semanas hasta el inicio de floración y cada 3 días en la floración. La frecuencia y cantidad del nutriente zinc es explicado en la Tabla 21:

**Tabla 21.** Kilogramos de zinc según la fenología del cultivo

Fenología	Kilogramos de Zn	Porcentaje de la fenología	Sulfato de zinc (kg)
Brotes de 40 cm a inicio flor	5	50%	29
Floración - término de shatter	5	50%	29
Término de Shatter - Envero	0	0%	0
Envero - Cosecha	0	0%	0
Postcosecha	0	0%	0
Total	10	100%	59

FUENTE: Datos extraídos del programa de fertilización de Agrícola Huarmey sac

En la campaña 2017-2018 se consideró realizar únicamente el programa vía riego sin considerar las aplicaciones foliares, por ello, los niveles foliares resultaron bajos (Figura 19), restituyéndose el programa foliar en la siguiente campaña para obtener niveles altos de zinc a nivel de hoja que ayuden como cofactor en los procesos de floración y activación de los procesos metabólicos,



**Figura 19.** Curva de porcentaje de zinc foliar según fenología y campaña del cultivo  
FUENTE: Adaptado del consolidado de análisis foliares de Agrícola Huarmey sac



- **Boro**

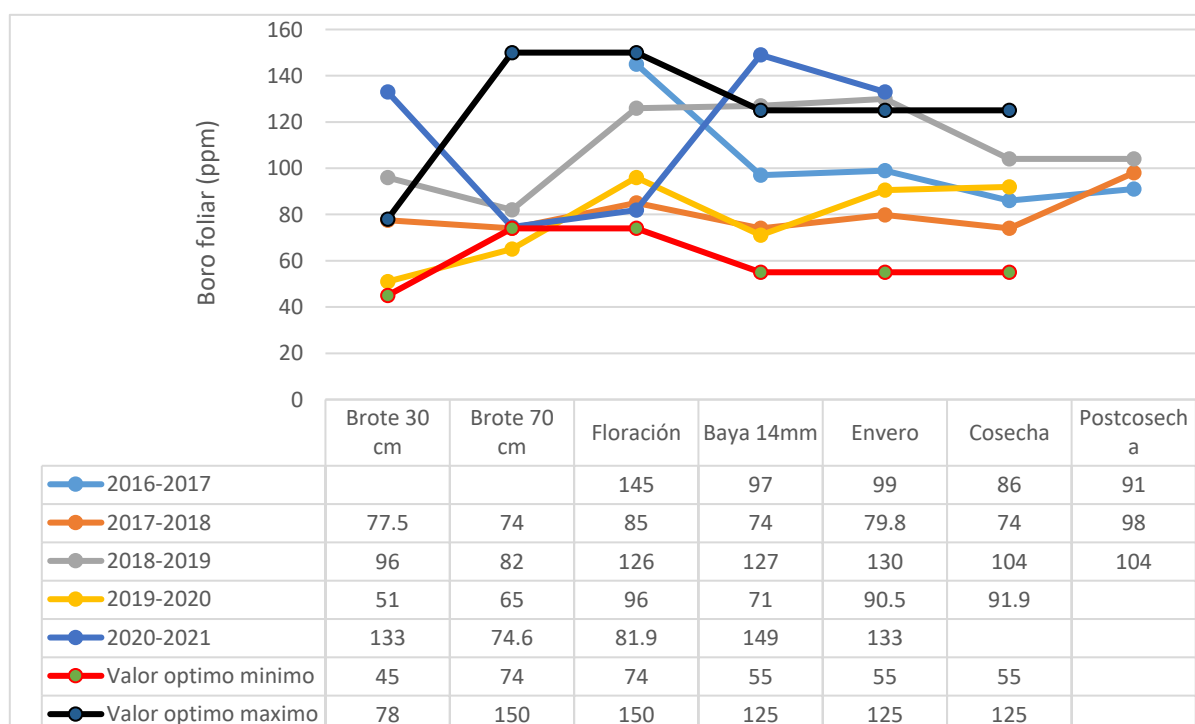
El nutriente boro se incorpora por medio del fertilizante ácido bórico, al igual que el zinc, el boro es un elemento esencial que se necesita a bajas dosis, siendo la estrategia de aplicación de forma foliar debido a su mayor efectividad de ingreso. La frecuencia de aplicación de este nutriente está de acuerdo con la tabla 22:

**Tabla 22.** Kilogramos de boro según la fenología del cultivo

Fenología	Kilogramos de B	Porcentaje de la fenología	Ácido bórico(kg)
Brotes de 40 cm a inicio flor	5	50%	29
Floración - término de shatter	5	50%	29
Término de Shatter - Envero	0	0%	0
Envero - Cosecha	0	0%	0
Postcosecha	0	0%	0
Total	10	100%	59

FUENTE: Datos extraídos del programa de fertilización de Agrícola Huarmey sac

Los niveles de boro foliar resultan dentro del rango óptimo del nutriente, reafirmando la estrategia del aporte de boro foliar en mayor medida que el boro vía fertirriego. Las aplicaciones de boro son quincenales hasta brote de 80 cm, pasando a ser semanales hasta el término de shatter.



**Figura 20.** Curva de porcentaje de boro foliar según fenología y campaña del cultivo  
Fuente: Adaptado del consolidado de análisis foliares de Agrícola Huarmey sac

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

La empresa Agrícola Huarmey se ha visto afectada por dos problemáticas principales, la primera fue las condiciones de alta salinidad de las fuentes de agua y suelo, lo cual, ocasiona dificultades en el logro de altas productividades requeridas para ser rentables en el mercado de producción de uva var. Red Globe, mientras que la segunda problemática es la decadencia de los precios de venta por madurez del mercado.

La principal estrategia hallada para solucionar la problemática de la alta calidad fue abastecer el recurso hídrico con altos volúmenes de reposición con frecuencias de riego mas alargadas, generando con ella un porcentaje de lavado de sales del área donde se encuentra el sistema radicular, evitando regar de forma frecuente y con bajos volúmenes diarios que generan altas conductividades. Como medida complementaria, los seguimientos nutricionales constantes en etapas cruciales de la producción ayudan a la toma de decisiones basados en data objetiva para la corrección de falencias ocasionadas por la competencia de los iones negativos como cloro y sodio propios de la salinidad, adicionalmente a ello, las estrategias de mantención y calibración del sistema de riego ha sido crucial para evitar la desuniformidad del crecimiento y producción.

La estrategia hallada para el control de costos y reducir el efecto de menor precio de venta es la obtención de data objetiva para lograr la precisión de las labores de campo, ejemplo de ello son las estrategias exactas y paramétricas de realización de desbrote al dejar de 30 a 35 brotes por planta para reducir el material vegetativo, lo cual genera ventajas competitivas en labores posteriores como el manejo de canopia, penduleo de racimos, raleo de racimos y envero de tales. Así mismo, fue importante la recolección de data a través de los años de producción para generar parámetros y constantes que ayuden a formular y poder predecir el comportamiento y la producción.

## V. CONCLUSIONES

- Las labores agronómicas de campo detalladas como la poda, el desbrote, la primera y segunda regulación de carga, la eliminación de zarcillos y falsos hombros, el deshoje prefloración, raleo manual, la calle de luz y cosecha generaron mayor productividad del fundo en términos de eficacia y efectividad de la mano de obra, reducción de costos de producción y calidad de fruta cosechada.
- La estrategia de riego adaptada a las condiciones presentes en el campo logro disminuir los efectos negativos de la salinidad hídrica y edáfica, así como sentar bases objetivas para la toma de decisión de futuras campañas.
- El manejo de nutrientes vía fertirriego planteado contrarrestó el efecto negativo de la salinidad aumentando la absorción de nutrientes y productividad del cultivo.
- Los mantenimientos del sistema de riego en base a purgados, limpieza de equipos y solubilización de precipitados de forma preventiva y correctiva conservaron la uniformidad de riego y el caudal nominal del sistema.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda el ajuste constante del Kc de cultivo y parámetros de riego, debido al cambio del sistema radicular, parte aérea y sistema de riego campaña tras campaña.
- Se recomienda realizar los análisis de suelos dependiendo de los horizontes encontrados para obtener un dato exacto.
- Se recomienda ensayar fuentes líquidas de fertilizantes para aumentar la solubilidad de los nutrientes.
- Se recomienda realizar ensayos para reducir las cantidades inyectadas de calcio debido al alto nivel de agua.
- Se recomienda mejorar la absorción de los nutrientes inyectados por medio de la adición de ácidos fúlvicos.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Allen, J. (2017). Sistema de riego tecnificado en el cultivo de vid (*Vitis vinifera* L.). Trabajo monográfico para optar por el título de ingeniero agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

Almanza, P. (2008). Evolución de parámetros fisicoquímicos durante la maduración de frutos de (*Vitis vinifera* L.) trabajo para ascenso en el escalafón. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. Colombia. 38 p.

Ayers, R. S.; Westcot, D. W. (1987). La calidad del agua para agricultura. Estudios FAO: Riegos y Drenajes n° 29. Roma: Re. FAO. 174p.

Calvache, A. (2013). Nutrimientos de plantas. Ciencias de la vida. Universidad central de Ecuador. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Angel-Calvache-Ulloa/publication/325481935\\_NUTRIMENTOS\\_DE\\_PLANTAS/links/5cc1ea4f299bf120977f7585/NUTRIMENTOS-DE-PLANTAS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Angel-Calvache-Ulloa/publication/325481935_NUTRIMENTOS_DE_PLANTAS/links/5cc1ea4f299bf120977f7585/NUTRIMENTOS-DE-PLANTAS.pdf).

Catania C. y Avagnina S. (2007). Factores agroclimáticos y características sensoriales de la vid. Curso superior de degustación de vino. EEA Mendoza. INTA. Argentina.

Chauvet A. y Reynier .(1984). Manual de Viticultura. Mundi-Prensa. España.

CIRAD (2002) Memorias de Agronomía, CIRAD/GRET/ Ministerio de asuntos exteriores. París, 1691 p.

Coombe, B. (1995). Adopción de un sistema de identificación de las etapas de crecimiento de la vid. Revista australiana de investigación de la uva y el vino. Australia. 45: 620-623p

Corvera, Luis. (05 Mayo 2020) Uva peruana: cuatro años de récords. Red Agrícola. Recuperado de <https://www.redagricola.com/pe/uva-peruana-cuatro-anos-de-records/#:~:text=Durante%20la%20campa%20B1a%202019%2F20%2C%20las%20exportaciones%20a%20este%20pa%C3%ADs,volumen%20y%2020%25%20en%20valor.>

Cotrina, P.; Segura, D. (2014). Fluctuación poblacional y comportamiento de *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: pseudococcidae) según los estados fenológicos del cultivo de Vid (*Vitis vinífera* L.) en la localidad de Chongoyape – Lambayeque: Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Pg. 158.

Defilippi B., Retamales J. (2000). Manejo de postcosecha. En: Uva de mesa en Chile. Colección Libros INIA N° 5. Santiago, Chile. Pp.304-308p.

Del Valle, Graciela; González, Alberto y Báez, R. (2005). Antocianinas en uva (*Vitis vinifera* L.) y su relación con el color. Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 28, núm. 4, octubre-diciembre, 2005, pp. 359-368 Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México.

Ebadi, A., P. May, M. Sedgley and B. Coombe. (1995). Efecto de la baja temperatura cerca del tiempo de floración sobre el desarrollo de los óvulos y el crecimiento del tubo polínico en la vid (*Vitis vinifera* L.), cvs Chardonnay y Shiraz. 11.18p Revista australiana de investigación de la uva y el vino. Australia.

Fuentes Y, J. (2003). Técnicas de riego. Cuarta edición. Madrid- España. Ediciones Mundi-Prensa. 483 p.

Guzmán, M y Rodríguez, D. (setiembre del 2004). Características de los fertilizantes para su uso en la fertirrigación. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/257416472>.

Grupo de investigación en Viticultura – UPM (s.f) Morfología de la vid (*Vitis vinífera* L.) Recuperado de <https://docplayer.es/230614-Morfologia-de-la-vid-vitis-vinifera-l.html>.

- Hurtado, L. (2003). Manejo y Conservación del suelo, fundamentos y prácticas.
- IFDC. (1988). Manual de fertilizantes. Centro internacional de desarrollo de fertilizantes. Muscle schools. Al.
- INIA. (2017). Manual de cultivo de uva de mesa. Boletín INIA N° 383 ISSN 0717 – 4829 Fidel Oteíza 1956, Piso 11, Providencia, Santiago. Chile.
- Lavín, A. (1985). Fenología del desarrollo del fruto de vid cv. País (Sin. Mission) bajo condiciones del secano interior, en Cauquenes. Agricultura Técnica .Chile. Vol. 45 – N° 2: 145–151p.
- Luquez, Claudia; Formento, Juan. (2001). Flor y fruto de vid (*Vitis vinifera L.*) Micrografía aplicada a Viticultura y Enología. Departamento de Tecnología Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Almirante Brown N° 500. Casilla de Correo 7. Chacras de Coria. Mendoza. Argentina.
- Martinez de toda, F. (1991). Biología de la Vid. Fundamentos Biológicos de la Viticultura. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Mediano, A. (15 de febrero del 2017). Reunión de trabajo en Agrícola Huarmey SAC. Distrito de Salas. Departamento de Ica. Perú.
- Navarro, G. (2014). Fertilizantes: química y acción. España. Ediciones Mundi-Prensa. 229p.
- Ortiz, Marienella (diciembre del 2019). El desafío de alinear costo y calidad. Red Agrícola. Recuperado de <https://www.redagricola.com/cl/el-desafio-de-alinear-costoy-calidad/>.
- Red Agrícola (Mayo del 2021). El Perú se consolida como el segundo proveedor de uva del mundo. Recuperado de <https://www.redagricola.com/pe/el-peru-se-consolida-como-el-segundo-proveedor-de-uva-del-mundo/>.

Retamales, J; Defilippi, B. (1994). Manejo de Postcosecha. Centro Regional de Investigación La Platina (INIA), Castilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

Reynier, A. (2005). Manual de viticultura. Mundi-Prensa. Madrid. España.

Richards, L (1954). Diagnóstico y mejora de suelos salinos y alcalinos. Departamento de agricultura de los estados unidos. EEUU.

Rivera, C. y L. Devoto. (2003). Desarrollo Fenológico de 20 clones de *Vitis vinífera* Bloque Fundación Vivero AgroUC, Pirque. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, p 72.

Salazar, D; Melgarejo, P. (2005). Viticultura. Técnicas del cultivo de la vid, calidad de la uva y atributos de los vinos. Ed. Mundi-prensa, Madrid. 25p.

Spayd S E, J M Tarara, D L Mee, J C Ferguson. (2002). Efecto de la separación de la luz solar y la temperatura en la composición de *Vitis vinifera* cv. Merlot. Am. J. Enol.Vitic.

Stafne, Eric; Martinson, Tim. (2011). Etapas del desarrollo de la uva (Stage of grape Berry development). Recuperado de <http://articles.extension.org/pages/31163/etapas-del-desarrollo-de-la-uva-stages-ofgrape-berry-development>.

Vercellino, L. (2017) Eficiencia de la aplicación de cianamida en la brotación de la yema. 3<sup>ra</sup> Conferencia red agrícola. Piura.

Weaver, R. (1976). Grape growing. Wiley. California, Estados Unidos. 371p

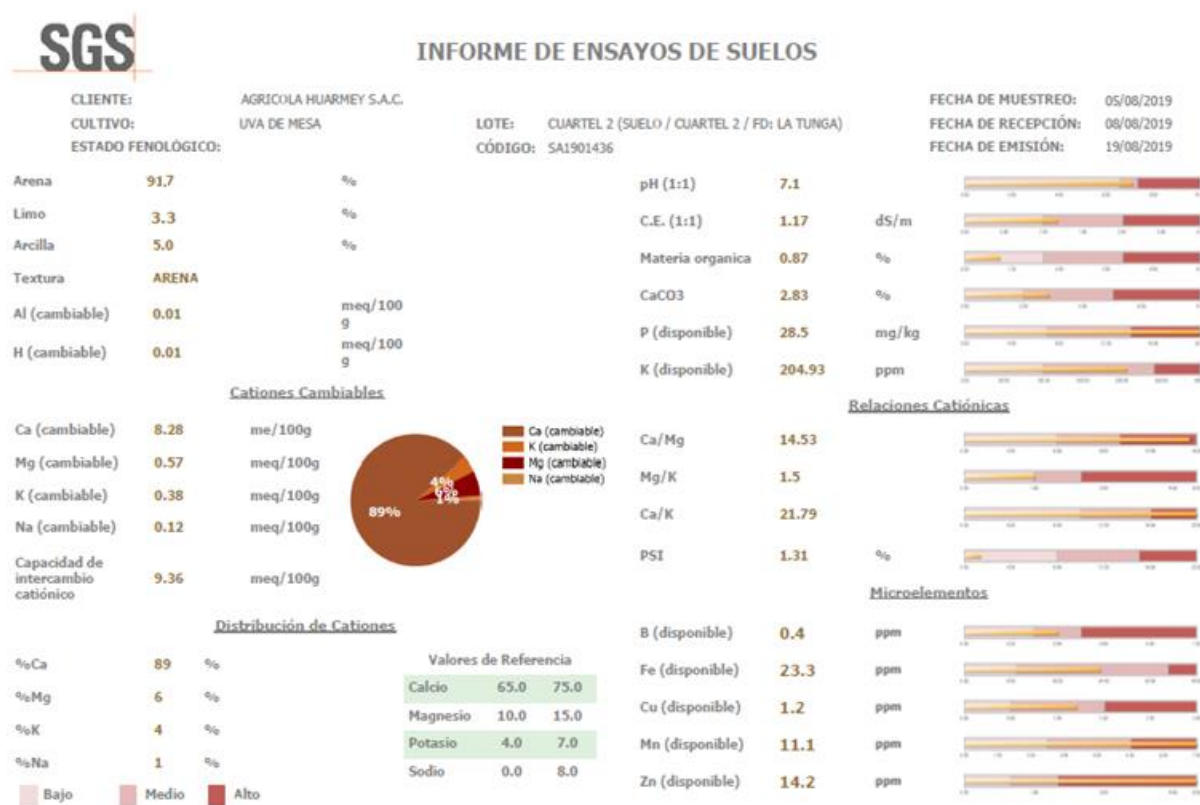
Wesley Haun. (2014). Índice salino (IS) de los fertilizantes: su influencia en semillas y plantas. Tiger® Tech. boletín informativo trimestral. Recuperado de <https://www.tigersul.com/wp-content/uploads/2020/07/INDICE-SALINO-DE-LOS-FERTILIZANTES-Y-TIGER-90-Salt-Index.pdf>

Winkler A J, J A Cook, W M Kliewer, L A Lider .(1974). Viticultura general. Universidad de California. California. USA. 709 p.



# ANEXOS

## Anexo 1. Informe del análisis de suelo 2019



## Anexo 2. Informe de análisis de agua de pozo tunga 2019

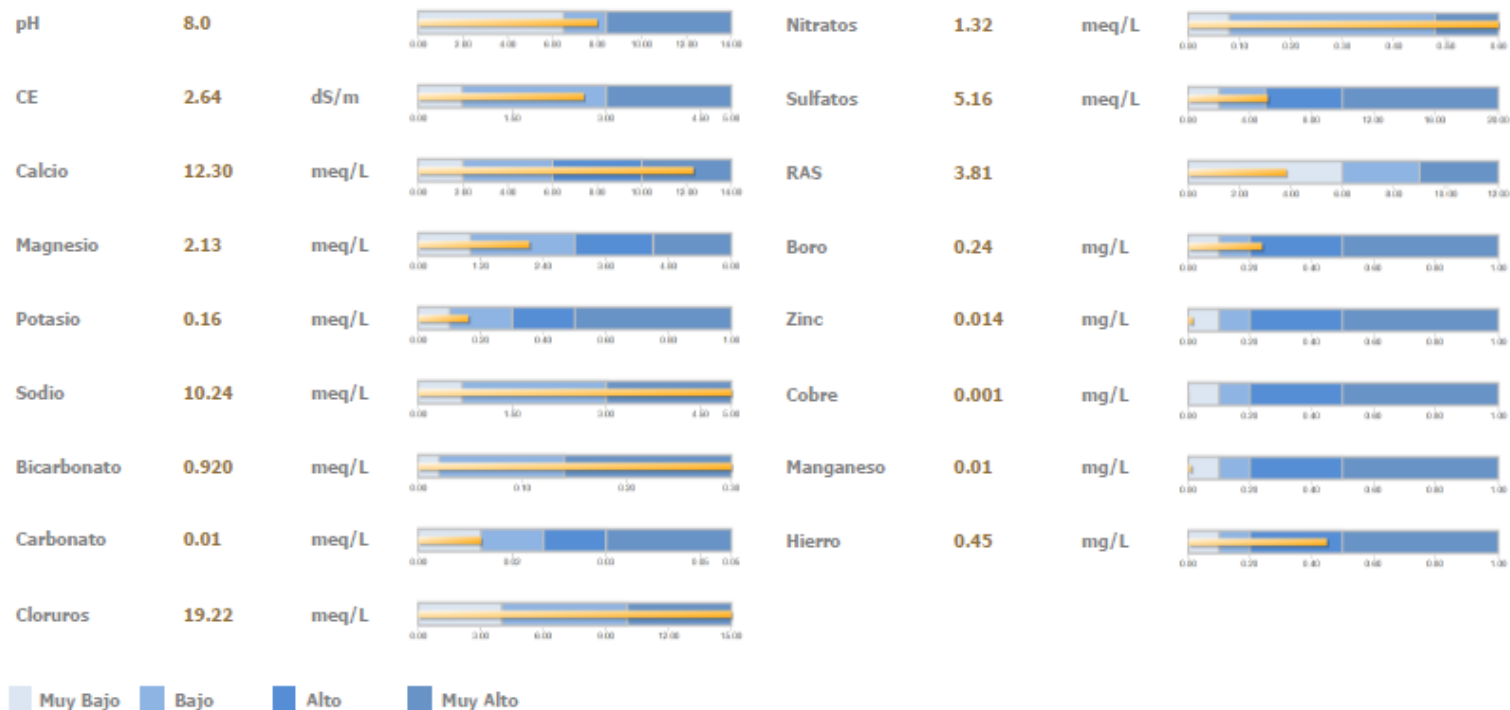


### INFORME DE ENSAYOS DE AGUA

CLIENTE: AGRICOLA HUARMEY S.A.  
 CULTIVO: HORTALIZAS  
 ESTADO FENOLÓGICO:

LOTE: P TUNGA (AGUA / POZO TUNGA)  
 CÓDIGO: SA1900571

FECHA DE MUESTREO: 29/03/2019  
 FECHA DE RECEPCIÓN: 01/04/2019  
 FECHA DE EMISIÓN: 11/04/2019



Anexo 3. Informe de análisis de granulometría por profundidad de suelo

<b>INFORME DE ANALISIS ESPECIAL EN SUELO</b>								
SOLICITANTE	:	AGRÍCOLA HUARMEY S.A.						
PROCEDENCIA	:	ICA						
REFERENCIA	:	H.R. 62749						
FACTURA	:	Pendiente						
FECHA	:	16/03/2018						
Número Muestra		% Arena muy Gruesa	% Arena Gruesa	% Arena Media	% Arena Fina	% Arena Muy Fina	% Limo	% Arcilla
Lab	Claves	2.00 - 1.00mm.	1.00 - 0.50mm.	0.50 - 0.25mm.	0.25 - 0.10mm.	0.10 - 0.05mm.		
1576	Cuartel 2, Prof. 20 cm.	1.26	6.46	12.78	56.24	15.42	2.61	5.23
1577	Cuartel 2, Prof. 40 cm.	1.52	6.46	14.34	54.24	16.62	2.27	4.55
1578	Cuartel 2, Prof. 60 cm.	1.00	4.94	14.72	55.46	16.82	3.21	3.85
1579	Cuartel 2, Prof. 80 cm.	2.08	7.22	12.94	55.56	16.24	1.99	3.97
1580	Cuartel 5, Prof. 20 cm.	1.58	7.08	12.26	55.90	16.26	2.31	4.61
1581	Cuartel 5, Prof. 40 cm.	1.38	7.62	12.76	56.28	15.32	2.21	4.43
1582	Cuartel 5, Prof. 60 cm.	0.24	2.36	9.86	60.02	20.28	3.29	3.95
1583	Cuartel 5, Prof. 80 cm.	1.56	4.92	12.28	57.46	17.04	3.06	3.68
<i>Dr. Sady García Bendezú</i>								
<i>Jefe del Laboratorio</i>								

Anexo 4. Grados de color para Red Globe



## Anexo 5. Curva característica de retención de humedad

