

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**"MANEJO DE FERTILIZANTES SOLUBLES PARA EL
FERTIRRIEGO EN EL CULTIVO DE UVA
VARIEDAD FLAME EN LA ZONA DE ICA"**

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

ANGIE DENISSE TAPIA ROJAS

LIMA – PERÚ

2024

MANEJO DE FERTILIZANTES SOLUBLES PARA EL FERTIRRIEGO EN EL CULTIVO DE UVA VARIEDAD FLAME EN LA ZONA DE ICA

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS



Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 2%

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

"MANEJO DE FERTILIZANTES SOLUBLES PARA EL FERTIRRIEGO EN EL CULTIVO DE UVA VARIEDAD FLAME EN LA ZONA DE ICA"

Angie Denisse Tapia Rojas

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Ph. D. Jorge Castillo Valiente
PRESIDENTE

.....
Ing. Mg. Sc. Pedro Gutiérrez Vílchez
ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. Luis Tomassini Vidal
MIEMBRO

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

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mis padres Jessica y Elmer, por su amor y apoyo incondicional. Este logro se lo debo íntegramente a ustedes.

A mi hermano Jerico quien es mi más grande motivación para esforzarme y seguir cada día tratando ser una mejor persona y profesional.

A mis abuelos Carlos y Gloria, por sus cuidados, enseñarme a ver la vida como un reto, pero siempre con alegría y dejarme los mejores recuerdos en mi niñez.

A Karla por nunca dejarme dar por vencida, por tu constante preocupación y empuje.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Agrícola don Ricardo por permitirme aplicar todo lo aprendido en la universidad, por permitirme reafirmar mi pasión por el campo, por retarme día a día a ser una mejor profesional, pero principalmente por todos los consejos y el apoyo de grandes colegas profesionales con los que pude compartir esta experiencia.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Problemática.....	3
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivo Especifico	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Cultivo de vid en Perú.....	3
2.2. Cultivo de vid.....	3
2.2.1. Taxonomía.....	4
2.2.2. Morfología.....	4
2.3. Requerimientos climáticos y edáficos en el cultivo de vid.....	7
2.4. Flame Seedless	8
2.5. Sistemas de riego.....	9
2.5.1. Método de riego por gravedad o superficie.....	9
2.5.2. Método de riego por aspersion	9
2.5.3. Método de riego localizado	10
2.6. Agua de riego	10
2.6.1. Calidad	10
2.6.2. Origen de las aguas de riego	11
2.7. Fertiirrigación.....	12
2.7.1. Ventajas e inconvenientes de la fertiirrigación	12
2.8 Características de los fertilizantes	13
2.8.1. Tipos de fertilizantes	13
2.8.2 Características de los fertilizantes	15
2.8.3. Consideraciones en la aplicación.....	23
2.8.4. Mezclas en tanque para fertirriego	23
2.8.5 Dosis excesivas e insuficientes para el cultivo.....	24
2.8.6 Metales pesados en los fertilizantes.....	24
III. DESARROLLO DEL TRABAJO	26
3.1 Descripción	26
3.1.1. Poda.....	28
3.1.2. Aplicación de inductor de brotación	28
3.1.3. Brotación	29
3.1.4. Crecimiento de brote	29
3.1.5 Floración	29

3.1.6 Crecimiento de baya.....	30
3.1.7 Pinta.....	30
3.1.8 Cosecha.....	30
3.1.9 Postcosecha.....	30
3.2 Problemática de la fruta.....	31
3.2.1. Palo negro.....	31
3.2.2 Calidad de fertilizantes.....	32
3.2.3 Principales características de los fertilizantes solubles usados en la producción de vid.....	35
3.2.4 Compatibilidad.....	36
3.2.5 Horas de riego.....	37
3.2.6 Manejo de personal.....	38
3.3. Competencias y habilidades desarrolladas.....	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
V. CONCLUSIONES.....	42
VI. RECOMENDACIONES.....	43
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Determinación práctica de la dureza de la partícula.	16
Figura 2. Disponibilidad de nutrientes en función al pH del suelo	19
Figura 3: Compatibilidad química de algunos materiales fertilizantes en mezcla	20
Figura 4: Aportes estimados de metales pesados agregados a suelos agrícolas por diferentes fuentes(mg/kg)	25
Figura 5: Aplicación de inductor de brotación en cultivo de vid.	28
Figura 6: Reposo de disolución de un fertilizante a bajo condiciones de una agroindustria de Ica	34
Figura 7: Sala de riego de agroindustria en Ica	37
Figura 8: Lectura de tensiómetro de riego bajo condiciones de una agroindustria en Ica. .	38
Figura 9: Modelo de horario de regadores en época de cosecha de una agroindustria en Ica.	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Densidad aparente de algunos fertilizantes.	17
Tabla 2. Humedad relativa crítica de los principales fertilizantes a 3025° C	18
Tabla 3. Índice de solubilidad de los principales fertilizantes a 20°C.....	19
Tabla 4. Índice de salinidad en los fertilizantes más conocidos.....	21
Tabla 5. Equivalencia en carbonato de calcio	22
Tabla 6. disolución saturada	23
Tabla 7: Unidades de nutrientes y lámina de agua en la fenología del cultivo de vid.	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Cuadro comparativo entre unidades aportadas vs porcentaje asimilado según análisis foliar.	47
Anexo 2: Nitrógeno ejecutado vs rangos mínimos y máximos alcanzados en la fenología según análisis foliar.	47
Anexo 3: Fósforo ejecutado vs rangos mínimos y máximos alcanzados en la fenología según análisis foliar.	48
Anexo 4: Potasio ejecutado vs rangos mínimos y máximos alcanzados en la fenología según análisis foliar.	48
Anexo 5: Calcio ejecutado vs rangos mínimos y máximos alcanzados en la fenología según análisis foliar.	49
Anexo 6: Magnesio ejecutado vs rangos mínimos y máximos alcanzados en la fenología según análisis foliar.	49
Anexo 7: Zinc ejecutado vs rangos mínimos y máximos alcanzados en la fenología según análisis foliar.	49

RESUMEN

Este trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo analizar el manejo de fertilizantes solubles para el fertirriego en el cultivo de uva variedad Flame en la zona de Ica. Para ello, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura sobre aspectos clave como el cultivo de vid, los sistemas de riego, la fertirrigación y las características de los fertilizantes solubles. El desarrollo del trabajo describe detalladamente el manejo agronómico del cultivo de uva Flame, identificando los principales problemas relacionados con el uso de fertilizantes solubles en el sistema de fertirriego. Estos incluyen la compatibilidad entre los fertilizantes, la calidad de los productos, la programación del riego y la gestión del personal. Los resultados muestran que el adecuado manejo de los fertilizantes solubles en el fertirriego, considerando sus características fisicoquímicas, es fundamental para optimizar la producción y calidad de la uva Flame. Además, se identificaron competencias y habilidades desarrolladas durante la experiencia profesional. Las conclusiones resaltan la importancia de contar con un programa de fertirrigación que considere las características de los fertilizantes, la calidad del agua y las necesidades nutricionales del cultivo. Finalmente, se brindan recomendaciones para el manejo eficiente de los fertilizantes solubles en el fertirriego de uva Flame, como el establecimiento de protocolos de compatibilidad, monitoreo de la calidad del agua y capacitación del personal.

Palabras clave: Uva Flame, Fertirriego, Fertilizantes solubles, Manejo agronómico y calidad.

ABSTRACT

The objective of this work of professional sufficiency is to analyze the management of soluble fertilizers for fertigation in the cultivation of Flame grape variety in the area of Ica. For this purpose, an exhaustive literature review was carried out on key aspects such as grapevine cultivation, irrigation systems, fertigation and the characteristics of soluble fertilizers. The paper describes in detail the agronomic management of the Flame grape crop, identifying the main problems related to the use of soluble fertilizers in the fertigation system. These include fertilizer compatibility, product quality, irrigation scheduling and personnel management. The results show that the proper management of soluble fertilizers in fertigation, considering their physicochemical characteristics, is fundamental to optimize the production and quality of Flame grapes. In addition, competencies and skills developed during the professional experience were identified. The conclusions highlight the importance of having a fertigation program that considers the characteristics of the fertilizers, the quality of the water and the nutritional needs of the crop. Finally, recommendations are provided for the efficient management of soluble fertilizers in the fertigation of Flame grapes, such as the establishment of compatibility protocols, water quality monitoring and personnel training.

Keywords: Flame Grapes, Fertigation, Soluble Fertilizers, Agronomic Management and Quality.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Problemática

La región de Ica se encuentra catalogada como una de las zonas con mayor producción de uva de mesa. Se encuentra éste, considerado como el principal cultivo por su extensión agrícola e importancia económica. Debido a la alta demanda en el exterior, estos productos son cada vez más requeridos (MINAGRI, 2020). Sin embargo, cada año los estándares de calidad son cada vez más exigentes en su producción, esto conlleva a que los ingenieros encargados en campo sean más estrictos con los insumos que utilizan para la producción de la misma, siendo los fertilizantes uno de los insumos con uno de los mayores filtros para su uso.

Los fertilizantes son cualquier insumo o material de origen orgánico, inorgánico, sintético o natural, tienen la cualidad de suministrar al suelo uno o más de los elementos nutricionales con la finalidad de suplir ciertos elementos para el eficiente crecimiento, desarrollo y producción de una planta. Los fertilizantes solubles usados en fertirriego deben cumplir con las exigencias solicitadas para su compra y posterior consumo. Entre los criterios de calidad para la elección de un buen fertilizante están el origen de producción, los porcentajes de nutrientes que aporten, el porcentaje de metales pesados que contienen, la granulometría y la solubilidad.

Según la ONU (2019), el crecimiento de la población mundial se presenta de forma exponencial, en el 2011 se alcanzaron los 7 mil millones de habitantes, teniéndose proyectado alcanzar para el 2030 los 8500 millones y al año 2050 superar los 9700 millones de habitantes. Por tal motivo el desarrollo mundial de la agricultura requiere del uso de fertilizantes de fuentes minerales que ayude a incrementar la producción estimada para garantizar la seguridad alimentaria del planeta de forma sostenible.

Incrementar las áreas cultivadas no asegurará una suficiente producción que pueda abastecer a la población del mundo, el ser eficiente y sostenible al producir en una menor área mayor cantidad de alimento será a lo que se debe apuntar si queremos cumplir con lo señalado.

La planta normalmente extrae los nutrientes necesarios para su óptimo desarrollo por medio del suelo, cuando esta extracción no es retribuida con fertilizantes el suelo queda completamente desabastecido y no se obtendrá lo estimado en cosecha.

Un buen manejo agronómico sobre la aplicación de nutrientes con fines de producción debe estar acompañado por un plan de fertilización, manejo fitosanitario, labores culturales y buen aprovechamiento del agua si se quiere obtener las toneladas proyectadas.

Para la aplicación de nutrientes o fertilizantes por un sistema de riego tecnificado o fertirrigación se requiere de tecnología, un sistema de riego por goteo con buenos filtros, tanques de mezcla, mangueras con goteros que permita el transporte y dosificación de la solución nutritiva o de solo agua a cada raíz de una planta dependiendo del requerimiento nutricional y estado fenológico del cultivo.

En el presente trabajo de suficiencia profesional se explicará el manejo de fertilizantes solubles para la producción de uva de mesa variedad Flame para exportación bajo riego tecnificado, tomando como herramientas criterios agronómicos, climáticos y geográficos de la zona como el manejo de la fenología de la vid, data meteorológica y características del agua y suelo herramientas para poder establecer un programa eficiente de riego y fertilización.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar el correcto uso y manejo de fertilizantes solubles bajo riego tecnificado para la producción de uva de mesa variedad Flame de 14 años en producción en la zona de Ica.

1.2.2 Objetivo Especifico

- Describir los requerimientos tecnológicos y agronómicos para la aplicación de fertilizantes solubles mediante fertirriego en el cultivo de uva de mesa.
- Analizar el impacto del fertirriego en el desarrollo, productividad y calidad de la uva de mesa variedad Flame.
- Explicar la importancia de un manejo integral del cultivo, incluyendo criterios climáticos y geográficos, para establecer un programa eficiente de riego y fertilización.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cultivo de vid en Perú

El cultivo de vid es originario de Asia, presenta óptima productividad en climas con características tropicales y subtropicales. Se maneja producción de este cultivo principalmente en los departamentos de Ica, Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash, Lima, Arequipa, Tacna, obteniendo su cosecha tradicionalmente entre los meses de octubre a marzo, llegando en algunas zonas incluso hasta abril (Proyectos peruanos, 2016).

Entre los meses de enero y marzo del 2019 las exportaciones alcanzaron cerca de 400 millones de dólares, un crecimiento respecto al año anterior en un 33%, siendo los países con mayor demanda de este cultivo Estados Unidos, Hong Kong y Holanda. En el 2018 la exportación de uva fresca presentó un crecimiento del 26% comparado con el 2017, esto en ventas representa 818 millones de dólares. Esta cifra ubicó al Perú como el tercer exportador de uva fresca. A su vez el 2019 consiguió una producción de 712000 toneladas, 11.4% más que el año 2018. Y el 55% de esa producción está destinada a los mercados más importantes y exigentes de todo el mundo (PROVID, 2019).

Se optó desde la campaña 2017-2018 el cambio de la variedad red globe que ocupaba un 80% por nuevas variedades, esto debido a su caída en producción y los nuevos requerimientos y exigencias del mercado. Entre estas se imponen variedades como Sweet celebration, timpson, Cotton Candy entre otras seedless. Actualmente son alrededor de 50 nuevas variedades de uva de mesa que fueron exportadas a 50 mercados en todo el mundo. Con el actual incremento de áreas cultivadas y productividad se prevé un crecimiento estimado para la campaña 2020- 2021 de 16% (PROVID, 2019).

2.2. Cultivo de vid

Su origen se considera del Cáucaso y Asia occidental. Se cultivó durante el neolítico (6000 a.c.) en Asia menor y Oriente próximo y se fue extendiendo por toda Europa hasta llegar al continente americano. Hay también especies originarias de Norteamérica, siendo su uso

principal el hacer zumos, patrones y un pequeño porcentaje para uva de mesa y vinificación (Cubillo, 2003).

2.2.1. Taxonomía

Sistemáticamente la vid pertenece a las cormofitas, ya que presentan raíz, tallo, hojas, son autótrofas y reproducción vegetativa y sexual; tipo Fanerógamas debido a la presencia de flores y semillas; sub tipo angiospermas ya que su semilla está dentro de un ovario; clase dicotiledóneas, por sus hojas embrionarias (2) en su base; orden ramales, por la posición de sus estambres (delante de los pétalos); familia Vitáceas, sus flores presentan una corola con pétalos y prefloración de tipo valvar y género *Vitis*, flores unisexuales o hermafroditas en las especies cultivadas (Hidalgo, 2002).

2.2.2. Morfología

Formada por dos partes diferenciadas claramente:

Parte aérea (*Vitis vinífera* L.), Está constituida por el tronco, brazos y a su vez presenta sarmientos que portan las hojas, yemas y racimos.

Parte radical (*Vitis* spp), denominado patrón o porta injerto.

La unión de ambos se realiza mediante el injerto (Grupo de investigación de Viticultura - UPM, 2007).

a) Raíces

Puede ser pivotante (si se origina de la semilla), con la presencia de una raíz principal o puede ser adventicia cuando el medio propagación se realiza por estacas.

Cumple como funciones principales: absorber el agua y nutrientes esenciales, anclaje al suelo de la planta y la de acumular sustancias como reserva (Grupo de investigación de Viticultura - UPM, 2007).

b) Tronco

De aspecto ondulado, corteza exfoliable y arrugado, recubierto por una corteza. La corteza está conformada por diferentes capas de células (periciclo, líber, súber, parénquima cortical y epidermis), el conjunto de éstas recibe el nombre de ritidoma, el

cual cada año se renueva gracias a la actividad del felógeno (Grupo de investigación de Viticultura - UPM, 2007).

Entre las funciones principales que cumple el tronco, las más importantes son almacenar sustancias de reserva, la unión de brazos y pámpanos y permitir la conducción de agua y fotosintatos (Allen, 2017).

c) Hojas

Presentan como principales características: simples, alternas y dísticas con una pendiente de 180°. Se encuentran insertadas en los nudos. Compuestas por peciolo (base dilatada, con estípulas (2) que caen temprano) y limbo (pentalobulado normalmente, cada lóbulo presenta una marca dependiendo de la variedad y el color verde característico es mucho más intenso en el haz que en el envés, donde se exhibe una vellosidad (Grupo de investigación de Viticultura - UPM, 2007).

d) Yemas

Órgano de la planta donde se desarrollan las hojas y racimos, presentan una protección de escamas y una cobertura de pelos denominados borra (Martinez, 2001).

Según la posición de su tallo, las yemas se clasifican en ápice o meristemo terminal y axilares. La primera no es una yema propiamente dicha, ya que no presenta una estructura de yema. Cuando las células están activadas, genera por diferenciación celular, los órganos que dan origen al tallo y cuando su actividad cesa, muere. Las yemas axilares por otro lado, en cada nudo presentan dos tipos de yemas axilares: la anticipada y la normal. Las yemas axilares presentes en la zona donde el pámpano se encuentra insertado recibe el nombre de basilares o de la corona siendo la yema ciega la más visible de este grupo.

Según su evolución, las yemas se clasifican en yema normal o franca y yema anticipada. La primera de estas también llamadas durmientes o latente tiene la característica de desarrollarse en el siguiente ciclo a su formación, generando un racimo de normal tamaño; mientras que la yema situada en la parte axilar de la hoja (la más pequeña), la cual genera sin ninguna dificultad racimos el mismo año de su formación, pero de menor tamaño, entrenudos de longitud constante y con poca fertilidad. (Grupo de investigación en viticultura – UPM, 2007).

La fertilidad de una yema depende de diferentes factores, entre los principales podemos mencionar:

- Por su naturaleza: las yemas principales y anticipadas presentan mayor fertilidad que las yemas secundarias o normales.
- Posición en el racimo o pámpano: las yemas situadas en la zona media presentan mayor fertilidad que las ubicadas en la base y en el extremo.
- Variedad: existen variedades en las que no se diferencia el tamaño del racimo, esto obliga a dejar cargadores más largos en la poda productiva, para así asegurar productividad.
- Desarrollo vegetativo del racimo o pámpano: normalmente la fertilidad se obtiene en pámpano de vigor medio.
- Condiciones ambientales: lo principal es la iluminación que se debe generar en la fase de diferenciación de las inflorescencias (Allen, 2017).

e) El fruto

Baya de variable tamaño y forma. Dependiendo la variedad puede ser esférica u ovalada. En el caso de la uva para vino o pisco puede alcanzar un calibre entre 12 mm y 17 mm, mientras que la uva de mesa puede alcanzar calibres entre 18 mm y 30 mm. (Grupo de investigación en viticultura – UPM, 2007).

f) El racimo

Órgano que se encuentra opuesto a la hoja. El racimo está conformado por un pedúnculo que se extiende hasta la primera ramificación, esta primera ramificación genera los hombros o alas y estas el raquis o eje principal que se ramifica hasta llegar sus últimas ramificaciones denominada pedicelo, los cuales en el extremo se expanden hasta constituir el receptáculo floral. En la uva de mesa, sus variedades tienen un criterio según la variedad de cuantos frutos se deja por racimo con el objetivo de lograr el aumento de calibre de cada baya para cosecha. Normalmente esta regulación se da de forma química y posteriormente se ajusta de forma manual (Allen, 2017).

2.3. Requerimientos climáticos y edáficos en el cultivo de vid

2.3.1. Clima

Cada cultivar de uva presentará requerimientos específicos respecto a las temperaturas totales o medias existentes durante su crecimiento. Adicional a esto, cada uno de ellos presenta un número de días para la adecuada maduración de brotes y frutos (Childers, 1982).

2.3.2. Temperatura

Es considerado el factor más importante, esto debido a que ayuda a definir las épocas y fases en la fenología del cultivo. Para el óptimo desarrollo de la vid se necesita de un clima tropical o sub tropical, con un rango de temperaturas entre 7° y 25°. No se desarrolla de forma óptima en zonas con veranos húmedos, ya que es muy susceptible a enfermedades fungosas y las temperaturas muy altas, posteriores a 34° generan quemaduras en las hojas y racimos (Allen, 2017).

2.3.3. Humedad relativa

Presenta muy baja tolerancia, según Fregoni (2007), su requerimiento promedio de humedad es entre 75% Normalmente es necesario establecer un programa de aplicaciones fitosanitarias para controlar enfermedades como oídio y mildiu en climas húmedos (Cubillo, 2003).

2.3.4. Luminosidad

Cultivo con alta demanda de horas luz (promedio de 1500), aproximadamente utiliza 1200 horas durante su estado de formación vegetativa, por esta razón es necesario suele ser cultivada en zonas que puedan proporcionar mayor luminosidad, adicional a eso realizar labores como deshojes ayudan a alcanzar sus necesidades de luz. (Hidalgo, 1993)

2.3.5. Suelo

Presenta alta tolerancia a diversos tipos de suelos que presenten como características su profundidad y buen drenaje. Se suele preferir suelos ligeros, con menos fertilidad, esto debido a que permite controlar la cubierta vegetal (Cubillo, 2003).

Tierras con características de sequedad o que incrementan su temperatura rápidamente y pueden conservar el calor manteniendo una ligera frescura, son las adecuadas para la desarrollar la vid de forma productiva. No suele tener mucha afinidad con suelos fríos y

arcillosos, frescas ni fértiles ya estos tipos de suelos dirigen todos sus nutrientes hacia la parte vegetativa y no al fruto, generando un sabor desabrido (Caballero, 1984).

2.3.6. pH de suelo

Se puede acondicionar en rangos entre 4.5 a 8.5 de pH. Los micronutrientes como Fe, Zn, Cu, Mn y B se encuentran en menor disposición a un pH mayor a 6.5. Lo mismo ocurre con el molibdeno a un pH menor de 5.5. El manejar un buen control de pH del suelo le permite tener a la planta en un balance los nutrientes esenciales y en la adecuada cantidad en cada estado fenológico con el objetivo de optimizar todo lo referente a calidad y productividad (Palma, 2006).

2.3.7. Textura del suelo

Los suelos franco arcillosos permiten un desarrollo exitoso del cultivo de vid, con una presencia de materia orgánica de 1.5 a 2.5%. Suelos fértiles y profundos, con un contenido adecuado de agua generan una óptima producción, sin embargo, los suelos superficiales, poco fértiles y que no presente una fuente de agua no generarán las cantidades estimadas esperadas (Hidalgo, 1993).

2.3.8. Salinidad

La uva de mesa no tolera CE mayores a 1.6 mS/cm, CE superiores a este rango afectan directamente su producción, para poder regularlo se recomienda aumentar en aporte de agua que va a influir directamente en la zona de raíces que produce el lavado de sales que se encuentren en esa zona que pueden ocasionar quemaduras. En consecuencia, una CE de 2.5 mS/cm en pasta de saturación reduce hasta en un 10% en rendimiento esperado (Palma, 2006).

2.4. Flame Seedless

Variedad desarrollada y obtenida en la unidad de investigación y producción genética del departamento a agricultura de Estados Unidos (USDA), Agricultural Research Service (ARS), Fresno, California por J. H Weinberger.

Racimos de forma alada, de tamaño medio, presentan un peso promedio entre 550 y 750g. Su baya es de color roja, sin semilla y redonda, crocante con muy buenas características organolépticas.

Variedad vigorosa, presenta poda de 4 a 6 yemas y también pitones de 2 a 3 yemas que generan una buena producción. Se adapta perfectamente a sistema de conducción español y gable. Debido a que el tamaño promedio de sus bayas es 18, para aumentar el calibre son necesarias aplicaciones de ácido giberélico, llegando a alcanzar calibres de 23 para exportación. Realizar labores culturales como el anillado para promover o incentivar su color, pero suele requerir ser complementado con aplicaciones de maduradores. Es una variedad que a la fecha ha perdido relevancia, y ha sido reemplazada por nuevas variedades esto debido a que su baya presenta partidura en cosecha y tiene una corta postcosecha, siendo reemplazadas por nuevas variedades como magenta o timpson (Convenio INIA – IDAP, 2017).

2.5. Sistemas de riego

El riego es la incorporación de agua al suelo, dirigido a la zona radicular, con el objetivo principal de reponer el consumo de la planta. (Saldarriaga, 2012).

El estudio del suelo se debe centrar en la parte física, ya que el agua aportada está dirigida directamente al suelo y las raíces y no a la planta propiamente dicha. (Saldarriaga, 2012).

Fuentes (2003) hace mención de tres métodos de riego : Por gravedad o superficie, por aspersión y localizado.

2.5.1. Método de riego por gravedad o superficie

Sistema de riego simple que funciona mediante presión atmosférica, se caracteriza porque las aguas fluyen en canales abiertos.

El fertilizante es colocado en la superficie del suelo que deben presentar como característica presentar pendientes suaves y el agua fluye por gravedad, esta corriente debe presentar velocidad (U. Kafkafi & J. Tarchitzky, 2012).

Método de riego más antiguo y más usado por agricultores en nuestro país.

Entre las desventajas que presenta este sistema está la percolación, la escorrentía superficial y erosión de los suelos, genera en algunos casos lixiviación de los nutrientes (Fuentes, 2003).

2.5.2. Método de riego por aspersión

Técnica de riego que tiene por objetivo lograr un humedecimiento del suelo en forma homogénea, en este caso el agua es aplicada en forma de lluvia. Es fundamental contar con

un sistema de riego donde el uso de aspersores a alta presión garantice un reparto uniforme de agua en la superficie, es decir que la tasa de la velocidad de infiltración sea menor que la intensidad con la que va el riego de lo contrario se forman charcos u ocurre un escurrimiento en el suelo (Vásquez, 2017).

2.5.3. Método de riego localizado

Sistema de riego donde el agua se aplica gota a gota, debe estar diseñada para que la cantidad de agua que forma el bulbo humedecido sea menor o igual a la velocidad de la tasa de infiltración, esta forma depende del tipo del suelo, duración, frecuencia del riego y si se está usando un gotero, una cinta o un aspersor, es el método de riego más moderno, los últimos avances tecnológicos han logrado su avance (Vásquez, 2017).

Este tipo de riego puede alcanzar la perfección, ya que se puede controlar absolutamente todo, calibrando el volumen de agua y el volumen del fertilizante (Moya, 1993).

2.6. Agua de riego

Puede provenir de distintas fuentes, las cuales varían en calidad. Es el agua normalmente usada en la agricultura (Fuentes, 2003).

2.6.1. Calidad

Consta de diferentes de características físicas y químicas, que condicionan e indican si el agua es o no apta para el suelo o riego (Fuentes, 2003).

a) Características físicas

Es todo elemento o sustancia que lleva el agua en suspensión, estas pueden ser materia orgánica, tierra, aguas residuales, semillas, etc. (Fuentes, 2003).

b) Características químicas

Es todo elemento o sustancia que lleva la disolución, hace referencia a las distintas proporciones de sales que puede contener mediante la cual se pueden obtener índices que clasifican todos los beneficios que puede contener el agua de riego si lo relacionamos con el tipo de suelo (Allen, 2017).

Podemos mencionar:

- **pH**

Indica la acidez o alcalinidad de la solución. El valor 7 indica la neutralidad, mientras que si es menos a 7 indica que la solución ácida y si indica una cantidad mayor a 7 es alcalina o básica. Valores por encima de 8 son considerados no buenos (Allen, 2017).

- **Contenido total de sales**

Refiere el efecto de todas sales que cumplen función nutricional y las que generan toxicidad en el agua. El agua pura no transmite electricidad por tal motivo la medición es realizada con equipos que miden la conductividad eléctrica. (Fuentes, 2003).

- **Contenido de cloruro de sodio**

Conocida como sal de cocina común, es a la que más consideración se tiene cuando se realiza el análisis de aguas de pozo. Cuando se identifica que una zona salina, quiere decir que esta sal es tóxica.

En la evaluación también se incluye al ion cloruro, ya que es elemento responsable de defoliaciones en ciertos cultivos sensibles., los rangos tolerables sitúan los 4 meq/l, en rangos superiores a 10 meq/l presentan efectos graves en la planta. Conocer el contenido de sodio nos permite poder manejar la fertilización y la cantidad de agua ya que un exceso de sales en el complejo arcillo-húmico puede reemplazar los iones de magnesio y calcio, haciéndolo impermeable (FAO, 2013).

- **Dureza**

Indica el contenido de magnesio y calcio en el agua, por lo general se expresa la cantidad de carbonatos de calcio (CaCO_3) en miligramos que podemos encontrar en un litro de agua (Fuentes, 2003).

2.6.2. Origen de las aguas de riego

Considera dos procedencias, las aguas de origen superficial y las aguas de origen subterráneo o de pozo.

a) Aguas superficiales

Considera a las acequias, ríos, manantiales y canales. Existe en la actualidad una escasez de este recurso, el cual genera preocupación y por tal motivo se han tomado medidas para regular su utilización. Respecto al uso de aguas residuales deben pasar un tratamiento previo en una estación depuradora (Allen, 2017).

b) Aguas subterráneas o de pozo

Considera a las de montaña o de litoral, dependiendo donde se ubique la fuente. Pueden extraerse de pozo, sin embargo, en zonas como Ica la construcción de estos viene siendo regulada por organismos debido su explotación, estas a su vez pueden generar por corrientes subterráneas. Según la característica del suelo donde se infiltran, suelen presentar abundante contenido de sales y pueden almacenar bicarbonato cálcico y/o sulfato cálcico (Fuentes, 2003).

2.7. Fertiirrigación

Proceso de aplicación de fertilizantes o nutrientes necesarios que necesita un cultivo junto con el agua de riego. Consiste en disolver el abono en el agua de riego para posteriormente distribuirlo uniformemente, en consecuencia, cada gota de agua contiene la misma cantidad de fertilizante. Con la fertiirrigación se puede brindar alimentación en óptimas condiciones para que pueda ser aprovechado inmediatamente, y no tenga que pasar un tiempo largo, en disolverse y alcanzar la profundidad de las raíces (Moya y Cadahia, 1998).

Sistema que permite una mayor eficiencia en el uso de fertilizantes, debido a que hay una mejor distribución y uniformidad, asegura la llegada de la solución nutritiva a la planta y garantiza una menor pérdida de los nutrientes por volatilización a su vez es fácilmente adaptable a un programa de riego y fertilización en diferentes etapas de desarrollo del cultivo, desde su crecimiento vegetativo hasta su postcosecha. Sus principales desventajas están asociadas al manejo incorrecto o desconocimiento sobre el aspecto de la nutrición e la planta (Martínez, 1998).

2.7.1. Ventajas e inconvenientes de la fertiirrigación

Las ventajas que menciona Martínez (1998) son:

- Dosificación racional de los fertilizantes.
- Ahorro considerable del agua.

- Utilización de agua de riego de baja calidad.
- Nutrición optimizada del cultivo y por lo tanto aumento de rendimientos y calidad de los frutos.
- Control de la contaminación.
- Mayor eficiencia y rentabilidad de los fertilizantes.
- Reducción de la compactación del suelo.

Los posibles inconvenientes del sistema de fertirrigación son:

- Costo inicial de infraestructura.
- Manejo por personal especializado.
- Obturaciones de goteros.

2.8 Características de los fertilizantes

Es todo aquello que cumple la función de proporcionar nutrientes a las plantas, tiene la capacidad de mejorar el crecimiento, es decir mejorar la producción y calidad de un cultivo. Pueden tener origen orgánico o inorgánico y su eficiencia depende de diferentes factores, entre los más importante están las características del suelo, condiciones climáticas y medioambientales y el manejo agronómico del cultivo. Recibe el nombre de fertilizante si aporta uno o más nutrientes esenciales y se añada al suelo o al follaje con el propósito de complementar la nutrición de un cultivo (Navarro, 2014).

2.8.1. Tipos de fertilizantes

– Grado

A. Fertilizantes simples Son aquellos fertilizantes que solo contienen uno de los tres elementos primarios esenciales, un ejemplo de ellos es la urea (Guerrero, 2004).

- Nitrogenados

Existen tres formas básicas de fertilizantes nitrogenados: urea, amonio y nitrato.

La urea a penas se pone en contacto con el suelo, sufre una transformación muy rápida en amonio y dióxido de carbono. La transformación la realiza la enzima ureasa que habita normalmente el suelo. El amonio que se produce reacciona con el agua, generando un aumento en el pH del suelo por tal motivo no es un fertilizante que se recomiende para el fertirriego. Cuando la urea es colocada sobre la superficie del

suelo sufre volatilización (perdida del amonio en la atmosfera), por tal motivo se cuestiona su eficiencia.

El amonio al presentar carga positiva, se absorbe muy fácilmente en las zonas arcillosas cargadas negativamente, pudiendo reemplazar en algunas ocasiones a cationes como el calcio y magnesio.

El nitrato cargado negativamente, tiene dificultad para unirse a las partículas ubicadas en la arcilla de suelos neutros o básicos que presenten carga negativa. El nitrato se mueve a través del agua y su inyección determinará su distribución en la línea de riego, es un fuerte agente oxidante (Kafkafi & Tarchitzky, 2012).

El nitrato de amonio es por excelencia la fuente nitrogenada más utilizada por la agroindustria, mientras que la urea sigue siendo en la producción por riego por gravedad la que de mayor preferencia.

– **Fosforados**

Dentro de la solución suelo el fósforo está condicionado a otros nutrientes orgánicos e inorgánicos para su interacción. El ion H_2PO_4 permanece estable en solución de riego, pero al encontrarse en el suelo reacciona con los minerales de la arcilla. El fósforo reacciona con el carbonato de calcio en suelos alcalinos.

Los fertilizantes más usados como fuente de fósforo en la fertirrigación son el ácido fosfórico, fosfato monoamónico, urea fosfatada, fosfato monopotásico (Kafkafi & Tarchitzky, 2012)

– **Potásicos**

El potasio es un macronutriente esencial, presente en la planta como ion K^+ . Los fertilizantes más usados actualmente son el cloruro de potasio, sulfato de potasio y nitrato de potasio.

El cloruro es el fertilizante potásico abundante en el mundo, presenta una alta solubilidad, es compatible con fertilizantes nitrogenados y es asequible económicamente hablando el único inconveniente es la cantidad de ion Cl^- que aporta, ya que existe cultivos muy sensibles al Cl.

El sulfato de potasio es usado en condiciones salinas, se usa donde el agua utilizada es baja en calcio. Es el fertilizante más utilizado en las agroindustrias pese a su baja solubilidad.

El nitrato de potasio es un fertilizante de alta solubilidad y presenta una muy buena relación K/N, es de los tres el de mayor costo de adquisición, sin embargo, es utilizado durante la etapa de crecimiento vegetativo de muchos cultivos (Kafkafi & Tarchitzky, 2012).

B. Fertilizantes compuestos

Los fertilizantes compuestos son productos que contienen más de uno de los tres elementos esenciales primarios: nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Un ejemplo de ellos es el fosfato diamónico, ya que contiene tanto nitrógeno como fósforo en su composición. Estos fertilizantes compuestos suelen ser más costosos que las mezclas físicas de fertilizantes, debido a su complejo proceso de producción. Sin embargo, pueden ofrecer ventajas como una liberación más gradual y equilibrada de los nutrientes, una mejor absorción por parte de las plantas y una mayor eficiencia en el uso de los recursos, lo que puede compensar el mayor costo inicial.

– Mezclas físicas

Es aquel fertilizante compuesto que resulta de la mezcla física o mecánica, este nutriente resultante no debe presentar reacción química (Guerrero, 2004).

– Fertilizantes complejos

Los fertilizantes complejos, a diferencia de las mezclas físicas de fertilizantes, presentan una mayor complejidad en su proceso de fabricación, lo que se traduce en costos de producción más elevados.

2.8.2 Características de los fertilizantes

Definitivamente la característica más importante de un fertilizante es la calidad, pudiéndose evaluar mediante propiedades físicas y químicas, entre los principales podemos mencionar a la granulometría y la solubilidad. Conocer estas características de alto valor agronómico nos permitirá tener un mejor criterio a la hora de elegir o manejar los fertilizantes.

A. Propiedades físicas

Las propiedades físicas de un fertilizante pueden ser determinadas mediante su composición física y como es producido.

– Granulometría

Esta referido al tamaño y distribución a los granos del fertilizante, los fertilizantes en prills se caracterizan por presentar una superficie lisa y vidriosa, mientras que los fertilizantes granulados pueden variar mucho, suelen ser más irregulares. Los colores que presentan varían según la materia prima utilizada en su producción. La importancia de esta propiedad radica en la tendencia a segregarse que tiene el fertilizante, sobre todo si es una mezcla física (Yara Perú, 2021).

– Resistencia física de las partículas

Es la resistencia frente al rompimiento durante su uso, transporte y almacenamiento que presenta una partícula. Puede ser de tres tipos: resistencia a la compresión, resistencia a la abrasión y resistencia al impacto (Gutiérrez, 2021).

Este parámetro está regulado por el tipo de formulación y el diámetro de la partícula, e indica la fuerza que debe aplicarse para romper las partículas de fertilizante (Fertilizer Manual, 1998). Esta ruptura afecta la densidad aparente y tamaño de las partículas, impactando sobre el almacenamiento, transporte y distribución del producto. A menor dureza, mayor es la formación de polvillo durante el manipuleo y aplicación del fertilizante, lo cual es una característica indeseable.

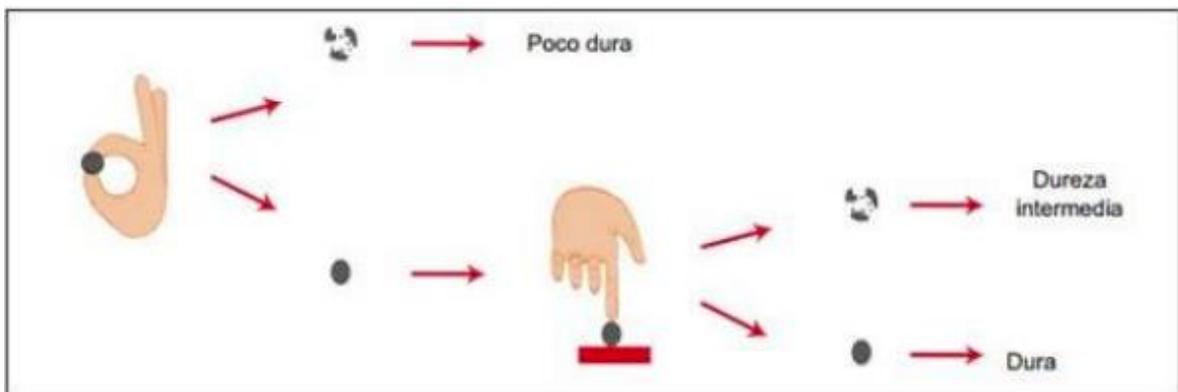


Figura 1. Determinación práctica de la dureza de la partícula.

Fuente: Cariochi y Tourn, (2017).

– Densidad aparente

La densidad es la relación entre la masa y el volumen, la importancia de la densidad aparente radica en que nos permite determinar el tamaño de los empaques, el tamaño de los abastecimientos(almacenes) y en caso de referirnos a una siembra con riego por gravedad permite calibrar la maquina abonadora (Gutiérrez, 2021).

La densidad de partícula es una propiedad que afecta el ancho de labor efectivo de la aplicación. Partículas más densas alcanzan una mayor distancia y generalmente, pueden aplicarse con una mayor velocidad de giro de los platos, dado que suelen tener una mayor dureza de partícula (Morsy et al., 2012).

Tabla 1. Densidad aparente de algunos fertilizantes.

Fertilizante	Densidad aparente g/cm ³
Urea perlada	1.3 - 1.32
Urea granular	1.22 - 1.3
Sulfato de amonio cristalino	1.75
Nitrato de amonio granular	1.5
Fosfato diamónico	1.63
fosfato monoamónico	1.67
cloruro de potasio granular	1.96 - 1.99
Cloruro de potasio estándar	1.96
Sulfato de potasio granular	1.76

Fuente: Fertilizer manual, (1998)

- Higroscopicidad

La higroscopicidad es la capacidad que tienen los fertilizantes de absorber humedad bajo determinadas condiciones de humedad y temperatura. La mayoría de los fertilizantes son higroscópicos debido a su alta solubilidad en agua (Fertilizer Manual, 1998). A mayor higroscopicidad de un fertilizante, más fácilmente se humedece, y sus partículas se vuelven blandas y pegajosas. Esto afecta su fluidez y, por consiguiente, se deteriora la calidad de su esparcimiento. Además, el humedecimiento de los fertilizantes lleva al apelmazamiento, el cual ocurre como resultado de la formación de puentes cristalinos fuertes, y fuerzas adhesivas entre los gránulos (Cariochi, 2017).

La humedad relativa crítica es la humedad en el ambiente en la que los fertilizantes incrementan su absorción de forma exponencial, es diferente en cada fertilizante. Esta humedad tiende a disminuir cuando aumenta la temperatura.

Tabla 2. Humedad relativa crítica de los principales fertilizantes a 3025° C (YARA PERU, 2014)

FERTILIZANTE	HUMEDAD CRITICA RELATIVA
	%
UREA	72.5
NITRATO DE CALCIO	46.7
NITRATO DE AMONIO	59.4
NITRATO DE SODIO	72.4
SULFATO DE AMONIO	79.2
FOSFATO DIAMONICO	82.5
CLORURO DE POTASIO	84
NITRATO DE POTASIO	90.8
FOSFATO MONOAMONICO	91.6
SULFATO DE POTASIO	96.3

Fuente: Yara internacional, (2016).

B. Propiedades químicas

Las propiedades químicas de los fertilizantes son fundamentales para entender su comportamiento y efectividad en el suelo y en los cultivos. La solubilidad, por ejemplo, determina la rapidez con la que los nutrientes se disuelven y se vuelven disponibles para las plantas. Los fertilizantes solubles, como las sales de nitratos, fosfatos y sulfatos, se disuelven rápidamente, liberando prontamente los nutrientes, mientras que los fertilizantes insolubles, como la roca fosfórica, los liberan de manera más gradual. Otro aspecto crucial es el índice de salinidad, que mide la capacidad del fertilizante de aumentar la concentración de sales solubles en el suelo, lo cual puede limitar la disponibilidad de agua para las plantas e inhibir su crecimiento, especialmente en suelos con problemas de drenaje. Asimismo, la acidez o basicidad residual del fertilizante es determinante, ya que algunos tienen efectos acidificantes sobre el suelo, como el sulfato de amonio, mientras que otros, como el carbonato de calcio, tienen un efecto alcalinizante. Esto es relevante para mantener un pH óptimo en el suelo, pues este influye directamente en la asimilación de los nutrientes por parte de los cultivos. Finalmente, el pH de la solución nutritiva preparada con el fertilizante también es un parámetro a

considerar, ya que afecta la disponibilidad de los nutrientes para las plantas. En resumen, el conocimiento de estas propiedades químicas permite seleccionar el fertilizante más adecuado y asegurar una nutrición óptima de los cultivos.

- La solubilidad

Según Gutiérrez, (2021) la solubilidad de un fertilizante es la cantidad máxima del fertilizante que puede ser completamente disuelta en un volumen determinado de agua. Aumenta progresivamente a medida que la temperatura también aumenta.

Tabla 3. Índice de solubilidad de los principales fertilizantes a 20°C.

Fertilizante	g/l a 20°C
Fosfato monopotásico	227
fosfato monoamónico	368
Fosfato diamónico	686
sulfato de magnesio	356
sulfato de potasio	111
nitrate de calcio	1220
sulfato de amonio	760
nitrate de potasio	316
Urea	1000
Nitrato de amonio	1877
Cloruro de potasio	342
Nitrato de magnesio	701

Nota: Tomado de Fertilizer manual, (1998)

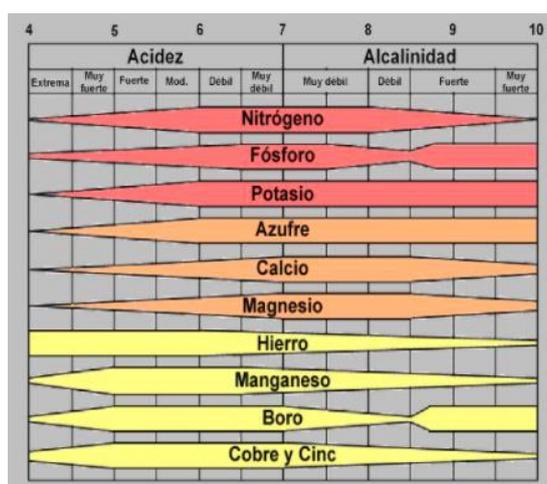


Figura 2. Disponibilidad de nutrientes en función al pH del suelo

Nota: Tomado del artículo: “Biodisponibilidad de los nutrientes por las plantas, pH del suelo y el complejo de cambio o absorbente” (Juan José Ibáñez, 2007).

– Índice de Salinidad

Es la medida de la variación de la presión osmótica de la solución suelo extraída del mismo suelo, se toma como referencia al nitrato de sodio (Gutiérrez, 2021).

Las sales en solución pueden ocasionar descensos en el rendimiento de los cultivos, pueden provenir tanto del suelo como de la disolución del fertilizante en el fertirriego. El agua de riego contiene las sales disueltas que le dan un grado de salinidad que varía según el nutriente y la cantidad disuelta. Los abonos que se utilizan en la fertiirrigación a excepción de la urea son sales que al incorporarse al agua aumentan la salinidad, por tal motivo se debe tener cuidado de la cantidad de abono a aplicarse ya que esta suma de sales puede sobrepasar lo tolerable por el cultivo. Conocer el índice de sales permite calcular la cantidad de fertilizante que puede incorporarse en cada riego sin causar daño a la planta y su producción. En fertilizantes que aportan muchas sales se recomienda realizar abonamientos fraccionados (Ferreira, 2005).

Tabla 4. Índice de salinidad en los fertilizantes más conocidos.

FERTILIZANTE	ÍNDICE DE SALINIDAD
Fosfato diamónico	24
Fosfato monoamónico	30
Sulfato de potasio	46
Nitrato de calcio	53
Sulfato de amonio	69
Nitrato de potasio	74
Urea	75
Sulfonitrato de amonio	87
Nitrato de sodio	100
Nitrato de amonio	105
Cloruro de potasio	116
Cloruro de sodio	154
Sulfato de magnesio	44
Fosfato monopotásico	0
Ácido fosfórico	0

Nota: Proporción del aumento de la presión osmótica del suelo producida por el fertilizante respecto a la presión producida por el nitrato de sodio al cual se le asigna un valor de 100. Tomado de artículo web de Revista SIAGRO, por Christian Silva, 2020, (<https://planetagronomico.com/salinidad-parte-ii-por-siagro/>)

- Índice de acidez y alcalinidad

El índice de acidez está representado por la cantidad de partes en peso de carbonato de calcio (CaCO_3) necesarios para neutralizar la acidez que representa aplicar 100 unidades de fertilizantes o nutriente, mientras que el índice de alcalinidad representa la cantidad de carbonato de calcio que presenta un fertilizante (Navarro, 2014).

Los fertilizantes al reaccionar en el suelo de forma química dependiendo de su función química pueden acidificar, no alterar o alcalinizar los suelos. Estas reacciones obligan a tomar decisiones en campo que permitan tener un buen programa de riego y tecnología en aplicación.

Tabla 5. Equivalencia en carbonato de calcio

Fertilizante	Índice -A/+B
Superfosfato triple	0
Roca fosfórica	10
Fosfato monoamónico	-58
Fosfato diamónico	-70
Sulfato de magnesio	0
Sulfato de potasio	0
Nitrato de calcio	30
Sulfato de amonio	-110
Nitrato de potasio	26
Urea	-80
Nitrato de amonio	-60
Cloruro de potasio	0
Azufre elemental	-312

Fuente: *Fertilizer manual*, (1998)

- pH de la disolución saturada

Es el pH medido en solución, donde el soluto es el fertilizante a utilizar y el solvente es agua destilada, todo en estado de saturación (Navarro, 2014). Aplicado a la realidad de campo es la solución del fertilizante a aplicar con el agua de riego de campo. Conocer este dato es muy importante ya que nos explica el comportamiento agronómico del fertilizante y ayuda a evitar posibles formaciones de precipitados y que la solución no sea soluble a la planta (Domínguez, 1993).

Tabla 6. disolución saturada

Fertilizante	pH disolución
Fosfato monoamónico	5.37
Nitrato de calcio	7.76
Nitrato de magnesio	7.59
Nitrato de potasio	7.81
Sulfato de potasio	2.66
Sulfato de zinc	6.34

- Riesgo de explosión

Tener conocimiento que hay fertilizantes que al almacenarse juntos o entrar en contacto con otros organismos inertes podría causar daños irreparables es fundamental al momento de tomar criterios de donde será guardado o depositado los nutrientes.

- Volatilidad

Es la pérdida por desprendimiento de vapores amoniacales usados de mala forma o en exceso, normalmente ocurre al ser expuesto condiciones climáticas como sol y lluvia.

2.8.3. Consideraciones en la aplicación

En teoría todos los fertilizantes solubles pueden aplicarse por fertirrigación, sin embargo, es importante conocer la composición química de los productos y su grado de solubilidad. Otro aspecto a tomar en cuenta es la pureza del fertilizante, los actuales fertilizantes que se comercializan no son químicamente puros ya que en su proceso de fabricación este es recubierto por compuestos para evitar la hidratación de los mismos ya que cuando esto ocurre se apelmazan o aterronan, lo que hace muy difícil su manipulación y disolución en la mezcla (Martínez, 1998).

2.8.4. Mezclas en tanque para fertirriego

Una vez determinados el fertilizante y la cantidad a emplearse en cada etapa fenológica, se debe preparar la solución en un tanque.

Para prepara la solución, estos son los pasos a seguir:

- Agregar agua hasta máximo el 75% del tanque de mezcla de total solución a preparar.
- Adicionar el fertilizante.
- Agitar mediante paletas muy fuertemente y constante hasta que todo el producto este disuelto.
- Agregar agua hasta llenar el volumen del tanque de mezcla y proceder nuevamente a agitar con las paletas.
- Proceder a inyectar la solución al sistema de riego.

De contar con productos de muy baja solubilidad, realizar la mezcla en una mayor cantidad de agua o fraccionar la fertilización (Martínez, 1998).

2.8.5 Dosis excesivas e insuficientes para el cultivo

De acuerdo con Sne (2006), realizar la misma dosificación de un fertilizante durante un estadio o etapa fenológica puede realizarse por dos patrones diferentes de aplicación según sea el cultivo a trabajar, tipo de suelo y calidad de agua. La dosificación cuantitativa, refiere a que una cantidad determinada de fertilizante se inyecta en el sistema de riego durante cada aplicación de agua, esta inyección puede ser controlada manualmente o ser programada. El otro tipo de dosificación es la proporcional que consta en mantener una relación constante y predeterminada entre el volumen de agua de riego aplicado y el volumen de solución fertilizante que da como resultado una concentración constante de nutrientes en el agua de riego (Kafkafi y Tarchitzky, 2012).

Conocer este tipo de formas de fertilización adicionado de un equipo de riego capacitado, análisis foliares y de fruto que nos permitan un buen plan de fertilización evitará que se cometan errores en deficiencias o toxicidad en el cultivo.

2.8.6 Metales pesados en los fertilizantes

Debido a su alta toxicidad y tendencia en acumularse en los sistemas biológicos, los metales pesados presentan un alto riesgo para la salud humana y los ecosistemas que lo rodean, inclusive en concentraciones muy bajas. Suelen provenir de combustibles, aerosoles, desechos líquidos y sólidos de origen humano y animal, industrias mineras, químicas y textiles. En el caso de la agricultura las fuentes más frecuentes son las aguas residuales utilizadas para el riego, guano, compost, plaguicidas y fertilizantes (Luis Martí, 2002).

Los metales pesados que más importancia tienen en las agroindustrias son arsénico(As), cadmio(Cd), plomo(Pb) y mercurio(Hg) y están presentes en la mayoría de fertilizantes solubles que nutren a la mayoría de cultivos de la zona, cada vez las agroindustrias son más exigentes en los estándares de calidad sobre los insumos químicos que son añadidos al cultivo por tal motivo es un requerimiento actualmente que cada lote de fertilizante que llega al país sea analizado por un laboratorio y este indique la cantidad de metales pesados que contiene y si este rango es válido para que la cosecha sea exportada sin ningún problema.

La exposición a estos elementos está relacionada con problemas de salud como retrasos en el desarrollo, varios tipos de cáncer, daños en el riñón, e incluso con casos de muerte.

La relación con niveles elevados de mercurio, oro y plomo ha estado asociada al desarrollo de la autoinmunidad (el sistema inmunológico ataca a sus propias células tomándolas por invasoras). La autoinmunidad puede derivar en el desarrollo de dolencias en las articulaciones y el riñón, tales como la artritis reumática, y en enfermedades de los sistemas circulatorio o nervioso central (Gobierno de la Rioja, 2016).

Metal pesado¹	Fertilizantes fosfatados	Fertilizantes nitrogenados	Fitosanitarios	Estiércol	Lodos de aguas residuales
Pb	7 - 225	2 - 27	60	6.6 - 15	50 - 3000
Cd	0.1 - 170	0.05 - 8.5	1.38 - 1.94	0.3 - 0.8	2 - 1500
Cu	1 - 300	1 - 15	12 - 50	2 - 60	50 - 3300
Zn	50 - 1450	1 - 42	1.3 - 25	15 - 250	700 - 49000
Cr	66 - 245	3.2 - 19	13	5.2 - 55	20 - 40600
Ni	7 - 38	7 - 34	0.8 - 14	7.8 - 30	16 - 5300

Figura 4: Aportes estimados de metales pesados agregados a suelos agrícolas por diferentes fuentes(mg/kg)

Nota: Tomado del artículo web “Metodologías para establecer valores de referencia de metales pesados en suelos agrícolas” (Germán Rueda, 2011).

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Descripción

La agroexportación peruana está integrada por 160 productos, de los cuales 15 representan el 90 % del valor de lo exportado. Concentrándose en tres departamentos principalmente Ica, Piura y La Libertad.

Ica cultiva alrededor de 70 productos, donde destacan principalmente la uva, el espárrago, la palta, la mandarina, el tomate y la cebolla. La uva representa el 5% del comercio mundial de frutas y hortalizas, siendo el primer cultivo en la lista de cultivos exportables de la región, ya que de las 350 000 toneladas que exporta el Perú, 45% proviene de la región.

La buena productividad del suelo iqueño deja un alto margen entre el precio de venta y el costo de producción, el volumen y la calidad de la fruta producida en Ica, así como la cantidad de variedades ha permitido que tanto el Perú y China presenten un crecimiento significativo del 13 % en los últimos cuatro años.

A pesar de presentar una limitante de tierra y agua, la agroexportación es la actividad económica de mayor importancia de la zona, siendo el sustento de la mayoría de familias y ocupando la mayor área (Red agrícola, 2020).

Los principales destinos de la uva de mesa son Estados Unidos, Europa y Asia, esto debido al avance de las variedades de semilla que se han adaptado perfectamente al suelo y clima de la región, permitiendo rendimientos muy altos en ciclos productivos más cortos, con una alta resistencia a enfermedades y aceptación comercial.

Respeto al consumo de fertilizantes, las agroexportadoras de la zona realizan un tipo de agricultura convencional, con una alta demanda nutricional. Para la producción de uva para exportación los principales fertilizantes usados son el nitrato de amonio, nitrato de potasio, sulfato de potasio, nitrato de calcio, sulfato de magnesio, nitrato de magnesio, fosfato monoamónico, ácido fosfórico, ácido bórico, etc.

El manejo de estos fertilizantes comienza desde su demanda, para posteriormente iniciar el proceso de compra o licitación para ser abastecidos anualmente con entregas que serán

definidas por el estado fenológico del cultivo y la capacidad de almacenamiento. Los proveedores deberán diferenciarse entre unos y otros por las principales características de los productos como el origen, solubilidad, pH de disolución, las impurezas que presenten y la cantidad de metales pesados que arrojen sus análisis.

Se puede considerar el manejo de fertilizantes en un sistema de riego tecnificado como el principal problema que presentan los fundos, los criterios de solubilidad y la compatibilidad son las principales propiedades de los fertilizantes que deben conocer y aplicar para un eficiente uso de los mismos.

Definir el programa de riego de la campaña de vid requiere criterios agronómicos, la mayoría de agroindustrias en Ica cuenta con un área de riego, quienes mediante la estación meteorológica instalada interpretan y envían data meteorológica esencial para tomar la decisión, entre ellas la evapotranspiración (Et), que es enviada diariamente y normalmente se trabaja con un promedio de la semana anterior sin considerar valores atípicos que afecten significativamente el promedio mencionado. Este valor junto al factor del cultivo (Kc) que será definido por la etapa fenológica que atraviesa el cultivo son los de principal uso para definir la cantidad de agua de riego, la frecuencia de riego y horas de riego que se aplicará a cada lote.

Normalmente se maneja una data basada en la experiencia de años de producción que se ha ido afinando acompañada de los conocimientos de diferentes asesores sobre las unidades por nutriente que deben ser aplicados. Estos programas nutricionales suelen ser armados en conjunto y pueden cambiar campaña a campaña según el cultivo, variedades, objetivos del año o según el desarrollo del cultivo.

El programa de riego es específico por variedad y ubicación del lote en producción y maneja una estructura semanal de la frecuencia en días de riego, la cantidad de horas de riego y si solo será riego con agua o si se realizará una fertirrigación.

Se divide el riego en las siguientes etapas fenológicas: Poda, aplicación de inductor de brotación, brotación, crecimiento de brote, floración, crecimiento de baya, pinta, cosecha y post cosecha cuando se llega a aplicar un promedio de 1600 metros cúbicos de agua por hectárea.

3.1.1. Poda

Durante la poda se realiza la labor de seleccionar los mejores cargadores con la cantidad de yemas necesarias para obtener una producción óptima, en esta etapa se debe aplicar el promedio 160 metros cúbicos por hectárea de solo agua, este riego es partido en 2 aplicaciones, la primera se realiza un día antes de la poda cuando se aplican los primeros 80 metros cúbicos, con el objetivo de que el cargador se encuentre hidratado al momento del corte, los siguientes 80 metros cúbicos son aplicados una semana después de terminada esta labor.

3.1.2. Aplicación de inductor de brotación

Después de poda, el cultivo de vid es inducido a brotar químicamente, se utiliza para este proceso la cianamida hidrogenada. Es considerada una de las aplicaciones más importantes en la campaña, de la efectividad de la misma depende la producción total del lote. La aplicación de este producto se realiza máximo 2 días después de la poda, esto quiere decir que el segundo riego machaco de 80 metros cúbicos es programado en promedio 4 días después de la aplicación.



Figura 5: Aplicación de inductor de brotación en cultivo de vid.

3.1.3. Brotación

Es la diferenciación de las yemas, es decir la aparición de los primeros brotes, después de 14 días de aplicado el inductor de brotación podemos evaluar los diferentes estadios:

- Yema dañada
- Yema recesiva
- Yema hinchada
- Yema algodonosa
- Punta verde
- Hoja desplegada

Se considera brotación a la suma del porcentaje de punta verde y hoja desplegada encontrado en un campo. El riego se activa cuando alcanzamos el 50 % de brotación, se programa durante esta etapa que dura aproximadamente 35 días, 80 m³/ha y se inyecta 8 unidades de fosforo (usando como fuente el ácido fosfórico) y 10 unidades de potasio (usando como fuente sulfato de potasio).

3.1.4. Crecimiento de brote

Se considera crecimiento de brote, desde que el brote tiene 5 cm hasta que alcanza los 60 cm de longitud, tiene una duración aproximada de 20 -25 días, durante esta etapa se aplica un riego de 70 metros cúbicos por hectárea, acompañado de 11 unidades de nitrógeno, 4 unidades de fosforo, 35 unidades de potasio y 6.5 de magnesio; estas mediante fuentes como nitrato de amonio, nitrato de magnesio, sulfato de magnesio, nitrato de potasio y sulfato de potasio. En este estado fenológico ya podemos diferenciar los tipos de racimos que presenta la planta (entubado, alado, etc.).

3.1.5 Floración

Etapa del cultivo que dura en promedio una semana, en la variedad Flame debido a su tamaño son necesarias en este estadio 2 aplicaciones de ácido giberélico, cada uno de aproximadamente de 8 a 10 ppm, la primera aplicación se realiza cuando se encuentra en campo un 50% de brotación y la segunda a un 80% de brotación. Durante este estadio se inyecta 17.5 metros cúbicos por hectárea acompañados de 8.5 unidades de nitrógeno y 10 unidades de calcio.

3.1.6 Crecimiento de baya

Esta etapa del cultivo la baya empieza su crecimiento, requiere de 3 aplicaciones de ácido giberélico, en la primera se aplican 40 ppm cuando el campo presenta un promedio de baya de 4mm, la segunda también de 40 ppm cuando el campo alcanza un promedio de 6 mm y la tercera de 30 ppm cuando el campo adquiere un promedio de baya de 8 mm. Tiene una duración aproximada de 10 días donde se aplica 75 metros cúbicos por hectárea y se inyecta 21.4 unidades de nitrógeno, 17.2 unidades de fosforo, 52.6 de potasio, 16.1 de calcio, 18.2 de magnesio y 6.2 de zinc.

3.1.7 Pinta

Etapa en que la baya comienza a enverar, empieza a cambiar su tonalidad y su firmeza. Tiene una duración promedio de 30 días, en esta etapa se realiza una aplicación de Etephon al 80% de pinta, normalmente 22 días antes de cosecha, que ayuda a la maduración del racimo. Se aplican 222 metros cúbicos por hectárea y son inyectados 10.1 unidades de nitrógeno, 16.4 unidades de fósforo, 91 unidades de potasio, 8.1 unidades de calcio y 38.4 unidades de magnesio.

3.1.8 Cosecha

Hasta llegar a esta etapa desde la pinta hasta la cosecha se debieron programar 146 metros cúbicos por hectárea y se inyectan junto con esto 81 unidades de potasio y 20 unidades de magnesio.

3.1.9 Postcosecha

Etapa de descanso del cultivo, se deben incorporar 640 metros cúbicos por hectárea y se deben inyectar los nutrientes necesarios para que se pueda tener un buen arranque en la siguiente campaña, 16.6 unidades de nitrógeno, 5.1 de fósforo, 16.1 unidades de potasio, 10 unidades de calcio, 30.3 de magnesio y 5.2 unidades de zinc por hectárea.

Tabla 7: Unidades de nutrientes y lámina de agua en la fenología del cultivo de vid, variedad Flame.

Fenología	Unidades/ha/fenología								m3/ha
	N	P	K	Ca	Mg	Zn	B	Fe	
Post cosecha	16.6	5.1	16.1	10.1	30.3	5.2	-	-	3,390.5
Poda	-	-	-	-	-	-	-	-	411.4
Inductor de brotación	-	-	-	-	-	-	-	-	400.0
Brotación	-	8.0	10.1	-	-	-	-	-	461.0
Crecimiento de brote	10.6	4.0	34.4	-	6.1	-	-	-	358.1
Floración	8.4	-	-	10.1	-	-	-	-	91.4
Crecimiento de baya	21.4	17.2	52.6	16.1	18.2	6.2	-	-	392.4
Inicio de pinta	10.1	16.4	91.0	8.1	38.4	-	-	-	1,175.2
Pinta	-	-	80.7	-	20.2	-	-	-	954.3
Cosecha	-	-	-	-	-	-	-	-	773.3
	50.5	45.6	268.9	34.4	82.9	6.2	-	-	8,407.6

3.2 Problemática de la fruta

Lograr el objetivo en toneladas de fruta deseado, viene acompañado de diferentes circunstancias que debes manejar, no solo enfermedades o plagas, dentro del riego y fertirriego encontramos las siguientes problemáticas:

3.2.1. Palo negro

Desorden fisiológico que ataca normalmente a esta variedad, tiene como consecuencia que las bayas se queden blandas y acuosas, esto debido a que no llegan con eficiencia los constituyentes de la maduración ya que el raquis presenta una necrosis que impide se efectúe con normalidad, está asociado directamente al nitrógeno aplicado y manejo del riego. Frente a estas anomalías que son frecuentes en esta variedad se optó por reducir las unidades de nitrógeno en la campaña, es decir se tomó la decisión de quitar la fuente nitrato de amonio y solo las unidades de nitrógeno serían aportadas cuando se usaran fertilizantes como nitrato de calcio, nitrato de potasio y nitrato de magnesio y acortando los riegos obteniendo menos incidencia de esta anomalía.

3.2.2 Calidad de fertilizantes

Son las agroindustrias las más regulados en cada una de sus labores, pues deben cumplir una serie de requisitos de buenas prácticas agrícolas para poder ser certificados por GLOBAL GAP, requisito indispensable para poder exportar sus productos sin problemas.

Es importante poder contar con insumos de alta calidad, esto hará efectivo que sean absorbidos los nutrientes que indica el programa y a su vez se generará problemas en el sistema de riego que podrían generar taponamientos, obstrucciones o que simplemente no solubilice y quede en tanque la solución madre poniendo en riesgo el cultivo lo que ocasiona un retraso en la aplicación programada. Los criterios tomados en cuenta para la elección de un buen fertilizante son el origen, los nutrientes que aporta, la solubilidad, rango de metales pesados que contiene.

– Origen

Se solicita al proveedor datos de origen de los insumos de producción, así como donde fue elaborado el producto final.

– Nutrientes

Dependiendo la etapa fenológica, son requeridos distintos tipos de fertilizantes. En la etapa de postcosecha se requiere de fertilizantes complejos que pueden llegar a aportar hasta 8 elementos nutricionales; esto prepara previamente a la planta para un inicio de campaña, en ciertos casos se utilizan estos tipos de fertilizantes también previos a la cosecha para ayudar al vigor. En las otras etapas fenológicas se utilizan normalmente fertilizantes que aporten 1 ó 2 elementos.

– Solubilidad

Determinar la solubilidad en un fertilizante es de vital importancia, en muchos la primera referencia a tomar en cuenta es lo que indica la etiqueta del fertilizante, sin embargo, esta data de solubilidad está realizada en condiciones que normalmente no encontraríamos en campo (agua destilada). En el fundo se toma como principal criterio en disolución los análisis de agua que arrojan datos como la conductividad eléctrica y cantidad de carbonatos, características que nos dan una idea de que tan complicada o sencilla podría

ser una disolución, en agua de alta conductividad o alta presencia de carbonatos la cantidad de fertilizante a diluir será menor. Al presentar aguas complicadas, decidir por fertilizantes fabricados con insumos de mejor calidad facilita el poder disolver mayor cantidad de nutrientes en el tanque disolución. Un producto de baja calidad y de baja solubilidad va a acarrear costos extra por aplicación de ácidos para disolver los compuestos precipitados o en un caso más extremo debido al cambio de cintas de riego o de filtros.

La importancia de conocer y transmitir a los operarios que manipulan los fertilizantes para realizar las disoluciones en los diferentes tanques de mezcla el nivel de solubilidad de cada fertilizante es para evitar problemas de obturaciones en los goteros o precipitaciones en los filtros. El fertilizante más complicado en disolver en la zona de Ica por el tipo agua que presenta es el sulfato de potasio, el cual se prefiere frente al nitrato de potasio o cloruro de potasio por el precio, etapa fenología en que es aplicado y cantidad de metales pesados que posee. Los pasos que se recomiendan para realizar la prueba de solubilidad bajo las condiciones en campo son las siguientes:

- Colocar en un recipiente 5 litros de agua de pozo con el que normalmente se realizan los riegos, en un inicio solo llenarlo 2.5 a 3 litro de agua.
- Añadir la cantidad de fertilizante que normalmente se solubiliza en un tanque de mil litros (realizar la conversión a 5 litros de agua) y agregar los litros de agua faltante para completar los cinco litros de agua.
- Realizar un batido y colocarlos en envases transparente donde se tomará observaciones a simple vista si hay partículas en suspensión
- Dejar 24 horas la disolución en reposo y observar nuevamente cuanto solubilizo y cuanto quedo en suspensión.
- Medir la conductividad y pH de la mezcla.



Figura 6: Reposo de disolución de un fertilizante a bajo condiciones de una agroindustria de Ica

Los aspectos de mayor importancia a considerar en las pruebas de solubilidad son la calidad del agua de riego, el pH de la disolución, la cantidad de impurezas y la conductividad eléctrica alcanzada.

Las agroindustrias de Ica ubicadas alrededor de toda la región poseen diferentes tipos de suelo y a su vez diferentes tipos de agua, unas más complicadas que otras, esta complicación como la llaman se debe a que la mayoría de sus aguas presentan altas cantidades de carbonatos de calcio (dureza) que dificultan muchas veces la solubilidad de los fertilizantes.

En el caso de pH, los fertilizantes que logren que los niveles de pH descieran son los que las agroindustrias prefieren, esto porque en estos niveles los nutrientes en solución son más disponibles para la planta.

La cantidad de impurezas que se encuentre durante la disolución será un indicador de la calidad de materia prima utilizada en la fabricación del fertilizante. Cuando el fertilizante presenta un nivel alto de impurezas esto genera daños en el sistema de riego desde obturación de goteros y filtros hasta quiebre de paletas mezcladoras.

La conductividad eléctrica de agua nos proporciona una evaluación de la concentración total de iones disueltos en el agua, su importancia radica en que es un indicador de la salinidad o contenido de sales, suele tomarse como referencia para determinar la temperatura.

– **Metales pesados**

Los metales pesados son un factor de vital importancia durante la adquisición de insumos químicos y en el momento de producir uva de exportación. Su peligrosidad radica en que son elementos que se bioacumulan, es decir que la concentración aumenta en un organismo biológico. Ésta alta concentración genera enfermedades muy graves en los seres humanos por tal motivo el ingreso de alimentos a Europa, Estados Unidos y China es muy exigente con los límites de estos elementos.

Dentro de los requerimientos que se exige al proveedor, está el que realice un análisis de metales pesados en un laboratorio de prestigio que garantice que su producto está dentro de los límites permitidos de concentración de metales pesados en su producción y para el destino donde se exporta la fruta, dicha data es corroborada con análisis que son realizados durante campaña a suelo, hojas y fruto.

Los metales pesados que normalmente son los requeridos en los análisis son cadmio, mercurio, arsénico y plomo y en los fertilizantes donde encontramos mayores niveles de ellos son los que provienen de fuentes fosfatadas como la roza fosfórica, ácido fosfórico y otros productos como sulfato de zinc y sulfato de hierro, entre otros.

3.2.3 Principales características de los fertilizantes solubles usados en la producción de vid

– **Nitrato de calcio**

Se usa principalmente como fuente de calcio, ya que tiene un aporte muy bajo de nitrógeno (15-16 %), durante el periodo de crecimiento de la baya son aplicadas en abundancia las unidades de calcio ya que está enfocado en lograr la firmeza de la baya y pueda soportar el viaje hasta su destino (3 meses promedio). Estas aplicaciones son normalmente acompañados por aplicaciones de boro.

– **Nitrato de potasio**

Producto utilizado por su gran aporte de nitrógeno (13%) y potasio (45% aprox.) y a su vez por su alta solubilidad.

– **Sulfato de potasio**

A pesar de presentar un grado de solubilidad muy bajo, el sulfato de potasio aporta 50% de K_2O y 17 % de azufre y es principalmente utilizado para madurar y mejorar la calidad del racimo.

– **Sulfato de magnesio.**

El magnesio es el principal componente de la clorofila, es muy importante su uso si se desea obtener fruta de calidad y sana debido a que mantiene el ribosoma muy activo.

– **Nitrato de magnesio**

Fuente de magnesio usada en menor cantidad, generalmente en la etapa de crecimiento vegetativo.

– **Ácido fosfórico**

Es utilizado como fuente de fósforo, a su vez es también usado durante el mantenimiento y limpieza del sistema de riego.

– **Sulfato de Zinc**

Utilizado principalmente para el normal desarrollo de la hoja, la elongación de los entrenudos y ayuda en la formación de los cloroplastos y almidones. Es el promotor del triptófano quien a su vez promueve a las auxinas. Su deficiencia afecta directamente la formación de brotes, racimos, raquis y la baya.

3.2.4 Compatibilidad

Contar con los conocimientos de compatibilidad entre fertilizantes hará una aplicación de fertilizantes eficiente, ya que normalmente las horas de riego son limitadas y se debe dividir entre varias líneas, lotes, cultivos y turnos de riego. Normalmente los errores más frecuentes son con el nitrato de calcio, siendo este fertilizante el más incompatible de todos ya que reacciona rápidamente con fuentes sulfatadas. Lo esencial es contar con diferentes tanques de mezcla para así poder ganar horas de riego en la disolución. Se recomienda en las agroindustrias contar con tres tanques separados para poder realizar las mezclas y evitar reacciones, el primero de estos se debe utilizar solo para la disolución

de ácidos, el más usado en la agroindustria como fuente de fósforo y en la limpieza de mangueras de riego durante su mantenimiento. El segundo debe ser utilizado para diluir fuentes cálcicas, el usual fertilizante que se aplica es el nitrato de calcio, fertilizante con muy buena solubilidad, pero incompatible con la mayoría de fertilizantes sobre todo los fosfatados y sulfatados, en este tanque también pueden ir micronutrientes. En el tercer tanque se recomienda disolver los fertilizantes a base de sulfatos y fosfatados como sulfato de potasio que posee una solubilidad muy baja y requiere de tiempo para su aplicación. Estos tanques deben estar unidos o conectados a una misma tubería por donde la solución podrá ser inyectada al campo por sistema de bombeo.



Figura 7: Sala de riego de agroindustria en Ica

3.2.5 Horas de riego

Para optimizar y poder cumplir con el programa de riego, se cuenta con 17 horas de riego al día por 7 días a la semana incluido feriados las cuales deben ser divididas en 120 ha de cultivo, 6 líneas de riego, cultivos de vid y palto de diferentes variedades y estados

fenológicos, con diferentes requerimientos nutricionales. Contar no solo con data meteorológica sino a su vez revisar calicatas y el aspecto físico del cultivo ayudará a tener un mejor criterio a la hora de programar un riego.



Figura 8: Lectura de tensiómetro de riego bajo condiciones de una agroindustria en Ica.

3.2.6 Manejo de personal

Debido a que el área de riego exige un personal que no solo esté capacitado para conocer los criterios básicos en el correcto uso y manejo de fertilizantes, sino que esté comprometido a trabajar en horarios que exigen muchos sacrificios. Conseguir mano de obra para esta labor se hace cada vez más complicada ya que existen otras labores que son más atractivas para el personal. Plantear posibles soluciones para poder cumplir con tus objetivos. La solución brindada a este tema es el de diferenciar la remuneración de este personal frente al resto, ganando un plus por pertenecer al área de riego a su vez contar con diferentes capacitaciones, equipo de protección personal, horas extras correctamente remuneradas de acuerdo a ley y beneficios de acceder a préstamos de motos para facilitar su movilidad.

Fecha	LINEA	Lote	Horas Riego	Hora inicio	Hora fin	Fertilizar	Observaciones	Operador	Desde	Hasta	Total	
Lunes 19-dic.- 18	Parra Comun			9:00 AM	9:00 AM							
									Desde	Hasta	Total	
	00:00							Regador 1	12:00 AM	8:00 AM	8:00:00	
	LINEA 1	RU1B	03:00	12:00 AM	3:00 AM		Cosecha	Regador 1	12:00 AM	8:00 AM	8:00:00	
	09:10		RU2	02:20	3:00 AM	5:20 AM		Cosecha	Regador 2	8:00 AM	5:35 PM	9:35:00
			RU3	03:50	5:20 AM	8:10 AM			Regador 3	8:00 AM	5:35 PM	9:35:00
									Regador 4	6:00 AM	5:35 PM	8:00:00
									Regador 5	6:00 AM	2:00 PM	8:00:00
									Regador 6	6:00 AM	5:35 PM	8:00:00
									Regador 7	6:00 AM	5:35 PM	8:00:00
	LINEA 2	RP6	11:30	12:00 AM	11:30 AM							
	14:58		RU13 (v)	03:25	11:30 AM	2:55 PM		Consultar fertilización	Regadores 4 y 5	Barreno lotes palto y revisión de raíces a regar en próximo riego Seguimiento CE y pH lotes a fertilizar		
			RU6 (R)	02:40	2:55 PM	5:35 PM						
			RU6 (R)	01:44	2:50 PM	4:34 PM			Regador 7			
			RU6 (Pit)	01:44	2:50 PM	4:34 PM						
					4:34 PM	4:34 PM						
	LINEA 3	RU9	05:30	6:00 AM	11:30 AM							
	09:10		RU12	03:40	11:30 AM	3:10 PM						
					3:10 PM	3:10 PM						
LINEA 4	RP1	08:10	6:00 AM	2:10 PM								
08:10				2:10 PM	2:10 PM							
				2:10 PM	2:10 PM							

Figura 9: Modelo de horario de regadores en época de cosecha de una agroindustria en Ica.

3.3. Competencias y habilidades desarrolladas

Cada problemática genera numerosas ideas de solución, las bases aprendidas en la universidad te dan el criterio de análisis para poder plantear y desarrollar diferentes mejoras como profesional de agronomía a cargo de toda un área específica. Poder asociar desordenes fisiológicos, aparición de enfermedades y plagas con manejos agronómicos que van desde un deshoje por exceso de riego que ha generado el crecimiento vegetativo, un ajuste en la dosificación de nitrógeno que podría ocasionar “palo negro” que afecta directamente a la fertilidad y producción del cultivo hasta poder lidiar con muchas hectáreas en diferentes fenologías con diferentes cultivos ubicados en distintas líneas de riego con horas limitadas

de aplicación de fertirriego definitivamente está implícita la aplicación de cursos como fertilidad de los suelos, manejos y conservación de los suelos y manejo de riego.

El manejo de producción en campo del cultivo, acompañado de manejo de personal donde debes entender la necesidad del campo y ser capaz de cumplir pese a muchos obstáculos te marca definitivamente y te aterriza en la realidad de desarrollar agricultura en nuestro país.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A través de mi experiencia práctica en el manejo de fertilizantes solubles aplicados mediante fertirriego en el cultivo de uva variedad Flame en la zona de Ica, he podido observar y constatar diversos beneficios en el crecimiento, desarrollo, producción y calidad de este cultivo.

En cuanto al crecimiento y desarrollo vegetativo, he notado que las plantas que reciben una dosis adecuada de fertilizantes a través del sistema de fertirriego presentan un mayor vigor y robustez. Estas plantas muestran un incremento significativo en variables como altura, diámetro del tronco y número de brotes, en comparación a aquellas que no reciben este manejo. Además, el sistema radicular de las plantas tratadas con fertirriego también evidencia un desarrollo más extenso y voluminoso, lo que les permite aprovechar de manera más eficiente los nutrientes y el agua.

La correcta selección de fertilizantes mediante criterios de calidad y solubilidad nos permite ser eficientes en su uso, así como mantener y conservar un sistema de fertirrigación en óptimo estado y funcionamiento genera una óptima disolución y absorción de fertilizantes en la solución suelo.

Por otro lado, en términos de productividad, he podido comprobar que el fertirriego con la dosis óptima de fertilizantes solubles tiene un impacto positivo relevante. Las plantas que reciben este manejo alcanzan rendimientos significativamente más altos, con incrementos importantes en el peso y número de racimos por planta. Asimismo, la calidad de la fruta también mejora, observándose aumentos en los sólidos solubles, reducción de la acidez y mayor tamaño de las bayas.

Estos resultados me permiten afirmar que el dominio de las técnicas de fertirriego con fertilizantes solubles es fundamental para lograr una producción sustentable y de alta calidad en el cultivo de uva variedad Flame en la región de Ica. Al aplicar los nutrientes de manera controlada y escalonada a través del sistema de riego, se pueden aprovechar de forma más eficiente, minimizando pérdidas y potenciando el desarrollo y productividad del cultivo.

La experiencia adquirida en el manejo de fertilizantes solubles a través del fertirriego en uva Flame me ha permitido corroborar su gran valor como práctica de manejo tecnificada y sostenible, capaz de mejorar significativamente el desempeño productivo y la calidad de este importante cultivo en la zona de Ica.

V. CONCLUSIONES

- La implementación de un sistema de riego tecnificado y la aplicación de fertilizantes solubles mediante fertirriego en el cultivo de uva de mesa variedad Flame en la zona de Ica demostraron ser prácticas eficientes. Estos sistemas permiten una dosificación precisa de fertilizantes y optimizan el uso del agua, un recurso escaso en la región, resultando en un ahorro significativo a largo plazo.
- Describir y cumplir con los requerimientos tecnológicos y agronómicos para la aplicación de fertilizantes solubles es fundamental para el éxito del cultivo. La correcta selección y manejo de los fertilizantes, así como el mantenimiento adecuado del sistema de fertirriego, son cruciales para maximizar la eficiencia y productividad del cultivo de uva de mesa.
- El fertirriego tuvo un impacto positivo en el desarrollo vegetativo, productividad y calidad de la uva de mesa variedad Flame. Las plantas tratadas con fertirriego mostraron un mayor vigor y un sistema radicular más desarrollado, lo que se tradujo en un incremento en la producción y calidad de las uvas. Este método también permitió una mejor gestión de las sales acumuladas en las raíces, favoreciendo un desarrollo óptimo del cultivo.
- Considerar los criterios agronómicos, climáticos y geográficos de la zona es esencial para establecer un programa eficiente de riego y fertilización. Un manejo integral del cultivo que tenga en cuenta estos factores permite adaptar las prácticas agrícolas a las condiciones específicas del entorno, optimizando los resultados y garantizando una producción sostenible y de alta calidad.
- La inversión en tecnologías de riego tecnificado y fertirrigación no solo mejora la eficiencia en la aplicación de nutrientes y agua, sino que también contribuye a la sostenibilidad del cultivo. A largo plazo, estas prácticas resultan en un mejor aprovechamiento de los recursos, una reducción en el impacto ambiental y un aumento en la productividad y calidad de la uva de mesa.

VI. RECOMENDACIONES

La calidad del fertilizante garantizará eficiencia en la aplicación, por tal motivo es importante realizar pruebas de solubilidad de cada lote aplicado sin dejar de lado criterios como origen, compatibilidad, revisar en la etiqueta la cantidad de nutrientes que contiene y solicitar análisis de metales pesados.

Tomar en cuenta el Kc del cultivo dependiendo de la zona y mantener un control de la eficiencia del programa de riego mediante calicatas, tensiómetros, aspecto del cultivo que garantice un incremento en la producción sin una pérdida de fertilizante por lixiviación o incompatibilidad entre los mismos generando reacciones que compliquen la fertiirrigación.

Conservar el funcionamiento del sistema de riego mediante revisiones continuas de goteros y la programación anual de mantenimientos de la infraestructura, ya que el presentar una desuniformidad en el riego generará por ende una mala fertiirrigación que se verá reflejada en el cultivo ya sea por presentar zonas con abundante crecimiento vegetativo, hasta una asfixia radicular.

Es importante corroborar la eficiencia de la fertilización aplicada mediante análisis de suelo y hojas en un laboratorio de prestigio.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, J. 2017. *Sistema de riego tecnificado en el cultivo de vid*. 62p
- Caballero, A. 1984. *Tratado de fruticultura. Cuarta edición. Barcelona. Editorial Gustavo Gili S.A.* 939 p.
- Cadahia, C.1998. *Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales. España. Ediciones Mundiprensa.* 475 p.
- Castañón, G. 2000. *Ingeniería del Riego: Utilización racional del agua. España. Editores Spain Paraninfo SA.* 208 p.
- Childers F, N. 1982. *Fruticultura moderna: cultivo de frutales y arbustos frutales. Tomo II. Traducido por Sartori E. Uruguay. Editorial hemisferio sur.* 982p.
- CSR Laboratorios. (2017). *Los Fertilizantes Minerales Sólidos. Obtenido de CSR Laboratorios Web Site: <https://csrlaboratorio.es/laboratorio/agricultura/fertilizantes-y-abonos/los-fertilizantes-minerales-solidos/>*
- Cubillo A, S. 2003. *Producción de frutas de climas templados y subtropicales. Zaragoza – España. Editorial Acribia SA.* 396 p.
- Domínguez V, A. 1993. *Fertirrigación. Madrid – España. Ed. Mundi – Prensa.* 217p.
- FAO. (2002). *Los Fertilizantes y su uso. París: FAO.*
- Fuentes Y, J. 2003. *Técnicas de riego. Cuarta edición. Madrid- España. Ediciones Mundi-Prensa.* 483 p.
- Grupo de investigación en viticultura UPM. *Gestión del riego en viñedos de vinificación. 2007. Consultado el 08 de setiembre de 2017. Disponible en: <http://ocw.upm.es/produccion vegetal/viticultura/contenidos/tema6riego.pdf>*
- Guerrero, R. (2004). *Manual técnico, Propiedades generales de los fertilizantes. Colombia: Monómeros Colombo Venezolanos S.A.*

- Hidalgo F, L. 1993. Tratado de Viticultura General. 1 Ed. Zaragoza, ES. Mundi – Prensa. 984p
- INTAGRI. (2016). La Compatibilidad de los Fertilizantes en Fertirrigación. Obtenido de Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/la-compatibilidad-de-los-fertilizantes-en-fertirrigacion>
- INTAGRI. (2017). Guía de Fertilizantes Nitrogenados para Cultivos. Obtenido de Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/guia-de-fertilizantes-nitrogenados-para-cultivos>
- Martínez; Melgarejo; Hernández; Salazar. 2001. Prácticas integradas de viticultura. España. Ediciones Mundi-Prensa. 1 ed. 1220 p.
- Moya T, J. 2009. Riego Localizado y Fertirrigación. Cuarta Edición. España. Ediciones Mundi-Prensa. 575p.
- Navarro G, G. 2014. Fertilizantes: química y acción. España. Ediciones Mundi-Prensa. 229p.
- Palma M, F. 2006. Guía de manejo, nutrición vegetal de especialidad: uva de mesa. Chile. 135p.
- Proyectos peruanos. 2016. Producción de uvas de mesa. Consultado el 18 de febrero del 2021. Disponible en: proyectosperuanos.com/uvass/
- Saldarriaga M. 2012. Sistemas de riego. Colombia. Grupo Latino Editores, 348p.
- FAO. (2002). Los Fertilizantes y su uso. París: FAO.
- FAO. (2019). Código Internacional de Conducta para el uso y manejo de fertilizantes. Roma: FAO.
- Guerrero, R. (2004). Manual técnico, Propiedades generales de los fertilizantes. Colombia: Monómeros Colombo Venezolanos S.A.
- INTAGRI. (Setiembre de 2013). Cuando los nutrientes esenciales se vuelven tóxicos. Obtenido de INTAGRI, Sitio Web: <https://inta.gob.ar/noticias/cuando-los-nutrientes-esenciales-se-vuelven-toxicos>
- INTAGRI. (2016). La Compatibilidad de los Fertilizantes en Fertirrigación. Obtenido de Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/la-compatibilidad-de-los-fertilizantes-en-fertirrigacion>
- INTAGRI. (2017). Guía de Fertilizantes Nitrogenados para Cultivos. Obtenido de Intagri: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/guia-de-fertilizantes-nitrogenados-para-cultivos>

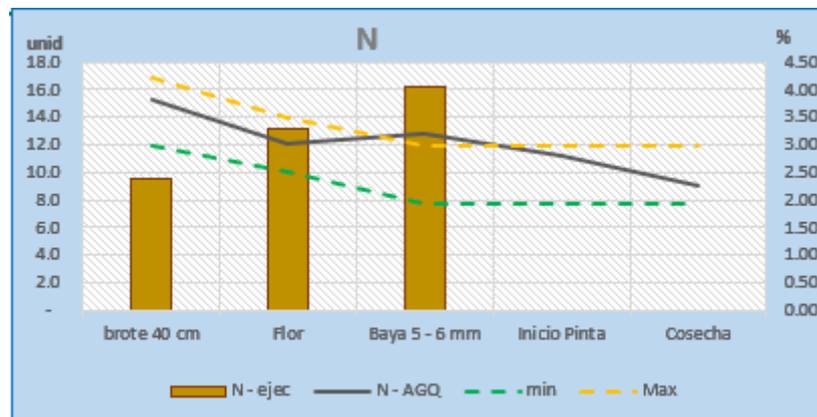
- INTAGRI. (Enero de 2019). Biofortificación de cultivos con Zinc. Obtenido de Intagri, Sitio Web: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/biofortificacion-de-cultivos-con-zinc>
- Melgar, R. (2013). Simposio Fertilidad 2013: Manejo de Productos Fertilizantes. Obtenido de Fertilizar.org Web site: <https://www.fertilizar.org.ar/subida/evento/Simposio%20de%20Fertilidad%202013/3%20-%20MELGAR.pdf>
- Navarro, G., & Navarro, S. (2014). Fertilizantes, Química y Acción. Murcia: Mundiprensa.
- Nitalichio, R. (08 de marzo de 2020). Exceso de fertilizantes causa eutrofización de lagos y océanos. Obtenido de ECOPORTAL, Sitio Web: <https://www.ecoport.net/temas-especiales/suelos/fertilizantes/exceso-de-fertilizantes-causa-eutrofizacion-de-lagos-y-oceanos/#:~:text=Los%20fertilizantes%20artificiales%20son%20a,el%20enriquecimiento%20excesivo%20de%20nutrientes.>
- ONU. (19 de abril de 2019). El fuerte crecimiento poblacional supondrá un reto para lograr un desarrollo sostenible. Obtenido de Naciones Unidas, Web site: <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/commission-on-population-and-development52.html>
- Sociedad Agrícola Ganadera. (5 de enero de 2006). Criterios de Calidad de Suelos y Aguas. Obtenido de Biblioteca digital SAG, Sitio Web: http://biblioteca-digital.sag.gob.cl/documentos/medio_ambiente/criterios_calidad_suelos_aguas_agricolas/pdf_suelos/5_metales_pesados_suelo.pdf
- Varas, E., & Riquelme, J. (2002). Propiedades físicas de los fertilizantes y uso en máquinas fertilizadoras. Tierra adentro, 24.
- Yara Internacional. (2016). De la fábrica al campo: Propiedades y manejo de los fertilizantes Yara. Oslo: Yara.
- YARA Perú. (16 de octubre de 2019). La agricultura puede ayudar a combatir la anemia y la desnutrición. Obtenido de Yara Peru, Sitio Web: <https://www.yara.com.pe/noticias-y-eventos/noticias-peru/dia-mundial-de-la-alimentacion/>

ANEXOS

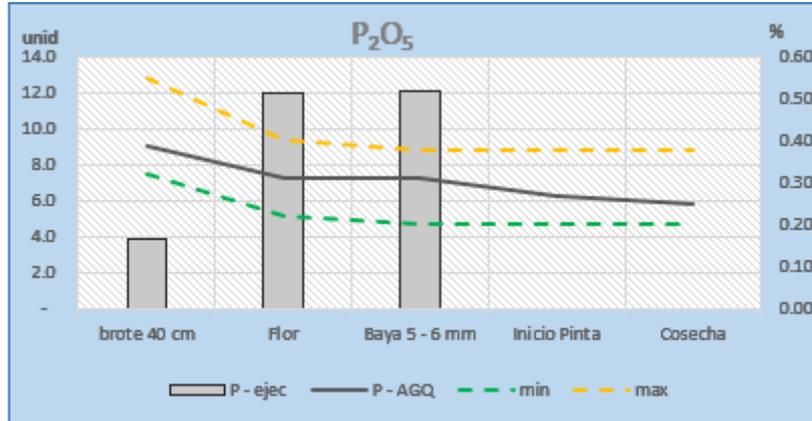
Anexo 1: Cuadro comparativo entre unidades aportadas vs porcentaje asimilado según análisis foliar.

LOTE		Unidades de elemento/halfenología						Análisis foliar					
FLAME		N	P	K	Ca	Mg	Zn	Ca	P	Mg	N	K	Zinc
Fenología	Fecha inicio							%	%	%	%	%	ppm
brote 20 cm	5-7-16	-	-	-	-	-	-						
brote 40 cm	4-7-16	9.6	3.9	18.1	7.0	6.0	-	0.99	0.39	0.27	3.80	1.18	74.0
brote 50 - 70 cm	20-7-16	14.6	5.0	43.2	7.0	13.0	3.1						
Flor	3-8-16	13.2	12.0	15.1	10.5	5.0	-	1.46	0.31	0.33	3.02	0.56	234.0
Cuaja	14-8-16	5.0	-	15.1	-	6.0	3.1						
Baya 5 - 6 mm	18-8-16	16.2	12.1	15.1	14.1	6.0	-	1.65	0.31	0.37	3.20	1.03	225.0
Baya 10 - 12 mm	4-9-16	-	2.0	23.1	-	16.1	-						
Inicio Pinta	27-9-16	-	-	-	-	-	-	1.91	0.27	0.34	2.79	2.20	96.0
Cosecha	20-10-16	-	-	-	-	-	-	1.27	0.25	0.31	2.25	1.86	51.0

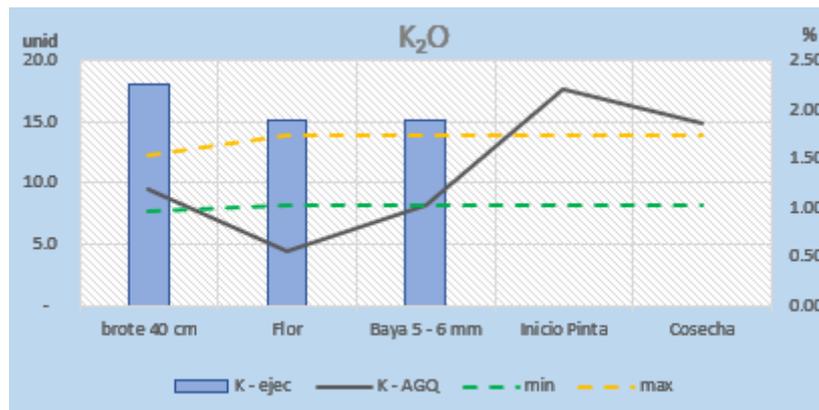
Anexo 2: Nitrógeno ejecutado vs rangos mínimos y máximos alcanzados en la fenología según análisis foliar.



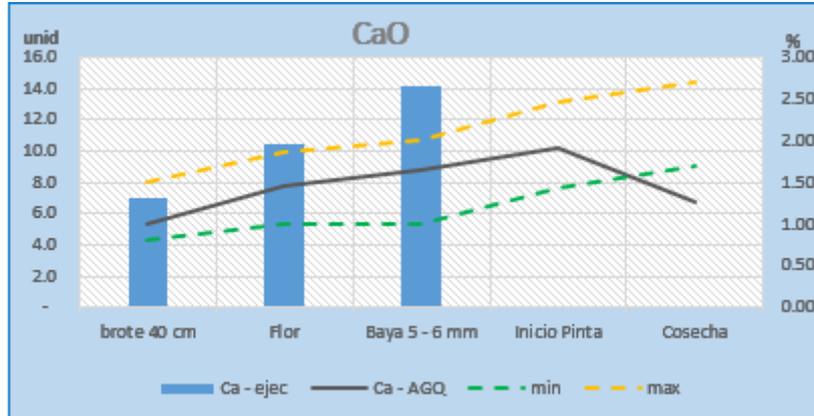
Anexo 3: Fósforo ejecutado vs rangos mínimos y máximos alcanzados en la fenología según análisis foliar.



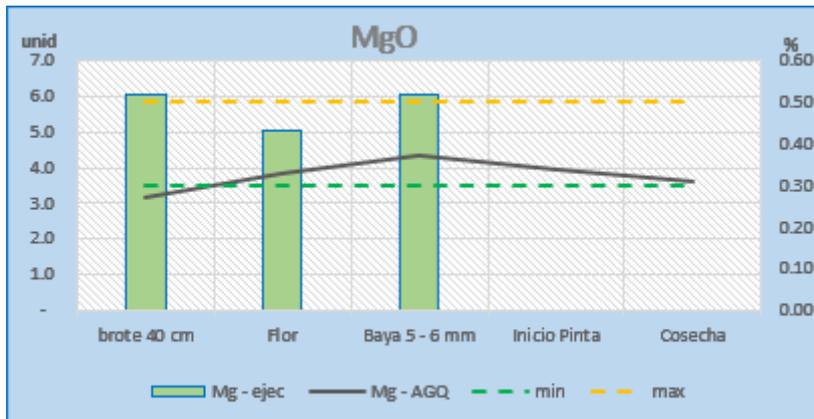
Anexo 4: Potasio ejecutado vs rangos mínimos y máximos alcanzados en la fenología según análisis foliar.



Anexo 5: Calcio ejecutado vs rangos mínimos y máximos alcanzados en la fenología según análisis foliar.



Anexo 6: Magnesio ejecutado vs rangos mínimos y máximos alcanzados en la fenología según análisis foliar.



Anexo 7: Zinc ejecutado vs rangos mínimos y máximos alcanzados en la fenología según análisis foliar.

