

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“MANEJO NUTRICIONAL DEL TANGOR (*Citrus reticulata*  
*Blancoxinensis* L. Osb.) CV. TANG GOLD EN LA  
IRRIGACIÓN SANTA ROSA, LIMA”**

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

**CARLOS ALBERTO BENAVIDES MANRIQUE**

**LIMA – PERÚ**

**2023**

# Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 19-oct.-2023 2:20 p. m. -05  
 Identificador: 2201029829  
 Número de palabras: 14967  
 Entregado: 1

Índice de similitud  <span style="font-size: 24pt;">14%</span>	<b>Similitud según fuente</b>
	Internet Sources: 14% Publicaciones: 2% Trabajos del estudiante: 0%

TSP en Citricos Por Carlos Alberto Benavides Manrique

8% match ()

[Pino Huasacca, Nancy Marilu. "Dinámica nutricional del Palto \(Persea americana Mill.\) en condiciones de Ica", 'Baishideng Publishing Group Inc.', 2021](#)

2% match (Internet desde 25-sept.-2022)

[http://repositori.ujj.es/xmlui/bitstream/handle/10234/199178/TFG\\_Bonillo%20Ramos\\_G.pdf?isAllowed=y&sequence=1](http://repositori.ujj.es/xmlui/bitstream/handle/10234/199178/TFG_Bonillo%20Ramos_G.pdf?isAllowed=y&sequence=1)

1% match ()

[Tarazona Díez, José Vicente. "ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LA FERTIRRIGACIÓN CARBÓNICA EN CÍTRICOS", 'Universitat Politecnica de Valencia', 2016](#)

1% match ()

[Bernabé Navarro, Rafael. "Obtención de rangos de normalidad para tres variedades de limonero cultivadas en alta densidad en la Vega Baja del Segura", 2021](#)

1% match (Internet desde 30-sept.-2021)

<https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/15388/629245.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

1% match (Internet desde 18-nov.-2022)

[https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20\\_500\\_12008/28816/1/OcamposFern%c3%a1ndezMariana.pr](https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20_500_12008/28816/1/OcamposFern%c3%a1ndezMariana.pr)

1% match (Internet desde 02-nov.-2016)

<https://es.scribd.com/doc/312116356/La-Fertilizacion>

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE AGRONOMIA "MANEJO NUTRICIONAL DEL TANGOR (Citrus reticulata Blancoxsinensis L.Osb.) CV. TANG GOLD EN LA IRRIGACIÓN SANTA ROSA, LIMA" TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE: INGENIERO AGRÓNOMO CARLOS ALBERTO BENAVIDES MANRIQUE LIMA, PERÚ 2022 INDICE I.**

**INTRODUCCIÓN.....1**

**II. OBJETIVOS**

**2 III. REVISIÓN DE LITERATURA.....3**

**3.1 ORIGEN DEL HÍBRIDO TANGOR VARIEDAD TANG GOLD.....3.1**

**3.2 TAXONOMÍA, BOTÁNICA Y MORFOLOGÍA .....4**

**3.3 REQUERIMIENTO DEL CLIMA DE LA VARIEDAD TANG GOLD.....5**

**3.4 PATRÓN LIMA RANGPUR**

**6 3.4.1 Características del patrón Lima Rangpur.....6**

**3.4.2 Influencia del suelo en el patrón Lima Rangpur.....6**

**6 3.5 IMPORTANCIA DE LOS NUTRIENTES MINERALES EN FRUTALES CITRICOS .....7**

**7 3.5.1 Nitrógeno**

**3.5.2 Fósforo**

**10 3.5.3 Potasio**

**12 3.5.4 Magnesio**

**13 3.5.5 Calcio**

**14 3.5.6 Zinc**

**15 3.5.7**

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

**“MANEJO NUTRICIONAL DEL TANGOR (*Citrus reticulata*  
*Blancoxinensis* L. Osb.) CV. TANG GOLD EN LA IRRIGACIÓN  
SANTA ROSA, LIMA”**

**CARLOS ALBERTO BENAVIDES MANRIQUE**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....  
Dr. Oscar Oswaldo Loli Figueroa

**PRESIDENTE**

.....  
Ing. Guillermo José Parodi Macedo

**ASESOR**

.....  
Ing. Mg. Sc. Julio César Nazario Ríos

**MIEMBRO**

.....  
Ing. Mg. Sc. Pedro Pablo Gutiérrez Vélchez

**MIEMBRO**

Lima – Perú

2023

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mis padres Raquel y Alberto, a mis hermanas Liliana y Rocio, y mi cuñado Guillermo, por todo el apoyo y consejos que me brindaron en mi vida profesional y personal, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Antes que todo, agradezco a Dios por guiarnos en el camino de lo prudente y permitirme disfrutar de mi familia.

A mis padres por el apoyo perseverante en mi formación.

A mis hermanas por la motivación para nunca rendirme en cualquier aspecto de mi vida.

A mi asesor Ing. M. S. Guillermo Parodi por sus orientaciones, inculcando el sentido de responsabilidad y rigor académico.

A mi universidad Unalm y todo el staff de profesionales que me permitieron formarme en sus instalaciones, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes.

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	OBJETIVO .....	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	ORIGEN DEL HÍBRIDO TANGOR VARIEDAD TANG GOLD.....	3
2.2.	TAXONOMÍA, BOTÁNICA Y MORFOLOGÍA .....	4
2.3.	REQUERIMIENTO DEL CLIMA DE PARA LOS CÍTRICOS.....	5
2.4.	PATRÓN LIMA RANGPUR.....	6
2.4.1.	Características del patrón Lima Rangpur .....	6
2.4.2.	Influencia del suelo en el patrón Lima Rangpur.....	6
2.5.	IMPORTANCIA DE LOS NUTRIENTES MINERALES EN FRUTALES CITRICOS.....	7
2.5.1.	Nitrógeno .....	7
2.5.2.	Fósforo .....	10
2.5.3.	Potasio.....	12
2.5.4.	Magnesio.....	13
2.5.5.	Calcio.....	14
2.5.6.	Zinc .....	16
2.5.7.	Manganeso .....	17
2.5.8.	Hierro .....	18
2.5.9.	Boro .....	19
2.6.	DINÁMICA NUTRICIONAL EN LOS MANDARINOS .....	20
2.7.	ANÁLISIS DEL MATERIAL VEGETAL .....	22
III.	DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL .....	23
3.1.	UBICACIÓN DEL CAMPO .....	23
3.2.	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA .....	23
3.3.	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO .....	24
3.4.	ACONDICIONAMIENTO DEL SUELO PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTACIÓN .....	25
3.5.	CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO.....	32
3.6.	MATERIAL VEGETAL.....	32
3.7.	ESTADOS FENOLÓGICOS .....	33

3.8. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN .....	35
3.9. MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL Y ORGÁNICA .....	38
3.10. DINÁMICA NUTRICIONAL EN BASE AL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DEL CV TANG GOLD.....	46
3.10.1. Dinámica de macronutrientes en hoja (N, P, K, Mg, Ca) .....	46
3.10.2. Dinámica de micronutrientes en hoja (Fe, Zn, Mn y B) .....	49
IV. CONCLUSIONES .....	53
V. RECOMENDACIONES .....	54
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
VII. ANEXOS.....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Necesidades nutritivas de los cítricos.....	21
Tabla 2: Interpretación de los análisis foliares de los micronutrientes en los cítricos .....	21
Tabla 3: Interpretación de los análisis foliares de macronutrientes en los cítricos .....	22
Tabla 4: Características fisicoquímicas de los suelos del campo del fundo Puente, Agroalto SAC 2020 .....	31
Tabla 5: Producción de Tang gold (Kg/ha) – Diferentes Campañas.....	33
Tabla 6: Características del diseño de riego empleado en el campo - Fundo Puente.....	36
Tabla 7: Coeficiente de cultivo ajustado según etapa fenológica en Tang Gold.....	37
Tabla 8: Consumo de agua del Tang Gold (m <sup>3</sup> /ha/campaña).....	37
Tabla 9: Programa de aplicaciones foliares nutricionales – Brote Primavera.....	39
Tabla 10: Programa de aplicaciones foliares nutricionales – Brote Verano.....	41
Tabla 11: Programa de aplicaciones nutricionales edáfica – en 3 brotamientos.....	42
Tabla 12: Dosis de fertilización (kg/ha) - Distribución mensual Campaña 2018-19 .....	42
Tabla 13: Dosis de fertilización (kg/ha) – Distribución mensual Campaña 2019-20 .....	43
Tabla 14: Dosis de fertilización (kg/ha) – Distribución mensual Campaña 2020-21 .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Híbridos Interespecíficos e intergenéricos de los cítricos.....	4
Figura 2: Nivelación del campo.....	24
Figura 3: Proceso de subsolado .....	25
Figura 4: Pre-camellón formado y mezclado con la materia orgánica .....	26
Figura 5: Camellón completado con sus dimensiones finales.....	27
Figura 6: Lectura del conductímetro en el camellón después del lavado.....	28
Figura 7: Plantación concluida con la incorporación de yeso agrícola .....	29
Figura 8: Cultivo Tang gold actualmente. Edad: 3 años .....	30
Figura 9: Dinámica de las etapas fenológicas - variedad Tang gold Camp 2020-21 .....	34
Figura 10: Dinámica de las etapas fenológicas - cultivo Tang gold Camp 2021-22.....	35
Figura 11: Curva de la distribución nutricional mensual (kg/ha) Camp 2018-19.....	43
Figura 12: Curva de la distribución nutricional mensual (kg/ha) Camp 2019-20.....	44
Figura 13: Curva de la distribución nutricional mensual (kg/ha) Camp 2020-21 .....	45
Figura 14: Dinámica nutricional de los macronutrientes N, P, K, Mg, Ca - Camp 2020- 21 .....	46
Figura 15: Dinámica nutricional de los micronutrientes (Fe, Zn, Mn, B) - Camp 2020- 21 .....	49
Figura 16: Dinámica del Sodio - Camp 2020-21.....	51
Figura 17: Dinámica del Cloro - Camp 2020-21 .....	52

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Variación de la humedad relativa comparada con la variación del punto de rocío durante el año 2020 .....	59
Anexo 2: Variación de las temperaturas máximas y mínimas durante los años 2019, 2020 y 2021 .....	60
Anexo 3: Variación de la humedad relativa durante el año 2020.....	61
Anexo 4: Variación de la radiación solar alta ( $W/m^2$ ) en los años: 2019, 2020 y 2021.....	62
Anexo 5: Variación de la evapotranspiración (mm) en los años: 2019, 2020 y 2021.....	63
Anexo 6: Resultado de análisis de suelo mayo 2019 .....	64
Anexo 7: Resultado de análisis de suelo octubre 2019 .....	65
Anexo 8: Resultado de análisis de suelo setiembre 2020.....	66
Anexo 9: Características físico-químicas del agua de riego del Fundo Puente – Agroalto SAC .....	67
Anexo 10: Comparación de la evapotranspiración (mm) en los años 2018, 2019 y 2020 del Fundo Puente – Agroalto SAC .....	68
Anexo 11: Exportación de mandarinos (kg) en los años 2017, 2018, 2019 y 2020 del Perú.....	69
Anexo 12: Exportación de mandarinos (US\$) en los años 2017, 2018, 2019 y 2020 del Perú.....	70

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como finalidad describir la experiencia en el manejo nutricional que se desarrolla en favor del “Tang Gold” que se realiza en los campos del Fundo, considerando el impacto que tiene la fertilización sobre la calidad y productividad del cultivo. Por ese motivo, se ha analizado la evolución de los nutrientes (% de N, P, K, Ca, Mg, Na y mg/kg de Fe, Mn, Zn, B, y Cl sobre materia seca) a lo largo del ciclo y en función de la fenología de la variedad Tang Gold, mencionada en condiciones de la Irrigación Santa Rosa, Sayán, Lima. Además, desde la preparación del terreno, describe las actividades realizadas para mejorar algunas características químicas del suelo como objetivo de disminuir el contenido del sodio, reduciendo el PSI, limitar la disponibilidad del boro, reducir la conductividad eléctrica, aumentar el porcentaje de materia orgánica y elevar la capacidad del intercambio catiónico. Las actividades realizadas se explican en las siguientes 4 fases de acondicionamiento del suelo: a) El subsolado es una técnica que permite roturar el suelo por debajo de la capa arable, permitiendo eliminar los impedimentos físicos que limitan el drenaje y el crecimiento radicular de las plantas, b) El pre-camellón en esta fase se busca mejorar las características químicas incorporando en mezcla con el suelo elementos de origen orgánico e inorgánico, pretendiendo proporcionar equilibrios químicos a un largo plazo, c) El camellón completo, en esta fase se persigue terminar con la altura, ancho de la base inferior y superior adecuadas para el crecimiento radicular de la plantación y d) El lavado del camellón, es una técnica que requiere una cantidad de agua necesaria para percolar las sales tóxicas que afectan las raíces del cultivo en la zona arable y dependerá de la calidad de agua de riego y del sistema de riego empleado.

**Palabras clave:** Fertilización, mandarina, macronutrientes, micronutrientes, fases de acondicionamiento, preparación de terreno.

...

## ABSTRACT

The purpose of this work was to describe the experience in nutritional management that is developed in favor of “ Tang Gold” that is carried out in the fields of the Farm, considering the impact that fertilization has on the quality and productivity of the crop. For this reason, the evolution of nutrients (% of N, P, K, Ca, Mg, Na and mg/kg of Fe, Mn, Zn, B, and Cl on dry matter) has been analyzed throughout the cycle. and depending on the phenology of the Tang Gold variety, mentioned in the conditions of the Santa Rosa Irrigation, Sayán, Lima. Furthermore, from the preparation of the land, it describes the activities carried out to improve some chemical characteristics of the soil with the objective of reducing the sodium content, reducing the PSI, limiting the availability of boron, reducing electrical conductivity, increasing the percentage of organic matter and increase the cation exchange capacity. The activities carried out are explained in the following 4 phases of soil conditioning: a) Subsoiling is a technique that allows the soil to be plowed below the arable layer, allowing the physical impediments that limit drainage and root growth of plants to be eliminated. , b) The pre-ridge in this phase seeks to improve the chemical characteristics by incorporating elements of organic and inorganic origin in a mixture with the soil, aiming to provide chemical balances in the long term, c) The complete ridge, in this phase the aim is to complete with the height, width of the lower and upper base suitable for the root growth of the plantation and d) Washing the ridge is a technique that requires an amount of water necessary to percolate the toxic salts that affect the roots of the crop in the area . arable and will depend on the quality of irrigation water and the irrigation system used.

**Keywords:** Fertilization, mandarin, macronutrients, micronutrients, conditioning phases, preparation of crop land.

## I. INTRODUCCIÓN

Perú se posicionó como el séptimo proveedor de mandarinas en el mundo en volumen y el sexto proveedor en valor. Entre la exportación del año 2019 y del año 2020 (Anexos 11 y 12), la exportación de mandarina experimentó un crecimiento de más del 26%, siendo los principales destinos EEUU con un 50% de participación y el Reino Unido con un 12%, según afirmación de Luis Corvera, Director de FreshFruit Perú (Red agrícola, 2021).

En los principales mercados extranjeros las exigencias de calidad del fruto junto con la productividad, son algunos de los indicadores principales que se deben tomar en cuenta, como también la importancia de la relación que existe entre estos indicadores y de las deficiencias de los nutrientes en las plantas (Agustí *et al.*, 2020).

Las herramientas que cumplen eficazmente el objetivo de diagnosticar el nivel de los elementos minerales en las plantas son: el análisis foliar, análisis de suelo y análisis del agua de riego, y con base en estas informaciones, se diseñan o se corrigen los programas de fertilización. El análisis foliar informa sobre la absorción real de los nutrientes por la planta, muestra la presencia de estados carenciales, indica la existencia de antagonismos entre nutrientes y permite evaluar la disponibilidad de reservas de la planta (Legaz y Primo-Millo, 2003).

La Dra. Claudia Bonomelli en conversación con Red Agrícola (2021) comentó que el análisis de suelos sirve para obtener la información de los nutrientes disponibles (más que el contenido total) o sea aquellos que la planta podría absorber. Adicionalmente, entrega antecedentes sobre la salinidad, a través de la conductividad eléctrica, porcentaje de sodio intercambiable, el pH que resulta fundamental, pues afecta el nivel de disponibilidad de los elementos y el ambiente en que se desarrollan las raíces. Además de la relación de la adsorción del sodio (RAS) y posibles formaciones de caliza. El diagnóstico del análisis de

agua es relevante para saber si a través del agua de riego se están adicionando nutrientes u otros elementos que nos beneficien o resulten perjudiciales (Cadahia, 2005).

### **1.1. OBJETIVO**

Detallar el manejo nutricional del tangor (*C. reticulata* Blanco  $\times$  *C. sinensis* (L.) Osb.) Variedad Tang Gold evaluando las respuestas obtenidas en los análisis foliares para su corrección en suelo y planta, bajo condiciones agroclimáticas de la Irrigación Santa Rosa en Sayán, Lima.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. ORIGEN DEL HÍBRIDO TANGOR VARIEDAD TANG GOLD

Los cítricos se originaron hace unos 20 millones de años en el sudeste asiático. Desde entonces hasta ahora han sufrido numerosas modificaciones debido a la selección natural y a hibridaciones tanto naturales como producidas por el hombre (Infoagro, 2002).

Las especies cítricas con interés comercial son las que pertenecen a la familia de las rutáceas. Según Agustí *et al* (2020), la gran variedad de géneros que pertenecen a la sub familia *Auratioideae*, tribu *Citreae*, subtribu *Citrinae*, hibridan con facilidad, permitiendo la creación de diversidad de plantas; es por este motivo, la dificultad de la clasificación botánica de los agrios.

De esta creación de plantas por hibridación intergenérica, un grupo de híbridos denominados “Tangors”, ha sido ampliamente cultivado, como una variedad, por la semejanza a las mandarinas y comercializados para ese fin.

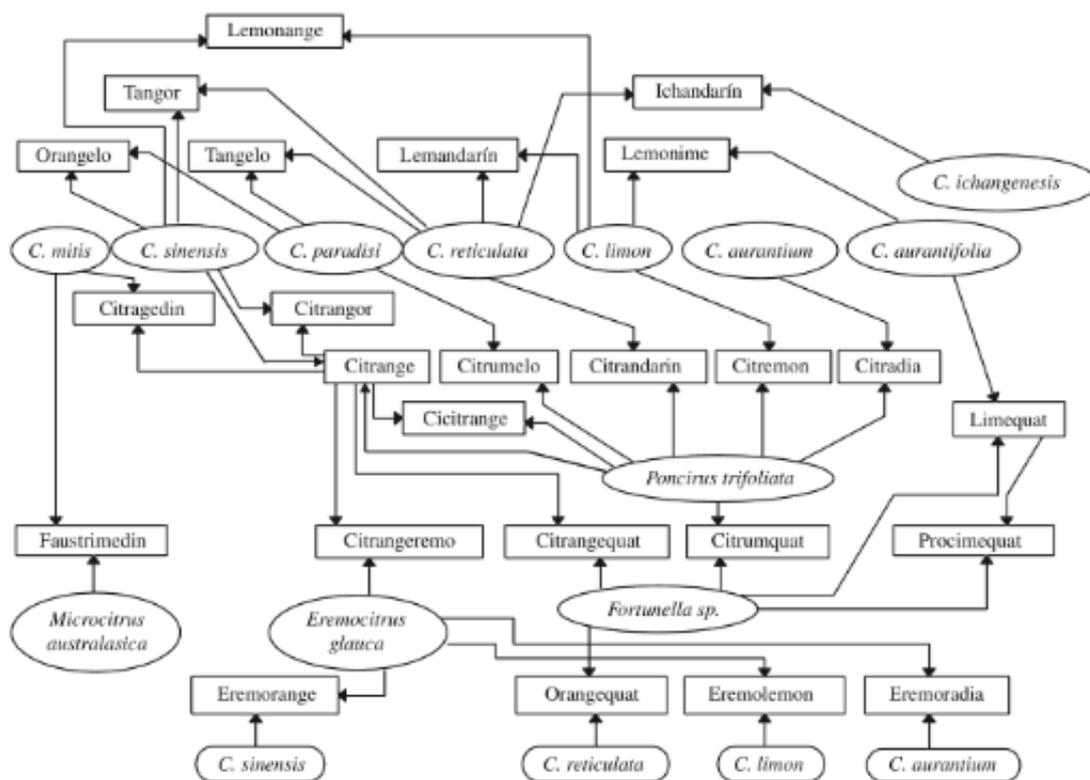
Estos Tangors “son híbridos de mandarina (*C. reticulata* Blanco) y naranjo dulce (*C. sinensis* (L.) Osb.), de los que recogen su nombre combinando ambos sustantivos en inglés: TANGerina y ORange” (Agustí *et al.*, 2020, p.41).

Es dentro de este grupo de híbridos Tangor, que se utilizó el Tangor Murcott en cruce con una variedad desconocida, para dar origen al híbrido Nadorcott, obtenido en el INRA en Afourer (Maruecos) en el año 1988, también conocida como W. Murcott. El Nadorcott es actualmente una variedad vegetal protegida (Agustí *et al.*, 2020). Es así que mediante la mutación artificial por irradiación de yemas de la variedad de Nadorcott, llevadas a cabo en la Universidad de California, que se produce la variedad Tang gold (conocida también como Tango) (Roose y Williams, 2006). Este procedimiento de mutación por irradiación

permite que esta variedad patentada y protegida, no produzca la misma cantidad de semillas, como lo hace su antecesora, cuando se presenta polinización cruzada (Navarro, 2011).

Actualmente la variedad Tang gold es una de las variedades de tangor más preferidas, con tendencia a que sus plantaciones se incrementen, debido a que sus frutos no presentan semillas y tienen excelentes características organolépticas, además de ser de fácil pelado. Las plantaciones desarrolladas con esta variedad se muestran muy productivas y de un relativo fácil manejo agronómico, y de buena interacción con la mayoría de patrones (Red Agrícola, 2020).

## 2.2. TAXONOMÍA, BOTÁNICA Y MORFOLOGÍA



**Figura 1: Híbridos Interespecíficos e intergenéricos de los cítricos**

FUENTE: Jackson (1991)

Swingle desarrolló un sistema para poder clasificar y nombrar a los híbridos interespecíficos y los híbridos intergenéricos y en la Figura 1 se muestra la clasificación completa esquematizada por Jackson (1991) en base a la información de Swingle y Reece (1967).

La variedad Tang gold es un árbol vigoroso, con tendencia a la verticalidad en sus primeros años, llegando con el tiempo a una copa de forma globosa y grande, con ramas pendulantes, de rápida entrada en producción y muy productivo, no presenta alternancias graves (Agusti *et al.*, 2020).

El fruto de esta variedad es de tamaño moderadamente grande, de piel muy fina y color naranja muy intenso, fácil de pelar, con apenas semillas (< 1 semilla por fruto) y textura fina. Según Agustí *et al* (2020) la calidad interna de la fruta es muy apreciable, con buen contenido de zumo, elevada concentración de azúcares y adecuada acidez; teniendo excelentes características para el almacenamiento.

### **2.3. REQUERIMIENTO DEL CLIMA DE PARA LOS CÍTRICOS**

Agustí (2003) menciona que el clima es un factor crítico en el desarrollo de las plantas, al mismo tiempo determina la vegetación espontánea, pudiendo limitar al cultivo.

Los cítricos se desarrollan en latitudes entre los 40 °N y 40 °S, pero es en las regiones subtropicales donde se encuentran las plantaciones comerciales, debido a que la temperatura es modulada por la acción de los vientos marinos. La latitud influye sobre aspectos menores, como: la densidad y apertura estomática que, a su vez, afectan procesos importantes en la transpiración y fotosíntesis (Agustí, 2003).

La altitud también puede ser un factor limitante para el cultivo, pero esta limitación donde se puede cultivar cítricos es marcada por la latitud de la zona. Por ello, en los trópicos se puede obtener buena calidad de fruta en altitudes de 1500 msnm y aún superiores. En regiones subtropicales, los cítricos se desarrollan muy bien hasta alturas de 600 msnm. Por otro lado, debe indicarse que la radiación UV aumenta con la altitud (Agustí, 2003).

Probablemente la variable climática más importante para el desarrollo de todas las etapas fenológicas y de la calidad de los frutos de los cítricos es la temperatura. Temperaturas de 25 a 30 °C son óptimas para la actividad fotosintética, reduciéndose ésta por encima de 35 °C (Agustí *et al.*, 2020); pero, cuando la temperatura desciende por debajo de los 15 °C, las clorofilas son degradadas y se inicia la síntesis de carotenoides, requiriendo de las temperaturas frescas de otoño para alcanzar el mejor color (Agris, 2010).

Los cítricos se adaptan muy bien a diferentes índices de humedad atmosférica; sin embargo, se ha observado reducción en el tamaño final del fruto cuando la HR llega a 37% (Agustí, 2003). Debido a sus características climatológicas, el Perú produce mandarinas con calibres adecuados que cumplen con lo requerido por los mercados de alto valor.

## **2.4. PATRÓN LIMA RANGPUR**

El patrón Lima Rangpur (*Citrus limonia*) está clasificado dentro del grupo misceláneo por sus características semejantes a las mandarinas. La única semejanza a las limas es por sus flores pequeñas (Saunt. 1992). Actualmente en la costa de Perú es un patrón muy utilizado por la precocidad y alta productividad que presenta en los cultivos.

### **2.4.1. Características del patrón Lima Rangpur**

Es precoz y productivo, sensible al frío, pero de recuperación rápida por ser patrón vigoroso. Provee buen tamaño de fruta, sin embargo con una calidad inferior a la que se obtiene con los patrones trifolios, ya que tiene menor cantidad de sólidos solubles y acidez. Es afectado por la exocortis, la cachexia y la gomosis de pie, pero tolerante a la tristeza (Saunt. 1992).

### **2.4.2. Influencia del suelo en el patrón Lima Rangpur**

El patrón Lima Rangpur no se establece bien en suelos pesados y muy húmedos, se adapta mejor a suelos de textura arenosa y bien aireados, debiendo oscilar la profundidad del suelo entre 1.0 y 2.0 metros. El patrón Lima Rangpur puede soportar una conductividad eléctrica de hasta 3 mmhos/cm, pero por encima de éste valor si sería afectado (Jimenez y Zamora, 2010).

También es resistente a la concentración de cloro, hasta valores de  $850 \text{ mg kg}^{-1}$  de cloro en la solución suelo. El portainjerto Lima Rangpur es muy tolerante a suelos alcalinos, soportando hasta 13% de carbonato de calcio, demostrando mejor comportamiento ante suelos alcalinos (Jimenez y Zamora, 2010).

## **2.5. IMPORTANCIA DE LOS NUTRIENTES MINERALES EN FRUTALES CITRICOS**

### **2.5.1. Nitrógeno**

El nitrógeno es un elemento esencial para las plantas, formando parte de un gran número de compuestos orgánicos como: aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, azúcares, clorofila, enzimas, etc.; así como de los cromosomas. Es altamente móvil dentro de la planta, puesto que sus formas son traslocables, por lo general a los puntos de crecimiento (Cosmocel, 2008).

Navarro (2003) menciona que durante la primavera, la mayor parte del nitrógeno absorbido, es utilizado y almacenado en las hojas jóvenes, flores y frutos que han iniciado el desarrollo. Durante el verano y el otoño, la mayor parte del nitrógeno se ha acumulado en las hojas, pero sufre una redistribución; disminuye la demanda de éste nutriente por parte de los frutos y también de las hojas maduras del brote anterior (brote de primavera), beneficiando a las hojas jóvenes de brotes recientes. El porcentual de nitrógeno retenido en las raíces aumenta en el otoño, siendo máxima en invierno (Agustí, 2003).

Más del 75% del nitrógeno contenido en las flores procede de los órganos viejos. Con las siguientes etapas fenológicas de cuajado, desarrollo y maduración de los frutos, esta procedencia de nitrógeno va disminuyendo y contribuye de la siguiente manera: en 65% durante el cuajado (Fase 01), en 35% en crecimiento de elongación del fruto (Fase 2) y en 25% en maduración del fruto (Fase 3) (Agustí *et al.*, 2020). Entonces se entiende, que a medida que avanza el desarrollo del fruto, éste se nutre cada vez en mayor proporción del nitrógeno procedente de los fertilizantes.

### 2.5.1.1. Las formas del Nitrógeno en el suelo

El nitrógeno se encuentra en el suelo en las siguientes formas:

#### a. Nitrógeno nítrico

El nitrógeno en la solución suelo puede presentarse como anión nitrato, el cual es absorbido por las raíces generalmente por flujo de masas (Agustí, 2003), debido a su carga negativa no puede adherirse a las partículas de arcilla (Mengel y Kirby, 2000). Sin embargo, en la mayoría de los suelos cultivados, las plantas superiores absorben el nitrógeno del suelo fundamentalmente en forma de nitratos, dado que conservan una completa movilidad (Navarro, 2003).

La nitrificación es el proceso de transformación en el que el ion amonio es oxidado a ion nitrito, por las bacterias del género *Nitrosomonas*, y posteriormente a ión nitrato, por las bacterias del género *Nitrobacter* (Agustí *et al.*, 2020). Este proceso es dependiente de la temperatura, en climas cálidos entre 27 y 30 °C puede ocurrir el proceso en 1 a 2 semanas; mientras que, en climas fríos menores de 10 °C, puede demorar varios meses (Navarro, 2003).

La desnitrificación es el proceso que consiste en la reducción de nitratos a nitritos hasta convertirse en moléculas de amonio gaseoso altamente volátiles (Agustí, 2003); por tanto, en condiciones anaeróbicas del suelo, sea el suelo liviano o pesado, y la acción de bacterias desnitrificantes, que utilizan el oxígeno de los nitratos, provocaría la pérdida y además de una posible lixiviación de estos nitratos (Navarro, 2003).

#### b. Nitrógeno amoniacal

El nitrógeno también se puede presentar como ion amonio, que es resultado de la amonificación del nitrógeno orgánico mediante la acción de bacterias anaeróbicas, aunque también puede oxidarse con facilidad transformándose en nitrito y nitrato, y debido a su carga positiva, puede ser fijado en la red de algunas arcillas de tipo 2:1, principalmente illita y montmorillonita, quedando bajo la forma no intercambiable (Mengel y Kirby, 2000). Por otra parte, en condiciones alcalinas, el amonio de la

solución suelo se puede transformar en gas amoniaco, el cual se pierde por volatilización (Navarro, 2003).

Perdomo *et al.* (s.f.) señalan que la absorción del amonio es un proceso pasivo, además, este no es transportado por el xilema directamente, sino que es asimilado en las raíces y es transportado en forma de compuestos orgánicos aminados.

Gardiazabal *et al.* (2007) mencionan que, el uso de inhibidores de nitrificación favorece el uso de amonio por la planta, obteniendo beneficios tales como un menor gasto de energía durante la absorción y dentro de la planta al no ser necesario reducir a nitrato; además de que, el amonio estimula la síntesis de fitohormonas, como giberelinas y citoquininas, y de poliaminas (mensajeros de la inducción floral).

#### **2.5.1.2. Época de aplicación**

Primo-Millo y Legaz (1983a) recomienda que la mejor época de fertilización para facilitar las reservas en los órganos nuevos, sea durante el verano, dado que la contribución en la nutrición nitrogenada de los órganos viejos desciende, además de la mayor absorción radicular durante ese periodo. Sin embargo, Agustí *et al.* (2020) asegura que las mejores épocas para efectuar el abonado nitrogenado sean en primavera y verano, siempre y cuando se evite el aporte exagerado de fertilizantes, sobre todo si se utilizan nitratos, durante el periodo del cuajado del fruto, puesto que se puede promover el desarrollo vegetativo excesivo que compita con la fructificación de manera negativa. Según Cadahia (2005), para evitar esta competencia se debe fraccionar el abonado en la mayor cantidad de veces posible durante este periodo, de esta manera se lograría un buen cuajado y desarrollo de los frutos. En ese sentido, la fertirrigación supone el grado más elevado de fraccionamiento logrando un aporte constante evitando lixiviaciones.

#### **2.5.1.3. Deficiencias**

Navarro (2003) comenta que al estar involucrado el nitrógeno en tantos procesos vitales, no es de extrañar que su deficiencia afecte al crecimiento de la planta, a la reducción del tamaño de las hojas, con amarillamiento general de éstas, siendo más agudo en las

nervaduras. Este síntoma es mucho más notorio en las hojas de los brotes con fruto. Este síntoma es posible confundir con otras alteraciones abióticas o bióticas, como por ejemplo: exceso de riego, fitotoxicidades, virosis, etc. (Agustí *et al.*, 2020).

### **2.5.2. Fósforo**

Este nutriente muy móvil en la planta, es fundamental para los cítricos, porque forma parte de importantes compuestos metabólicos como: nucleótidos, ácidos nucleicos, fosfolípidos, fosfatos de azúcares, algunas coenzimas, etc. También participa en los procesos energéticos de la planta, en forma de ATP o ADP (Westerman, 1990). Como es fuente de energía primaria para las reacciones bioquímicas, por tanto, participa activamente en la división celular y en la síntesis de proteínas, y es componente de coenzimas, entre ellas el NAD y NADP (Agustí, 2003).

Navarro (2003) indica que el fósforo se encuentra en el suelo, en su mayor parte, en forma inorgánica, formado parte de minerales muy estables. En algunos suelos puede estar formando parte de la materia orgánica, siempre que la materia orgánica se encuentre en mayor proporción, aunque esa disposición puede disminuir con la profundidad del suelo.

Según Primo-Millo y Legaz (1983b), los iones fosfato se fijan en el intercambio iónico de las arcillas a través de los cationes bivalentes, siendo este tipo de unión frecuente en suelos arcillosos cálcicos, permitiendo que el fosfato retenido mediante esta forma sea fácilmente liberable (Navarro, 2003). Más bien la arena no fija los fosfatos y el limo solo en pequeña proporción. El fósforo en la solución del suelo se presenta en forma de iones ortofosfato que pueden ser monovalentes ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) o bivalentes ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) (Sela, 2020), ambos iones son absorbidos por la planta y la acidificación moderada del suelo, facilita la absorción. El pH más favorable para la asimilación de los fosfatos es el comprendido entre 5.5 y 6.0 (Agustí *et al.*, 2020). Estas formas aniónicas son absorbidas por las raíces de forma activa principalmente por difusión (Mengel y Kirby, 2020); de las dos, la forma monovalente es absorbida con una rapidez diez veces mayor que la bivalente, aunque se debe tener en cuenta la influencia del pH del suelo (Navarro, 2003).

Navarro (2003) comenta que los iones ortofosfatos constituyen una muy baja reserva de fósforo en el suelo; además de ello, tienen cierto grado de inmovilidad debido a que

reaccionan bastante con las superficies de las otras partículas del suelo; está fijación inasimilable del fósforo, según Agustí (2003), ocurre a través de los siguientes mecanismos:

- Inmovilización por las bases cálcicas, en los suelos calizos, alcalinos o neutros, formando compuestos como: fosfatos dicálcico o tricálcico, muy poco soluble.
- Formación de fosfatos de hierro o aluminio en los suelos muy ácidos. Son insolubles en pH muy bajos.
- Fijación por las arcillas en suelos ácidos. Las arcillas como la caolinita pueden fijar fosfatos sobre los iones de aluminio.
- Fijación por la materia orgánica. En suelos ricos de materia orgánica y con una alta relación C/N, el fósforo soluble puede ser consumido por los microorganismos de este medio, quedando cantidades importantes de fosforo en forma orgánica.

#### **2.5.2.1. Época de aplicación**

Para los cítricos la fertilización con fósforo debería ser a inicios de la época de primavera, al mismo tiempo que los otros nutrientes que van en ese momento (Agustí, 2003). Sin embargo, si las reservas del suelo y en la planta son suficientes para cubrir las necesidades, el aporte de fosfatos puede realizarse durante el verano u otoño (Primo-Millo y Legaz, 1983b).

Para suelos básicos, calcáreos conviene utilizar abonos que aporten fosfatos solubles, como: superfosfato o fosfatos amónicos (Navarro, 2003). Para suelos ácidos o pobres en cal, es más eficaz la utilización de compuestos como: fosfato bicálcico, fosforitas o escoria Thomas (Agustí *et al.*, 2020). En fertirrigación es más adecuado utilizar ácido fosfórico al 70% ó también se puede utilizar el Fosfato monoamónico (Cadahia, 2005).

#### **2.5.2.2. Deficiencias**

En relación de la deficiencia de este nutriente, Agustí (2003) menciona, que es muy difícil de detectar en campo, no solo porque no es frecuente sino porque no presenta síntomas claros. Solo en ensayos experimentales se ha obtenido que las hojas afectadas toman un color bronceado maté con necrosis en las puntas. Si esta deficiencia se agudiza, la planta

presenta floración escasa, brotes jóvenes fáciles de romperse, los frutos son de mayor tamaño, pero con menos zumo, siendo la pulpa fibrosa y de mayor acidez; la corteza de la cascara es más gruesa y con menor consistencia, separándose los gajos en el eje central.

### **2.5.3. Potasio**

Es un elemento esencial que se encuentra en las plantas, especialmente como ion potasio ( $K^+$ ), procedente de las sales inorgánicas solubles o en las sales de ácidos orgánicos, pero en menor cantidad (Westerman, 1990).

Este nutriente no forma parte estructural estable de ninguna molécula orgánica, pero es necesario como cofactor de numerosas enzimas, activando más de 50 sistemas enzimáticos y participando en la síntesis proteica (Agustí, 2003). Es importante en el proceso de fotosíntesis y en el metabolismo de carbohidratos, como también en la traslocación de azúcares, dado que permite la exportación rápida de los mismos, de las hojas, cuando éstas se han acumulado, permitiendo una fotosíntesis neta elevada (Navarro, 2003). Baeyens (1970) indica que el Potasio también está involucrado en la regulación osmótica de la planta, interviniendo en el mecanismo de cierre y apertura estomática, modificando su concentración en las células oclusivas; este reajuste permite a las plantas pasar por etapas de déficit hídrico, impidiendo que pierdan humedad y se sequen (Agustí, 2003).

Navarro (2003) indica que es un nutriente que se requiere en grandes cantidades para el crecimiento y desarrollo de diferentes órganos en la planta, puesto que niveles adecuados mejoran las características organolépticas de los frutos como el sabor y el color; así mismo, reduce posibles problemas fisiológicos en poscosecha (Agustí *et al.*, 2020). Es un elemento que tiene una extraordinaria movilidad en la planta.

#### **2.5.3.1. Época de aplicación**

Agustí (2003) recomienda, que la incorporación de fertilizantes potásicos se debe efectuar al principio de primavera, junto con otros fertilizantes; también puede llevarse a cabo en verano, pero dado que los periodos de floración y cuajado tienen elevada demanda, es mejor realizarla en primavera, salvo las reservas del suelo y planta sean elevadas en esa época.

El sulfato potásico es el fertilizante más apropiado para los cítricos, debido a su riqueza (54% de  $K_2O$ ) y también porque el ion sulfato no es tóxico y permite acidificar un poco en suelos salinos (Cadahia, 2005).

#### **2.5.3.2. Deficiencia**

Agustí (2003) indica que los síntomas de deficiencia son poco visibles y específicos, requiriendo de análisis foliares para su detección. Mayormente se notan en las hojas adultas, por la alta movilidad de este nutriente. Prácticamente en el limbo de las hojas deficientes, se nota unas zonas amarillas difusas formando unas bandas transversales, que raras veces, originan manchas de goma (Navarro, 2003).

Además, Navarro (2003) comenta que, cuando la deficiencia se agudiza, las hojas jóvenes son pequeñas, débiles, desprendiéndose con facilidad, con posterior secado de brotes, también puede verse afectado el cuajado de algunas variedades partenocárpicas, al final de la caída fisiológica. Los frutos son pequeños, de corteza fina, elevado contenido de zumo, poco ácido y cambian de color prematuramente (Agustí *et al.*, 2020).

#### **2.5.4. Magnesio**

Westerman (1990) afirma que la función más importante que cumple el magnesio en las plantas, es su rol de ser parte fundamental de la molécula de clorofila. Aunque solo una pequeña proporción de  $Mg^{+2}$  se halla siendo parte de la molécula de clorofila (Agustí, 2003). También cumple una función esencial, facilitando la unión de los ribosomas, organelos responsables de la síntesis proteica (Navarro, 2003). Además, forma parte y promueve diferentes reacciones enzimáticas, está involucrado en la regulación del pH celular y del balance iónico (Agustí *et al.*, 2020).

Agustí (2003) menciona que, en el suelo el magnesio se encuentra en gran proporción formando silicatos, casi insolubles en agua, solamente del 5 – 10% se encuentra en forma intercambiable. Siendo los suelos arcillosos los que contienen mayor cantidad de magnesio que los suelos arenosos. Por otro lado, también se debe considerar el potencial antagonismo con calcio y, sobretodo, con el potasio. Normalmente, los citados antagonismos no suelen presentarse si la relación de K/Mg, expresados en

miliequivalentes, no superen la unidad, como también la relación de Ca/Mg, no sea mayor a 10 (Navarro, 2003).

#### **2.5.4.1. Época de aplicación**

El magnesio se debe suministrar anualmente en la época de primavera después de floración. Agustí (2003) afirma que, en algunos casos puede repetirse la aplicación en la temporada de verano, para reforzar el efecto corrector sobre la brotación que se desarrolla en ese periodo.

#### **2.5.4.2. Deficiencia**

Según Navarro (2003) la carencia de este nutriente se muestra con un amarillamiento de la hoja que no alcanza en toda la superficie. También provoca defoliación prematura, se reduce el desarrollo radicular, disminución de la cosecha, menor resistencia al frío, los frutos son de menor tamaño y calidad, puesto que la corteza se hace muy delgada y con menor contenido de azúcares, acidez total y vitamina C. Empeora las características de la resistencia al manipuleo de los frutos en post cosecha y provoca la alternancia de cosechas (Agustí, 2003).

#### **2.5.5. Calcio**

Este nutriente es esencial para las plantas, pero su incorporación al citoplasma celular se halla severamente restringido y su papel en el metabolismo es escaso (Agustí, 2003). Su principal función es reforzar la estructura de la pared celular, formando pectatos de calcio (Sela, 2020); también es necesario para la elongación y división celular (Mengel y Kirby, 2000). Así mismo, participa en la absorción de nitrógeno y en la activación de algunas enzimas como amilasa, fosfolipasa (Navarro, 2003) y ATPasa; interviene en el crecimiento del tubo polínico, quimiotrópicamente dirigido por  $\text{Ca}^{+2}$  extracelular, en el balance iónico de la vacuola como osmorregulador y en la evolución de la senescencia de algunos órganos (Agustí *et al.*, 2020).

Según Agustí (2003) en los cítricos, el calcio confiere cierta protección ante estreses, previniendo la absorción de iones salinos tóxicos o la absorción de metales pesados, evitando así los efectos negativos.

Agustí (2003) señala que el calcio se pierde fácilmente por lixiviación, siendo los suelos arenosos donde se debe recurrir a enmiendas con yeso, según el pH. Además Sela (2020) menciona que, en proporciones mucho menores es absorbido de forma pasiva bajo su forma iónica ( $\text{Ca}^{+2}$ ) por un intercambio directo entre los pelos radiculares y el complejo coloidal (Navarro, 2003), también puede moverse hacia las raíces por flujo de masas (Mengel y Kirby, 2000). Dentro de la planta, el calcio se mueve de las raíces hacia la copa a través de la corriente transpiratoria del xilema; durante las noches, cuando la tasa transpiratoria disminuye, este elemento se mueve por presión radicular y a una tasa de translocación muy baja (Mengel y Kirby, 2000).

#### **2.5.5.1. Época de aplicación**

El empleo de superfosfato de cal o nitrato de calcio es suficiente para mantener niveles adecuados de Calcio en el suelo (Cadahia, 2005). Contenidos de Calcio entre 3 y 6% de materia seca, se consideran adecuados en los cítricos (Agustí, 2003).

También se ha visto la importancia de aplicaciones foliares de nitrato de calcio en la reducción de las alteraciones fisiológicas del fruto, como es en: Splitting (agrietamiento de la corteza) y Peel-peeting (picado de la corteza) (Agustí *et al.*, 2020). Según Agustí (2003), citando a Almela *et al.* (1994), la respuesta a la reducción del Splitting en frutos es mejor, cuando se realizan dos aplicaciones de nitrato de calcio (2%), siendo la primera a finales de diciembre y la segunda a finales de enero, considerado para nuestro hemisferio. Para el Peel-peeting el tratamiento es mejor antes del cambio de color de la fruta, con una sola aplicación de nitrato de calcio (2%); en este caso, su acción es a través del control de la senescencia, pero esta no parece ser el factor responsable de la alteración (Agustí *et al.*, 2020).

#### **2.5.5.2. Deficiencia**

Los síntomas más característicos, según Navarro (2003), son la reducción del desarrollo vegetativo, pérdida de vigor, desecación de los ápices de las ramas y defoliaciones. En casos más agudos, aparece un amarillamiento de las hojas nuevas y una clorosis del nervio central, como también de la reducción del crecimiento radicular y la pudrición de las raíces absorbentes (la barbada) (Agustí *et al.*, 2020).

### **2.5.6. Zinc**

Agustí *et al.* (2020) mencionan que es un micronutriente esencial y de gran importancia para los cítricos, al menos 04 enzimas precisan al Zn como cofactor: alcohol deshidrogenasa, superóxido dismutasa, anhidrasa carbónica y ARN polimerasa. Ferguson y Grafton-Cardwell (2014) indican que su deficiencia inhibe la síntesis proteica. Además, interviene en la síntesis de Triptófano, un aminoácido precursor de la síntesis del ácido indolacético, y en el control del desarrollo a través de su acción indirecta sobre el mecanismo de las auxinas (Navarro, 2003).

Es absorbido bajo su forma iónica ( $Zn^{+2}$ ) o como quelato por vía radicular o de forma foliar (Navarro, 2003); por otro lado, este mineral es transportado por el xilema, así como el floema. En las plantas, el Zn no es oxidado ni reducido, su acción está basada en sus propiedades como catión divalente (Agustí, 2003). Esta absorción del  $Zn^{+2}$  por las plantas, es directa de la solución acuosa del suelo a través de un mecanismo activo. Por ello que la presencia de inhibidores metabólicos y las bajas temperaturas reducen su absorción (Agustí *et al.*, 2020).

Serna *et al.* (1995) señalan que la falta de disponibilidad de Zinc puede deberse: 1) Un pH elevado de la solución suelo que favorece la adsorción del  $Zn^{+2}$  al complejo arcillo húmico o la formación de hidróxido de zinc, que es un compuesto inasimilable por la planta; 2) al lavado del  $Zn^{+2}$  soluble por pH ácidos en suelos arenosos y muy pobres, también comentado por Navarro (2003); y 3) la presencia en el suelo de cantidades elevadas de fosfatos, favoreciendo la formación de fosfato de zinc insoluble.

#### **2.5.6.1. Época de aplicación**

Se debe realizar mediante enmiendas de sulfato de zinc esparciendo sobre la superficie del suelo, siempre que sea una labor superficial o riego, cuando se trata de suelos con pH ácido (Serna *et al.*, 1995).

Cadahia (2005) indica que, la forma más eficaz es la aplicación foliar de sulfato de zinc, quelatos, poliflavonoides y lignosulfonatos de zinc a concentraciones entre 0.1 – 0.15%, siendo la mejor época en la temporada de primavera, cuando las hojas jóvenes hayan

adquirido un tamaño suficiente que garantice una absorción eficaz, y en los casos más graves repetir el tratamiento en verano (Agustí *et al.*, 2020).

#### **2.5.6.2. Deficiencias**

Los síntomas de deficiencia se caracterizan por las zonas amarillas alrededor de los nervios secundarios de las hojas sobre fondo verdoso, y más intenso es el amarillamiento cuando más agudo es la deficiencia (Navarro, 2003); en estados graves, las hojas jóvenes alcanzan un tamaño inferior al normal, volviéndose estrechas y puntiagudas, además de desprenderse prematuramente (Razeto, 2005), dada la baja traslocación del zinc por la planta, también se reduce el desarrollo de los brotes, acortan los entrenudos y posterior defoliación generalizada (Agustí *et al.*, 2020).

#### **2.5.7. Manganeso**

Es un micronutriente esencial involucrado en la activación de numerosas enzimas, especialmente en las descarboxilasas y deshidrogenasas del ciclo de los ácidos tricarbónicos (ciclo de Krebs) (Navarro, 2003). Pero su función más importante es formar parte de la estructura de las metaloproteínas, actuando como elemento de enlace y como sistema redox (Agustí *et al.*, 2020).

Puede sustituir al ion  $Mg^{+2}$  en muchas reacciones, como la función de puente entre el ATP y los complejos enzimáticos; evita la desorganización de las membranas tilacoidales mediante el mantenimiento de la estructura del cloroplasto (Palacios, 2005), esto último es su función principal. También se ha relacionado al Mn con el crecimiento, en especial el crecimiento radicular (Navarro, 2003).

Según Agustí (2003) las causas más relevantes para la falta de disponibilidad del Manganeso son las siguientes: a) Un pH elevado que favorece la adsorción de los iones  $Mn^{+2}$  solubles por el complejo arcillo-húmico o la formación de óxidos de manganeso inasimilables por las plantas; b) lixiviación del  $Mn^{+2}$  por el pH muy ácido de suelos arenosos y muy pobre en materia orgánica (Navarro, 2003); y c) el exceso de iones fosfato en el suelo, que puede formar fosfatos de manganeso que son insolubles (Cadahia, 2005).

### **2.5.7.1. Época de aplicación**

Es mediante el aporte de sulfato de manganeso (28% de Mn) dirigido al suelo en la temporada de primavera, fraccionando la dosis con los riegos (Cadahia, 2005). Sin embargo, la forma más eficaz de corregir la deficiencia es la aplicación foliar de sulfato de manganeso a una concentración variable, según la intensidad de la deficiencia (Agustí *et al.*, 2020). La deficiencia de este nutriente es muy frecuente encontrarla junto con la del zinc (Razeto, 2005).

### **2.5.7.2. Deficiencia**

Su deficiencia se caracteriza por la presencia de lagunas amarillas, con irregularidades en su forma y distribución, sobre las hojas jóvenes, pero sin alterar el tamaño y la forma (Agustí, 2003).

### **2.5.8. Hierro**

Navarro (2003) afirma que el hierro es un micronutriente que funciona como cofactor enzimático en la síntesis de la clorofila. Específicamente cofactor de las enzimas: citocromo-oxidasa, la catalasa y peroxidasa; además, forma parte de la ferredoxina y los citocromos, sustancias transportadoras de electrones, que son fundamentales en la fotosíntesis y respiración (Palacios, 2005). También interviene en el metabolismo del nitrógeno y la producción de etileno (Agustí, 2003).

El hierro es absorbido por las raíces en mayor proporción en forma de ion ferroso ( $\text{Fe}^{+2}$ ) y en menor cantidad como ion férrico ( $\text{Fe}^{+3}$ ) debido a la pequeña solubilidad (Navarro, 2003) y se transporta en forma de citrato desde las raíces hacia las hojas, vía el xilema, donde es fijado y permanece inmóvil. Es inexistente la transportación de este nutriente de hojas viejas a hojas jóvenes (Agustí *et al.*, 2020).

Razeto (2005) menciona que la solubilidad del Fe en la solución acuosa del suelo está controlada por el pH de ésta, predominando las formas iónicas solubles en suelos ácidos, y formando hidróxido de hierro insoluble en suelos alcalinos (Navarro, 2003). Finalmente, contenidos elevados de materia orgánica favorecen la reducción a ión  $\text{Fe}^{+2}$ , que pueden absorberse formando complejos con moléculas orgánicas (Agustí, 2003). La reducción del

pH del suelo, reduce la adsorción y favorece la solubilización del ión  $\text{Fe}^{+2}$  (Legaz *et al.*, 1995b).

#### **2.5.8.1. Época de aplicación**

Los quelatos son los compuestos más eficaces, cuanto más estables sean, siendo, en ese caso, los más eficaces para corregir la carencia los compuestos EDDHA-Fe y el EDDHMA-Fe (6% Fe) (Agustí *et al.*, 2020). Estas sustancias deben incorporarse al suelo inmediatamente después de su aplicación, ya que la luz y las altas temperaturas pueden descomponerla (Navarro, 2003). En cuanto a la dosis a aportar, dependerá de la deficiencia analítica foliar que presente la planta, la edad de la plantación y la forma de aplicación (Legaz *et al.*, 1995b). Cuando la plantación posee un sistema de riego localizado, indica Agustí (2003), aumenta la eficacia en la corrección de la clorosis férrica; en ese caso, el pH de la solución suelo importa poco, pudiéndose utilizar tanto el sulfato ferroso como los quelatos para el tratamiento. Según Navarro (2003) la dosis a aplicar y su distribución se calculan según se quieran incorporar cantidades pequeñas diarias durante el periodo de actividad vegetativa; es decir, en las brotaciones de primavera, verano y otoño, asegurando que todas las brotaciones jóvenes alcancen una concentración de Fe adecuada (Legaz *et al.*, 1995b).

#### **2.5.8.2. Deficiencia**

La carencia de Fe provoca la tonalidad inicialmente verde amarillenta, para luego ser completamente amarillenta, de las hojas jóvenes, solo quedan verdes los nervios de estas (Agustí, 2003). Los siguientes brotes son cada vez menos vigorosos, hojas pequeñas, comenzando a defoliarse desde las zonas apicales (Navarro, 2003). En caso de los frutos, se reduce el número y tamaño final de estos; también se reducen los sólidos solubles del zumo. Una característica más es que el flavedo quede amarillento (Agustí *et al.*, 2020).

#### **2.5.9. Boro**

Agustí (2003), menciona que está involucrado en el mantenimiento de la pared celular, en su formación y expansión. Navarro (2003) indica que también puede estar relacionado en la protección frente al estrés oxidativo, con el metabolismo de los carbohidratos, diferenciación xilemática, la lignificación y también el crecimiento del tubo polínico (Palacios, 2005).

El transporte primario del boro se da por el xilema, por lo que este elemento tiende a acumularse en órganos transpiratorios como hojas y frutos jóvenes (en menor medida); además, se redistribuye de forma limitada por el floema (Agustí, 2003). Cadahia (2005) refiere que, prácticamente las aportaciones de boro provienen de las impurezas de otros fertilizantes, así como en el contenido que presentan las aguas de riego, que generalmente aportan cantidades suficientes de este elemento para satisfacer la demanda por los cítricos. Agustí *et al.* (2020) refiere que las concentraciones de 50 – 100 mg kg<sup>-1</sup> en materia seca, se consideran adecuadas.

#### **2.5.9.1. Época de aplicación**

En los casos de deficiencia, se puede aplicar solubor (20.9% B) a concentraciones de 0.1% en primavera, cuando las hojas han sobrepasado los 2/3 de tamaño final (Agustí, 2003).

Navarro (2003) indica que hay que tener cuidado con el exceso, por el riesgo de provocar toxicidad, presentando manchas de color amarillo intenso entre los nervios, que en caso graves se combinan con quemaduras de color marrón hasta producirse una fuerte defoliación e incluso puede dar lugar a la muerte del árbol (Agustí *et al.*, 2020).

#### **2.5.9.2. Deficiencia**

Los síntomas de carencia según Agustí (2003) son poco específicos, siendo los más relevantes: a) manchas translucidas en hojas, amarillamiento de nervios y color bronceado de hojas jóvenes; b) aborto de brotes jóvenes; c) bolsas de goma en el albedo de los frutos jóvenes y en maduros se tornan oscuros en la corteza (Navarro, 2003); y d) los frutos pueden presentar formas asimétricas, con cáscara gruesa, siendo duros y poco jugosos (Palacios, 2005).

### **2.6. DINÁMICA NUTRICIONAL EN LOS MANDARINOS**

Agustí *et al.* (2020) mencionan, que parte de las necesidades nutritivas de los cítricos para satisfacer su desarrollo vegetativo y de fructificación, provienen de las reservas acumuladas en ciclos anteriores, traslocados de órganos percederos hacia los órganos de consumo.

Agustí *et al.* (2020), a título indicativo, la Tabla 1 muestra los valores de necesidades nutritivas que fueron calculados para una densidad de plantación, próxima a las 400 plantas x ha.

**Tabla 1: Necesidades nutritivas de los cítricos**

Edad del árbol (años)	Consumo anual en desarrollo (kg/ha)			Cubierto por reservas (%)			Necesidades anuales (kg/ha)		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
1 - 5 (plantón)	20 - 80	2 - 8	4 - 40	25	12	22	15 - 40	1.7 - 7	3.1 - 31.2
6 (en desarrollo)	80 - 160	8 - 12	40 - 80	32	16	28	54.4 - 108.8	6.7 - 10	28.8 - 57.6
>9 (adulto)	240 - 320	20 - 40	120 - 160	32	17	29	163.2 - 217.6	16.6 - 33.2	34.8 - 113.6

FUENTE: Adaptado de Legaz y Primo-Millo (1998) y Primo-Millo (2017)

Cadahia (2005), considera que el conocimiento de la planta y su estado nutricional junto con el de fertilidad del suelo y sus interacciones son los parámetros a manejar para establecer la fertilización en cada caso. Es por ello la importancia de conocer el estado nutricional de las plantas, teniendo en cuenta su dinámica en el tiempo, dada la gran variabilidad que sus valores experimentan a lo largo del ciclo vegetativo y que, además, es distinto en cada ciclo vegetativo (edades) y en cada variedad (Agustí *et al.*, 2020).

Para lograr realizar la dinámica del estado nutricional de las plantas, Agustí *et al.* (2020) han citado los valores estándar del diagnóstico nutricional en cítricos, realizado por Legaz *et al.* (1995a) los cuales se muestran en las tablas 2 y 3.

**Tabla 2: Interpretación de los análisis foliares de los micronutrientes en los cítricos**

	Niveles nutritivos estándar (mg kg <sup>-1</sup> )				
	Deficiente	Bajo	Óptimo	Alto	Exceso
Fe	< 35	35 - 60	61 - 100	101 - 200	> 200
Zn	< 14	14 - 25	26 - 70	71 - 300	> 300
Mn	< 12	13 - 25	26 - 60	61 - 250	> 250
B	< 21	21 - 30	31 - 100	101 - 260	> 260
Cu	< 3	3 - 5	6 - 14	15 - 25	> 25
Mo	< 0.06	0.06 - 0.09	0.10 - 3.0	3.1 - 100	> 100

FUENTE: Legaz *et al.* (1995)

**Tabla 3: Interpretación de los análisis foliares de macronutrientes en los cítricos**

Niveles nutritivos estándar (% peso seco)						
Especie		Deficiente	Bajo	Óptimo	Alto	Exceso
Naranja	N	< 2.30	2.30 - 2.50	2.51 - 2.80	2.81 - 3.00	> 3.00
	P	< 0.10	0.10 - 0.12	0.13 - 0.16	0.17 - 0.20	> 0.20
	K	< 0.50	0.50 - 0.70	0.71 - 1.00	1.01 - 1.30	> 1.30
Clementino	N	< 2.20	2.21 - 2.40	2.41 - 2.70	2.71 - 2.90	> 2.90
	P	< 0.09	0.09 - 0.11	0.12 - 0.15	0.16 - 0.19	> 0.19
	K	< 0.50	0.50 - 0.70	0.71 - 1.00	1.01 - 1.30	> 1.30
Satsuma	N	< 2.40	2.40 - 2.60	2.61 - 2.90	2.91 - 3.10	> 3.10
	P	< 0.10	0.10 - 0.12	0.13 - 0.16	0.17 - 0.20	> 0.20
	K	< 0.40	0.40 - 0.60	0.61 - 0.90	0.91 - 1.15	> 1.15
Todas	Ca	< 1.60	1.60 - 2.90	3.00 - 5.00	5.10 - 6.50	> 6.50
	Mg	< 0.15	0.15 - 0.24	0.25 - 0.45	0.46 - 0.90	> 0.90
	S	< 0.14	0.14 - 0.19	0.20 - 0.30	0.31 - 0.50	> 0.51

FUENTE: Legaz *et al.* (1995)

Agustí *et al.* (2020) indican, que estos valores se pueden traducir de esta manera: a) en los niveles bajos se puede observar la sintomatología de la deficiencia en algunas brotaciones, de forma aislada y poco intensa; b) en los niveles óptimos indican una nutrición equilibrada y adecuada para un correcto comportamiento fisiológico de la planta; y c) niveles altos de un determinado elemento está siendo absorbido en cantidades superiores a las necesarias, ya sea por su disponibilidad en el suelo y agua o por exceso de fertilización.

## 2.7. ANÁLISIS DEL MATERIAL VEGETAL

El análisis foliar es el método más adecuado para diagnosticar el estado nutritivo de las plantas, ya que se observa la absorción real de los nutrientes, muestra presencia de estados carenciales o excesivos e indica la existencia de antagonismo entre nutrientes. Además de evaluar las reservas disponibles de los nutrientes que son móviles en las plantas (Cadahia, 2005). Para la interpretación de los análisis nutricionales, se deben tomar en cuenta las relaciones antagonistas y sinérgicas ente nutrientes (Mengel y Kirby, 2000). Bonomelli, en conversación con Red agrícola (2021), indica que el procedimiento para el muestro de hojas es: elegir aquellas recientemente maduras, ubicadas en brotes sin fruto, que se encuentren en la tercera o cuarta posición considerando desde la parte apical del brote. Teniendo en cuenta, según Agustí (2003), que el número de árboles seleccionados, en un campo homogéneo, oscila entre 25 y 50 árboles, de los cuales se toman cuatro hojas por árbol, constituyendo una muestra entre 100 y 200 hojas.

### **III. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL**

#### **3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO**

El Fundo “Puente” se encuentra ubicado en la Costa central de Perú, en el Valle de la Irrigación Santa Rosa, en el distrito Sayán, provincia Huaura, en el departamento de Lima.

Las coordenadas geográficas son las siguientes:

Latitud	11°09'52.8”S
Longitud	77°26'28.5”O
Altitud	445 m.s.n.m.

#### **3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA**

El clima del Valle de la Irrigación Santa Rosa se caracteriza por tener una temperatura cálida, con mayor número de horas lumínicas, comparada a otros valles cercanos, así también moderada HR con pocas precipitaciones (Anexo 1).

Las temperaturas máxima promedio anual es 24.9 °C y la mínima promedio anual es 15.9 °C, siendo la temperatura promedio 19 °C con fluctuaciones mensuales de 14.6 a 24.9 °C (Anexo 2), con reporte extremo de 11.8 a 29.8 °C en invierno (Julio) y verano (Marzo) respectivamente. La humedad relativa HR media varía entre 45 y 100% (Anexo 3).

La radiación solar máxima se registra en los meses verano, de febrero y marzo, así como en los meses de primavera, de octubre y noviembre, pudiendo llegar hasta 1400 W/m<sup>2</sup> (Anexo 4) mientras que durante junio, julio y agosto está radiación disminuye.

Todas las variables meteorológicas descritas son registradas por la estación meteorológica inalámbrica modelo: Vantage Pro2 Plus, marca: DAVIS INSTRUMENTS del Fundo Puente.

### 3.3. CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El Fundo Puente inició sobre un espacio eriazo de 61 has. Las evaluaciones físico-químicas realizadas al suelo del predio reportaron que su formación corresponde a la de un lecho marino, con presencia de depósitos pelágicos y eólicos principalmente (Figura 2).



**Figura 2: Nivelación del campo**

FUENTE: Fundo Puente-Agroalto SAC

Los análisis de suelo realizados en 2018 mostraron que presentaba una textura arenosa, prácticamente arena fina (según la granulometría), de reacción (pH) ligeramente alcalina (7.76), clasificado como salino (7.83 dS/m, en pasta saturada) y de baja presencia de carbonatos (carbonato de calcio < 0.5 %). Así mismo mostró muy bajo contenido de materia orgánica en el suelo (M.O.S.) (0.19 %).

Los análisis también mostraron a estos suelos con una baja capacidad de intercambio catiónico (6.09 meq/100 g) y una salinidad – sodicidad clasificándolos como salino no sódico (PSI = 5.09 %). A nivel de las relaciones catiónicas, se determinó que presentaban concentraciones de magnesio y potasio ligeramente bajas en relación con el sodio y calcio cambiante. Respecto al boro se hallaba disponible en concentración muy alta (2.38 ppm), mientras que el sodio cambiante se encontraba a (0.30 meq/100 g), valor que está por encima del magnesio y potasio (Anexo 6).

### 3.4. ACONDICIONAMIENTO DEL SUELO PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTACIÓN

Los trabajos realizados en la preparación del terreno se enfocaron para mejorar algunas características químicas del suelo como son: mantener el contenido del sodio bajo, reduciendo el PSI, también limitar la disponibilidad del boro, reducir la conductividad eléctrica, aumentar el porcentaje de materia orgánica y elevar la capacidad del intercambio catiónico. Posteriores trabajos de la mejora de suelo concerniente a la estructura y fertilidad del suelo se desarrollarían con el cultivo plantado.

Fases del acondicionamiento del suelo:

**El subsolado.** Según Lobato *et al.* (2017) comentan que se debe utilizar esta técnica para roturar los suelos por debajo de la capa arable, ideal que sea hasta 1.2 m de profundidad. Esta labor permite eliminar los impedimentos físicos que limitan el drenaje, la profundidad efectiva del suelo y la exploración de las raíces de las plantas.

En el Fundo, el subsolado se realizó después de la nivelación con el objetivo de romper cualquier capa impermeable que podría estar formado en las zonas más profundas, efectuándose hasta 1.5 m de profundidad en el mismo sentido de la línea de plantas, donde se haría el camellón (Figura 3).



**Figura 3: Proceso de subsolado**

FUENTE: Fundo Puente-Agroalto SAC

**Pre-camellón.** Según Lobato *et al.* (2017) en esta etapa se busca mejorar las características químicas incorporando en mezcla con el suelo elementos de origen orgánico e inorgánico, pretendiendo proporcionar equilibrios químicos a un largo plazo.

En la etapa del pre-camellón, que es un camellón a la mitad de altura que el camellón definitivo, se incorpora la materia orgánica realizando una mezcla con la arena. Las dimensiones de este pre-camellón son de ancho de 1.5 m y una altura de 0.25 m aproximadamente (Figura 4).



**Figura 4: Pre-camellón formado y mezclado con la materia orgánica**

FUENTE: Fundo Puente-Agroalto SAC

En la incorporación de materia orgánica se agrega al menos 25 t/ha de guano de caballo, localizados en el pre-camellón, en la misma orientación. El implemento con gradas permite mezclar el guano con la arena.

**Camellón.** Con esta labor se termina con la preparación del suelo, completando esta disposición. El camellón tiene las siguientes dimensiones: ancho inferior 1.5 m, ancho superior 1.0 m y altura 0.5 m (Figura 5).

**Lavado.** Según Agustí (2003) indica que es la cantidad mínima de agua que deberá

percolar en la zona arable y dependerá de la calidad de agua de riego y del sistema de riego empleado.

Terminado el camellón, se efectúa el lavado de sales por el tiempo de 9 horas, a intervalos de 3 horas diarias, buscando que la infiltración o movimiento del agua desplace o percole la mayor cantidad de sales y sodio solubilizados, éste último es muy soluble y permite su lixiviación fácilmente (Navarro, 2003).



**Figura 5: Camellón completado con sus dimensiones finales**

FUENTE: Fundo Puente-Agroalto SAC

Para garantizar el adecuado lavado de sales en el perfil del camellón se realizan mediciones con un conductímetro de suelo (marca Hanna) que además permite garantizar la cantidad de agua necesaria para este lavado. Esta lectura del equipo tiene un factor de conversión, que es la siguiente:

Factor de corrección del equipo:  $2.3 / 0.64$

Lectura antes de realizar el lavado: 2.20

$2.2 \text{ g/L} \times 2.3 / 0.64 = 7.33 \text{ mS/cm}$ , equivalente a 7.33 dS/m. (según el procedimiento de la Guía rápida - Hanna instruments).

Lectura después de realizar el lavado: 0.14

$0.14 \text{ g/L} \times 2.3 / 0.64 = 0.47 \text{ mS/cm}$ , equivalente a 0.47 dS/m. (según el

procedimiento de la Guía rápida - Hanna instruments).

Ejemplo de la lectura del equipo Hanna: 0.14 (Figura 6)



**Figura 6: Lectura del conductímetro en el camellón después del lavado**

FUENTE: Fundo Puente-Agroalto SAC

En la enmienda de materia orgánica se efectúa la incorporación en dos periodos: a) en la preparación del terreno con 25 t/ha de guano maduro; y b) al año cumplido de la plantación con 12 t/ha de compost. Es decir, se incorporan 37 t/ha de materia orgánica. Así mismo, al momento de la plantación se incorpora yeso agrícola como fertilización de fondo a razón de 1 kg por planta (Cadahia, 2005). En la Figura 7, se muestra la plantación concluida.



**Figura 7: Plantación concluida con la incorporación de yeso agrícola**

FUENTE: Fundo Puente-Agroalto SAC

Según los últimos resultados del análisis de suelo realizado en Setiembre 2020 y señalado en la Tabla 04, se presentaron algunos cambios en sus características fisicoquímicas como: un incremento en el pH de 7.76 a 8.90; disminución de la conductividad eléctrica de 7.86 a 0.50 (dS/m en pasta saturada) ingresando a la categoría de “no salino” y el incremento de carbonatos de 0.5 a 5.57 %, considerada categoría moderada (Navarro, 2003); esto último es debido a que el agua de riego aporta al suelo 3.2 meq de bicarbonato por litro. Así mismo, se consiguió un ligero incremento en el contenido de materia orgánica del suelo (M.O.S.) de 0.19 a 0.46 %, debido a la focalización de la enmienda en el camellón.

Respecto del fósforo disponible, este se presenta en baja concentración (4.4 ppm) según los parámetros de Olsen. Aspecto que también se observa en el caso del potasio disponible (93.02 ppm) (Cadahia, 2005). En cuanto a los micronutrientes, como el  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$  y  $\text{Mn}^{+2}$ , la condición del pH del suelo (8.9) del predio, hace que estos no se encuentren disponibles coincidiendo con lo mencionado por Agustí (2003).

Un aspecto adicional es que el trabajo realizado a nivel del suelo permitió una mejora en la capacidad de intercambio catiónico de (12.63 meq/100 g), posiblemente debido a la enmienda de materia orgánica localizada en el camellón y a las aplicaciones de ácidos

húmicos y ácidos fulvicos a inicio de cada campaña. Por otro lado, de acuerdo a sus niveles de salinidad – sodicidad, está clasificado como un suelo normal (PSI = 0.77%) (Navarro, 2003). Entre las relaciones catiónicas, se puede determinar que este suelo es ligeramente bajo en magnesio y en potasio, en relación con el calcio disponible; además, de poseer un alto porcentaje de saturación de bases (100%). El boro se encuentra disponible con una concentración ligeramente baja en 0.4 ppm y el sodio disponible disminuyó en el suelo encontrándose en 0.1 meq/100 g. Estas son las características del suelo donde se encuentra actualmente el cultivo de Tango (Figura 8).



**Figura 8: Cultivo Tang gold actualmente. Edad: 3 años**

FUENTE: Fundo Puente-Agroalto SAC

Como parte de las actividades de control, es muy importante la evaluación anual del estado físico-químico de los suelos, apreciándose el detalle de estas tablas en los anexos 6, 7, y 8.

**Tabla 4: Características fisicoquímicas de los suelos del campo del fundo Puente, Agroalto SAC 2020**

pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	Análisis Mecánico							Clase textural	Cationes Cambiables						Suma de cationes	Suma de Bases	% Sat. de Bases
		CaCO <sub>3</sub> (%)	M.O. (%)	P (ppm)	K (ppm)	Arena	Limo	Arcilla		C.I.C.	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>			
							%			meq/100 g								
8.90	0.50	5.57	0.46	4.40	93.02	92.5	5.0	2.5	Are.	12.63	11.75	0.58	0.20	0.10	0	12.63	12.63	100

FUENTE: Laboratorio SGS (2020)

### **3.5. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO**

El Fundo Puente posee dos fuentes de agua, tanto el agua por canal de regadío como el agua subterránea, siendo colectadas en el primer reservorio “R1” para luego ser almacenadas en los reservorios R2 y R3; en estos reservorios se realiza el muestreo para el análisis físico-químico del agua mediante el laboratorio SGS (actualmente).

El agua de riego muestreada en los tres últimos años es de reacción ligeramente alcalina, mostrando diferencias pequeñas en el pH según la temporada. En las muestras de otoño el pH es de media 7.62 y en las muestras de primavera el pH es de media 8.2. También se observan variaciones en la conductividad eléctrica, en la temporada de otoño es de 1.047 dS/m y en primavera es de 0.97 dS/m, siendo predominante la concentración de sodio versus los cationes bivalentes de calcio y magnesio, durante los tres años. El resumen puede observarse en el Anexo 9.

La relación de adsorción sódica (RAS) del agua de riego también se comporta parecida a las características químicas anteriores; en otoño el valor del RAS es 4.28, mientras que en primavera el valor del RAS es de 5.49, esto indica un mayor contenido de sodio con respecto a los cationes bivalentes, pero que no es restrictivo (Navarro, 2003). Este factor RAS y la CE pueden indicarnos un muy ligero riesgo de sodificación del suelo mediante el agua de riego, sobre la reducción de la infiltración del agua en el suelo (Cadahia, 2005), pero si es suficiente motivo para mantener el monitoreo; pero eso sí, en definitiva hay menor riesgo en los meses de otoño.

Los contenidos de cloruros son bajos (1.93 meq/L) y no representan riesgo de toxicidad para el cítrico (Cadahia, 2005). La concentración de boro es 0.79 ppm, considerado un nivel moderado (Navarro, 2003). Los contenidos de los microelementos son también bajos en el agua de riego.

### **3.6. MATERIAL VEGETAL**

El campo del cultivo Tang gold tiene una extensión de 60 has actualmente, plantados en mayo del 2018. Su marco de plantación es de: 6 m x 2 m, con una densidad de plantación de 833 plantas/ha injertadas en el patrón Lima Rangpur, patrón vigoroso, susceptible a

enfermedades de madera, pero resistente a la caliza activa y suelos salinos, provee calidad regular a los frutos. La variedad Tang gold es una variedad protegida, por tanto, se paga Royalti a Eurosemillas.

**Tabla 5: Producción de Tang gold (Kg/ha) –  
Diferentes Campañas**

<b>Campaña</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>
2018 - 2019	----
2019 - 2020	5000
2020 - 2021	17000
2021 - 2022	30000

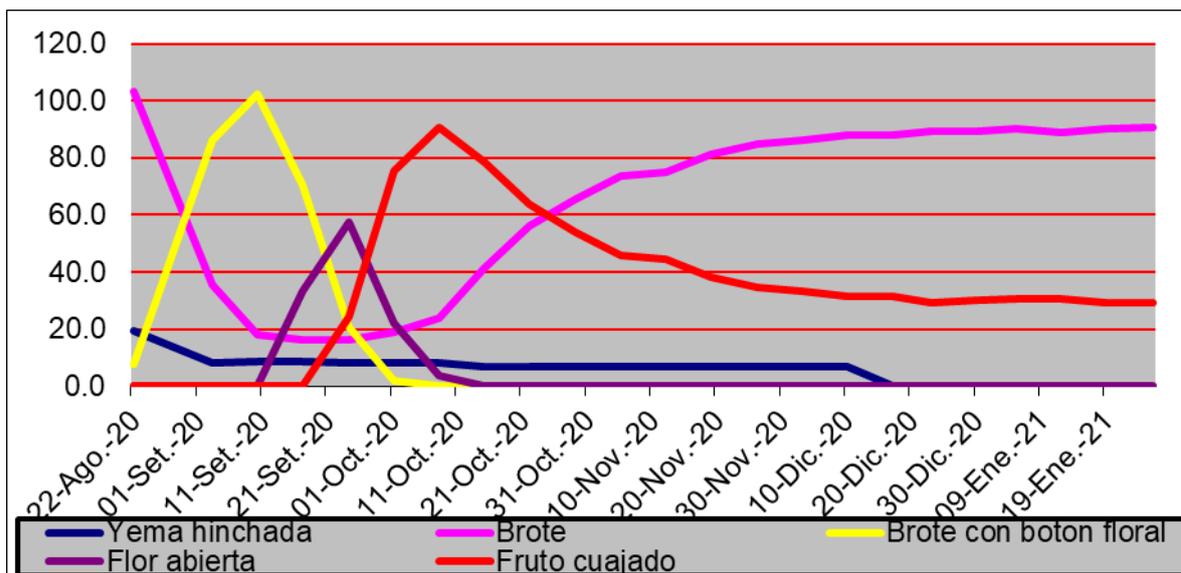
FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC

La Tabla 5 muestra los rendimientos de cada campaña. En el 2022 se espera aprox. 30000 kg/ha.

### **3.7. ESTADOS FENOLÓGICOS**

Parte del monitoreo de campo es realizar el registro de estados fenológicos del cultivo Tang gold, asegurándose con este realizar las aplicaciones fitosanitarias y nutricionales foliares en momento propicio. También permite revisar las fechas de inicio y final de cada etapa y compararla año a año, revisando comportamientos o tendencias a futuro; por otro lado, permite relacionar con las variables meteorológicas que reporta la estación meteorológica Davis del Fundo Puente.

Esta información puede proporcionar la proyección de cosecha y compararla con la época de cosecha de diferentes años y con la época de cosecha de campos de mandarinos de otros valles.

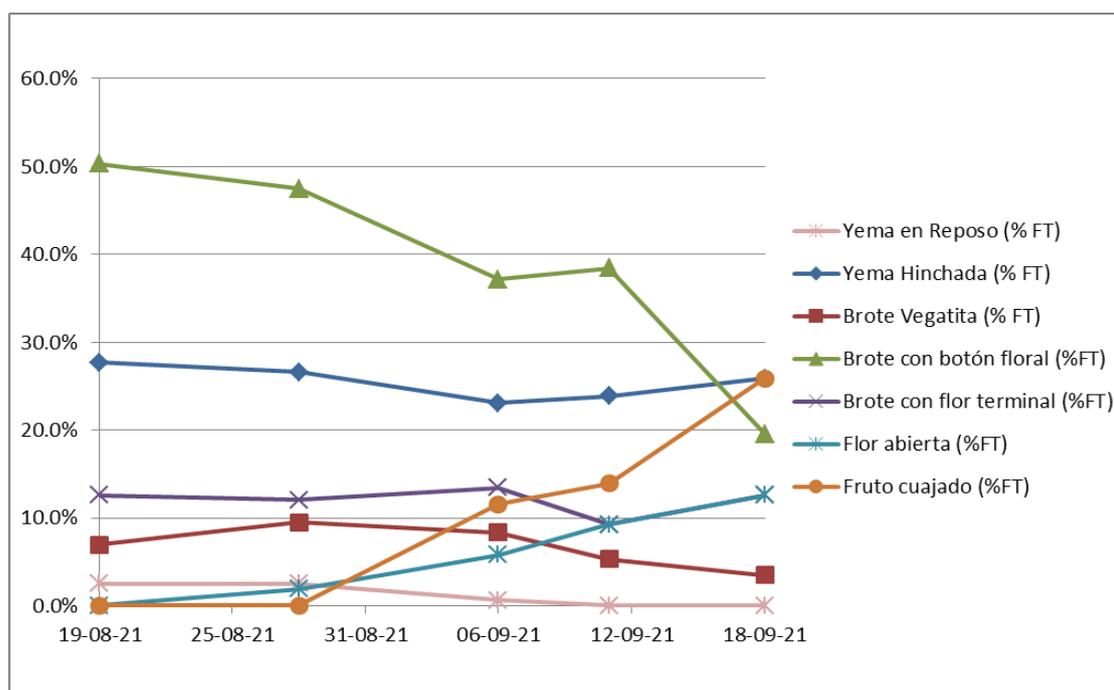


**Figura 9: Dinámica de las etapas fenológicas - variedad Tang gold Camp 2020-21**

FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC

Las condiciones climáticas del predio respecto de las campañas 2019-20 y 2020-21, presentan ciclos de etapas fenológicas muy parecidas, en fecha de inicio, duración y final, como también el inicio de la etapa de cosecha. La última cosecha (2021) se realizó entre junio y julio. En la Figura 9 se muestra inicio de la etapa de floración 11 de setiembre, finalizando el 11 de octubre.

En la campaña 2021-22, se observó un cambio en la fecha de inicio de la etapa de floración, la cual se dio 20 días más temprano en comparación con años anteriores; en definitiva hubo condiciones climáticas en los meses de junio y julio (horas de temperatura acumuladas por debajo de 13 °C) y condiciones nutricionales (última cosecha corta) para que haya ese estímulo de brotamiento e inducción floral. También es notoria la diferencia en la duración de cada etapa (Figura 10) iniciando la etapa de floración el 19 de agosto, para la temporada 2021 es posible que la fecha de inicio de cosecha se adelante a finales de mayo y sea una cosecha larga. Si está asegurada la producción según la proyección de conteo, teniendo fruta excedente en los árboles, es posible ralear las últimas generaciones de cuajados dentro de los programas de trabajo para esta campaña.



**Figura 10: Dinámica de las etapas fenológicas - cultivo Tang gold Camp 2021-22**

FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC

### 3.8. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN

El recurso hídrico del Fundo Puente cuenta con permisos de agua de canal de regadío y aguas subterráneas provenientes del acuífero local, cuyos regímenes de explotación están autorizados por la Autoridad Nacional del Agua. El agua es colectada a un reservorio con geomembrana “R1” con capacidad de 2700 m<sup>3</sup>; y bombeada de ahí, a través de tuberías PVC hacia reservorios de almacenamiento “R2” y “R3” de 40 000 m<sup>3</sup> y 60 000 m<sup>3</sup> de capacidad respectivamente. El sistema de bombeo está conformado por 03 bombas horizontales y 03 motores de 150 HP de potencia, instaladas en secuencia, para trasladar el agua a una distancia de 3.1 km y una altura de 240 m. (con pendiente en contra) hasta llegar al último reservorio R3, que se encuentra a una cota de 528 msnm. A partir del R3, el riego se realiza por un sistema de tuberías hacia el campo del cultivo Tang Gold, que se encuentra a una cota de 445 msnm; el impulso es logrado por la fuerza de gravedad. En el cabezal de riego se cuenta con una batería de filtrado con sistema automatizado.

El control del riego se realiza con un caudalímetro, el cual tiene un emisor de pulsos cada 10m<sup>3</sup> y para la fertilización se dispuso de fertímetros de 1.0 l/s para la dosificación.

La inyección de los fertilizantes se cuenta con una electrobomba de 1.5 HP marca Salmson® para cada tanque de fertilizantes, que están distribuidas de la siguiente manera:

- Tanque 1, de 2500 L. Mezclas de fertilizantes a excepción del calcio, medio ácido. Todos los nitratos y sulfatos.
- Tanque 2, de 2500 L. Fertilizantes cálcicos, neutro o ácido. Nitrato de calcio
- Tanque 3, de 2500 L. Micronutrientes en medio neutro.

Para la programación del fertirriego se cuenta con un programador automático DREAM – TALGIL con las siguientes aplicaciones:

- Control de bombas.
- Control de retro lavado automático.
- Control de inyectores de fertilizantes.
- Control de válvulas de riego.

Para calcular las horas de riego se toma en cuenta la descarga del sistema de riego del campo, es decir el volumen de agua que puede ingresar al campo en un determinado tiempo y área, las características del diseño de riego son detalladas en la Tabla 06.

**Tabla 6: Características del diseño de riego empleado en el campo - Fundo Puente**

Característica	Valor
Distancia entre líneas (m)	6.00
Distancia entre plantas (m)	2.00
Densidad (plantas/ha)	833
N° de mangueras /línea	2.00
Caudal del gotero (L/hora)	2.30
Separación entre goteros (m)	0.50
<b>Descarga del sistema de riego (m<sup>3</sup>/ha*hora)</b>	<b>15.33</b>

FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC

Para determinar las cantidades de agua necesarias para el riego, se usaron los valores de coeficiente de cultivo (Kc) basados en la experiencia del fundo (no está documentado), variando según las etapas fenológicas del cultivo Tang Gold (ver Tabla 7).

Se realizan calicatas constantemente para evaluar la humedad del suelo, la conductividad eléctrica, textura de suelo y presencia de raíces activas (Navarro, 2003). Evitando el encharcamiento del suelo o por su defecto la carencia, además se busca relacionar el Kc en cada etapa fenológica con la humedad del suelo (Agustí, 2003).

**Tabla 7: Coeficiente de cultivo ajustado según etapa fenológica en Tang Gold**

<b>Fenología</b>	<b>Kc</b>
Prefloración	0.50 – 0.55
Floración	0.60 – 0.65
Fase 1 Duplicación celular	0.60 – 0.65
Fase 2 Crec. Elongación	0.75 – 0.80
Fase 3 Maduración	0.60 – 0.50
Cosecha	0.20 - 0.15
Descanso pos cosecha	0.20 – 0.25

FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC

El consumo de agua del Tang Gold actualmente es alrededor de 5,860 m<sup>3</sup>/ha/campaña a una edad de plantación de tres años, tal como lo indica la Tabla 8.

La edad de la plantación Tang Gold según la campaña:

- Campaña 2018-2019: 1 año de edad
- Campaña 2019-2020: 2 años de edad
- Campaña 2020-2021: 3 años de edad

**Tabla 8: Consumo de agua del Tang Gold (m<sup>3</sup>/ha/campaña)**

<b>Fenología</b>	<b>2018-2019</b>	<b>2019-2020</b>	<b>2020-2021</b>
Prefloración	329.5	310.6	408.5
Floración	396.0	595.2	629.3
Fase 1 Duplicación celular	839.2	1245.4	1416.9
Fase 2 Crec. Elongación	1310.5	2236.3	2471.3
Fase 3 Maduración	396.0	396.3	481.7
Cosecha	139.2	194.2	206.8
Descanso pos cosecha	183.9	203.5	245.1
<b>TOTAL</b>	<b>3594.2</b>	<b>4785.2</b>	<b>5859.6</b>

FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC

### **3.9. MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN MINERAL Y ORGÁNICA**

Está constituida por:

1. Nutrición foliar. Mediante aplicaciones programadas sobre el follaje según las etapas fenológicas, aprovechando la eficiencia de asimilación de micronutrientes, en el crecimiento y desarrollo de biomasa en los principales brotamientos, las cuales como menciona Agustí *et al.* (2020) se aplican para una mejor respuesta en las temporadas de primavera y verano. Los programas de aplicaciones foliares se presentan en las tablas 9 y 10.
2. Nutrición edáfica. Esta nutrición se realiza mediante el sistema de riego localizado (fertirriego), en la mayoría de los riegos sobre todo en las etapas de crecimiento; tanto la dosis y distribución de la fertilización, son calculados según las características físicas y químicas del suelo, la edad y producción del cultivo (extracción) y sus etapas fenológicas (Cadahia, 2005). El cálculo también se define con el último monitoreo analítico foliar, realizada al cultivo considerando las reservas nutricionales de la campaña anterior (Agustí, 2003). Estos programas figuran en las tablas 11, 12, 13 y 14.

**Tabla 9: Programa de aplicaciones foliares nutricionales – Brote Primavera**

							<b>Mojamiento L/ha:</b>	<b>600</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>
							<b>Año de siembra:</b>	<b>2020</b>	<b>2019</b>	<b>2018</b>
							<b>Dosis según año de siembra (L/ha)</b>			
<b>Brotamiento</b>	<b>Aplicación Foliar</b>	<b>Productos en base a:</b>	<b>Marca comercial</b>	<b>Ingredientes</b>	<b>Cant. (L ó Kg)</b>	<b>Costo (US\$)</b>	<b>Dosis (L/200L)</b>	<b>2020</b>	<b>2019</b>	<b>2018</b>
<b>Primavera</b>	1°	Extracto de algas	Phyllum	ac organic/hormonal	1.00	7.20	0.3	0.9	1.5	3
	<b>Preflor</b>	Mg	Esenfol Mg	aa 3.0% / 12% MgO	1.00	2.60	0.2	0.6	1	2
		Zn	Esenfol Zn	aa 4.2% / 15% Zn	1.00	4.25	0.2	0.6	1	2
		Mn	Esenfol Mn	aa 4.5% / 15% Mn	1.00	4.72	0.2	0.6	1	2
		Aminoacidos	Aminostim	aa esencial 9.4%/5%N	1.00	25.61	0.2	0.6	1	2
	2°	Aminoacidos	Aminostim	aa esencial 9.4%/5%N	1.00	25.61	0.2	0.6	1	2
	<b>Preflor</b>	Mg	Esenfol Mg	aa 3.0% / 12% MgO	1.00	2.60	0.2	0.6	1	2
		Zn	Esenfol Zn	aa 4.2% / 15% Zn	1.00	4.25	0.2	0.6	1	2
		Mn	Esenfol Mn	aa 4.5% / 15% Mn	1.00	4.72	0.2	0.6	1	2
		Aminoacidos	Aminostim	aa esencial 9.4%/5%N	1.00	25.61	0.2	0.6	1	2
	3°	Aminoacidos	Aminostim	aa esencial 9.4%/5%N	1.00	25.61	0.2	0.6	1	2
	<b>Preflor</b>	Mg	Esenfol Mg	aa 3.0% / 12% MgO	1.00	2.60	0.2	0.6	1	2
		Zn	Esenfol Zn	aa 4.2% / 15% Zn	1.00	4.25	0.2	0.6	1	2
		Mn	Esenfol Mn	aa 4.5% / 15% Mn	1.00	4.72	0.2	0.6	1	2
		Aminoacidos	Aminostim	aa esencial 9.4%/5%N	1.00	25.61	0.2	0.6	1	2
	4°	Extracto de algas	Phyllum	ac organic/hormonal	1.00	7.20	0.3	0.9	1.5	3
	<b>Floración</b>	Multimineral	Esenfol Mix	ac organi 63/ multimi	1.00	11.33	0.25	0.75	1.25	2.5
		Ca	Sanical	aa 3.5% /6% Ca	1.00	17.46	0.2	0.6	1	2
	5°	Extracto de algas	Phyllum	ac organic/hormonal	1.00	7.20	0.3	0.9	1.5	3
	<b>Floración</b>	Aminoacidos	Aminostim	aa esencial 9.4%/5%N	1.00	25.61	0.2	0.6	1	2
Ca		Sanical	aa 3.5% /6% Ca	1.00	17.46	0.2	0.6	1	2	
Aminoacidos		Aminostim	aa esencial 9.4%/5%N	1.00	25.61	0.2	0.6	1	2	
6°	Aminoacidos	Aminostim	aa esencial 9.4%/5%N	1.00	25.61	0.2	0.6	1	2	
<b>Cuajado</b>	K	Ziom K30	21.43% K	1.00	10.38	0.2	0.6	1	2	
								0	0	0

FUENTE: Fondo Puente – Agroalto SAC

Según Agustí *et al.* (2020) mencionan que, el brotamiento de la temporada de primavera y de verano, son de un intenso desarrollo vegetativo correspondiendo a una alta actividad fotosintética y producción de biomasa, permitiendo una eficaz absorción de nutrientes en su forma catiónica cuando se realiza aplicaciones foliares, según comenta el Dr. Thomas Eichert en entrevista con Red agrícola (2016).

Así mismo es importante tener en cuenta que la variedad Tang gold, como otros cítricos, requiere de micronutrientes como: Zn, Fe y Mn, dentro de la primera etapa fenológica de brotamiento, mostrándose en deficiencia marcada en ese momento, dado que la mayoría de los suelos de la costa son alcalinos, siendo la aplicación foliar la técnica eficaz para resolver este problema nutricional puntual (Agustí, 2003).

**Tabla 10: Programa de aplicaciones foliares nutricionales – Brote Verano**

							<b>Mojamiento L/ha:</b>	<b>600</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>
							<b>Año de siembra:</b>	<b>2020</b>	<b>2019</b>	<b>2018</b>
							<b>Dosis según año de siembra (L/ha)</b>			
<b>Brotamiento</b>	<b>Aplicación Foliar</b>	<b>Productos en base a:</b>	<b>Marca comercial</b>	<b>Ingredientes</b>	<b>Cant. (L ó Kg)</b>	<b>Costo (US\$)</b>	<b>Dosis (L/200L)</b>	<b>2020</b>	<b>2019</b>	<b>2018</b>
<b>Verano</b>	1°	Extracto de algas	Phyllum	ac organic/hormonal	1.00	7.20	0.3	0.9	1.5	3
	<b>Fase 01</b>	Mg	Esenfol Mg	aa 3.0% / 12% MgO	1.00	2.60	0.2	0.6	1	2
	<b>Crecim</b>	Zn	Esenfol Zn	aa 4.2% / 15% Zn	1.00	4.25	0.2	0.6	1	2
		Mn	Esenfol Mn	aa 4.5% / 15% Mn	1.00	4.72	0.2	0.6	1	2
	2°	Aminoacidos	Aminostim	aa esencial 9.4%/5%N	1.00	25.61	0.2	0.6	1	2
	<b>Fase 01</b>	Mg	Esenfol Mg	aa 3.0% / 12% MgO	1.00	2.60	0.2	0.6	1	2
	<b>Crecim</b>	Zn	Esenfol Zn	aa 4.2% / 15% Zn	1.00	4.25	0.2	0.6	1	2
		Mn	Esenfol Mn	aa 4.5% / 15% Mn	1.00	4.72	0.2	0.6	1	2
	3°	Aminoacidos	Aminostim	aa esencial 9.4%/5%N	1.00	25.61	0.2	0.6	1	2
	<b>Fase 01</b>	Mg	Esenfol Mg	aa 3.0% / 12% MgO	1.00	2.60	0.2	0.6	1	2
	<b>Crecim</b>	Zn	Esenfol Zn	aa 4.2% / 15% Zn	1.00	4.25	0.2	0.6	1	2
		Mn	Esenfol Mn	aa 4.5% / 15% Mn	1.00	4.72	0.2	0.6	1	2
	4°							0	0	0
	<b>Fase 01</b>	Multimineral	Esenfol Mix	ac organi 63/ multimi	1.00	11.33	0.25	0.75	1.25	2.5
	<b>Crecim</b>							0	0	0
	5°	Aminoacidos	Aminostim	aa esencial 9.4%/5%N	1.00	25.61	0.2	0.6	1	2
	<b>Fase 02</b>	K	Ziom K30	21.43% K	1.00	10.38	0.2	0.6	1	2
	<b>Crecim</b>							0	0	0
	6°							0	0	0
	<b>Fase 02</b>	Aminoacidos	Aminostim	aa esencial 9.4%/5%N	1.00	25.61	0.2	0.6	1	2
	<b>Crecim</b>	Ca	Sanical	aa 3.5% /6% Ca	1.00	17.46	0.2	0.6	1	2

FUENTE: Fondo Puente – Agroalto SAC

Las aplicaciones foliares a base de calcio, son realizadas para fortalecer la fertilización edáfica en momentos muy puntuales y necesarios (etapas de cuajado y crecimiento fase 01) para la adecuada formación y elasticidad de la corteza de la fruta, dado que este nutriente es muy poco móvil en el xilema y no se trasloca entre órganos (Agustí *et al.*, 2020).

En la Tabla 11 se encuentran la nutrición complementaria para promover el crecimiento radicular en los tres momentos de mayor actividad radicular, considerando la aplicación de hierro en forma EDDHA 6% de hierro con 4.8% en posición orto-orto.

**Tabla 11: Programa de aplicaciones nutricionales edáfica – en 3 brotamientos**

Brotamiento	Aplicación Suelo	Productos en base a:	Nombre comercial	Ingredientes	Cant. (L ó Kg)	Costo (US\$)	Cant. Total (L ó Kg)
<b>Primavera</b>	Sist Riego	Enraizadores y Nutr	Rhizostim	aa 8.54% / 6% N	3.00	17.70	178.8
	Sist Riego	Protección y Nutr	Tricup Forte	5.8% Cu /3.1% Cu comp	2.00	21.83	119.2
	Sist Riego	Hierro	Zyron	EDDHA 6%Fe/4.8% orto-	5.00		298
	Sist Riego	Acidos Húmicos	Humiliq	ac Húm 12%/ac fulv 2%	8.00		476.8
<b>Verano</b>	Sist Riego	Enraizadores	Rhizostim	aa 8.54% / 6% N	3.00	17.70	178.8
	Sist Riego	Nutricionales	Tricup Forte	5.8% Cu /3.1% Cu comp	2.00	21.83	119.2
<b>Otoño</b>	Sist Riego	Enraizadores	Rhizostim	aa 8.54% / 6% N	3.00	17.70	178.8
	Sist Riego	Nutricionales	Tricup Forte	5.8% Cu /3.1% Cu comp	1.00	21.83	59.6

FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC

Las dosis de fertilización edáfica se incrementan según la edad de la plantación y su correspondiente aumento de producción, siendo clave el monitoreo analítico foliar para determinar las reservas y permitir ajustar estas dosis. En las Tablas: 12, 13 y 14, se pueden apreciar en detalle las diferentes dosis usadas por campaña. En las figuras 11, 12 y 13; se puede observar la distribución dinámica de la nutrición mensual en las diferentes campañas.

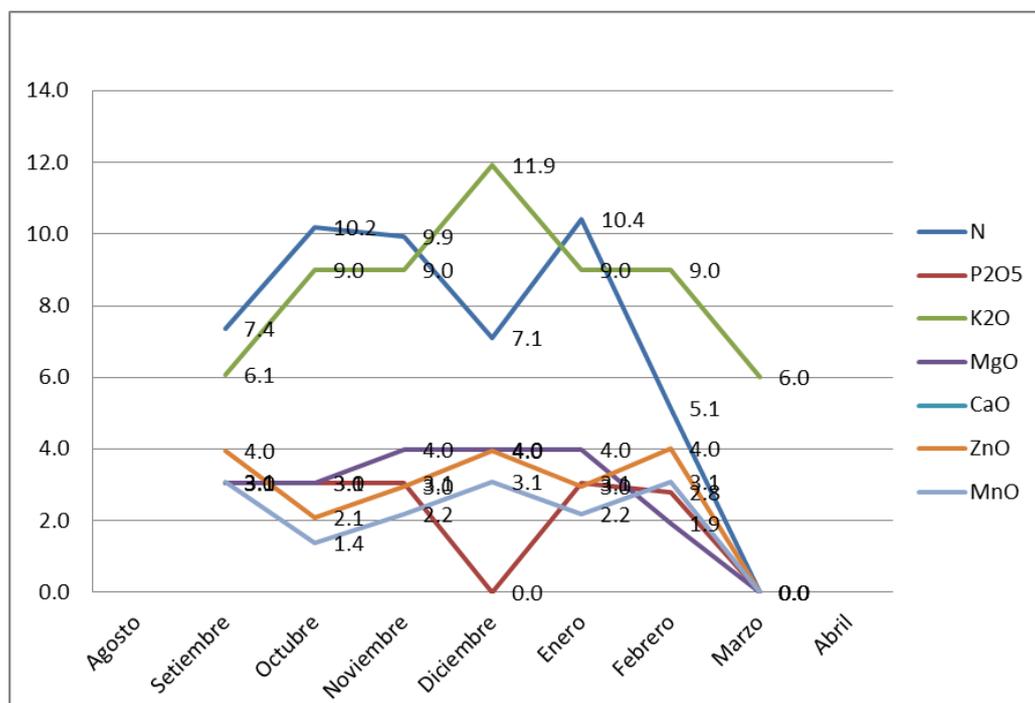
**Tabla 12: Dosis de fertilización (kg/ha) - Distribución mensual Campaña 2018-19**

	N	P2O5	K2O	MgO	CaO	Zn	Mn
Agosto							
Setiembre	7.4	3.1	6.1	3.0	4.5	4.0	3.1
Octubre	10.2	3.1	9.0	3.0	4.5	2.0	1.4
Noviembre	9.9	3.1	9.0	4.0	4.6	3.0	2.2
Diciembre	7.1	0.0	11.9	4.0	1.4	4.0	3.1

«Continuación»

Enero	10.4	3.0	9.0	4.0	0.0	3.0	2.2
Febrero	5.1	2.7	9.0	2.0	0.0	4.0	3.0
Marzo	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Abril	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>	<b>50.1</b>	<b>15.0</b>	<b>60.0</b>	<b>20.0</b>	<b>15.0</b>	<b>20.0</b>	<b>15.0</b>

FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC



**Figura 11: Curva de la distribución nutricional mensual (kg/ha) Camp 2018-19**

FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC

La fertilización de la campaña 2018-19 corresponde al primer año del cultivo Tang gold, la nutrición está planificada y distribuida para que los árboles crezcan desarrollando copas vegetativas grandes, buscando que estos brotes almacenen nutrientes para la siguiente campaña.

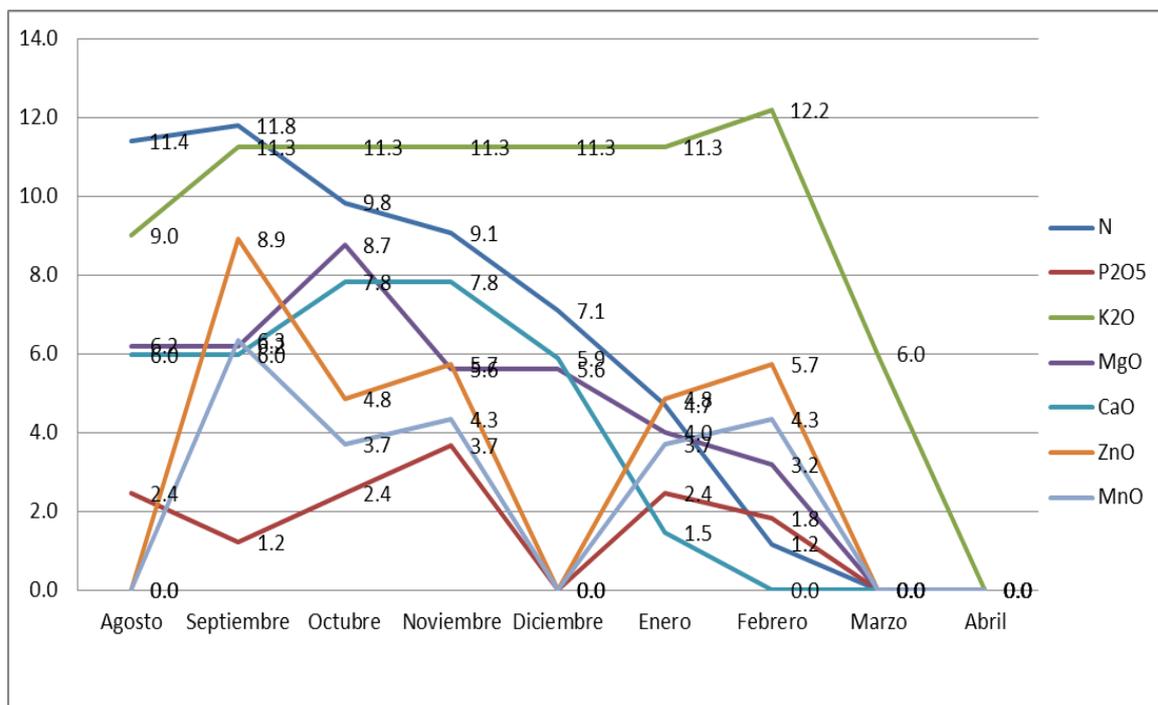
**Tabla 13: Dosis de fertilización (kg/ha) – Distribución mensual Campaña 2019-20**

	N	P2O5	K2O	MgO	CaO	Zn	Mn
Agosto	11.4	2.4	9.0	6.2	6.0	0.0	0.0
Setiembre	11.8	1.3	11.3	6.2	6.0	8.9	6.3
Octubre	9.7	2.5	11.3	8.7	7.8	4.8	3.7
Noviembre	9.1	3.7	11.3	5.6	7.8	5.7	4.4

«Continuación»

Diciembre	7.1	0.0	11.3	5.6	5.9	0.0	0.0
Enero	4.7	2.4	11.3	4.0	1.5	4.9	3.8
Febrero	1.2	1.8	12.0	3.3	0.0	5.7	4.3
Marzo	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Abril	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>	<b>55.0</b>	<b>14.1</b>	<b>83.5</b>	<b>39.6</b>	<b>35.0</b>	<b>30.0</b>	<b>22.5</b>

FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC



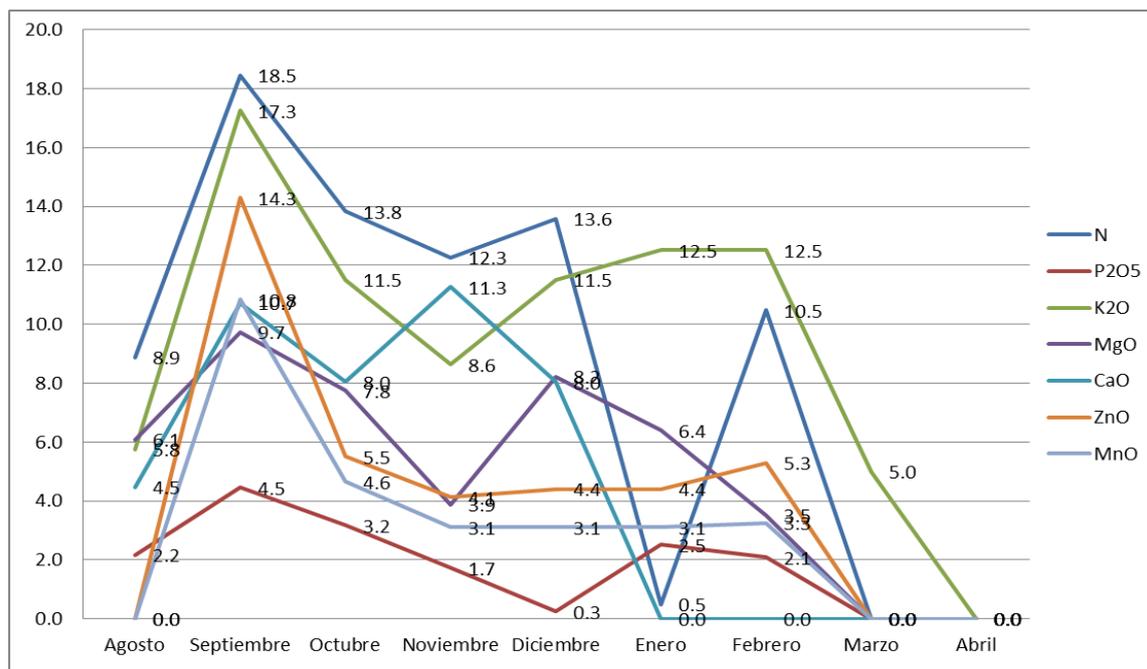
**Figura 12: Curva de la distribución nutricional mensual (kg/ha) Camp 2019-20**

FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC

**Tabla 14: Dosis de fertilización (kg/ha) – Distribución mensual Campaña 2020-21**

	N	P2O5	K2O	MgO	CaO	Zn	Mn
Agosto	8.9	2.2	5.8	6.1	4.6	0.0	0.0
Setiembre	18.3	4.5	17.3	9.7	10.7	14.3	10.8
Octubre	13.8	3.2	11.5	7.8	8.0	5.5	4.6
Noviembre	12.3	1.7	8.6	3.9	11.3	4.1	3.1
Diciembre	13.7	0.3	11.5	8.2	8.0	4.4	3.1
Enero	0.5	2.5	12.5	6.4	0.0	4.4	3.1
Febrero	10.5	2.1	12.5	3.5	0.0	5.3	3.3
Marzo	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Abril	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total</b>	<b>78.0</b>	<b>16.5</b>	<b>84.7</b>	<b>45.6</b>	<b>42.6</b>	<b>38.0</b>	<b>28.0</b>

FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC



**Figura 13: Curva de la distribución nutricional mensual (kg/ha) Camp 2020-21**

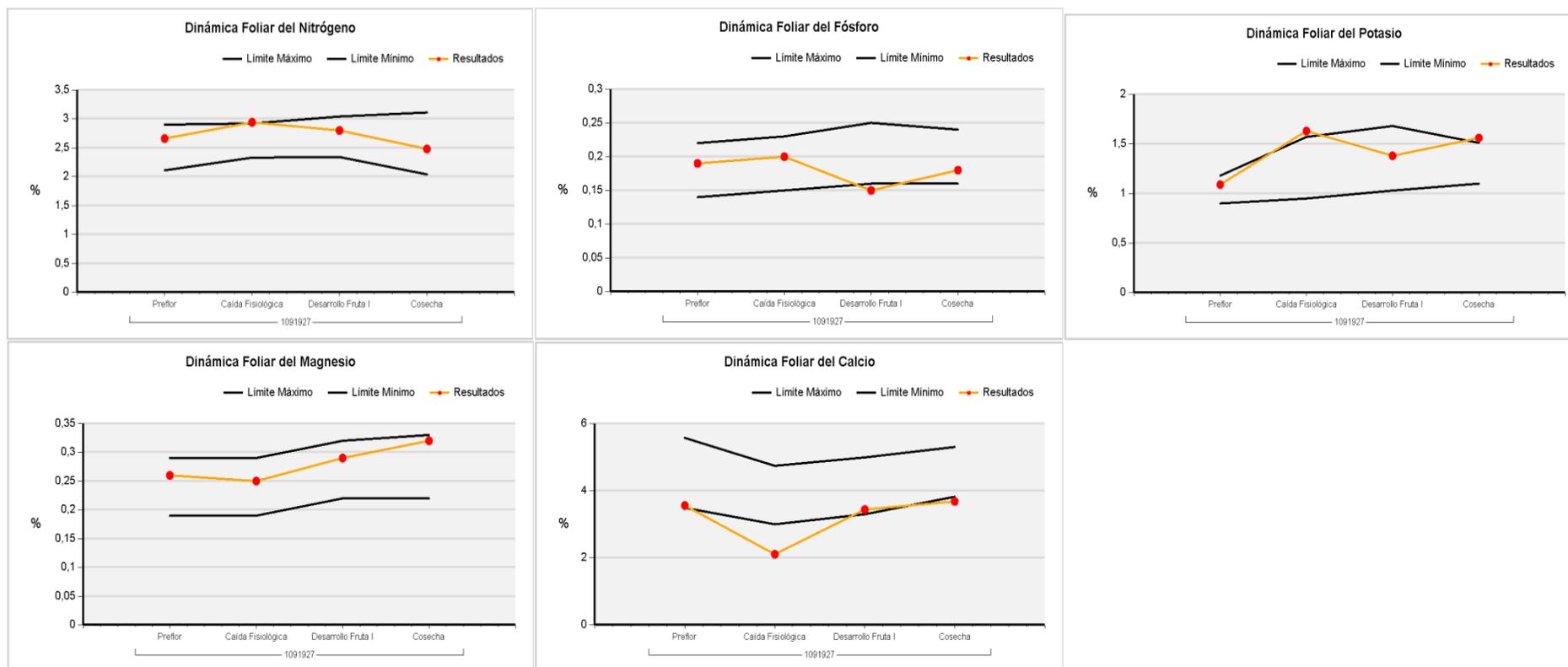
FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC

En la fertilización edáfica fue necesario usar productos que permitan acidificar la solución acuosa del suelo, aprovechando el camellón que se hizo en la preparación del campo, lo cual permitió cambiar un poco las características químicas del suelo circundante a las raíces, entre ellos el pH, haciendo disponible los nutrientes a las plantas, aunque el efecto tampón del suelo devolvería el pH alto que aún mantiene. Entre los fertilizantes de reacción acidificante utilizados se encuentran: los productos amino potásicos (Aqua Harvest fill), nitrato de amonio y fosfato monoamónico.

Conocer periódicamente la analítica del agua de riego del Fundo Puente también permite realizar la fertilización en concentración (tanto en ppm o meq/l), buscando la solución nutritiva ideal considerando la calidad de agua, la relación antagonista entre nutrientes (ejemplo:  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ ), relación antagonista entre nutrientes y elementos nocivos (ejemplo:  $\text{Cl}^-$  y  $\text{NO}_3^-$ ), el potencial incremento de la conductividad eléctrica al realizar la concentración, el sinergismo entre nutrientes iónicos diferentes (ejemplo:  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{K}^+$ ) (Cadahia, 2005) y el restar los nutrientes que el agua aporta de la solución nutritiva ideal (Navarro, 2003). La tabla de doble entrada de Hoagland y Arnon es ideal para calcular la solución nutritiva ideal (Cadahia, 2005) utilizada para preparar las soluciones nutritivas diarias.

### 3.10. DINÁMICA NUTRICIONAL EN BASE AL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DEL CV TANG GOLD.

#### 3.10.1. Dinámica de macronutrientes en hoja (N, P, K, Mg, Ca)



**Figura 14: Dinámica nutricional de los macronutrientes N, P, K, Mg, Ca - Camp 2020-21**

FUENTE: SGS - cliente Agroalto SAC

En la Figura 14, los parámetros óptimos utilizados por el laboratorio de SGS, están referenciados a la Tabla 3, preparado por Legaz *et al.* (1995a) pero también indican que utilizan un rango óptimo en base a la data histórica relacionada a los mejores campos que han evaluado. A continuación, los resultados de cada macronutriente.

El nivel de nitrógeno se ha mantenido dentro del rango adecuado durante todo el ciclo vegetativo. Inicialmente en la etapa de preflor el nivel de N se sitúa en 2.66%, presentando un ligero incremento en la etapa de cuajado hasta la caída fisiológica debido a la fertilización edáfica y foliar en dicha etapa. En la etapa de desarrollo de la fruta (Fase 2), se observa una ligera caída debido al consumo de la fruta y la disminución de la fertilización edáfica, según la distribución del plan de nutrición de nitrógeno de la campaña 2020-21. Finalmente, en la etapa de cosecha se observa que el nivel se mantuvo dentro del rango esperado.

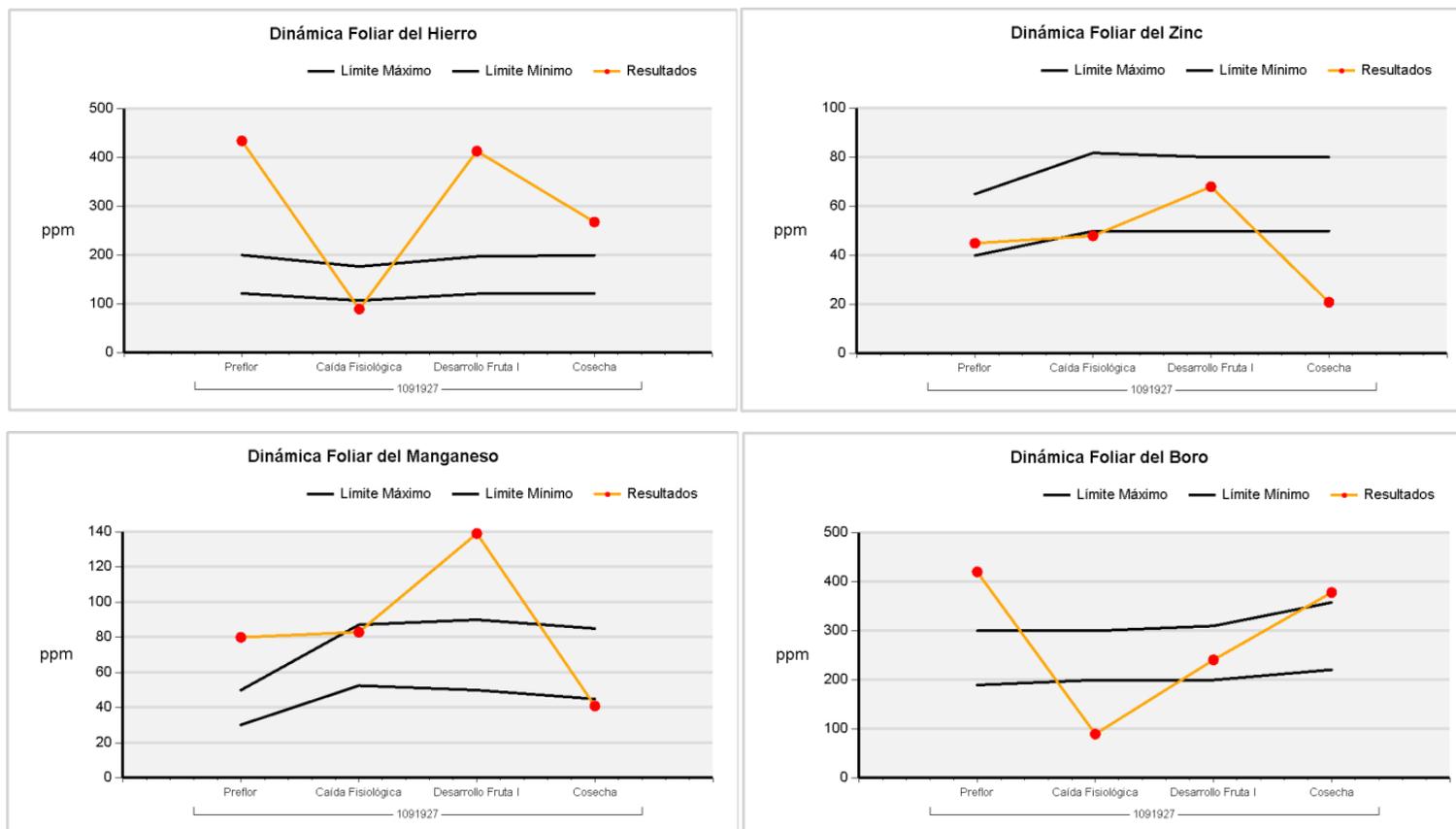
El nivel de fósforo no se ha mantenido dentro del rango adecuado en parte del ciclo vegetativo. Inicialmente en la etapa de preflor el nivel de fósforo se sitúa en 0.19%, presentando un ligero incremento en la etapa de cuajado hasta la caída fisiológica, debido a la fertilización edáfica en dicha etapa. En la etapa de desarrollo de la fruta (Fase 2), se observa una caída debido al consumo de la fruta y la disminución de la fertilización edáfica. Finalmente, en la etapa de cosecha se observa que el nivel se recuperó dentro del rango esperado, podría deberse a la acumulación que quedó en la solución del suelo.

El nivel de potasio no se ha mantenido dentro del rango adecuado en parte del ciclo vegetativo. Inicialmente en la etapa de preflor el nivel de potasio se sitúa en 1.09 %, presentando un incremento en la etapa de cuajado hasta la caída fisiológica debido a la fertilización edáfica en dicha etapa; además, el uso del amino potásico es posible que ayude con la asimilación del potasio por la acidificación del medio en el momento de la fertilización; en la disolución del producto en el tanque, el pH puede llegar a 3.0. En la etapa de desarrollo de la fruta (Fase 2); se observa un nivel adecuado, considerando el consumo de la fruta. La fertilización edáfica se realiza hasta el mes de marzo, culminando con esa etapa fenológica, según la distribución del plan de nutrición de potasio de la campaña 2020-21. Finalmente, en la etapa de cosecha se observa que el nivel está por encima del rango esperado.

El nivel de magnesio se ha mantenido dentro del rango adecuado, durante todo el ciclo vegetativo. Inicialmente en la etapa de preflor el nivel de magnesio se sitúa en 0.26%, presentando una ligera disminución en la etapa de cuajado hasta la caída fisiológica debido al consumo por parte del cultivo. En la etapa de desarrollo de la fruta (Fase 2), se observa un aumento que podría deberse a la fertilización edáfica con sulfatos, acidificando el medio acuoso, fertilizando hasta el mes de febrero según la distribución del plan de nutrición de magnesio de la campaña 2020-21. Finalmente, en la etapa de cosecha se observa que el nivel se mantuvo dentro del rango esperado.

El nivel de calcio no se ha mantenido dentro del rango adecuado, en parte del ciclo vegetativo. Inicialmente en la etapa de preflor el nivel de calcio se sitúa en 3.56 %, presentando una caída en la etapa de cuajado hasta la caída fisiológica debido posiblemente al mayor consumo por parte de las plantas, a pesar de la fertilización edáfica y foliar en dicha etapa; además, es posible que el calcio este reaccionando con el bicarbonato que trae el agua, debido al pH alcalino del medio. En la etapa de desarrollo de la fruta (Fase 2), se observa un nivel de recuperación, considerando el consumo de la fruta. La fertilización cálcica se realiza hasta el mes de enero, según la distribución del plan de nutrición de calcio de la campaña 2020-21. Finalmente, en la etapa de cosecha se observa que el nivel está por debajo del nivel mínimo. Es posible que, durante todo el ciclo vegetativo, el antagonismo con el potasio haya provocado su menor absorción; en definitiva, si se debe mejorar el cálculo de las concentraciones en la fertilización para mantener una adecuada relación entre nutrientes.

### 3.10.2. Dinámica de micronutrientes en hoja (Fe, Zn, Mn y B)



**Figura 15: Dinámica nutricional de los micronutrientes (Fe, Zn, Mn, B) - Camp 2020-21**

FUENTE: SGS - cliente Agroalto SAC

En la Figura 15, los parámetros óptimos utilizados por el laboratorio de SGS, están referenciados a la Tabla 02, preparado por Legaz *et al* (1995a) pero también indican que utilizan un rango óptimo en base a la data histórica relacionada a los mejores campos que han evaluado. A continuación, los resultados de cada micronutriente.

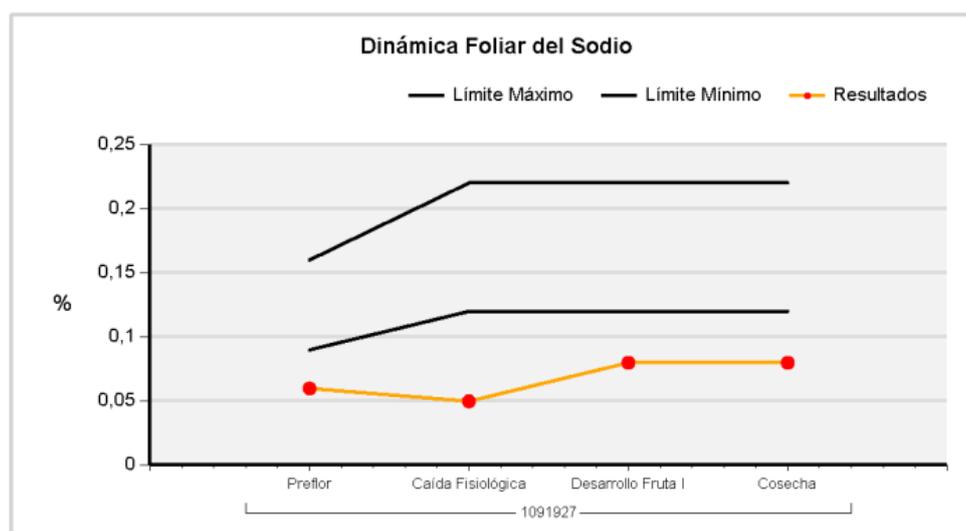
El nivel de hierro no se ha mantenido dentro del rango adecuado en todo el ciclo vegetativo. Inicialmente en la etapa de preflor el nivel de hierro se sitúa en 434 ppm, presentando una caída en la etapa de cuajado hasta la caída fisiológica, debido a la alta demanda por parte del cultivo, a pesar de la fertilización edáfica. En la etapa de desarrollo de la fruta (Fase 2); se observa un aumento, sobrepasando el nivel adecuado que podría deberse a la fertilización edáfica con sulfatos de otros nutrientes, acidificando el medio acuoso, este elemento solo fue aplicado en el mes de octubre según el plan de nutrición de hierro de la campaña 2020-21. Finalmente, en la etapa de cosecha se observa que el nivel decae por el consumo de la producción, pero sigue siendo alta; es posible que la forma EDDHA 6% de hierro con 4.8% en posición orto-orto, se encuentre en el complejo del suelo por buen tiempo en el ciclo vegetativo del cultivo, haciéndolo asimilable cuando se fertiliza con sulfatos posteriormente.

El nivel de zinc no se ha mantenido dentro del rango adecuado, parte del ciclo vegetativo. Inicialmente en la etapa de preflor el nivel de zinc se sitúa en 45 ppm, presentando una disminución en la etapa de cuajado hasta la caída fisiológica, debido a la alta demanda por parte del cultivo, a pesar de la fertilización edáfica y foliar en dicha etapa. En la etapa de desarrollo de la fruta (Fase 2); se observa un aumento, recuperando el nivel adecuado que podría deberse a la fertilización edáfica con sulfatos, acidificando el medio acuoso, fertilizando hasta el mes de febrero según la distribución del plan de nutrición de zinc de la campaña 2020-21. Finalmente, en la etapa de cosecha se observa que el nivel decae por el consumo de la producción. En definitiva, la dosis de zinc para las siguientes campañas se debe incrementar en comparación a los otros micronutrientes.

El nivel de manganeso no se ha mantenido dentro del rango adecuado, en casi todo el ciclo vegetativo. Inicialmente en la etapa de preflor el nivel de manganeso se sitúa en 80 ppm, manteniéndose el nivel en la etapa de cuajado hasta la caída fisiológica, a pesar de la alta demanda por parte del cultivo, esto es gracias a la fertilización edáfica y foliar en dicha

etapa. En la etapa de desarrollo de la fruta (Fase 2), se observa un aumento, sobrepasando el nivel adecuado que podría deberse a la fertilización edáfica con sulfatos, acidificando el medio acuoso, fertilizando hasta el mes de febrero según la distribución del plan de nutrición de manganeso de la campaña 2020-21. Finalmente, en la etapa de cosecha se observa que el nivel decae por el consumo de la producción.

El nivel de boro no se ha mantenido dentro del rango adecuado en parte del ciclo vegetativo. Inicialmente en la etapa de preflor el nivel de boro se sitúa en 420 ppm, presentando una caída en la etapa de cuajado hasta la caída fisiológica debido posiblemente al mayor consumo por parte de las plantas, a pesar de que el agua de riego ya contiene 0.74 ppm, siendo un valor bastante alto. En la etapa de desarrollo de la fruta (Fase 2); se observa un nivel de recuperación, solo por el aporte que ya trae el agua. Es necesario indicar que no se realiza aporte foliar, ni edáfica. Finalmente, en la etapa de cosecha se observa que el nivel está por encima del nivel máximo.

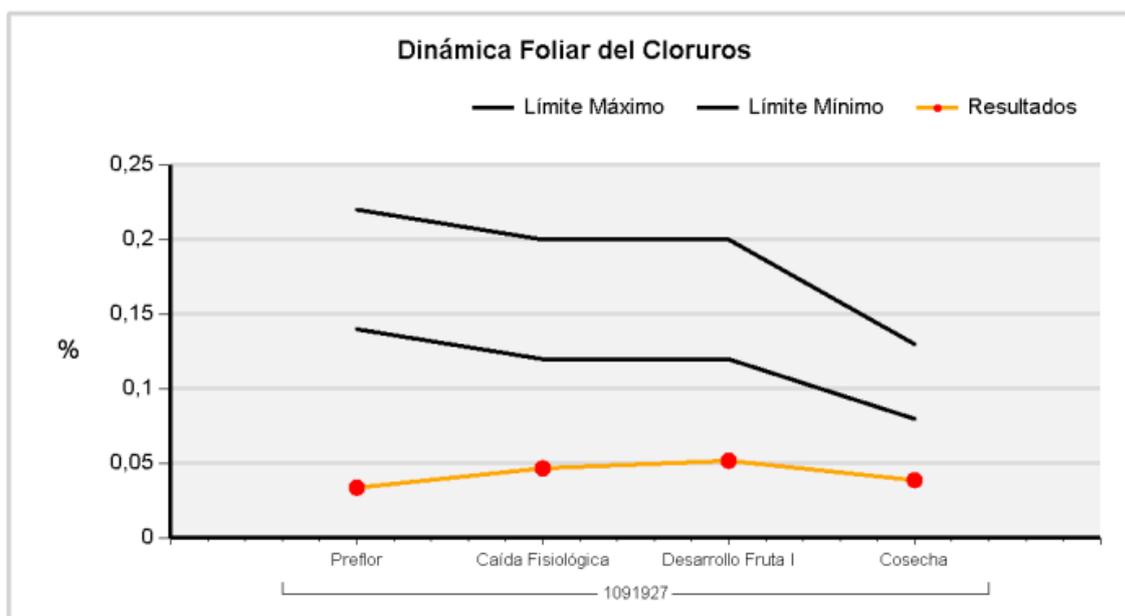


**Figura 16: Dinámica del Sodio - Camp 2020-21**

FUENTE: SGS - cliente Agroalto SAC

En la Figura 16 se observa que, durante todo el ciclo vegetativo, el nivel de sodio se encuentra por debajo del rango adecuado, según los parámetros utilizados por el laboratorio de SGS. Inicialmente en la etapa de preflor el nivel de sodio se sitúa en 0.06%, presentando valores muy bajos en todo el ciclo vegetativo del cultivo, a pesar de que el agua de riego contiene una concentración muy alta, hasta 6.55 meq/L, siendo el catión de mayor

concentración. Su antagonismo se debe a la fertilización con los otros cationes, sobre todo con los bivalentes, ese antagonismo no permite su disponibilidad por las plantas.



**Figura 17: Dinámica del Cloro - Camp 2020-21**

FUENTE: SGS - cliente Agroalto SAC

En la Figura 17 se observa que, el nivel de cloro se encuentra por debajo del rango adecuado, según los parámetros utilizados por el laboratorio de SGS. Inicialmente en la etapa de preflor el nivel de cloro se sitúa en 0.03%, presentando valores muy bajos en todo el ciclo vegetativo del cultivo, en este caso el agua de riego contiene una concentración baja, de 1.93 meq/L, siendo el anión de menor concentración en el agua. Su antagonismo se debe a la fertilización con nitrato, y al igual que la dinámica del sodio, no se encuentra disponible por las plantas.

#### IV. CONCLUSIONES

- El rendimiento obtenido según la edad de las plantas en la variedad Tang Gold, sobre la base de las curvas obtenidas de los nutrientes y el estado vegetativo actual del cultivo fue el esperado; debido, a que las fases de acondicionamiento del suelo, riego de lavado en las zonas de crecimiento radicular y la fertilización distribuida en las diferentes etapas fenológicas, fueron efectuadas adecuadamente y de manera oportuna.
- Los macronutrientes que se mantuvieron dentro de los rangos adecuados durante todo el ciclo vegetativo fueron: el nitrógeno, fósforo y magnesio; solo el fósforo tuvo una ligera caída en la fase 02 de crecimiento del fruto, probablemente porque el consumo en esta etapa fue más elevado por el crecimiento y la demanda en el metabolismo de azúcares para los frutos.
- Los micronutrientes que se ubicaron por encima de los rangos durante casi todo el ciclo vegetativo del cultivo fueron los siguientes: el manganeso, hierro y boro; solo el micronutriente que se mantuvo dentro del rango óptimo fue el zinc, con una leve caída en su valor durante la etapa de cuajado, debido a la alta demanda del cultivo para la formación y desarrollo vegetativo - productivo, disminuyendo su valor en la etapa de cosecha. Considerando que el muestreo foliar, para el análisis, se realizó aproximadamente 25 días después de las aplicaciones foliares con micronutrientes.
- Los niveles de cloro y sodio se mantuvieron bajos, demostrando que dentro de la fertilización se logró antagonizarlos dentro de las etapas fenológicas del cultivo.

## **V. RECOMENDACIONES**

- Debido a que los valores de los microelementos a lo largo del ciclo vegetativo fueron muy dispersos, tales como: el manganeso, hierro y boro, se recomienda evaluarlos en el tiempo y considerar la forma en la que se toman las muestras. Reforzar las aplicaciones foliares del zinc en el último brotamiento para evitar una caída brusca al final del ciclo vegetativo (cosecha).
- Se debe evaluar preventivamente el uso de acidificantes inorgánicos para descomponer el carbonato de calcio, debido a que empezó a incrementarse en el suelo según el último análisis. Además, como parte de la utilización de acidificantes, también se debe probar con acidificantes orgánicos para ayudar a atenuar el impacto del pH alto del suelo.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

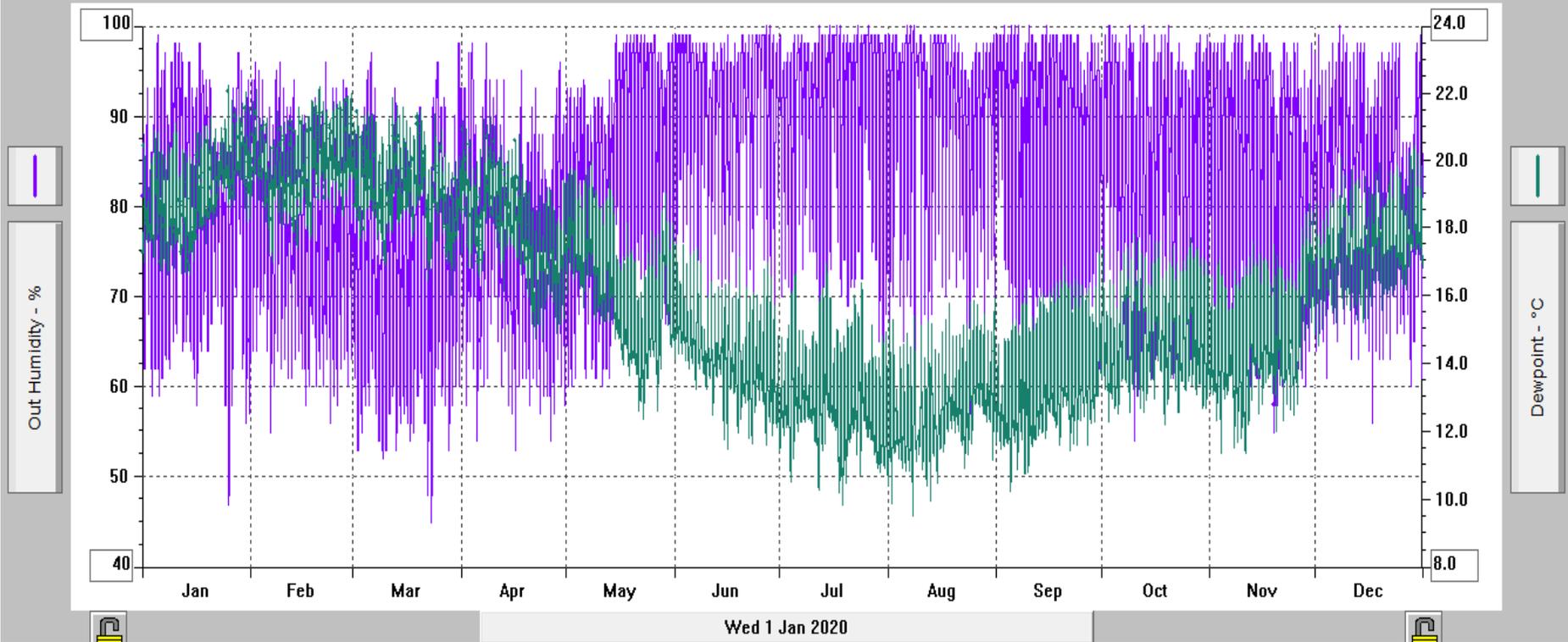
- Agustí, M. (2003). *Citricultura* (2ª ed.). Ediciones Mundi-Prensa, 105-118, 183-216.
- Agustí, M., Mesejo, C. y Reig, C. (2020). *Citricultura* (3ª ed.). Ediciones Mundi-Prensa, 23, 38, 41-43, 208-245.
- Baeyens, J. (1970). *Nutrición de las plantas de cultivo*. Madrid, España: Editorial Lemos.
- Cadahia, C. (2005). Fertilización Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3era Edición. Ediciones Mundi-Prensa, 662-673.
- Corvera, L. (febrero 2021). A nivel global. Cítricos: los grandes beneficiados de la pandemia. *Red Agrícola Perú N°71*, p 10-11.
- Cosmoce. (31 de octubre de 2008). Conceptos básicos, nutrición vegetal. Calidad y velocidad de respuesta.
- Eichert, T. (2016, 30 de noviembre). Mitos y realidad de la nutrición foliar. Red Agrícola. Recuperado de <https://www.redagricola.com/pe/mitos-realidad-la-nutricion-foliar/>
- Ferguson, L.; Grafton-Cardwell, E. (2014). *Citrus Production Manual*.
- Gardiazabal, F.; Mena, F.; Magdahl, C. (2007). Efecto de la fertilización con inhibidores de Gardiazabal, F.; Mena, F.; Magdahl, C. (2007). Efecto de la fertilización con inhibidores de Proceeding VI World Avocado Congress. Viña del Mar.
- Infoagro. (2002). *El cultivo de las Naranjas*. Infoagro. Recuperado de <https://www.infoagro.com/citricos/naranja.htm>
- Jackson, L.K. (1991). *Citrus growing in Florida*. University of Florida Press. Florida, EE.UU.
- Jimenez, R. y Zamora, V. (2010). Principales patrones utilizados en la Citricultura. *Taller Regional sobre viveros de cítricos 2010*. Cuba, 13-15, 22-26.
- Legaz, F. y Primo-Millo, E. (2003). Normas para la fertilización de los agrios. *Generalitat Valenciana, Conselleria d'Agricultura i Pesca*.
- Legaz, F., Serna, M.D., Ferrer, P., Cebolla, V. y Primo-Millo, E. (1995a). Análisis de hojas, suelos y aguas para el diagnóstico nutricional de plantaciones de cítricos: procedimiento de tomas de muestras. *Conselleria d'Agricultura, Pesca i alimentacio*, 12-26.

- Lobato, A., Alonso, E., Sánchez, M. y Mayol, F. (2017, 4 de setiembre). La preparación de suelo en frutales como un requisito fundamental para una producción sustentable en el tiempo. Red Agrícola. Recuperado de <https://www.redagricola.com/pe/la-preparacion-de-suelo-en-frutales-como-un-requisito-fundamental-para-una-produccion-sustentable-en-el-tiempo/>
- Mengel, K. y Kirby, E. (2000). *Principios de nutrición vegetal*. Basilea, Suiza: Instituto internacional del potasio.
- Navarro, G. (2003). *Química agrícola: el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal* (2da. ed.). Madrid, España: Ediciones Mundiprensa.
- Navarro, L. (2011). Mejora genética de los cítricos, métodos de obtención y leyes de protección de nuevas variedades. *Vida Rural*, p. 62.
- Palacios, J. (2005). *Citricultura*. Argentina: Editorial Alfa Beta.
- Perdomo, C., Barbazán, M. y Durán, J. (s.f.). *Nitrógeno*. Área de Suelos y Aguas. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. p. 55. Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/formas-quimicas-de-absorcion-del-nitrogeno>
- Primo-Millo, E. y Legaz, F. (1983b). Fertilización N-P-K en agrios. *Levante Agrícola*, 246: 39-59, 104-117.
- Razeto, B. (2005). *El limonero*. Facultad Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile.
- Red Agrícola (2020, 11 de marzo). *Realidad actual de variedades de mandarinas y otros cítricos*. Red Agrícola. Recuperado de <https://www.redagricola.com/cl/realidad-actual-de-variedades-de-mandarinas-y-otros-citricos-en-chile/>
- Red Agrícola (2021, 22 de febrero). *Diagnóstico nutricional y correcciones al suelo y foliares en cítricos*. Red Agrícola. Recuperado de <https://www.redagricola.com/pe/diagnostico-nutricional-y-correcciones-al-suelo-y-foliares-en-citricos/>
- Roose, M.L. y Williams, T.E. (2006). A new seedless midlate season irradiated selection of W. Murcott mandarin developed by the University of California Citrus Breeding Program. Recuperado de <https://citrusvariety.ucr.edu/sites/default/files/2021-06/tangoinformationsheet-version2.pdf>
- Saunt, J. (1992). *Variedades de Cítricos del Mundo. Guía ilustrada*. Valencia, España: Sinclair International. 128 p.
- Sela, G. (2020). *Fertilización y Riego: Teoría y mejores prácticas*. México: Cropaia. Recuperado de <https://cropaia.com/es/blog/nitrogeno-en-las-plantas/>

- Serna, M.D., Legaz, F. y Primo-Millo, E. (1995). La deficiencia del cinc en los agrios. *Conselleria de Agricultura y Medio Ambiente, Fullets Divulgació*, España.
- Swingle, W.T. y Reece, P.C. (1967). The Botany of Citrus and its wild relatives. *The Citrus Industry, vol I*. University of California. California, EE.UU.
- Westerman, R.L. (1990). Soil testing and plant analysis. Third ed. *Soil Science Society of America*. Wisconsin.

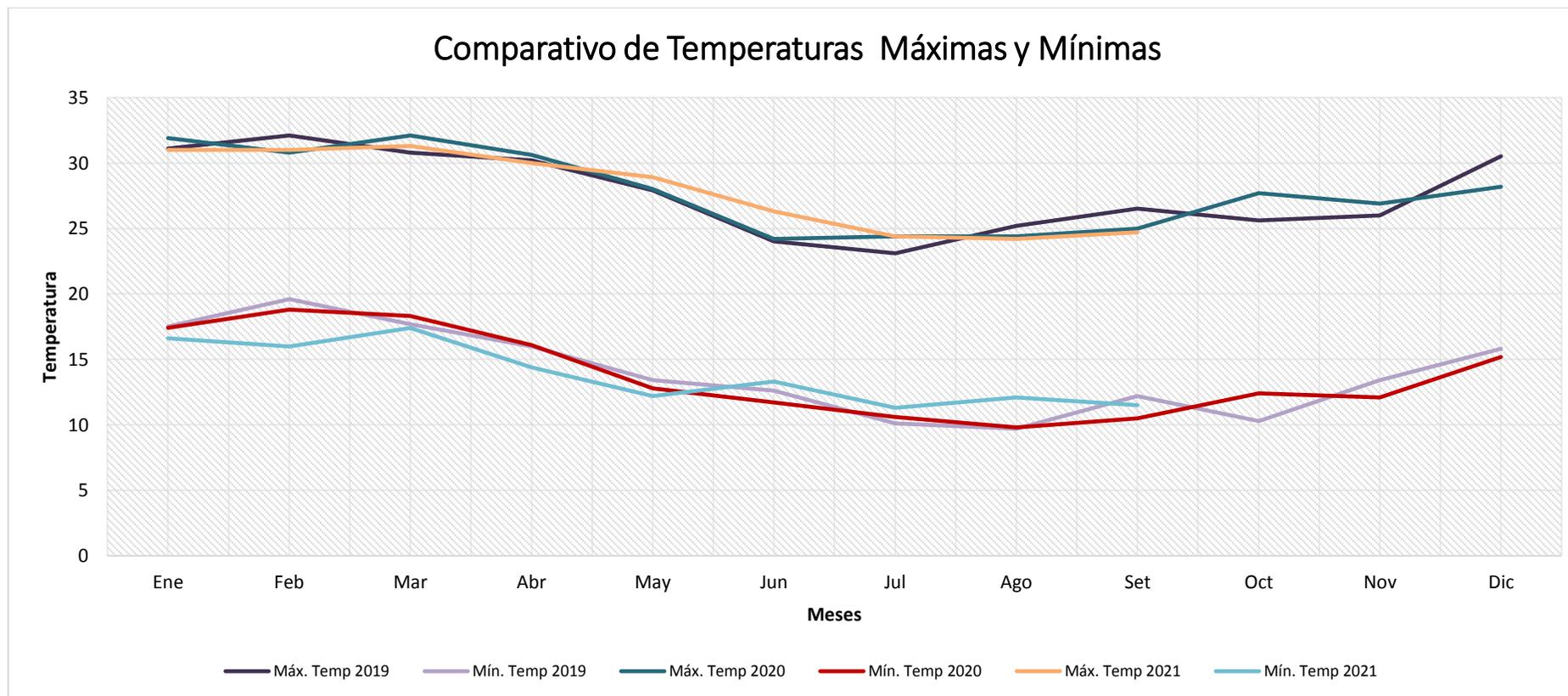
## **VII. ANEXOS**

**Anexo 1: Variación de la humedad relativa comparada con la variación del punto de rocío durante el año 2020**



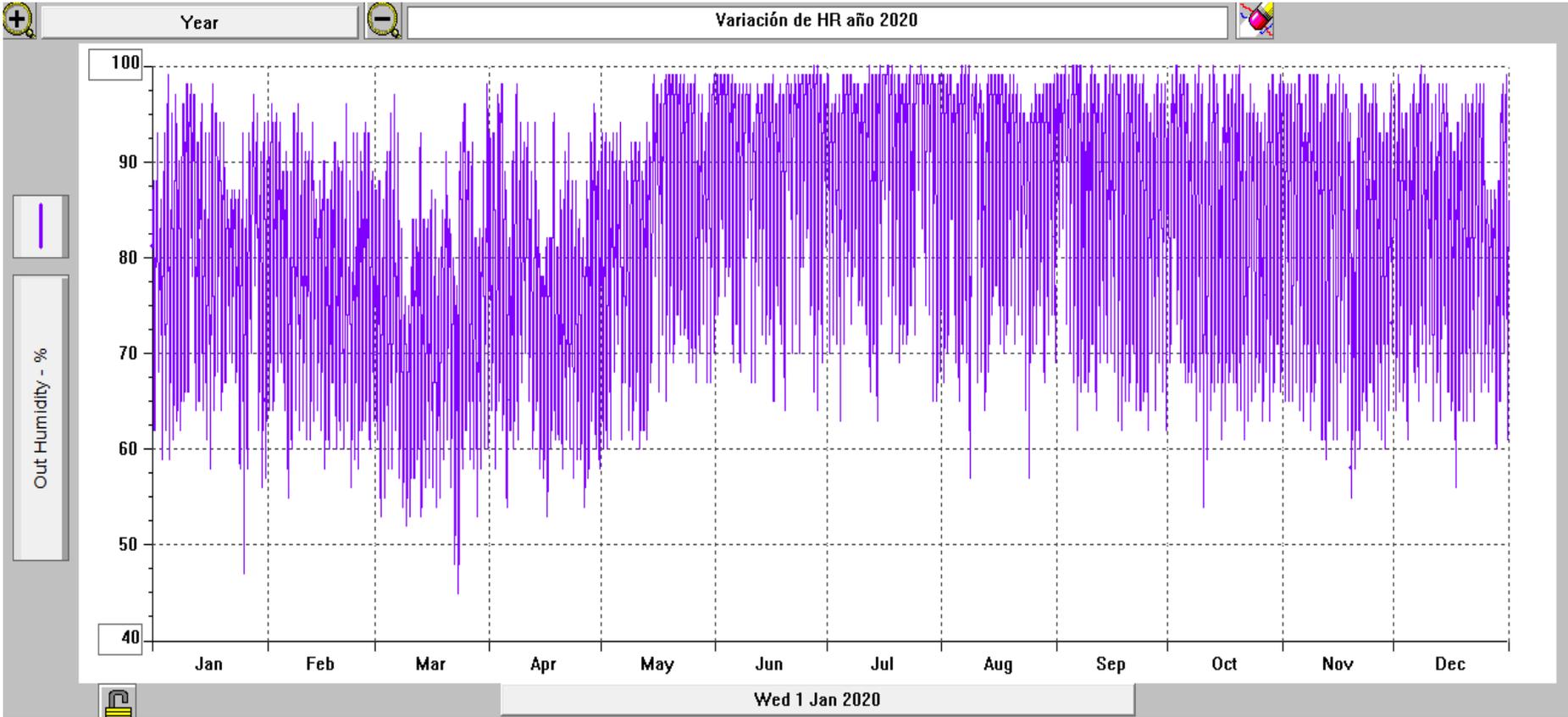
FUENTE: Estación meteorológica Fundo Puente – Agroalto SAC

## Anexo 2: Variación de las temperaturas máximas y mínimas durante los años 2019, 2020 y 2021



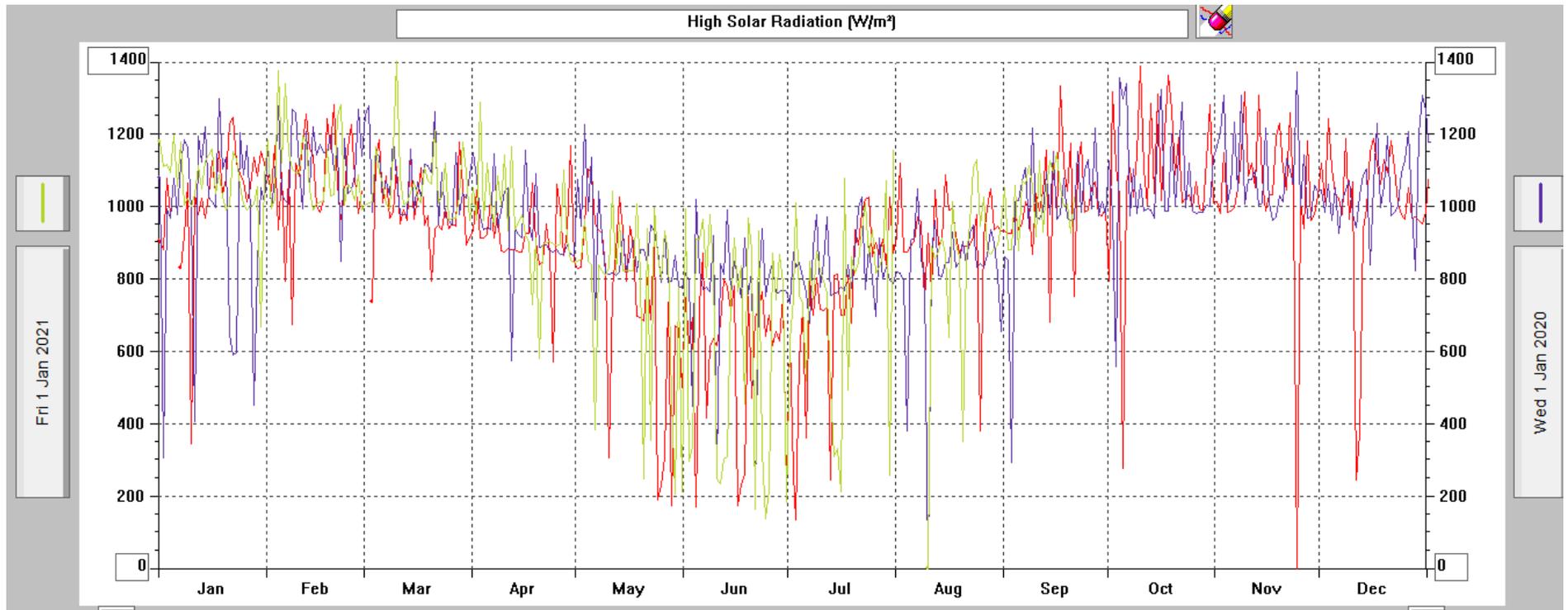
FUENTE: Estación meteorológica Fundo Puente – Agroalto SAC

**Anexo 3: Variación de la humedad relativa durante el año 2020**



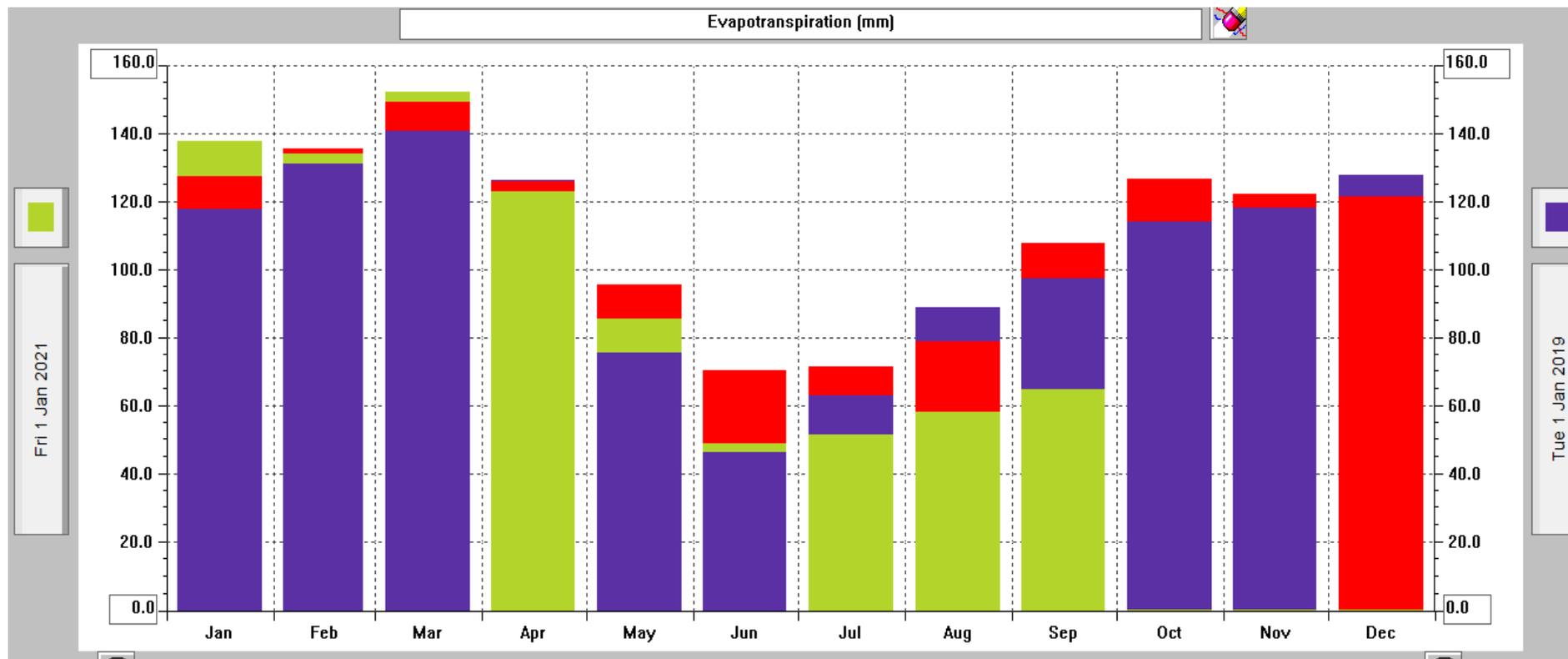
FUENTE: Estación meteorológica Fundo Puente – Agroalto SAC

#### Anexo 4: Variación de la radiación solar alta ( $W/m^2$ ) en los años: 2019, 2020 y 2021



FUENTE: Estación meteorológica Fundo Puente – Agroalto SAC

**Anexo 5: Variación de la evapotranspiración (mm) en los años: 2019, 2020 y 2021**



FUENTE: Estación meteorológica Fundo Puente – Agroalto SAC

## Anexo 6: Resultado de análisis de suelo mayo 2019



### INFORME DE ENSAYO - SUELO



Nº de Referencia:	<b>5-19/019230</b>	Registrada en:	AGQ Perú	Fecha Recpción:	31/05/2019
Análisis:	S-PR-0012	Centro Análisis:	AGQ España	Fecha Fin:	14/06/2019
Tipo Muestra:	SUELO AGROCOIA	Fecha/Hora Muestreo:	29/05/2019	Contrato:	PE19-2925
Lugar de Muestreo:	PUENTE - SECTOR 02	Fecha Inicio:	07/06/2019		
Muestreado por:	Cliente	Cliente 3º:	---		
Descripción:	34	Domicilio:	AV. ENRIQUE CANAVAL Y MOREYRA NRO. 522 URB. EL PALOMAR LIMA - LIMA - SAN ISIDRO		
Cliente:	AGROALTO S.A.C.				

#### FERTILIDAD FÍSICA



#### FERTILIDAD

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
* Fósforo Disponible Olsen	< 9,80	mg/kg		20,0		40,0		Olsen	PE-2125
* Nitrógeno Total	< 155	mg/kg		1.000		1.500			PEC-034
* Materia Orgánica	0,19	%		1,20		2,00		Combustión	PE-2129
* Caliza Activa	< 0,500	% CaCO3		1,50		4,00		Oxalato Amónico 0.2N	PEC-014
* Calcio Disponible	6,25	meq/100 g		8,00		14,0		Ac NH4	PEC-009
* Magnesio Disponible	0,28	meq/100 g		1,50		2,50		Ac NH4	PEC-009
* Potasio Disponible	0,39	meq/100 g		0,50		0,80		Ac NH4	PEC-009
* Sodio Disponible	2,90	meq/100 g		0,25		0,75		Ac NH4	PEC-009
* Cond. Eléctrica (Ext 1/1)	7 830	µS/cm a 20° C						Extrac: 1/1	PEC-002
* pH (Extracto 1/1)	7,76	Unidades de pH						Extrac: 1/1	PEC-001
* Suma de Bases Disponibles	9,82	meq/100 g							PEC-020

#### MICROELEMENTOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
* Boro	2,38	mg/kg		0,60		1,00		Extrac: Acosia	PE-2126
* Hierro (DTPA)	< 4,00	mg/kg		4,00		10,0		DTPA	PEC-009
* Manganeso (DTPA)	1,31	mg/kg		1,00		5,00		DTPA	PEC-009
* Cobalto (DTPA)	0,21	mg/kg		0,40		1,00		DTPA	PEC-009
* Zinc (DTPA)	0,42	mg/kg		1,00		2,00		DTPA	PEC-009

#### COMPLEJO DE CAMBIO

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
* Aluminio de Cambio	< 0,01	meq/100 g		0,50		1,00		Ac NH4	PEC-009
* Calcio Cambio	5,3351	meq/100 g		8,0000		14,000		Ac NH4	PEC-009
* Magnesio de Cambio	0,18	meq/100 g		1,50		2,50		Ac NH4	PEC-009
* Potasio Cambio	0,27	meq/100 g		0,50		0,80		Ac NH4	PEC-009
* Saturación de Bases	< 0,01	%		50,0		80,0			PEC-020
* Sodio Cambio	0,31	meq/100 g		0,25		0,50		Ac NH4	PEC-009
* CIC Eléctrica	6,09	meq/100 g		5,00		10,0			PEC-019

#### RELACIONES DE INTERÉS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
* Relación C/N	< 0,01			30,0		15,0			PEC-041

FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC

## Anexo 7: Resultado de análisis de suelo octubre 2019



### INFORME DE ENSAYO - SUELO

Nº de Referencia:	<b>5-19/036037</b>	Registrada en:	<b>AGQ Perú</b>		
Análisis:	<b>S-PR-0012</b>	Centro Análisis:	<b>AGQ International</b>		
Tipo Muestra:	<b>SUELO AGRICOLA</b>	Fecha/Hora:	<b>25/09/2019</b>	Fecha Recepción:	<b>30/09/2019</b>
Lugar de Muestreo:	<b>FUENTE</b>	Muestreo:		Fecha Fin:	<b>16/10/2019</b>
Punto de Muestreo:	<b>SECTOR 05 - LOTE 01 - VALVULA 10</b>	Fecha Inicio:	<b>10/10/2019</b>	Contrato:	<b>PE19-2924</b>
Muestreado por:	<b>Cliente</b>	Cliente 3º:	<b>--</b>		
Descripción:	<b>FENOLOGIA: FLOREACION</b>	Domicilio:	<b>AV. ENRIQUE CANAVAL Y MOREYRA NRO. 522 URB. EL PALOMAR LIMA - LIMA - SAN ISIDRO</b>		
Cliente:	<b>AGROALTO S.A.C.</b>				

#### FERTILIDAD FÍSICA

Clase Textural	Arenosa	
Arcilla	1,06 %	
Limo	2,50 %	
Arena	96,4 %	
Arena fina	94,3 %	
Arena Gruesa	2,17 %	

#### FERTILIDAD

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
Fósforo Disponible Olsen	< 9,80	mg/kg		20,0		40,0		Olsen	PE-2125
Nitrógeno Total	< 1,55	mg/kg		1,000		1,500			PEC-034
Materia Orgánica	0,18	%		1,20		2,00		Combustión	PE-2129
Caliza Activa	< 0,500	% CaCO <sub>3</sub>		1,50		4,00		Oxalato Amónico 0.2N	PEC-014
Calcio Disponible	4,57	meq/100 g		8,00		14,0		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Magnesio Disponible	0,42	meq/100 g		1,50		2,50		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Potasio Disponible	0,19	meq/100 g		0,50		0,80		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Sodio Disponible	0,45	meq/100 g		0,25		0,75		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Cond. Eléctrica (Ect 1/1)	3,78	µS/cm a 20° C						Extrac 1/1	PEC-002
pH (Extracto 1/1)	7,47	Unidades de pH						Extrac 1/1	PEC-001
Sumade Bases Disponibles	5,63	meq/100 g							PEC-020

#### MICROELEMENTOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
Boro	< 0,50	mg/kg		0,60		1,00		Extrac Acuosa	PE-2126
Hierro (DTPA)	< 4,00	mg/kg		4,00		10,0		DTPA	PEC-009
Manganeso (DTPA)	1,17	mg/kg		1,00		5,00		DTPA	PEC-009
Cobre (DTPA)	0,35	mg/kg		0,40		1,00		DTPA	PEC-009
Zinc (DTPA)	0,49	mg/kg		1,00		2,00		DTPA	PEC-009

#### COMPLEJO DE CAMBIO

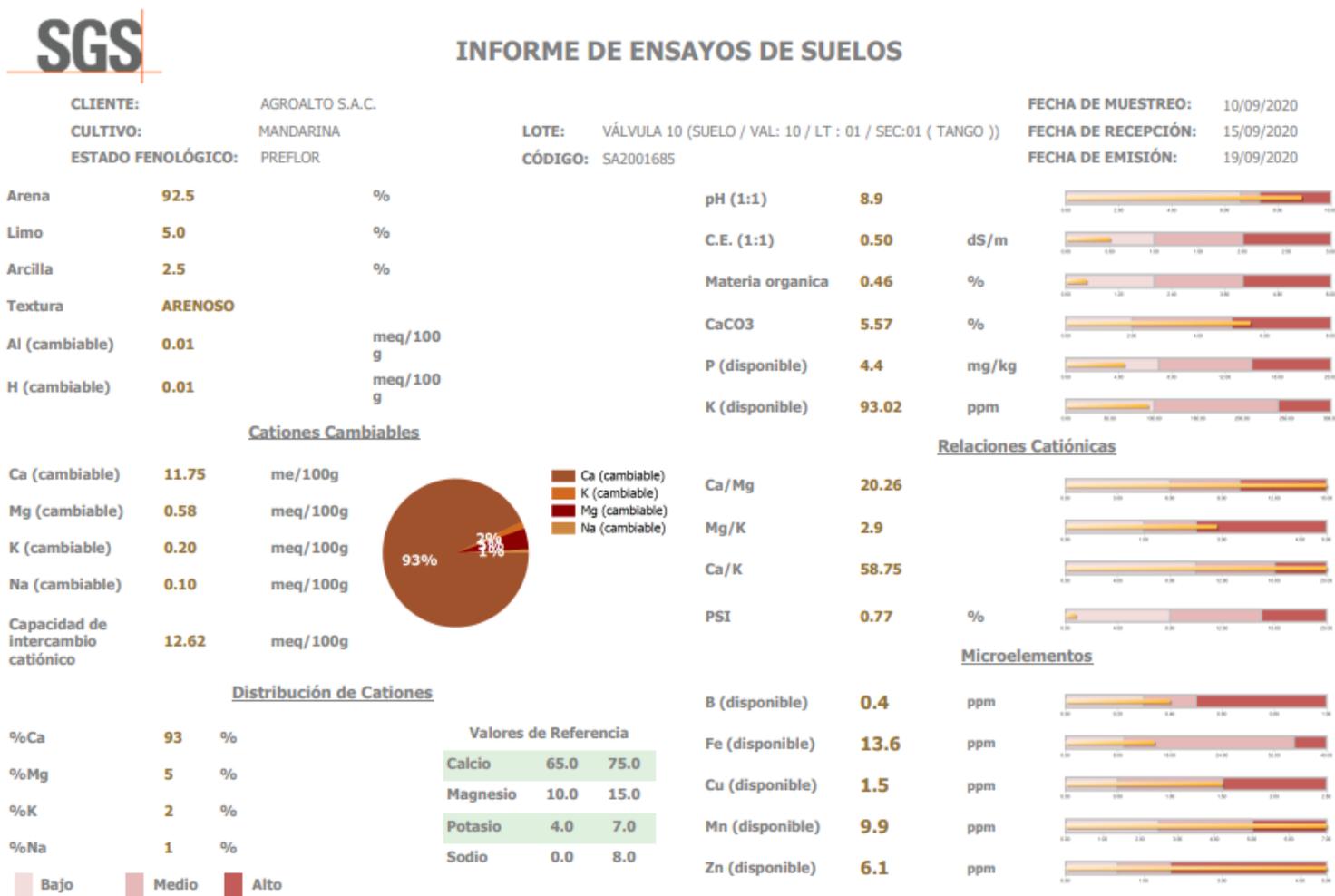
Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
Aluminio de Cambio	< 0,05	meq/100 g		0,50		1,00		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Calcio Cambio	4,536	meq/100 g		8,000		14,000		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Magnesio de Cambio	0,19	meq/100 g		1,50		2,50		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Potasio Cambio	0,15	meq/100 g		0,50		0,80		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
Saturación de Bases	< 0,05	%		50,0		80,0			PEC-020
Sodio Cambio	< 0,05	meq/100 g		0,25		0,50		Ac NH <sub>4</sub>	PEC-009
CIC Efectiva	4,87	meq/100 g		5,00		10,0			PEC-019

#### RELACIONES DE INTERÉS

Parámetro	Resultado	Unidades	Muy Bajo	Bajo	Normal	Alto	Muy Alto	Método	PNT
Relación C/N	< 0,08			30,0		15,0			PEC-041

FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC

## Anexo 8: Resultado de análisis de suelo setiembre 2020



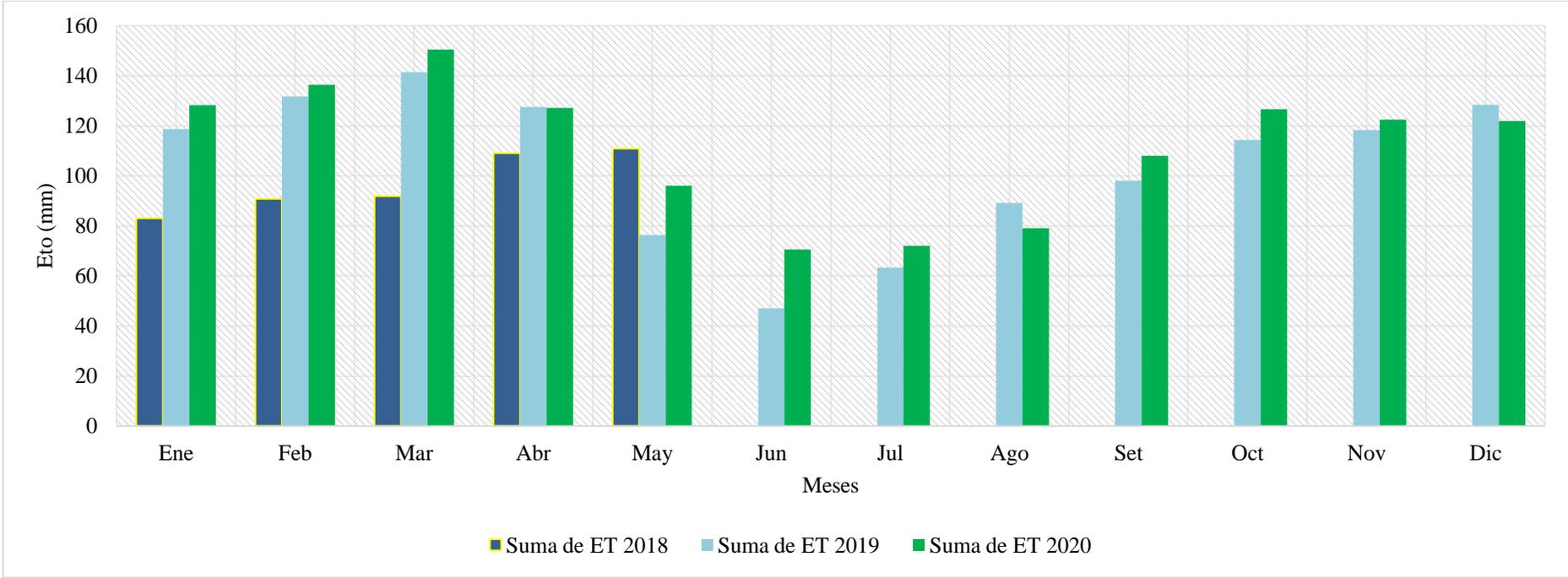
FUENTE: Fundo Puente – Agroalto SAC

**Anexo 9: Características físico-químicas del agua de riego del Fundo Puente – Agroalto SAC**

PARAMETROS	UNID.	Mar-2019		Set-2019		Set-2020		Set-2021	
		VALORES	CALIFICACION	VALORES	CALIFICACION	VALORES	CALIFICACION	VALORES	CALIFICACION
C.E	(dS/m)	1.04	Bajo	0.97	Bajo	0.98	Bajo	0.97	Bajo
pH	(--)	7.65	ligeramente Alcalino	8.35	ligeramente Alcalino	8.4	ligeramente Alcalino	8.2	ligeramente Alcalino
<b>CATIONES +</b>									
Calcio	meq/l	2.75	Bajo	2.13	Bajo	2.24	Bajo	2.17	Bajo
Magnesio	meq/l	0.75	Bajo	0.74	Bajo	0.74	Bajo	0.68	Bajo
Potasio	meq/l	0.17	Bajo	0.13	Bajo	0.14	Bajo	0.13	Bajo
Sodio	meq/l	5.67	Ligero alto	6.22	Ligero alto	6.68	Alto	6.55	Alto
<b>ANIONES -</b>									
Bicarbonato	meq/l	3.58	Alto	3.27	Alto	2.8	Alto	3.12	Alto
Cloruros	meq/l	2.0	Bajo	1.63	Bajo	1.92	Bajo	1.93	Bajo
Nitratos	meq/l	0.51	Bajo	0.46	Bajo	0.38	Bajo	0.52	Bajo
Sulfatos	meq/l	3.57	Bajo	3.91	Bajo	4.47	Bajo	3.87	Bajo
<b>METALES</b>									
Hierro	mg/l	<0.05	No detectable	<0.05	No detectable	0.26	Normal	0.02	Bajo
Manganeso	mg/l	<0.05	No detectable	<0.05	No detectable	0.01	Bajo	0.01	Bajo
Cobre	mg/l	<0.05	No detectable	<0.05	No detectable	0.370	Ligero alto	0.206	Ligero alto
Zinc	mg/l	<0.05	No detectable	<0.05	Bajo	0.345	Moderado	0.063	Bajo
Boro	mg/l	0.66	Moderado	0.70	Moderado	0.50	Moderado	0.74	Moderado

FUENTE: Fundo Puente - Agroalto S.A.C

**Anexo 10: Comparación de la evapotranspiración (mm) en los años 2018, 2019 y 2020 del Fundo Puente – Agroalto SAC**



FUENTE: Estación meteorológica Fundo Puente – Agroalto SAC

### Anexo 11: Exportación de mandarinos (kg) en los años 2017, 2018, 2019 y 2020 del Perú

Importadores	2016	2017	2018	2019	2020
	Cantidad exportada,	Cantidad exportada, Toneladas	Cantidad exportada, Toneladas	Cantidad exportada, Toneladas	Cantidad exportada, Toneladas
Mundo		37897	44319	33592	42525
Estados Unidos de América		8341	9986	5985	12714
Reino Unido		11312	13691	10313	10632
Canadá		6863	8061	5128	7014
Países Bajos		5644	7003	5148	5196
Rusia, Federación de		2059	1644	3357	2321
Irlanda		1621	1452	923	1639
Japón				46	824
China		533	974	885	608
Hong Kong, China		12		620	391
España		67	135	46	297
Panamá		125	140	156	175
Ecuador		98	100	96	158
México		336	332	301	130
Colombia		315	267	190	125
Costa Rica		359	210	114	115
Alemania					92
Honduras		22			46
El Salvador		34			25
República Dominicana			30	23	23
Aruba		1	1	2	1
Bélgica			87		
Chile		22			
Finlandia			137	114	
Francia		65	23	85	
Guatemala		46	21	38	
Portugal		23	23		
Arabia Saudita				22	

FUENTE: Trade Map Perú

## Anexo 12: Exportación de mandarinos (US\$) en los años 2017, 2018, 2019 y 2020 del Perú

Importadores	Valor exportado en 2016	Valor exportado en 2017	Valor exportado en 2018	Valor exportado en 2019	Valor exportado en 2020
Mundo	0	43292	46836	34190	45041
Estados Unidos de América	0	11591	13325	7368	14367
Reino Unido	0	12775	13763	10115	10705
Canadá	0	7015	8193	4816	6689
Países Bajos	0	5737	5743	4752	5613
Rusia, Federación de	0	2043	1660	3011	2492
Irlanda	0	1696	1476	879	1428
Japón	0	0	0	61	1073
China	0	799	1055	1150	761
Hong Kong, China	0	11	0	845	658
España	0	66	138	46	319
Ecuador	0	107	111	103	176
Panamá	0	134	164	163	169
México	0	383	356	319	152
Colombia	0	315	253	166	125
Alemania	0	0	0	0	116
Costa Rica	0	382	205	109	105
Honduras	0	32	0	0	46
El Salvador	0	35	0	0	26
República Dominicana	0	0	30	22	23
Aruba	0	1	3	3	1
Bélgica	0	0	116	0	0
Chile	0	31	0	0	0
Finlandia	0	0	162	122	0
Francia	0	61	22	83	0
Guatemala	0	52	22	42	0
Portugal	0	25	37	0	0
Arabia Saudita	0	0	0	16	0

FUENTE: Trade Map Perú