



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
Facultad de Agronomía
Dirección Unidad de Investigación
"Fundo Arrabales" Altura Km 299 Panam. Sur
Teléf.:056-257444 Anexo 25
Ica – Perú



CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2026

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

Evaluación de macro y micro elementos en el cultivo de granada Wonderful (*Punica granatum L.*) en la venta baja Santiago-Ica.

Presentado por:

ANGULO CARRASCO JAN CARLOS

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 01% de similitud (Uno por ciento de similitud) por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO

Según Reglamento para la evaluación de la originalidad de los documentos de investigación, aprobado con Resolución Rectoral N° 1668-R-UNICA-2020 – (18.1 La Universidad considera como original al documento de investigación que presenta un porcentaje de similitud menor o igual al veinte por ciento (20%) con textos de otros autores, según el informe automatizado de originalidad del programa informático adoptado por la Universidad.)

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

- Se analizó la **TESIS** mediante el programa informático iThenticate.
- Se consideró la exclusión de cadenas sintácticas de **40 palabras**, se adjunta pantallazo de la exclusión.

(15.5 La exclusión de cadenas sintácticas cortas procede para evitar que, frases habituales o de conexión, sean reportadas como similitudes. La longitud de las cadenas excluidas no debe superar las cuarenta (40) palabras y debe adecuarse a las características de la disciplina a la que corresponde el documento evaluado, además debe constar en el informe los criterios de exclusión utilizados).

Ica, 28 de enero del 2026.

Dr. FELIX GUILLERMO FUENTES QUIJANDRIA
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Agronomía

CARMINA PAOLA DONAYRE ESPINOZA
Operador del Programa Informático iThenticate

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA



Evaluación de macro y micro elementos en el cultivo de granada
Wonderfull (*Punica granatum* L.) en la venta baja Santiago - Ica.

Línea de investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

INFORME FINAL DE TRABAJO DE TESIS

Presentado por:

ANGULO CARRASCO JAN CARLOS

Ica, Perú

2026

Dedicatoria

Mi tesis va dedicada a mi familia, pero en especial a mi madre. Ella es la persona que estuvo en los momentos más difíciles de mi vida. Siempre me apoyo moralmente y económicamente. Siempre me aconsejaba “nunca te rindas hijo, siempre habrá obstáculos en tu camino. Y cada obstáculo es una victoria en tu vida. Por eso madre te digo. Si no fuese por ti yo no hubiese llegado donde yo estoy ahora, gracias, madre por todo lo que has hecho por mí. Y Siempre serás mi motivo de seguir adelante.

A mi padre por inculcarme sus buenos valores, y por apoyarme moralmente. Sé que no has tenido las condiciones necesarias para apoyarnos, pero lo poco que has tenido lo has compartido con nosotros tu familia.

A mi hermano Jonathan, tú eres testigo de todo lo que hemos pasado en la vida. Con Tigo hemos reído, hemos llorado, nos hemos divertido. Hoy en día somos lo que somos gracias a nuestra madre. Para mí siempre serás un buen compañero, un buen amigo, un buen padre, eres un ejemplo para tus hijos. Gracias por tus buenos consejos hermano.

A mi hermana Mayly. Siempre serás la engreída de la familia. Sé que todavía no has cumplido con tus objetivos. Pero sé que lo lograras, tú también eres testigo de todo el sacrificio que he tenido que pasar para lograr terminar mi carrera profesional, gracias por el apoyo moral hermana.

Jan Carlos Angulo Carrasco

Agradecimiento

Primeramente, agradezco a dios por darme siempre salud y fuerzas de superación, humildad, perseverancia y sacrificio de seguir adelante. Y que, gracias a él, he llegado a concluir mi carrera profesional lo que más me apasiona.

También expresar mi agradecimiento a mi asesor de tesis. Al Dr. Hugo Alberto Vásquez salas. Darle gracias por su dedicación, empeño, apoyo y confianza en la realización de mi proyecto de tesis. Siempre estuvo comprometido con mi trabajo, y que gracias a sus experiencias y sabidurías se pudo llegar a concluir satisfactoriamente mi trabajo.

También agradecer a mi Facultad de Agronomía y a todos los docentes que me enseñaron durante los 5 años de aprendizaje. Gracias por brindarme sus buenas enseñanzas, que me han ayudado bastante en mi trabajo como profesional.

Jan Carlos Angulo Carrasco

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	xi
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes del problema la investigación	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problema específico	2
1.3 Justificación e importancia de la Investigación	2
1.4 Hipótesis y variables de la investigación	3
1.5 Objetivos de la investigación	4
1.6 Variables de la investigación	4
II ESTRATEGIA METODOLOGÍA	5
2.1 Tipo, nivel y diseño de la investigación	5
2.2 Ubicación	5
2.3 Instrumentos recolección de datos	5
2.4 Técnicas de recolección de datos	6
2.4.1 Metodología de la aplicación d ellos tratamientos	6
2.4.2 Referente al análisis de suelo	6
2.4.3 De los análisis foliares	6
2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	7
2.6 Población y muestra	8
2.6.1 Población del estudio	8
2.6.2 Población de la muestra de estudio	8
2.7 Presentación e interpretación de los resultados	8
2.7.1 Análisis del suelo (Físico – Mecánico)	8
2.7.2 Registro meteorológico	10
2.7.3 Conducción del cultivo	10
2.7.4 Deshierbos y cultivos	15
2.7.5 Control fitosanitario	15

	2.7.6 Riego y fertilización	16
	2.7.7 Cosecha	16
	2.7.8 Estados fenológicos del cultivo de granado	17
III	RESULTADOS	
	3.1 Valores de los resultados de los diferentes análisis foliares, según las 4 etapas fenológicos en la evaluación de macro y microelementos en el cultivo de granado, Wonderfull	19
	3.2 Interpretación de resultados obtenidos de muestra foliares de diferentes estados fenológicos del cultivo de granado (Brotamiento, floración, fructificación, maduración)	24
	3.2.1 Fluctuación de resultados en figuras de los análisis de hojas, ilustrados del cultivo de granado de macro y microelelmentos, según etapas fenológicas	29
IV	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	44
	4.1 Discusión de resultados obtenidos	44
	4.1.1 Análisis físico mecánico y químico del suelo	44
	4.1.2 Información meteorológica mensual	44
	4.1.3 Resultados de análisis realizados	45
	4.2 Contrastación de la hipótesis general	47
	4.3 Contrastación de la hipótesis específica	49
V	CONCLUSIONES	51
VI	RECOMENDACIONES	53
VII	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS	54
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLA

		Pág.
Tabla 1	Análisis físico – mecánico de suelo – 2024 Santiago – Ica	9
Tabla 2	Análisis químico del suelo – 2024	9
Tabla 3	Registros meteorológicos mensuales 2024-2025	10
Tabla 4	Aplicación de Cianamida en el cultivo de granada	12
Tabla 5	Estados fenológicos	17
Tabla 6	Muestra 1: Pleno brotamiento, interpretación análisis foliar, cultivo de granado	19
Tabla 7	Muestra 2: Estado fenológico: floración. interpretación análisis foliar, cultivo de granado Wonderfull. El Rosario, La Venta, Santiago-Ica-2024	20
Tabla 8	Muestra 3: Floración /fructificación y desarrollo de bayas. análisis e interpretación, cultivo de granado wonderfull 4 años – La Venta - Santa Dominguita - Santiago - Ica	21
Tabla 9	Muestra 4: Hojas recolectadas: Estado fenológico: maduración en el cultivo de granado var. Wonderfull – Santiago - Ica	22
Tabla 10	Fluctuación de los nutrientes en las etapas fenologías del cultivo de granado, Wonderfull, brotamiento: floración, fructificación y maduración	23

ÍNDICE DE FIGURA

	Pág.
Figura 1	Estado fenológico del granado 18
Figura 2	Concentración foliar del nitrógeno en las hojas de granado 29
Figura 3	Concentración foliar del fosforo en las hojas de granado 30
Figura 4	Concentración foliar del potasio en las hojas de granado 31
Figura 5	Concentración foliar del calcio en las hojas de granado 32
Figura 6	Concentración foliar del magnesio en las hojas de granado 33
Figura 7	Concentración foliar del azufre en las hojas de granado 34
Figura 8	Concentración foliar del sodio en las hojas de granado 35
Figura 9	Concentración foliar del cloro en las hojas de granado 36
Figura 10	Concentración foliar del cobre en las hojas de granado 37
Figura 11	Concentración foliar del zinc en las hojas de granado 38
Figura 12	Concentración foliar del manganeso en las hojas de granado 39
Figura 13	Concentración foliar del hierro en las hojas de granado 40
Figura 14	Concentración foliar del boro en las hojas de granado 41
Figura 15	Concentración foliar del magnesio en las hojas de granado 42
Figura 16	Fluctuación de los nutrientes en etapas fenológicas en el cultivo de granado 43

RESUMEN

Es de interés del agro, establecer lineamientos respecto a cultivos exportables, como el caso del granado (*Punica granatum L.*), fruta muy exquisita de orígenes naturales o nativo en el caso del Perú, ha crecido por décadas como planta nativa; sin embargo, luego de estudios científicos realizados se encontró que la fruta contiene elementos vitamínicos de gran relevancia a la salud. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la fertilización de macro y microelementos del cultivo de granado según fenología en el distrito de Santiago-Ica. El diseño estadístico utilizado fue el de transeccional descriptivo, se observó, la cantidad de macro y microelementos acumulados en el suelo y cultivo de granado, bajo la conducción del manejo agronómico del predio. De acuerdo a las evaluaciones realizadas se pudo observar que el Nitrógeno (2.63 % -10.26 kg/ha) y Fósforo (0.26 % - 0.250 kg/ha) tuvieron concentraciones altas al inicio, del Potasio (0.87 %-3.62 kg/ha, 1.18 % -9.84 kg/ha, 1.18 %-14.76 kg/h, 0.83 % -13.84 kg/ha) normal, en todas sus etapas, el Calcio (0.45 %-1.79 kg/ha) y Magnesio (0.13 % -0.54 kg/ha), concentraciones bajas al inicio, el Azufre (0.06 % - 0.25 kg/ha, 0.03 %-0.23 kg/ha, 0.04 % - 0.50 kg/ha, 0.06 % - 1.00 kg/ha valores bajos de inicio hasta el final. El Sodio (0.09 % -0.37 kg/ha, 0.06 % - 0.50 kg/ha, 0.05 %-0.62 kg/ha, 0.09 % -1.50 kg/ha) con nivel crítico en todas sus muestras.

Palabras claves: Macro y microelementos, cultivo de granado.

ABSTRACT

It is of interest to the agricultural sector to establish guidelines regarding exportable crops, such as the pomegranate (*Punica granatum* L.), a highly prized fruit of natural origin, or native to Peru, where it has been cultivated for decades. However, scientific studies have revealed that the fruit contains vitamins of great importance to health. This research aimed to evaluate the fertilization of pomegranate trees with macro- and microelements according to their phenology in the district of Santiago-Ica. The statistical design used was a descriptive cross-sectional study. The amount of macro- and microelements accumulated in the soil and pomegranate trees was observed under the agronomic management of the property. According to the evaluations carried out, it was observed that Nitrogen (2.63%-10.26 kg/ha) and Phosphorus (0.26%-0.250 kg/ha) had high concentrations at the beginning, Potassium (0.87%-3.62 kg/ha, 1.18%-9.84 kg/ha, 1.18%-14.76 kg/ha, 0.83%-13.84 kg/ha) was normal in all its stages, Calcium (0.45%-1.79 kg/ha) and Magnesium (0.13%-0.54 kg/ha) had low concentrations at the beginning, Sulfur (0.06%-0.25 kg/ha, 0.03%-0.23 kg/ha, 0.04%-0.50 kg/ha, 0.06%-1.00 kg/ha) had low values from the beginning until the Final. Sodium (0.09%-0.37 kg/ha, 0.06%-0.50 kg/ha, 0.05%-0.62 kg/ha, 0.09%-1.50 kg/ha) with critical levels in all samples.

Keywords: *Macro and microelements, pomegranate cultivation.*

I. INTRODUCCIÓN

Es de interés del agro, establecer lineamientos respecto a cultivos exportables, como el caso del granado (*Punica granatum L.*), fruta muy exquisita de orígenes naturales o nativo en el caso del Perú, impulsado por líberos del dominio español, ha crecido por décadas como planta nativa; sin embargo luego de estudios científicos realizados se encontró que la fruta contiene elementos vitamínicos de gran relevancia a la salud, como dolencias delicadas como anemia, próstata, vasculares y otros que le dan un grado importante, donde a través del mejoramiento genéticos, se ha obtenidos variedades como la Wonderfull, la cual se tiene en el sector el Rosario del caserío de la Venta Baja, ex Santa Dominguita del Sr. Jesús Toledo en el distrito de Santiago, provincia y departamento de Ica.

Bajo las condiciones del manejo cultural de labores culturales empleados se ha realizado la investigación de la evaluación de macro y microelementos de este cultivo de granado, donde se realizó los análisis respectivos llegándose a la determinación de la deficiencia, exceso y normalidad de elementos nutricionales, en sus diferentes etapas de la fertilización foliar del cultivo granado en sus diferentes etapas fenológicas del periodo vegetativo de la campaña 2024-2025, la cual sirvió para un incremento de los rendimientos y calidad de la fruta de la granada. Siendo entonces de gran valor la obtención de resultados obtenidos.

Asimismo, servirá de modelo para investigadores posteriores que puedan realizar estudios al respecto para su atención.

1.1. Antecedentes del problema de investigación

a) Antecedentes a nivel nacional

Cabe resaltar debido a investigaciones realizadas al respecto del cultivo del granado de las determinaciones de los elementos mayores y menores macro y micronutrientes, siendo lo más encontrado del nitrógeno, resalta que se encuentran eventos de la nutrición en la cantidad acumulable foliarmente casi en las etapas últimas, siendo escasa y muy poca en los elementos de fósforo y potasio, se encuentran normales durante el periodo del desarrollo de crecimiento y vegetativo en todos sus estadios fenológicos de la planta de granado.

Los macroelementos mayores o primarios como el caso de Ca, Mg, S, presentan una absorción foliar baja o reducida en el granado los elementos o nutrientes menores como el Cu, Mn y Fe, tuvieron una absorción normal en todas las etapas fenológicas de su desarrollo vegetativo, en el caso del microelemento Zn la absorción foliar fue baja en las etapas del desarrollo fenológico del cultivo del granado Wonderfull.

El Boro tuvo absorción escasa o mínima al inicio del desarrollo, aumentando en sus últimos estadios de su desarrollo final del periodo vegetativo de granado.

b) Antecedentes a nivel local

Refiere [1] en la investigación de su estudio “Ritmo de absorción de macro y micronutrientes en el cultivo del granado (*Punica granatum L.*) en condiciones de un sistema de fertilización, en la zona baja del valle de Ica”, el objetivo fue cumplido en la determinación de la absorción foliar de los macro y micronutrientes en la zona baja del distrito de Santiago de la provincia y departamento de Ica”, estudio que se realizó para el ámbito local y nacional respectivamente.

Como referente de este compendio [2] dice de la taxonomía dentro del sistema clasificativo en cuanto a la botánica de plantas del granado, variedad Wonderfull, de la taxonomía refieren a que ésta planta se clasifica:

1.2. Formulación del Problema

La necesidad de tener un buen desarrollo y lograr rendimientos productivos de la buena calidad del granado; es conocer el desarrollo fenológico de las etapas del crecimiento y desarrollo del cultivo, desde la implantación de este, en viveros, así como el correcto estacado, plantación, podas, riegos, fertilización, control fitosanitario, en momentos adecuados y oportunos para lograr en buen desarrollo en cada una de estas etapas del granado.

Refiere [3] en la investigación realizada “Determinación del ritmo de absorción macro y micronutrientes (Elementos) en el cultivo del palto (*Persea americana, Mill*), variedad Hass, en la zona alta del valle de Ica, tesis-UNICA 2017, comprobando se eficazmente la absorción de macro y micronutrientes (Elementos) de diversas plantaciones en cultivos como palta, granado, en diferentes acciones, con buen desarrollo de las nuevas prácticas agrícolas.

1.2.1. Problema General

¿A través de una evaluación de los macro y microelementos, habrá una adecuada fertilización del cultivo de granado en Santiago-Ica?

1.2.2. Problema Específico

¿A través de prácticas agrícolas mejorará la fertilización y eficiencia de los macro y microelementos en el cultivo de granado fenológicamente en Santiago-Ica?

1.3. Justificación e importancia de la investigación.

a) Justificación.

Debido a deficiencias en calidad y rendimientos de cultivos agrícolas, se puede evidenciar que existe factores que dificultan el grado de consumo de productos de exportación, presentando deficiencias que hace necesario la justificación de realizar este

tipo de investigación de una manera real y efectiva, ya que a través del tiempo el suelo se viene debilitando y por ende las plantas se debilitan también bajando el incremento de estos, también se debe tener en cuenta que los costos son elevados y los campos ya son pocos productivos, por lo que hace necesario elevar costos, porque las necesidades cada vez son mayores, es por esto y otras razones la realización de este proyecto justificado la necesidad de realizar la investigación de los macro y microelementos en el cultivo del granado, refiere [4 en texto de árboles frutales, cultivos y explotación comercial.

b) Importancia.

Es de suma necesidad avanzar científicamente y tecnológicamente el grado de valor que alcance la importancia de todo tipo de investigación que se realice, tanto en productos agrícolas, metales pesados, riegos, fertilización, manejo de labores, control fitosanitarios, en fin un sin número de programas de la investigación en el tema de los macro y microelementos o nutrientes y/o elementos primarios, secundarios para la nutrición de cultivos en este caso el granado, para la zona del valle de Ica, en Santiago mejorando la agricultura moderna.

Según refiere [5] en su investigación como el estudio “Determinación del ritmo de absorción de macro y microelementos del cultivo de palto (*Persea americana Mill*) variedad Hass, bajo sistema de riego de fertirrigación en la zona baja del valle de Ica”. Tesis Facultad de Agronomía 2019-Ica, como referente de consulta para el desarrollo agrícola. Manifiesta [6] respecto a frutas y nueces para el trópico, siendo importante según esta referencia.

La población y comunidad tienen prioridad de establecer a través de los agricultores que se dedican al sembrío de los cultivos, ser referentes respecto al conocimiento de los componentes nutricionales tanto de suelos, como el de las hojas a través de sus respectivos resultado de sus análisis, donde las técnicos y profesionales llevarán los resultados, y realizarán las recomendaciones y sugerencias para sus cultivos, sobre todo en este caso el cultivo de granado, de la variedad Wonderfull como cultivo de exportación.

1.4. Hipótesis y variables de la investigación

a) Hipótesis General

Con la evaluación de los macros y microelementos foliarmente del granado, bajo condiciones de la fertilización mejorará los rendimientos de este.

b) Hipótesis Específica

Según evaluación en los macro y microelementos foliarmente del cultivo de granado fenológicamente mejorará la fertilización para las condiciones de la zona baja de la Venta, Santiago – Ica.

1.5. Objetivos de la investigación

a) Objetivo General

Evaluar macro y microelementos del cultivo de granado de su fertilización en Santiago – Ica.

b) Objetivo Específico

Evaluar la fertilización de macro y microelementos del cultivo de granado según fenología en Santiago-Ica.

1.6. Variables de la investigación

- **Variable Independiente (Causa X_1)**

Evaluación de macro y microelementos del granado.

- **Variables Dependientes (Efecto Y_1)**

Acumulación de la concentración en las hojas de macro y microelementos en el cultivo de granado

- **Indicadores**

- Kg/ha
- Empleo mayor de fertilizantes.

- **Variables intervinientes**

Indica lo que se interpone entre las variables independientes y de los dependientes y se considera las siguientes:

- **Sanidad:** Plagas y enfermedades, es uno de los problemas principales que el agricultor afronta, ya que pueden originar causas bióticas en las plantas, originando dificultades funcionales en las plantas interponiéndose entre las variables independientes y dependientes (Insectos, hongos, bacterias, etc.)
- **Clima:** Variaciones del clima, tiene consecuencias importantes para el cultivo, siendo adecuadas temperaturas óptimas, que favorecen al buen inicio del brote y desarrollo del follaje del granado, iniciando en buen desarrollo y crecimiento, pero temperaturas demasiadas extremas bajas o el evaluar desfavorece la calidad de los frutos de granada.
- **Variedad:** Es de consideración para las distintas selecciones y preferencias, así como la susceptibilidad y resistencias a factores internas o externas, por eso la genética define características en cultivo a la adaptabilidad, resistencia, susceptibilidad se dañó de agentes patógenos y componente fisiológicos, se relaciona al tamaño, cantidad, calidad de elementos y vigor de la planta.
- **Agua:** Los riegos, su deficiencia, su uso predispone a la planta estrés hídrico, afectando la producción y calidad en función a la fisiología de la planta.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación

a) Tipo de investigación

Se trata de una investigación no experimental, dado a que se trata de describir un evento para especificar su comportamiento, es de naturaleza descriptiva. [12].

b) Nivel de la investigación

Se trata de una investigación no aplicada que busca ampliar el conocimiento científico y teórico sin perseguir una aplicación práctica inmediata

c) Diseño de la investigación

El diseño estadístico utilizado fue el de transeccional descriptivo, se observó, la cantidad de macro y microelementos acumulados en el suelo y cultivo de granado, bajo la conducción del manejo agronómico del predio El Rosario del agricultor Rolando Toledo Salas, en el sector de la Venta Baja, del distrito de Santiago, quien estuvo las prácticas culturales necesarios en el buen manejo agronómico en el cultivo de granado de la variedad Wonderfulll, con un sistema de riego por goteo, con un programa de fertilización casi no apropiado para el desarrollo del cultivo de granado.

2.2. Ubicación

Predio el “Rosario” Venta Baja, distrito de Santiago, provincia y Región Ica.

2.3. Instrumentos de recolección de datos

La presente información del estudio, consistió en la recolección numérica de datos, relacionado con la cantidad de los nutrielementos encontrados en el follaje (Hojas) se cronograma de actividades en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de granado como el brotamiento, floración, fructificación y maduración de los frutos, se tomó en cuenta a la vez la revisión de literatura existente, respecto a los macro y microelementos para la estimación de resultados confiables, usándose bibliografía, internet, experiencia de otros asesores del manejo agronómico del cultivo bajo sus condiciones, otros, etc.

Se empleó para el ensayo el instrumental siguiente al igual que los materiales como: Libreta de campo, cámara fotográfica y celular, etiquetas, lampa, bolsas plásticas, papel krafft (Fólder), plumones indelebles, laptop, wincha

Se evaluó características en la investigación muestras foliares de follaje (hojas) del cultivo de granado (*Punica granatum* L.), variedad Wonderfull y en las diferentes etapas fenológicas de cultivo, según el cronograma de actividades para el año 2024-2025.

2.4. Técnica de recolección de datos

2.4.1. Metodología de la aplicación de tratamientos

Del campo en estudio, se tomó en consideración observaciones como los procedimientos prácticos que permitieron el descubrimiento, la evaluación y contrastando la realidad del campo donde se efectuó la investigación realizada.

Siendo esto un ensayo no experimental, no se encuentra y no existe metodología de tratamientos, por la consideración del análisis foliar de hojas del cultivo de granado, se tuvo en cuenta su periodo fenológico, como información inicial.

Lo relevante de la información ha sido detallado la concentración y absorción de los micro y macroelementos presentes en la planta de granado (hojas) cuyas muestras han sido tomadas al azar en el cultivo de granado, en las bolsas o sobres manilas (papel krafft) etiquetadas con la información requerido por el envío a los laboratorios del Instituto Rural de Valle Grande San Vicente –Cañete, con las indicaciones de la muestra y estado de desarrollo del cultivo del granado.

A la vez se ha tenido en cuenta las labores agronómicas del cultivo bajo las condiciones del predio El Rosario, sector de la Venta Baja, distrito de Santiago, provincia y departamento de Ica, con indicaciones del asesoramiento personal del agricultor, en referencia a las labores agrícolas, dosificaciones de la fertilización, por el sistema de riego a goteo en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de granado, variedad Wonderfull, recopilando toda información que sirvió como instrumento para el procesamiento de lotes (resultados) desarrollo en las respectivas evaluaciones para el rango de valores y su interpretación respectiva.

2.4.2 Referente al análisis de suelo

Del área seleccionada en el presente estudio de investigación, ubicado en el sector del El Rosario en la Venta Baja-Santiago, se muestreo el campo en puntos diferentes para sacar muestras de tierra aproximadamente 10 puntos a una profundidad o nivel de 0.00-0.60 mts, hasta completar 1.0 kg del total de estos, luego se homogenizó y se pesó hasta a 1.0 kg, y fueron remitidos a los laboratorios del Instituto Rural Valle Grande de San Vicente de Cañete, Lima Perú, para su análisis y resultados respectivos, aquí se conoció el tipo de suelo, así como los contenidos de los macro y microelementos de los elementos mayores y menores, materia orgánica pH, y C.E., de la química del suelo del sector estudiado.

2.4.3 De los análisis foliares

En etapas diferentes del periodo fenológico del cultivo de granado de la variedad Wonderfull, se tomaron en total 4 muestras foliares, cada una en la cantidad de 50 hojas

aproximadamente de diferentes puntos del área en estudio, hasta completar aproximadamente 500 gramos estos fueron remitidos a los laboratorios del Instituto Rural Valle Grande de Cañete, para la determinación de la concentración de los micro y macroelementos acumulados en el cultivo de granado, incluyó las etapas de la extracción de las muestras foliares serán aproximadamente:

1° Setiembre: Muestra de brotamiento

2° Noviembre: Muestra de floración

3° Enero: Muestra de llenado y desarrollo de fruta.

4° Marzo: Maduración de la fruta de granado

Bajo esta técnica de los resultados que se obtuvieron, reflejaron las condiciones de la plantación del predio “El Rosario” del Sr. Rolando Toledo Solís.

Refiere y manifiesta [8] del informe de los fertilizantes químicos y su acción de los químicos en sus conceptos vertidos.

Refiere [10] también al respecto el análisis realizado de texto del suelo y su fertilidad” al momento de realizar muestreos y concluir con los resultados de estos (Análisis) y resultados.

Según [11] refieren en la determinación de la tasa de absorción de los macro y micronutrientes en el cultivo de palto, de la variedad Hass, en conducción de riego por goteo bajo sistema de fertilización en la zona alta del valle de Ica. Donde se concluye y se recomienda del trabajo investigado es de garantía y confianza con 100% de efectividad, por lo que resume afirmando la importancia de realizar análisis de suelo y foliares en diferentes plantíos, cultivos y zonas diferentes en todo ámbito a nivel local, nacional e internacional.

2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

De las muestras de los análisis arrojaron resultados, los mismos que fueron recabados y comparados con los estándares establecidos según tabla con sus valores respectivos para la interpretación respectiva en determinación de la absorción del concentrado de elementos nutricionales en el cultivo de granado de la variedad Wonderfull bajos las condiciones de la zona de Santiago, siendo entonces el suelo el que se adecuará a condiciones para un buen manejo agronómico del mismo.

Respecto a los resultados de los análisis foliares proporcionados por los laboratorios conocidos estos en las diferentes etapas fenológicas del granado, permitieron establecer la cantidad del concentrado de elementos nutricionales y el rango de valoración de los mismos, estableciendo la integración y discusión de los mismos, por la cantidad de nutrientes que se encuentra en las etapas del desarrollo fenológico del granado y se pudo obtener información

y dar un buen manejo agronómico para las condiciones del medio en el cultivo de granado, para cada elemento nutricional para este cultivo.

2.6. Población y muestra

2.6.1. Población del estudio

Estuvo representado por las plantas del cultivo de granado del predio “El Rosario” de propiedad del Sr. Rolando Toledo Solís, de una superficie de 2.0 hectáreas, con plantación de 5 años de edad, bajo el sistema de riego por goteo, estos se encuentran con densidades de 6 mts entre surcos por 4.0 mts entre plantas.

Teniendo aproximadamente 348.0 plantas, en total del área de investigación perfectamente de buena sanidad y condiciones vegetativas de las plantas del granado.

2.6.2. Población de la muestra del estudio

Se representó por la cantidad y acumulación de macro y microelementos de las hojas en las diferentes plantas de granado, muestradas al azar en diferentes puntos de las 2 hectáreas en estudio, calculando aproximadamente 50 hojas de granado hasta completar 500 gramos de la muestra, las mismas que se mezclaron hasta alcanzar una homogeneidad de estas fueron enviadas a los laboratorios del Instituto Rural Valle Grande de San Vicente Cañete, Lima- Perú.

2.7. Presentación e interpretación de los resultados.

Culminada la investigación en estudio, referente a la evaluación de los macro y microelementos en el cultivo de granado (*Punica granatum*) variedad Wonderfull bajo las condiciones del predio El Rosario del sector de la Venta Baja en el distrito de Santiago-Ica, de las muestras analizadas, las evidencias de éstas se reportan en el capítulo del anexo en el que se detallan los resultados obtenidos, con lo que se ha realizado la evaluación e interpretación de éstos.

2.7.1. Análisis del suelo (Físico – Mecánico)

Con las muestras enviadas a los laboratorios del Instituto Rural Valle Grande de San Vicente Cañete, a nivel de 0.00-0.60 mts con la obtención de diferentes puntos del área experimental del cultivo de granado de 4 años de edad para evaluar los análisis físico y mecánico del suelo, así como el análisis químico de fertilidad del suelo, cuyos resultados permitirán el estado de las condiciones del suelo en cuanto a los elementos nutritivos de los macro y microelementos y se tomará las medidas correctivas en deficiencias y exceso de estos parámetros.

TABLA 1

ANÁLISIS FÍSICO – MECÁNICO DE SUELO – 2024 SANTIAGO – ICA

Determinación	Suelo-Nivel (0.00 m -0.60 m)	Método empleado	Técnica
Arena %	35.99	MES -001	Bouyucos
Limo %	42.69	MES -001	Bouyucos
Arcilla %	23.32	MES-001	Bouyucos
Clase textual	Franco Arenoso	MES -001	Bouyucos

Fuente: Laboratorios Instituto Rural Valle Grande -Cañete -Lima

Referente al resultado determina la evaluación del cultivo de granado viene presentando una textura franca.

TABLA 2

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO – 2024

Análisis: 888-015-2024

Fecha: 28.08.2024

Determinación	Suelo (0.00 m-0.60m)	Método usado	Interpretación
Nitrógeno %	0.072	Kjeidahl	Bajo
Fósforo disponible ppm	11.66	Olsen	Bajo
Potasio disponible ppm	642.40	Acetato de Amonio	Alto
Materia orgánica %	1.24	Walkley y Black	Normal
Carbonato de calcio total %	1.31	Gavimétrico	Bajo
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C (dS/m)	20.50	Electrométrico	Muy Salino
pH (1/1) a Temp = 20.9 °C	8.02	Electrométrico	Medianamente Alcalino
Cationes Cambiables			
Calcio mEq/100 g	9.24	FAAS	Normal
Magnesio mEq/100 g	1.96	FAAS	Normal
Sodio mEq/ 100 g	2.07	FAAS	Alto
Potasio mEq / 100 g	1.49	FAAS	Alto
P.S.I. (%)	14.04	Cálculo Matemático	No sódico
C.I.C.E mEq / 100 g	14.76	Cálculo Matemático	Medio

Fuente: Laboratorio Instituto Rural Valle Grande

* FAAS: Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

* MES: Cálculo Matemático. Método propio del Laboratorio.

2.7.2. Registros Meteorológicos

Registros que corresponden a los meses del desarrollo vegetativo del cultivo de granado que se inició en el mes de agosto 2024 y culminó en el mes de marzo del 2025.

Datos Meteorológicos

Los mismos proporcionados por SENAMHI- Ica:

- Latitud Sur : 14°05'00"
- Longitud Oeste : 75°44'00"
- Altitud : 398 m.s.n.m.

TABLA 3
REGISTROS METEOROLÓGICOS MENSUALES 2024-2025

Meses	Temperaturas °C			Humedad relativa (%)	Horas de sol total mensual (HS)	Velocidad media mensual (%)
	Máxima	Media	Baja			
Agosto	26.7	17.5	9.8	75	225.6	2.2
Setiembre	29.3	19.3	10.6	73	209.0	2.0
Octubre	31.3	21.8	12.9	70	252.5	2.0
Noviembre	31.0	22.4	14.2	70	227.1	1.9
Diciembre	32.2	24.3	16.2	66	214.7	1.9
Enero	33.2	25.7	17.1	66	208.5	2.0
Febrero	32.8	26.3	20.6	71	135.5	1.9
Marzo	33.3	26.5	19.3	73	184.1	1.8

Fuente: SENAHMI-Ica

2.7.3. Conducción del cultivo

Para la etapa de brotamiento, floración, fructificación y maduración, bajo las condiciones del cultivo del predio El Rosario del sector de la Venta Baja, en Santiago, Ica, se pudo recolectar la información proporcionada con el detalle siguiente:

- Poda

Luego de terminar la cosecha de la campaña anterior, es decir del año 2023 se realizó la poda en granado en el mes de Julio del año 2024, siendo esta una de las labores más importantes, que hace el marcado del inicio y desarrollo de campaña 2024-2025. Esta ejecución es importante de las otras prácticas culturales para dar un buen inicio, buen manejo agronómico en el cultivo de granado. Promoviendo una luminosidad mayor en la canopia, así inducir a la mejor incidencia de plagas y enfermedades, favoreciendo la

mejor eficaz para las aplicaciones foliares y de sanidad. Pudiéndose distinguir poda como:

- **Poda de formación**

Consistió en la formación de la planta de granado como un solo tronco formándose brazos que salen del tronco principal, los cuales fueron direccionados tipo de la forma de una sombrilla arbustiva.

Se eligen cuatro brazos principales que forman la estructura o armazón orgánica de la planta de granado.

- **Poda de fructificación**

Esta consistió en un aclareo simple de las ramas, por motivo de la gran cantidad que aparecen año tras año evitan que los frutos rocen entre sí, porque la piel de estos es sensible, facilitando a la vez la recolección y cosecha. Se notó brotes cortados que tenían daños, como la rotura de ramas o enfermas.

Para esto se elige uno de los brotes que por posición sustituyan la rama rota o enferma, tapando algunas heridas con cicatrizantes a base de cobre, como el Sanix, Puncil, evitando la entrada posible de patógenos o infestaciones.

- **Poda de rejuvenecimiento**

Se pudo apreciar la práctica de esta poda que tiene como finalidad rejuvenecer el granado, practicándose cuando hay un excesivo número de viejas ramas, consiguiéndose la total renovación de las ramas de la planta.

Se realizó esta labor, reconociendo la zona, formación de ramas, desde el interior de la planta (árbol) excesivo brotes y ramas, sin perjudicar la fruta, y como criterio se toma en cuenta:

- La poda de ramas y brotes, con el despejado de la copa, no dejando mínimas porciones, facilita la luminosidad, dejando mamones necesarios ocupando espacios vacíos tanto en los primeros niveles (1 y 2).
- Se notaron el corte de brotes cortos en el 1er y 2do alambre (Evita que la fruta se exponga al sol).
- Del traslape (entre planta y planta) en una línea misma, se considera en la ocupación de espacios vacíos horizontal y verticalmente, el material excedente fue eliminado, las ramas estaban superpuestas aproximadamente entre 20 a 25 cms.
- De los mamones que nacieron en la base de la planta, fueron removidos y podados.
- Las ramas fructíferas (cargadores) estaban colocados en espacios aproximados de 60 cms entre ellos, que llegaron a ocupar al 100% en ambos planos de la circunferencia. Evitando la reducción de cargadores en cada plano.

- Los brotes fruteros no fueron cortados estando correctamente en la planta.
- **Rastrojos de los materiales**
Luego de la poda, todo el material podado (Llamado rastrojo) fue retirado de la planta (árbol) lo que fueron colocados en las calles entre surco y surco, posteriormente fueron demolidos y retirados de la calle.
- **Picado de rastrojos**
Los rastrojos o restos de la poda, luego de culminar esta fueron picados la cual pido ser de una o dos pasadas.
- **El amarre**
Esta práctica del amarre tiene como fin dar la estructura de las plantas por lo que se debió amarrar los cargadores en el año donde se ubica en la copa de la planta. Estos no deben de estar juntos, ni superpuestos porque entonces las frutas serán perjudicadas, como color de frutos o decoloración de éstas.
- **Aplicaciones**
 - a) **Cianamida**
Es fundamental esta aplicación, para el uniformar el brotamiento, compensando las horas de frio. Se realizó estas aplicaciones en las adversas condiciones y se consigue el adelantamiento de la cosecha. Se hizo esta con la dosis de 2.4% (Gasto de 2.400 L/ha) en dos pasadas.

TABLA 4
APLICACIÓN DE CIANAMIDA EN EL CULTIVO DE GRANADA.

Objetivo	NOC	Dosis x 2000 lt	Dosis por 100 lt agua	Dosis x Ha	Moa miento x Ha	Uni dad	Precio Uni tario	Precio x Ha
Regulador de dormancia	Dormex Cianamida Hidrogenad a 2%	24.00	1.20 lt/ha	28.80	2400	lt.	\$ 5.88	\$ 128.70
Adherente	Break thru	0.30	0.02	0.36	2400	lt.	\$ 29.00	\$ 8.70
Marcador	Marca Azul	1.00	0.05	1.20	2400	lt.	\$ 29.00	\$ 8.70
								\$ 146.10

Nota: La aplicación de cianamida se realiza con un volumen de 2400 lt x ha con 2 pasadas por la misma hilera cada pasada se moja 1200 lt x ha con la misma concentración

- **Aplicación hormonal**

Siendo ésta muy importante para el cultivo de granado, para el diferenciamiento de las yemas, detener el crecimiento apical y fruto, etc., se aplicó Thia Dizurov (Kempro) y Auxi, ctq (Keldak) con dosis de 0.0020 y 3.0 L/ha respectivamente.

- **Aplicaciones foliares.**

Según el manifiesto en el transcurso de campaña 2024-2025 se realizaron aplicaciones foliares con el fin de darle un crecimiento y desarrollo normal de la planta y cultivo como microelementos esenciales influyentes para el brotamiento, floración, fructificación y maduración de la planta, a la vez mantener el color de hojas, engrosamiento de brotes, calidad de frutos.

- **Desbrote**

A la vez refieren de esta labor que, consistió en remover sacando los brotes tiernos en forma manual, aproximadamente 20 cms de brote, se ubican estos en la parte del centro o media de la planta. Eliminado estos brotes, se evita gasto de energía de la planta que en el futuro necesitará para otras funciones.

- Se debieron pasar uno o dos veces de desbrote en la parte de copa de la planta y por lo menos una para los cargadores de las ramas fruteras.
- Manifiesta [7] que la eliminación de brotes y chupones, en las plantas de granado, porque desarrollan muchos brotes e hijuelos, que deben ser eliminados cuando aparezcan, no permitiendo que aumenten de grosor, ya que son brotes no productivos que consumen la savia de los tejidos.
- Aclareo: Práctica importante, necesaria e imprescindible para la obtención de frutos (granados) de calidad, consiste en la eliminación de frutos que son afectados por el sol, debidos a que le dan directamente insolándoles, lo que hacen que pierdan su color, sabor, desvalorando el valor comercial, lo que es conveniente eliminarlos para que el árbol gane un mayor crecimiento y desarrollo.

- **Acomodo del fruto**

- Se realiza esta labor cultural, teniendo en serie otras labores, que se detalla:
- Identificación de ramas con floración o frutas cercanas o en el suelo.
- Levantamiento y acomodo de las ramas.
- Sujetamiento de las ramas con cintas (o rafias)
- Verificación que los frutos queden acomodados y libre de daños anormales.
- Levantamiento de los frutos del segundo piso a la vez.

- **El aclaramiento de frutos**

También llamado aclareo del fruto, tienen como objetivo la eliminación de frutos por exposición directa al sol llamado golpe de sol, si son dañados en forma directa por el sol lo que hace que pierdan el sabor y comercialmente se desvaloricen, siendo conveniente su eliminación y abordar al árbol desarrollo y crecimiento, labor que se realiza después del cuajado de frutos se realiza manualmente.

- **Raleo**

Práctica cultural en granados que se realiza para favorecer el calibre del fruto, homogenizando la cosecha, si se deja muchos frutos estos no van a desarrollarse normalmente quitándole el vigor de unos a otros obteniéndose frutos pequeños de comercialización menor. Se retira los pequeños frutos tardíos, frutos múltiples, se deberá dejar por lo menos 2 frutos por ramillete dejando frutos opuestos, realizándose tres pasadas. Se guardan y se ocultan lo frutos.

Escondiendo los frutos opuestos al sol reduciendo el empapelado.

- **Péndulo, limpia de mesa**

Con la gran cantidad de frutas requeridas existe una floración ya escasa o mínima, se eliminan brotes dejando limpio el primer piso diferenciándose éste del segundo.

- Las espinas se cortan sobre el fruto.
- Se ubica el fruto para trabajar.
- Espinas cercanas se cortan para que no puedan causar daños.
- La fruta se verifica y que queda libre de daños físicos.

- **Empapelado**

Labor cultural que se realiza para el cubrimiento de frutos que están expuestos al sol, con el empleo de papel, solamente frutos del segundo piso, acorde a lo que se amerite. Se considera los pasos siguientes:

Paso 1: Entiende el papel, ubicado el corte.

Paso 2: Se tapa el fruto con el papel ubicando el corte.

Paso 3: Sobreporte el papel a manera de sombrero.

Paso 4: Sujeta los extremos y engrapar

Paso 5: Revisa que el papel cubra toda la fruta y el papel engrapado.

- **Eliminación de brotes de tallo**

El granado también desarrolla alrededor del tallo brotes o hijuelas, los cuales deben ser eliminados, por la competencia de nutrientes de otra parte de la planta.

- **Eliminación de mamones centrales**

Se sacan cargadores de la copa del árbol.

- **Eliminación de frutos deformes**

Se debe realizar antes del empapelado, cuando el fruto cambia de color.

- **Sacado de papel o empapelado**

Estos se sacan de los frutos empapelados al haber girado de color, aproximadamente 20 días antes de cosechar.

2.7.4. Deshierbos y cultivo

Eliminación de malas hierbas y remoción de surcos, manualmente o mecánica.

- **Eliminación de frutos deformes**

Esta labor se debe realizar, antes del empapelado, cuando el fruto comienza a cambiar de color.

- **Eliminación de frutos rajados**

En verde: Se cortan estos y se retiran.

En maduro: Al final de la cosecha, tienen color, se entierran.

- **Limpieza de campo**

Con la finalidad de que el campo que limpio se cortan los frutos finales que quedan en la planta.

- **Eliminación de nidos de pájaros**

Los nidos de aves que se ubican en el 1er y 2do piso deben ser retirados.

2.7.5. Control Fitosanitario

Plagas y enfermedades respecto al manejo fitosanitario del cultivo de granado, según la referencia del pequeño agricultor, siempre trata de tener un sistema para el mantenimiento de bajo niveles de plagas que causen daño económico, priorizando el empleo de factores naturales que le sea perjudiciales para las plagas, también empleando variedades resistentes, controladores biológicos, prácticas culturales, métodos adecuados de control, repelentes, atrayentes que dificulten los comportamientos de los insectos. Se busca la reducción de insectos y de plagas que puedan causar daño económico y que sean amenazas para los rendimientos y cosecha del granado, plagas estacionales que se presentaron durante la conducción fueron:

Plagas:

Nombre común

Nombre científico

Trips

Trips tabaci

Acaro

Acaro hialino, Polyfagotarson emus latus

Chanchito blanco

Pseudococcus viburni

Pulgón

Aphis gossypii, punicae

Enfermedades:

Nombre común

Nombre científico

Alternaria

Alternaria alternaria

Aplicaciones para el control de plagas: Trampas luz y trampas feromonas.

2.7.6. Riego y fertilización

a) Riego:

En el predio El Rosario cuenta con sistema de riego por goteo, con cintas o mangueras auto compensadas de 0.33 m entre los goteros, con descargas de 2.0 litros/hora descargando en la granada 14.4 m³/hora, riego de tipo automatizado, haciendo un total de 7,800 m³/ha

b) Fertilización

Refiere Bonet [8] mencionando y dice que el granado no es muy exigente en cuanto a la fertilización, cuando comienza a caerse las hojas, es el momento óptimo para incorporar los fertilizantes fosfatados y potásicos, y en el momento de iniciar la vegetación, los nitrogenados en formulas equilibradas. Para producciones próximas a los 30,000 k/ha anualmente de la información el recurrente se tiene aproximaciones de Nitrógeno 220, Fósforo 160 y Potasio 420, realizada esta labor por el sistema de riego por goteo, fraccionada, semanalmente de acuerdo a la fenología del cultivo.

2.7.7. Cosecha

Se realizó la primera semana de marzo del año 2025 y se tuvo en cuenta:

- Índice de madurez
- Medición del grado Brix
- Medición de índice de acidez
- Calidad de los frutos, maduros y uniformes.

2.7.8. Estados fenológicos del cultivo de granado

TABLA 5
ESTADOS FENOLÓGICOS

Estado tipo	Código Fleckinger	Código BBCH	Duración en días	Unidades de calor (°C)
Yema en reposo invernal	A	00	61	--
Yema hinchada	B	01	11	12
Punta roja	C	09	6	25
Salida de las primeras hojas	D	10	6	21
Separación de hojas	D2	10	4	20
Crecimiento de hojas	D3	10	12	44
Alargamiento de entrenudos	D4	31	119	1.228
Aparición de botones florales	E	51	3	21
Cáliz hinchado	E2	55	11	88
Apertura de cáliz	E3	59	3	24
Flor abierta	F	61	6	59
Caída de pétalos	G	67	2	27
Fruto cuajado	H	69	10	129
Fruto joven	I	71	17	182
Desarrollo de fruto	J	73	90	1.323
Segunda salida de brotes	K	39	45	700
Maduración de fruto	L	81,85	35	366
Caída de hojas	M	93	57	--

Fuente: Melgarejo et al., 1996. [9]

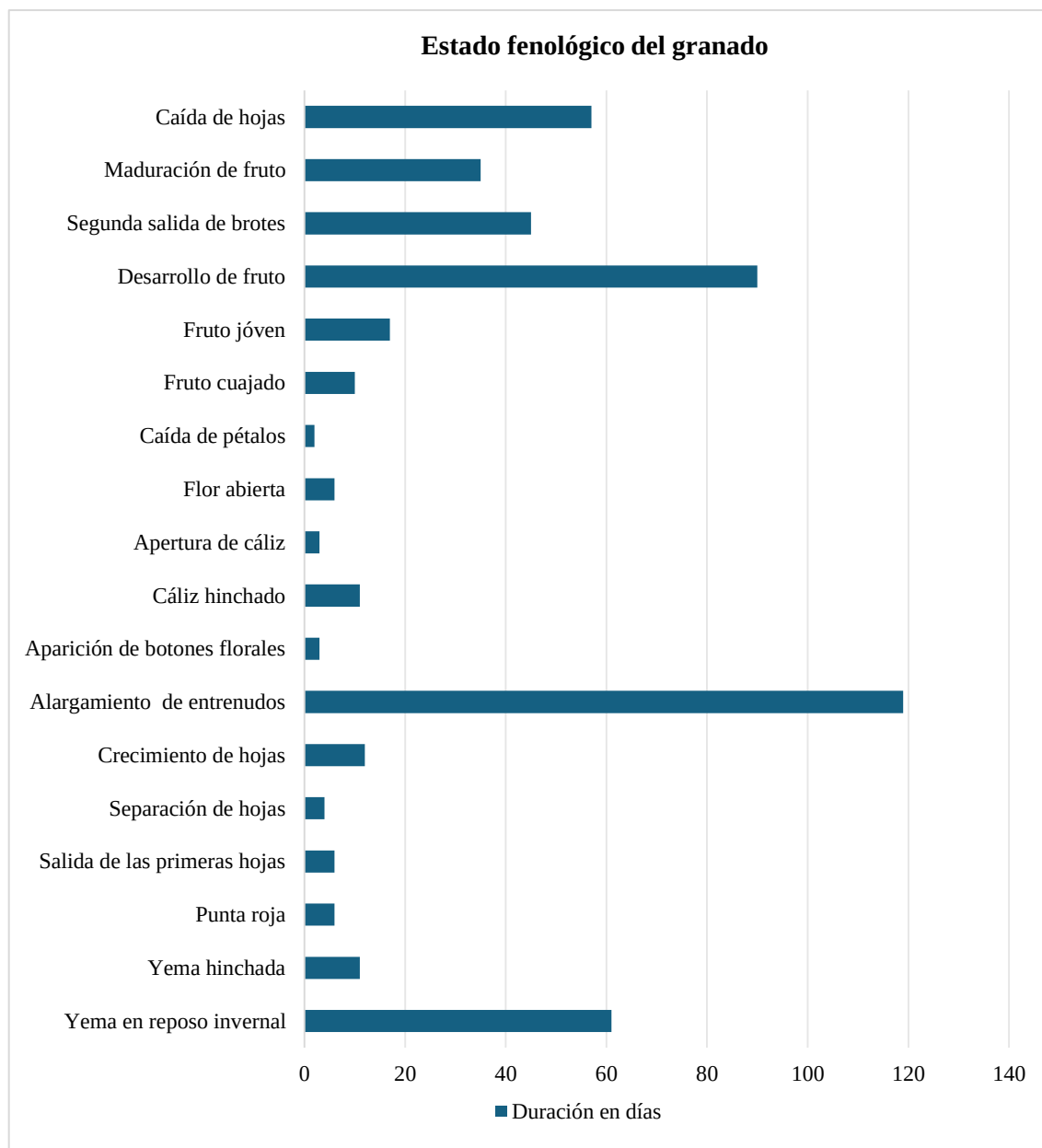


Fig. 1: Estado fenológico del granado.

III. RESULTADOS

3.1. Valores de los resultados obtenidos de los diferentes análisis foliares, según las 4 etapas fenológicas en la evaluación de macro y microelementos en el cultivo de granado, Wonderfull.

En sus diferentes estados fenológicos (Brotamiento, floración, fructificación y maduración) con los valores de los resultados según las muestras recolectadas para los macro y micronutrientes, y los rangos respectivos con la interpretación respectiva, con la valoración de cada uno.

Donde se hará posteriormente la discusión de los mismos y etapas de menor y mayor absorción de éstos.

TABLA 6

MUESTRA 1: PLENO BROTAMIENTO, INTERPRETACIÓN ANÁLISIS FOLIAR, CULTIVO DE GRANADO.

Var. Wonderfull. Análisis: 888-01F-2024.

Fecha: 28-08-2024

Parámetro		Resultado			Interpretación	Fuente de laboratorio
		Unidades		kg/ha		
Nitrógeno Total	(N)	%	2.63	10.26	Alto	Valle Grande
Fósforo Total	(P)	%	0.26	0.250	Alto	Valle Grande
Potasio Total	(K)	%	0.87	3.62	Normal	Valle Grande
Calcio Total	(Ca)	%	0.45	1.79	Muy bajo	Valle Grande
Magnesio Total	(Mg)	%	0.13	0.54	Muy bajo	Valle Grande
Azufre Total	(S)	%	0.06	0.25	Bajo	Valle Grande
Sodio Total	(Na)	%	0.09	0.37	Bajo	Valle Grande
Cloro Total	(Cl)	%	0.43	1.79	Normal	Valle Grande
Cobre Total	(Cu)	ppm	19.33	0.8060	Alto	Valle Grande
Zinc Total	(Zn)	ppm	34.20	0.1426	Normal	Valle Grande
Manganeso Total	(Mn)	ppm	33.45	0.1394	Normal	Valle Grande
Fierro Total	(Fe)	ppm	200.45	0.8358	Normal	Valle Grande
Boro Total	(B)	ppm	27.00	0.1125	Bajo	Valle Grande
Materia Seca		%	55.42	-	-	Valle Grande

Nota: [13] Determinación de los rangos de normalidad para la interpretación foliar en el granado en el Sureste español y reporte del análisis foliar de los Laboratorios del Instituto Rural Valle Grande-Cañete.

TABLA 7

MUESTRA 2: ESTADO FENOLÓGICO: FLORACIÓN. INTERPRETACIÓN ANÁLISIS FOLIAR, CULTIVO DE GRANADO WONDERFULL. EL ROSARIO, LA VENTA, SANTIAGO-ICA-2024

Parámetro		Resultado			Interpretación	Fuente de laboratorio
		Unidades		kg/ha		
Nitrógeno Total	(N)	%	2.24	2.00	Normal	Valle Grande
Fósforo Total	(P)	%	0.22	1.83	Bajo	Valle Grande
Potasio Total	(K)	%	1.18	9.84	Normal	Valle Grande
Calcio Total	(Ca)	%	0.64	5.33	Bajo	Valle Grande
Magnesio Total	(Mg)	%	0.13	1.08	Muy bajo	Valle Grande
Azufre Total	(S)	%	0.03	0.23	Muy bajo	Valle Grande
Sodio Total	(Na)	%	0.06	0.50	Bajo	Valle Grande
Cloro Total	(Cl)	%	0.43	3.58	Bajo	Valle Grande
Cobre Total	(Cu)	ppm	18.80	0.15	Alto	Valle Grande
Zinc Total	(Zn)	ppm	25.20	0.21	Bajo	Valle Grande
Manganeso Total	(Mn)	ppm	27.20	0.22	Bajo	Valle Grande
Fierro Total	(Fe)	ppm	113.70	0.94	Normal	Valle Grande
Boro Total	(B)	ppm	50.00	0.41	Normal	Valle Grande
Materia Seca		%	49.55	-	-	Valle Grande

Nota: [13] Determinación de los rangos de normalidad para la interpretación foliar en el granado en el Sureste español y reporte del análisis foliar de los Laboratorios del Instituto Rural Valle Grande-Cañete.

TABLA 8

MUESTRA 3: FLORACIÓN /FRUCTIFICACIÓN Y DESARROLLO DE BAYAS. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN, CULTIVO DE GRANADO WONDERFULL 4 AÑOS –LA VENTA- SANTA DOMINGUITA-SANTIAGO-ICA.

Análisis 1161-01F-2024

Fecha: 26-11-24

Parámetro			Resultado		Interpretación	Fuente de laboratorio
		Unidades		kg/ha		
Nitrógeno Total	(N)	%	1.79	22.39	Bajo	Valle Grande
Fósforo Total	(P)	%	0.15	1.87	Normal	Valle Grande
Potasio Total	(K)	%	1.18	14.76	Normal	Valle Grande
Calcio Total	(Ca)	%	0.78	9.75	Bajo	Valle Grande
Magnesio Total	(Mg)	%	0.16	2.00	Bajo	Valle Grande
Azufre Total	(S)	%	0.04	0.50	Bajo	Valle Grande
Sodio Total	(Na)	%	0.05	0.62	Normal	Valle Grande
Cloro Total	(Cl)	%	0.44	5.50	Bajo	Valle Grande
Cobre Total	(Cu)	ppm	10.00	0.12	Normal	Valle Grande
Zinc Total	(Zn)	ppm	20.40	0.23	Bajo	Valle Grande
Manganeso Total	(Mn)	ppm	29.75	0.10	Normal	Valle Grande
Fierro Total	(Fe)	ppm	182.85	0.22	Normal	Valle Grande
Boro Total	(B)	ppm	27.00	0.33	Muy bajo	Valle Grande
Materia Seca		%	47.46	-	-	Valle Grande

Nota: [13] Determinación de los rangos de normalidad para la interpretación foliar en el granado en el Sureste español y reporte del análisis foliar de los Laboratorios del Instituto Rural Valle Grande-Cañete.

TABLA 9

MUESTRA 4: HOJAS RECOLECTADAS: ESTADO FENOLÓGICO: MADURACIÓN EN EL
CULTIVO DE GRANADO VAR. WONDERFULL-SANTIAGO-ICA

Análisis 221-01F-2025

Fecha: 17-02-2025

Parámetro		Resultado			Interpretación	Fuente de laboratorio
		Unidades		kg/ha		
Nitrógeno Total	(N)	%	1.72	28.68	Bajo	Valle Grande
Fósforo Total	(P)	%	0.13	2.16	Normal	Valle Grande
Potasio Total	(K)	%	0.83	13.84	Normal	Valle Grande
Calcio Total	(Ca)	%	1.06	17.68	Normal	Valle Grande
Magnesio Total	(Mg)	%	0.19	3.16	Bajo	Valle Grande
Azufre Total	(S)	%	0.06	1.00	Bajo	Valle Grande
Sodio Total	(Na)	%	0.09	1.50	Bajo	Valle Grande
Cloro Total	(Cl)	%	0.40	6.67	Normal	Valle Grande
Cobre Total	(Cu)	ppm	10.10	0.16	Normal	Valle Grande
Zinc Total	(Zn)	ppm	14.55	0.24	Muy bajo	Valle Grande
Manganeso Total	(Mn)	ppm	35.20	0.58	Normal	Valle Grande
Fierro Total	(Fe)	ppm	168.80	0.28	Normal	Valle Grande
Boro Total	(B)	ppm	32.50	0.54	Muy bajo	Valle Grande
Materia Seca		%	55.72		-	Valle Grande

Nota: [13] Determinación de los rangos de normalidad para la interpretación foliar en el granado en el Sureste español y reporte del análisis foliar de los Laboratorios del Instituto Rural Valle Grande-Cañete.

TABLA 10

FLUCTUACIÓN DE LOS NUTRIENTES EN LAS ETAPAS FENOLOGÍAS DEL CULTIVO DE GRANADO, WONDERFULL, BROTAMIENTO: FLORACIÓN, FRUCTIFICACIÓN Y MADURACIÓN.

Parámetro	UN	Brotamiento		Floración		Fructificación		Maduración		
		Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		
Macronutrientes										
Nitrógeno Total	(N)	%/kg	2.63	10.26	2.24	2.00	1.79	22.39	1.72	28.68
Fósforo total	(P)	%/kg	0.26	0.250	0.22	1.83	0.15	1.87	0.13	2.16
Potasio total	(K)	%/kg	0.87	3.62	1.18	9.84	1.18	14.76	0.83	13.84
Calcio total	(Ca)	%/kg	0.45	1.79	0.64	5.33	0.78	9.75	1.06	17.68
Magnesio total	(Mg)	%/kg	0.13	0.54	0.13	1.08	0.16	2.00	0.19	3.16
Azufre total	(S)	%/kg	0.06	0.25	0.03	0.23	0.04	0.50	0.06	1.00
Micronutrientes										
Sodio total	(Na)	%/kg	0.09	0.37	0.06	0.50	0.05	0.62	0.09	1.50
Cloro total	(Cl)	%/kg	0.43	1.79	0.43	3.58	0.44	5.50	0.40	6.67
Cobre total	(Cu)	ppm	19.35	0.8060	18.80	0.15	10.00	0.12	10.10	0.16
Zinc total	(Zn)	ppm	34.20	0.1426	25.20	0.21	20.40	0.23	14.55	0.24
Manganeso total	(Mn)	ppm	33.45	0.1394	27.20	0.22	29.75	0.10	35.20	0.58
Hierro total	(Fe)	ppm	200.45	0.8358	113.70	0.94	182.85	0.22	168.80	0.28
Boro total	(B)	ppm	27.00	0.1125	50.00	0.41	27.00	0.33	32.50	0.54
Materia seca		%	55.42	-	49.55	-	47.46	-	55.72	-

3.2. Interpretación de resultados obtenidos de muestras foliares de diferentes estados fenológicos del cultivo de granado (Brotamiento, floración, fructificación, maduración).

Se considera que el análisis foliar como una tecnificación para la medición de la acumulación de cantidades de macro y microelementos presentes en los cultivos. Usados como instrumento importante para la evaluación nutricional de plantas y poder detectar posibles excesos o deficiencias de nutrientes, experiencias de investigaciones de expertos sugieren que se deben realizar diferentes análisis foliares a los cultivos que se tiene al menos anualmente donde se permitirá realizar una evaluación de la fertilización realizada, pudiéndose en el futuro tomar decisiones para el mejoramiento los cultivos y mejorar la producción de éstos.

- Interpretación de Microelementos

1. Nitrógeno (N).- Es el microelemento de mayor importancia en los diferentes cultivos, la primera muestra toma en pleno brotamiento, dio como resultado valor de 2.63% (10.26 kg/ha), la segunda, la tercera y cuarta con resultados descendientes de 2.24% (2.00 kg/ha), 1.79% (22.39 kg/ha) y 1.72% (28.68 kg/ha) para la floración, fructificación y maduración respectivamente de acorde a la finalización y culminación del estado fenológico del cultivo según [13] refiere que se considera el Nitrógeno en la influencia directa del desarrollo vegetativo, formación estructural de la planta y canopia o aérea foliar de la planta.

2. Fósforo (P). - Este macroelemento, el resultado de la primera muestra arrojó como resultado 0.26% (0.250 kg/ha) valor bajo. Según [15], señala refiriéndose al Fósforo (P) como macroelemento siendo un factor de crecimiento de mucha importancia, siendo el desarrollo radicular favorecido cuando hay una correcta aportación de Fósforo como macroelemento al iniciar el desarrollo y crecimiento vegetativo.

En las muestras siguientes la concentración de este elemento fue menor al igual que la tercera y cuarta que bajaron sus valores con cantidades de 0.22% (1.83 kg/ha), 0.15% (1.87 kg/ha) y 0.13% (2.16 kg/ha) respectivamente para la floración, fructificación, maduración y cosecha del cultivo de granado en las condiciones del predio El Rosario del sector de la Venta Baja, distrito de Santiago de Ica.

Se sabe que este elemento interviene en la formación del sistema radical y en parte de la calidad del producto disminuyendo la fibroscidad de los frutos, mejorando su sabor [2].

3. Potasio (K). - Menciona [16] que es un nutriente que es muy requerido en calidades altas por las plantas interviniendo en los procesos del transporte de los

carbohidratos dentro de las plantas, ayudando a la mantención de la calidad de los frutos, incrementando la resistencia a las enfermedades de índole fungoso.

De la investigación se aprecia que el resultado de la primera muestra para el brotamiento fue de 0.87% (3.62 kg/ha) considerado normal, la segunda para la floración fue de 1.18% (siendo kg/ha) normal, para la fructificación dio 1.18% (14.76 kg/ha) considerado normal y la cuarta en la maduración y cosecha fue de 0.83% (13.84 kg/ha) de interpretación normal para todas las etapas del desarrollo del cultivo de granado, variedad Wonderfull para las condiciones del predio El Rosario.

- 4. Calcio (Ca).** - Siendo un macroelemento en la primera muestra tomada dio como resultado 0.45% (1.79 kg/ha) de interpretación muy bajo, la segunda, tercera y cuarta mostraron valores ascendentes de interpretaciones bajas, a normal con valores de 0.64% (5.33 kg/ha), 0.78% (9.75 kg/ha) para floración y fructificación, y la maduración con 1.06% (17.68 kg/ha) normal.

Según [17] indica que el Calcio es un elemento importante en la nutrición de la planta, siendo su problema no la deficiencia que pueda haber en el suelo, sino por su inmovilidad en el floema, estando su problema en la dificultad para movilizarse a las zonas de mayor desarrollo y crecimiento, viéndose sus valores bajo de este nutriente según los resultados de las muestras tomadas.

- 5. Magnesio (Mg).** - Al igual que el calcio este macroelemento se encuentran de concentración muy bajas, así tenemos en la etapa de brotamiento el resultado fue de 0.13% (0.54 kg/ha) al igual que la floración es decir de 0.13% (1.08 kg/ha), en la etapa de fructificación ascendió a 0.16% (2.00 kg/ha) y para la maduración fue de 0.19% (3.16 kg/ha) considerados como valores bajos.

De acuerdo [17] manifiesta y refiere que las exigencias nutricionales de Magnesio por los cultivos son medianas, considerando este nutriente muy importante para la actividad fotosintética, proceso esencial en la acumulación de sustancias orgánicas, para el rendimiento de los cultivos.

- 6. Azufre (S).** - Como un elemento secundario, su valor que registró en la primera muestra al brotamiento fue de 0.06% (0.25 kg/ha) considerado bajo para la floración dio 0.03 % (0.23 kg/ha) de interpretación muy bajo. En la etapa de fructificación dio como resultado 0.04 % (0.50 kg/ha), también muy baja, al igual para la maduración de 0.06 % (1.00 kg/ha) de valor interpretativo muy bajo.

Según [18] refiere según la investigación demuestra que tanto el Azufre, Calcio y Magnesio son elementos nutricionales secundarios que las plantas demandaron

para el normal crecimiento y sanidad de las plantas. Existiendo un equilibrio significativo del Nitrógeno y Azufre, ya que los elementos deben estar en equilibrio para su asimilación correcta; sin una cantidad suficiente de Azufre las plantas no podrían usar el Nitrógeno ni otros microelementos (Elementos) en manera eficaz para el logro de su potencial máximo, siendo este en tomar en cuenta en los planes de una fertilización de cultivos, debido a su baja concentración en sus diferentes estadios fenológicos del desarrollo de los cultivos.

7. **Sodio (Na).** - En las cuatro muestras tomadas denotan un nivel crítico, iniciando en la etapa de brotamiento 0.09% (0.37 kg/ha), en la segunda etapa de floración 0.06% (0.50 kg/ha), la tercera muestra arrojó el valor de 0.05% (0.62 kg/ha) y la última en la etapa de maduración su valor fue de 0.09% (1.50 kg/ha) siendo interpretado como crítico.

Refiere [19], indica que, tanto el Sodio como Cloro pueden encontrarse en niveles altos, pero no tóxicos compitiendo con el Potasio, Calcio, Magnesio y el Amonio. Entonces si existe altos niveles de Sodio y los otros elementos son bajos o normales, la planta no diferenciará a uno de otros, absorbiendo los elementos del suelo o sustrato donde se desarrolla.

8. **Cloro (Cl).** - Respecto a este elemento está comprendido dentro los microelementos esenciales para las plantas en concentraciones mínimas dependiendo de la etapa fenológica en la que se encuentra el cultivo, donde la cantidad de Cloro para los tejidos, siendo el contenido variable según sea el momento [19]

De todas las muestras registradas que se realizaron para el brotamiento, floración, fructificación y maduración en el cultivo de granado tuvieron valores de 0.43% (1.79 kg/ha), 0.43% (3.58 kg/ha), 0.44% (5.50 kg/ha) y 0.40% (6.67 kg/ha) consecuentemente, de consecuencias consideradas como un intervalo de suficiencia, donde la concentración de este nutriente se encuentra entre el 90% y 100% en el rendimiento considerándose suficiente a normal para estos casos.

- **Contenido de Microelementos: Interpretación**

Importantes y esenciales, pero en concentración y mínimas, para el normal desarrollo y crecimiento de cultivos requiriéndose en cantidades mínimas, clasificándose como requerimientos de microelementos esenciales.

9. **Cobre (Cu).**- Registrados y obtenidos los resultados, las muestras denotan valores altos en las 2 primeros estados para brotamiento y floración con 19.33 ppm (0.8060 kg/ha) y 18.80 ppm (0.15 kg/ha), siendo altos, para la tercera y cuarta

valores normales con 10.00 ppm (0.12 kg/ha) y 10.10 ppm (0.16 kg/ha), es decir para la fructificación y maduración cuando el rango oscilan de 5.00 ppm hasta 15.00 ppm para los estados normales [20] manifiestan e indican que, es un nutriente inmóvil en la planta y en promedio el contenido debería estar comprendido entre 1 a 25 ppm y la concentración en promedio para el cultivo del granado en cuanto a la acumulación de nutrientes debe estar entre 10 a 55 ppm.

Existiendo plantas con altos requerimientos y con cantidades críticos de 3 ppm y de baja demanda con solo 4 ppm considerado crítico.

- 10. Zinc (Zn).** - Se registra ese microelemento en cantidades anormales, es así que el rango de concentración normal debe oscilar entre de 50 ppm a 150 ppm, donde para la muestra de brotamiento resultó de 34.20 ppm (0.1426 kg/ha), siendo muy bajo para la segunda muestra de floración el resultado fue de 25.20 ppm (0.21 kg/ha) resultando muy bajo. La tercera muestra del estado de fructificación el resultado fue de 20.40 ppm (0.23 kg/ha), siendo también muy baja, y la última muestra en la etapa de maduración el resultado fue de 14.55 ppm (0.24 kg/ha), siendo muy bajo en la concentración de Zinc.

Para el crecimiento y producción normal las plantas necesitan de este microelemento siendo esencial dentro de los ocho micronutrientes muy esenciales.

Es vital para las plantas para su desarrollo normal.

Asimismo [21] informa que el microelemento Zinc (Cinc) activador enzimático responsable de síntesis de diversas proteínas siendo la presencia en tejidos foliares facilita la ayuda a las plantas en la resistencia a temperaturas bajas. Aduce que el rango normal en tejidos foliares debe oscilar entre los 15 a 60 ppm, como concentraciones de Zinc.

- 11. Manganeso.** - Como micronutrientes, según AGQ su rango debe de oscilar entre 30 a 500 ppm, siendo los resultados de las muestras obtenidos, la primera dio 33.45 ppm (0.1394 kg/ha) considerado normal para el brotamiento. La segunda dio el resultado de 27.20 ppm (0.22 kg/ha) estando bajo para la floración.

La tercera muestra el resultado fue de 29.75 ppm (0.10 kg/ha) considerado normal, y la cuarta tuvo como resultado el valor de 35.20 ppm (0.58 kg/ha) de rango normal para la maduración. Manifiestan y reportan [22] que el Manganeso, es indispensable en el proceso fotosintético, formando una enzima denominada Manganeso, siendo una proteína de la Fotosíntesis II.

Concluyendo que los normales valores de los análisis foliares en función a materia seca su rango de 20 a 300 ppm, donde plantas debajo de niveles de 20 ppm denota deficiencias de Manganeso para sus funciones.

- 12. Hierro (Fe).** - En las muestras tomadas los resultados para la primera fueron de 200.45 ppm (0.8358 kg/ha) considerado casi normal. La segunda muestra de valor fue de 113.70 (0.94 kg/ha) estando normal. Para la fructificación el resultado fue de 182.85 ppm (0.22 kg/ha) considerado normal. Para la cuarta muestra foliar se obtuvo el valor de 168.80 ppm (0.28 kg/ha) estado normal a la maduración. Se considera el rango de 50 ppm hasta 200.00 ppm.

Manifiesta [23] que el Hierro es considerado como microelemento importante para la fisiología normal de las plantas, porque interviene en la formación de la pigmentación clorofílica. En tejidos vegetales es variable encontrándose entre 20 y 250 mg/kg de materia seca.

Asimismo [17] menciona que la concentración en promedio de micronutrientes en el follaje del cultivo de granado es de 200 a 500 ppm aproximadamente.

- 13. Boro (B).** - En el cultivo de granado y otros es indispensable considerándose como exigente en la nutrición con Boro, señala [17] que la concentración de Boro en análisis foliares u hojas del cultivo de granado y otros debe oscilar de 50 – 75 ppm.

De los resultados de los análisis obtenidos en la primera muestra fue de 27.00 ppm (0.1125 kg/ha) estando bajo.

La segunda muestra para la floración estuvo normal con 50.00 ppm (0.41 kg/ha) para la floración.

La tercera muestra de la fructificación arrojó 27.00 ppm. (0.33 kg/ha) estando bajo. La última muestra el resultado fue 32.50 ppm (0.54 kg/ha) resultado bajo.

- 14. Materia seca (M.S.).** - Esta resulta de la obtención representado del total de peso de un alimento, menos su contenido de agua, expresándose en porcentaje (%) ejemplo, si 20% de M.S. de contenido de materia seca, donde cada 100 gramos de materia fresca. Siendo la determinación de la M.S. por cada 100 gramos de materia seca. Esta determinación fue determinada por los laboratorios del Instituto Rural Valle Grande de Cañete, cuyo resultado arrojaron lo siguiente en forma respectiva para las 4 muestras tomadas, es decir en etapas de brotamiento, floración, fructificación y maduración del cultivo de granado Wonderfull 55.42%, 49.55%, 47.46% y 55.72% respectivamente.

3.2.1. Fluctuaciones de resultados en figuras de los análisis foliares de hojas, ilustrados del cultivo de granado de macro y microelementos, según etapas fenológicas.

Para esto se tomó del tercio medio y de un aproximado de 50 plantas al azar, en sus diferentes estados fenológicos (Brotamiento, floración, fructificación y maduración) resultados obtenidos por laboratorios del Instituto Rural Valle Grande de Cañete, lo que determinó el contenido de macro y microelementos en hojas del cultivo de granado variedad Wonderfull del predio El Rosario de la Venta Baja, distrito de Santiago en Ica, para las condiciones del manejo agronómico del agricultor.

Análisis foliar de Nitrógeno en el cultivo de granado Var. Wonderfull

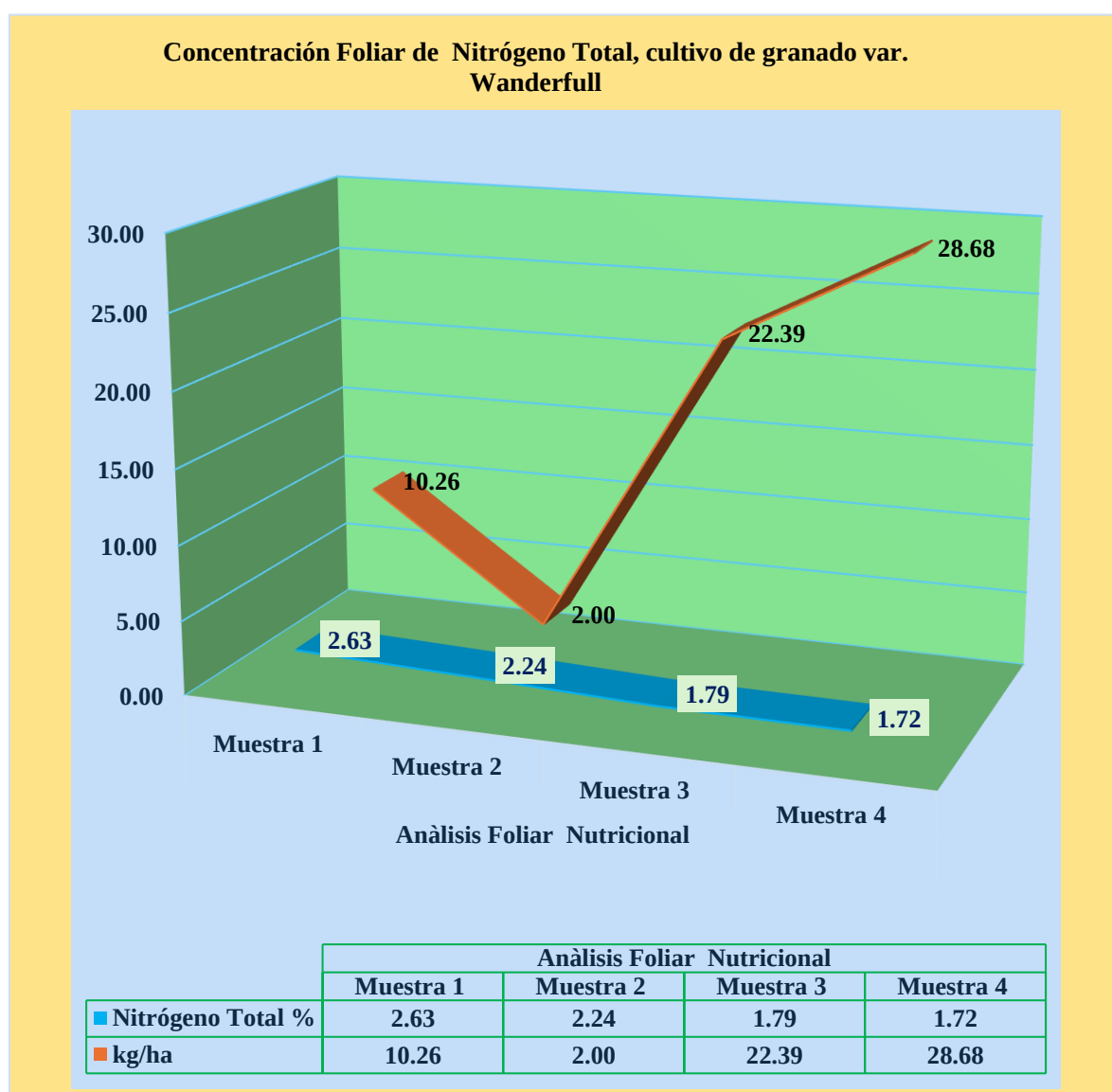


Fig. 2: Concentración foliar de nitrógeno en hojas de granado.

Análisis foliar de Fósforo en el cultivo de granado Var. Wonderfull

Concentración Foliar de Fósforo Total, cultivo de granado var. Wonderfull

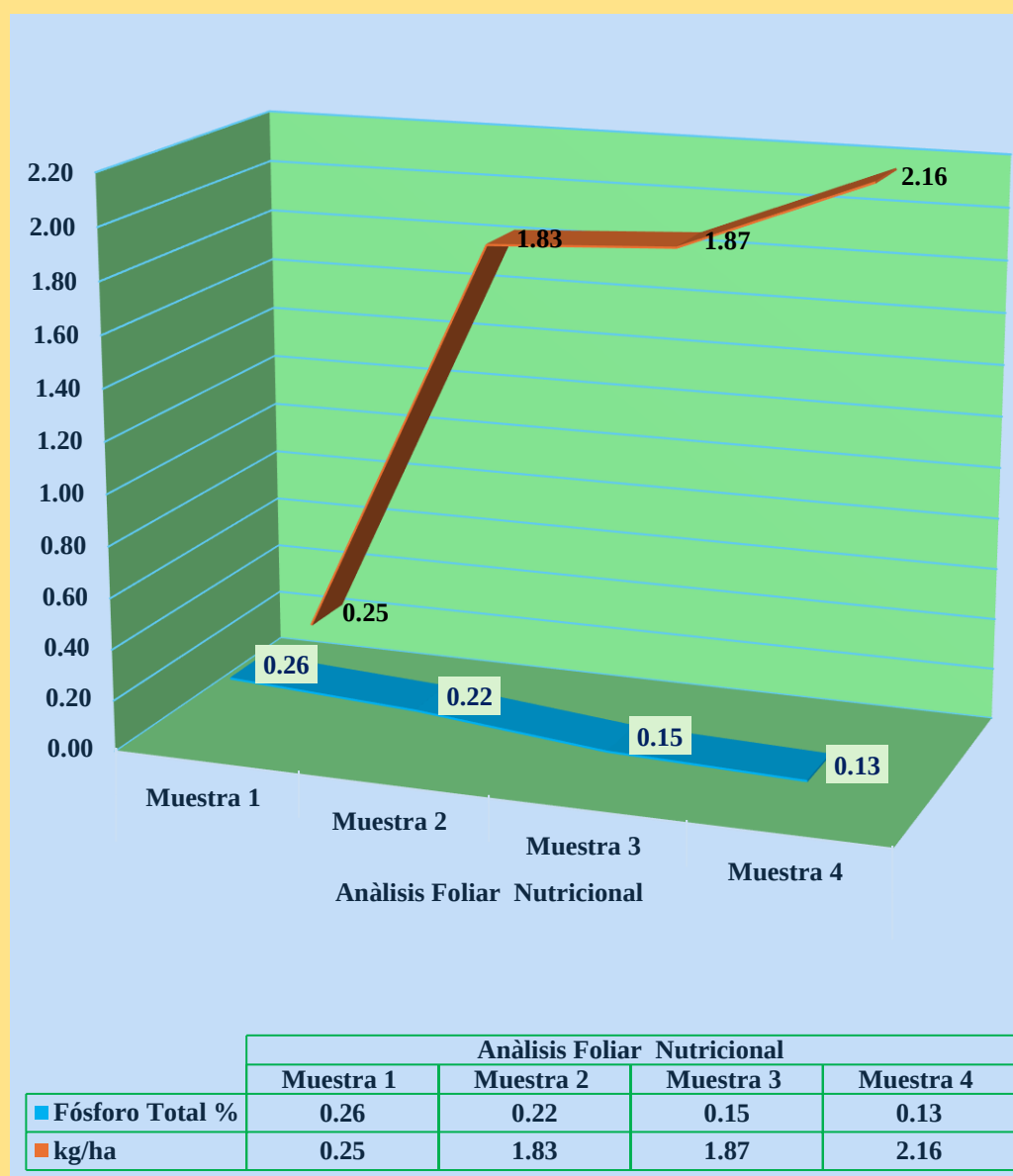


Fig. 3. Concentración foliar de fósforo en hojas de granado.

Análisis foliar de Potasio en el cultivo de granado Var. Wonderfull

Concentración Foliar de Potasio del cultivo de granado

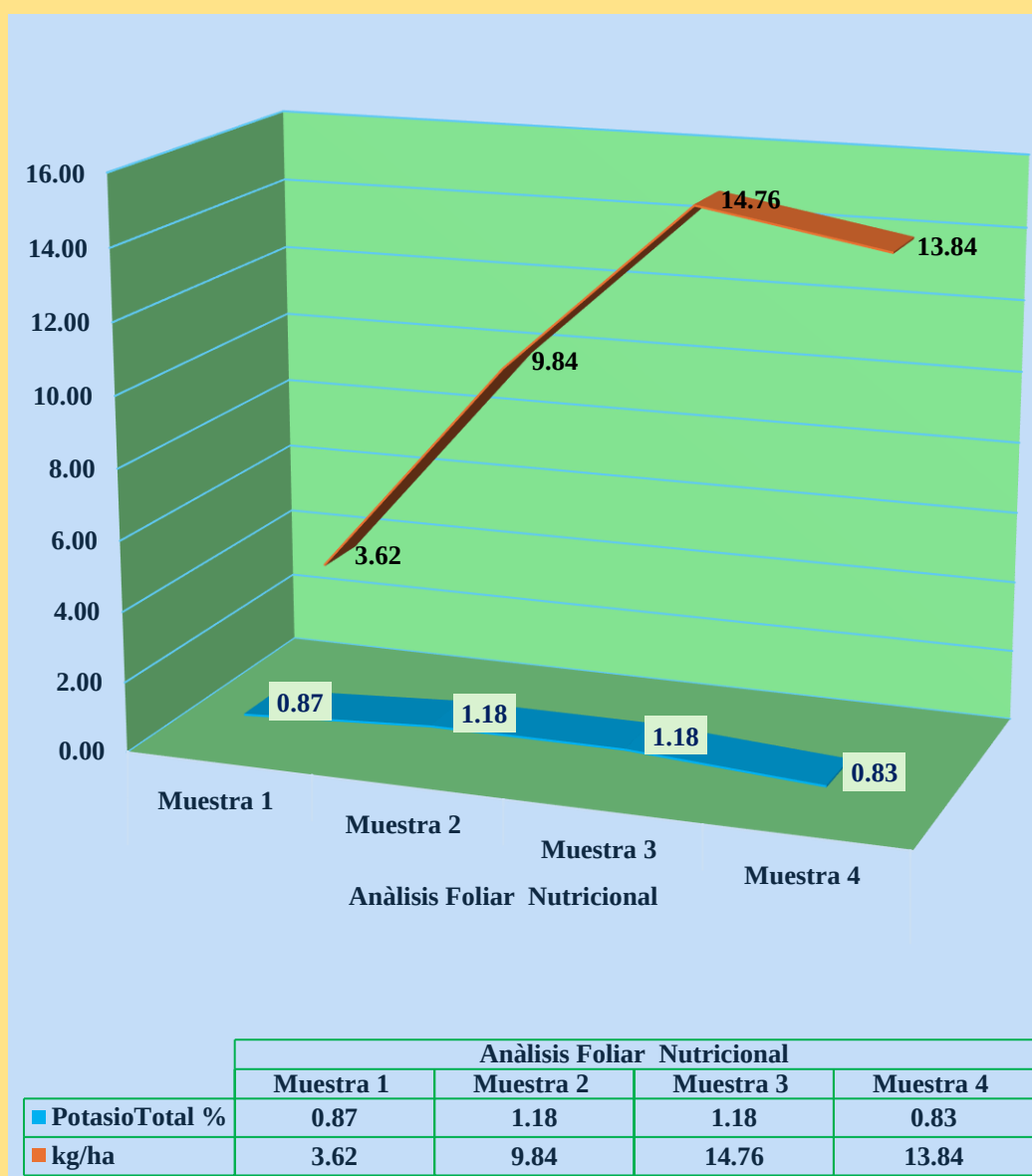


Fig. 4: Concentración foliar de potasio en hojas de granado

Análisis foliar de Calcio en el cultivo de granado Var. Wonderfull

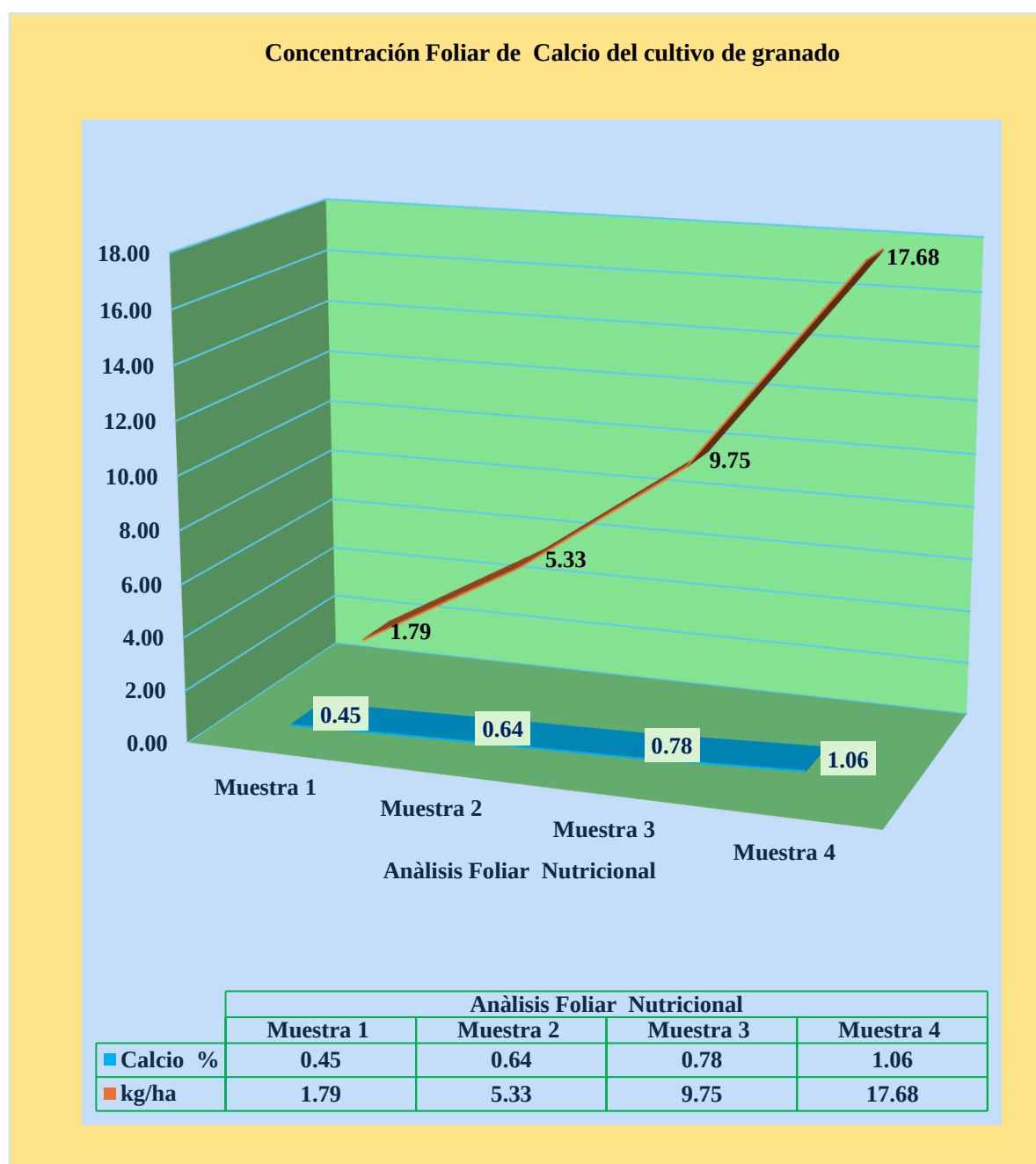


Fig. 5: Concentración foliar de calcio en hojas de granado.

Análisis foliar de Magnesio en el cultivo de granado Var. Wonderfull

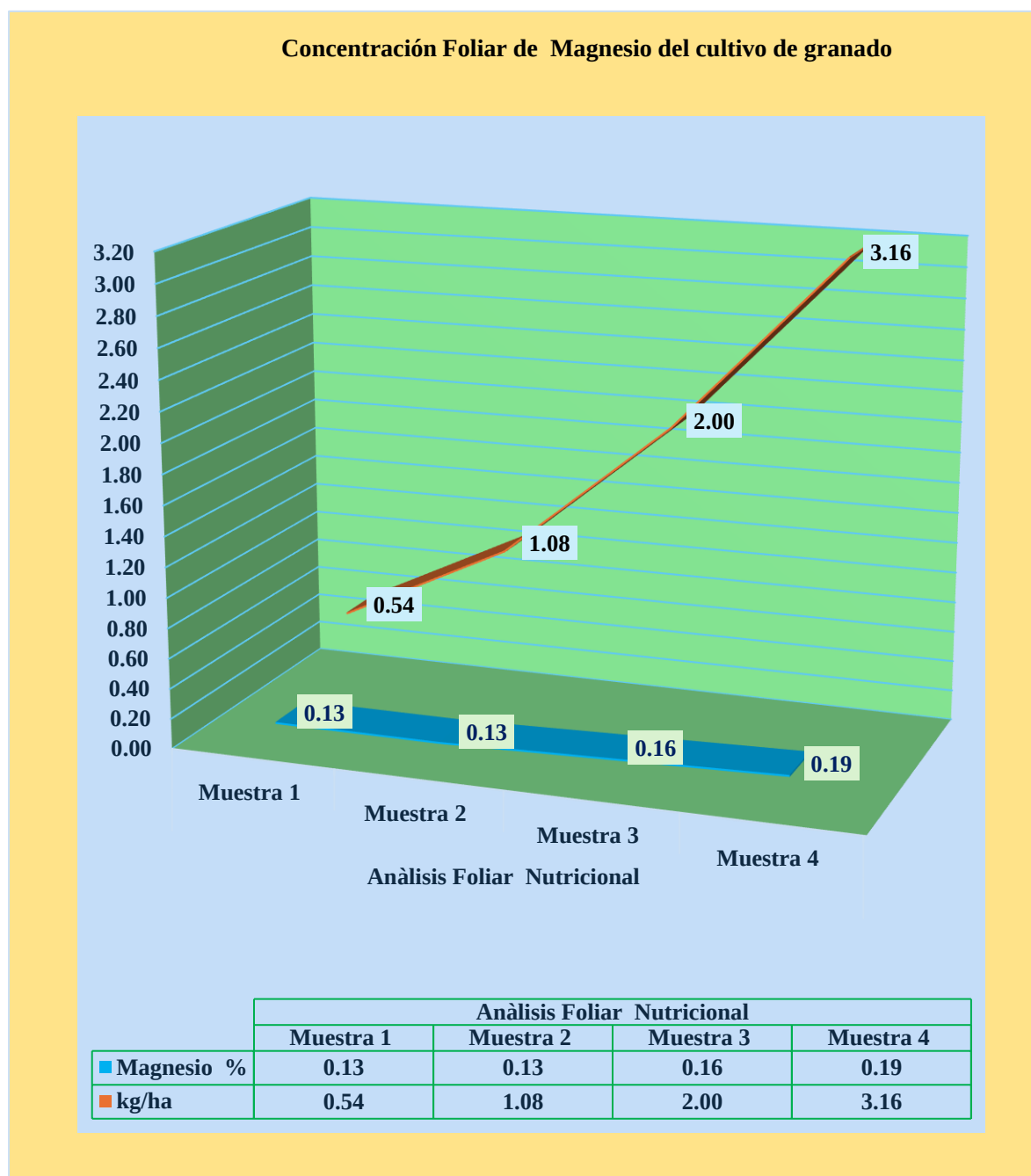


Fig. 6: Concentración foliar de magnesio en hojas de granado.

Análisis foliar de Azufre en el cultivo de granado Var. Wonderfull

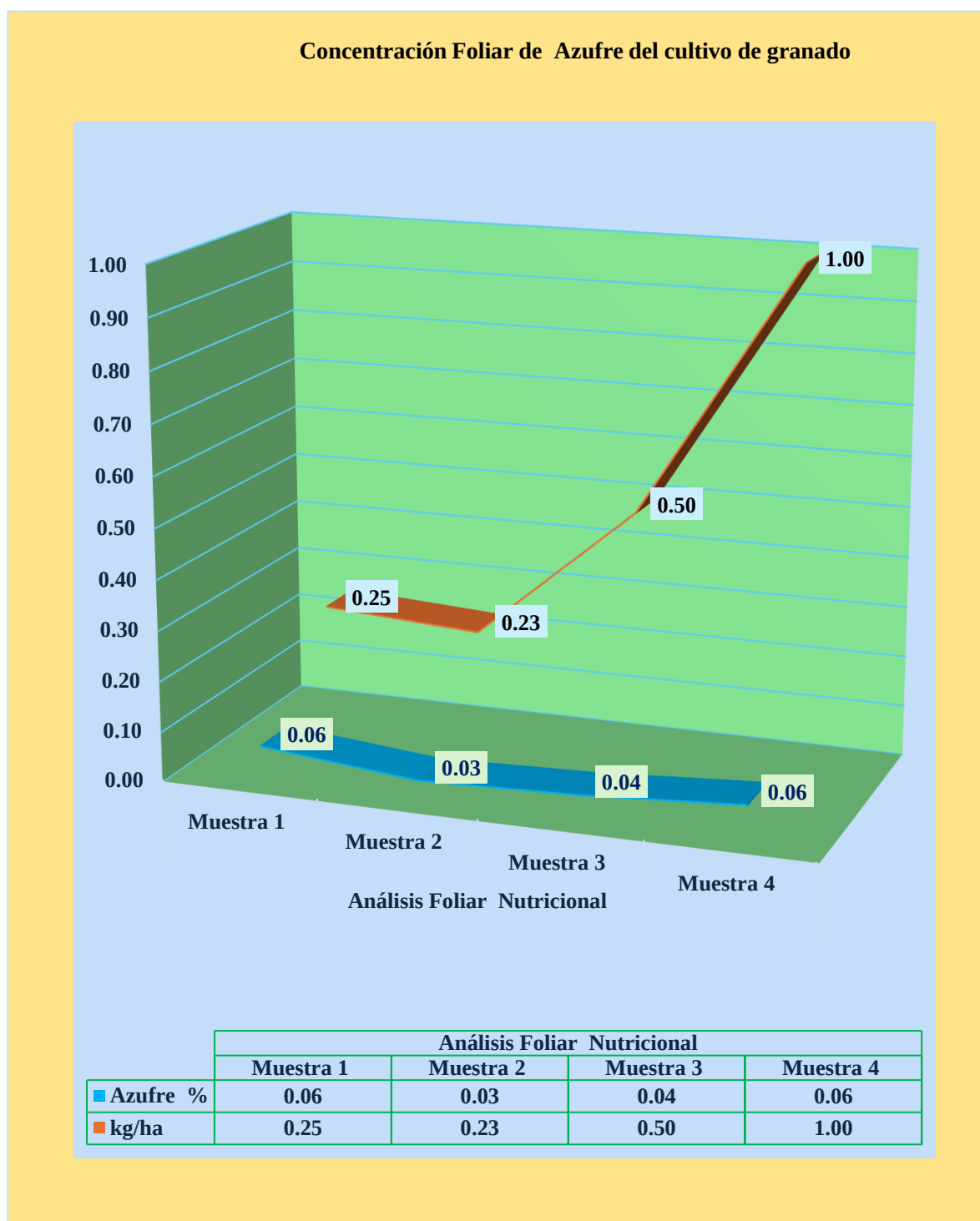


Fig. 7: Concentración foliar de azufre en hojas de granado.

Análisis foliar de Sodio en el cultivo de granado Var. Wonderfull

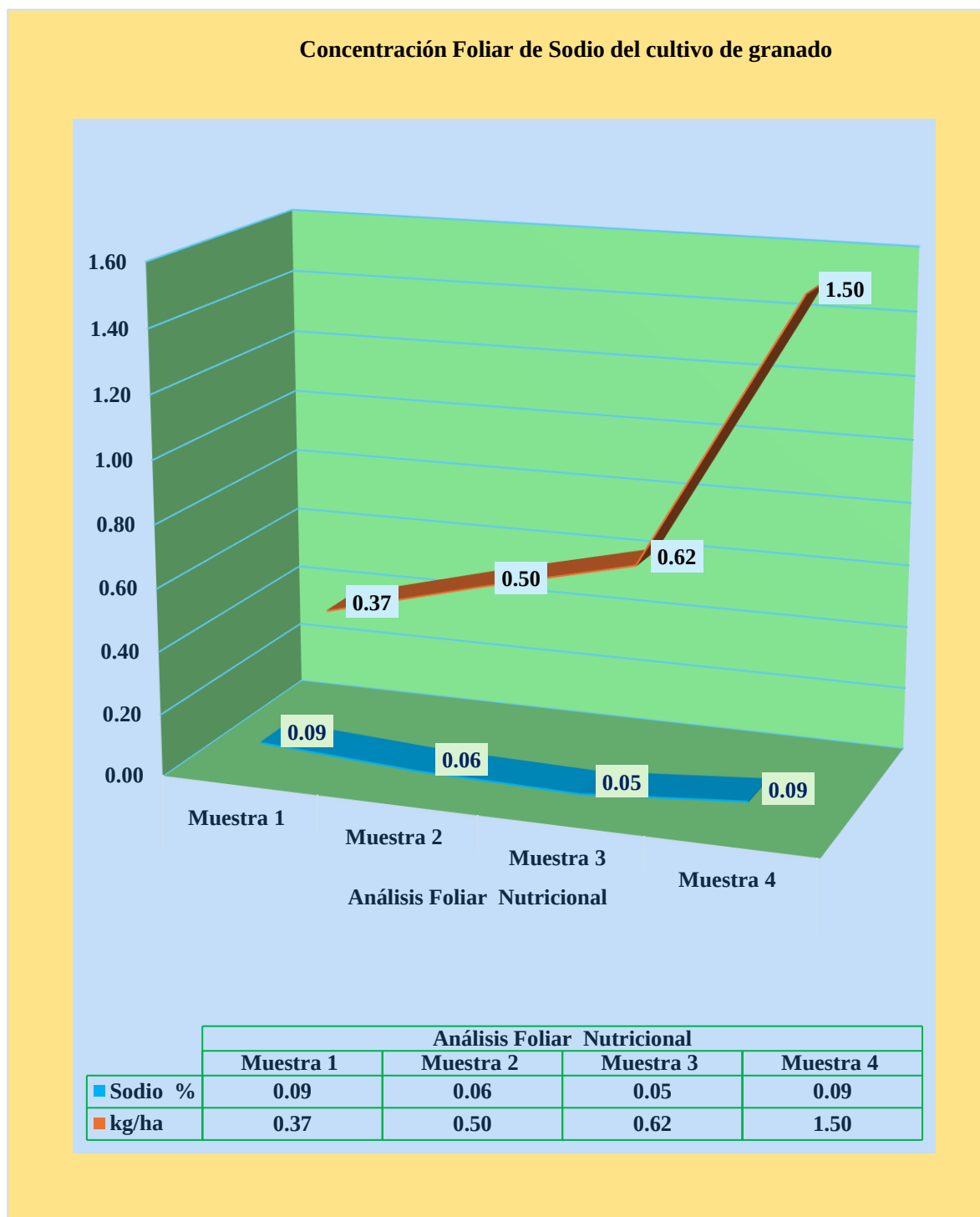


Fig. 8: Concentración foliar de sodio en hojas de granado.

Análisis foliar de Cloro en el cultivo de granado Var. Wonderfull

Concentración Foliar de Cloro del cultivo de granado

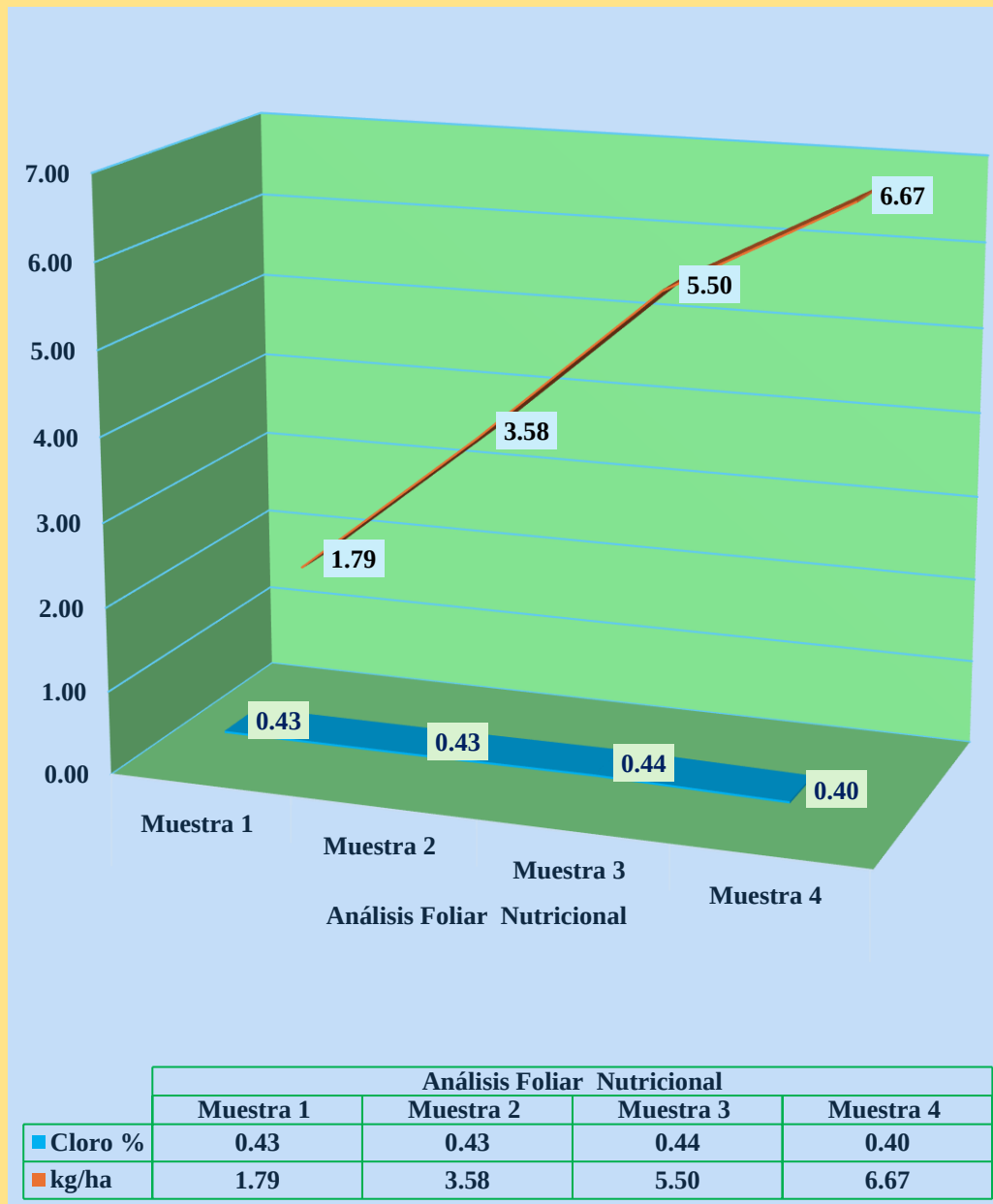


Fig. 9: Concentración foliar de cloro en hojas de granado.

Análisis foliar de Cobre en el cultivo de granado Var. Wonderfull

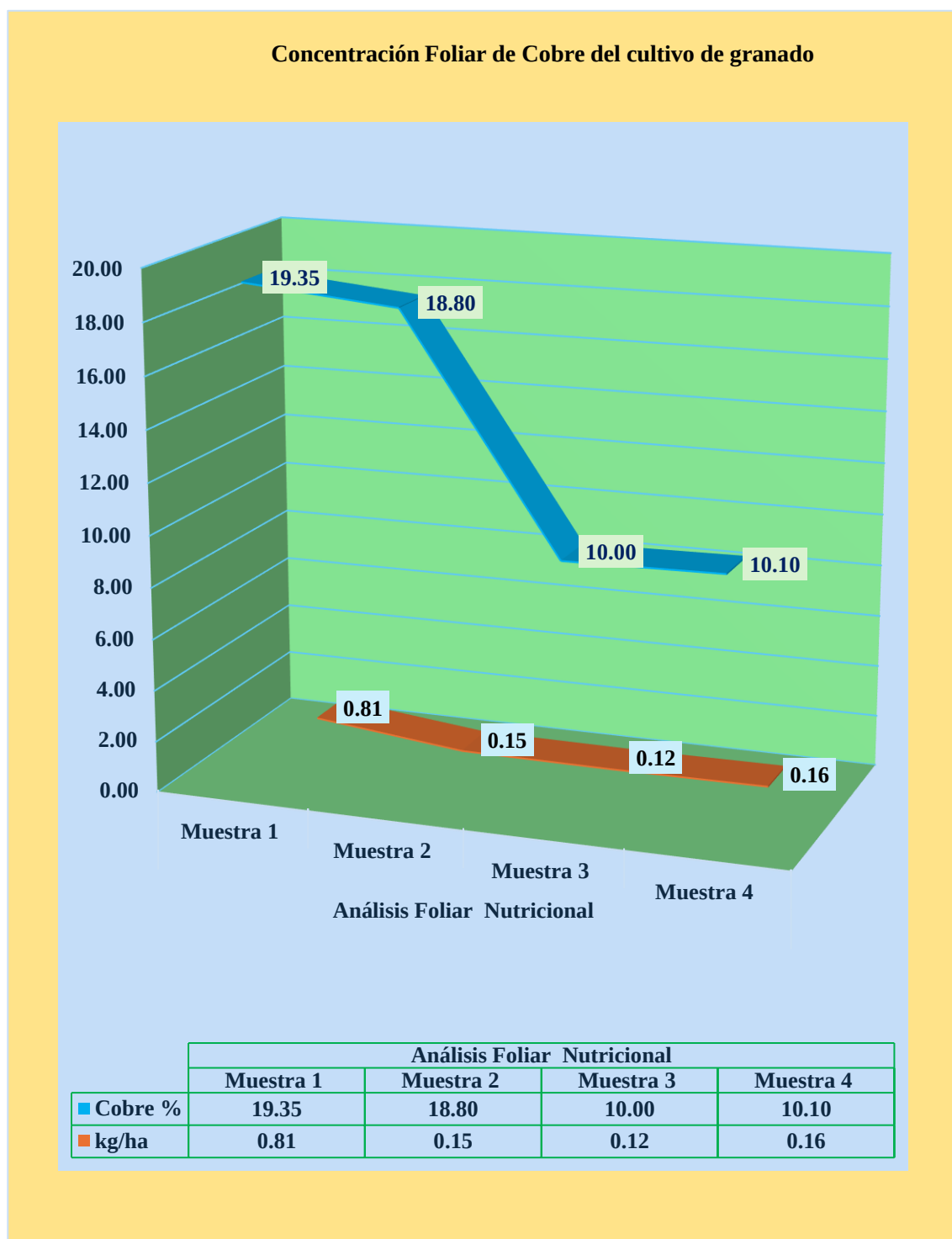


Fig. 10: Concentración foliar de cobre en hojas de granado

Análisis foliar de Zinc en el cultivo de granado Var. Wonderfull

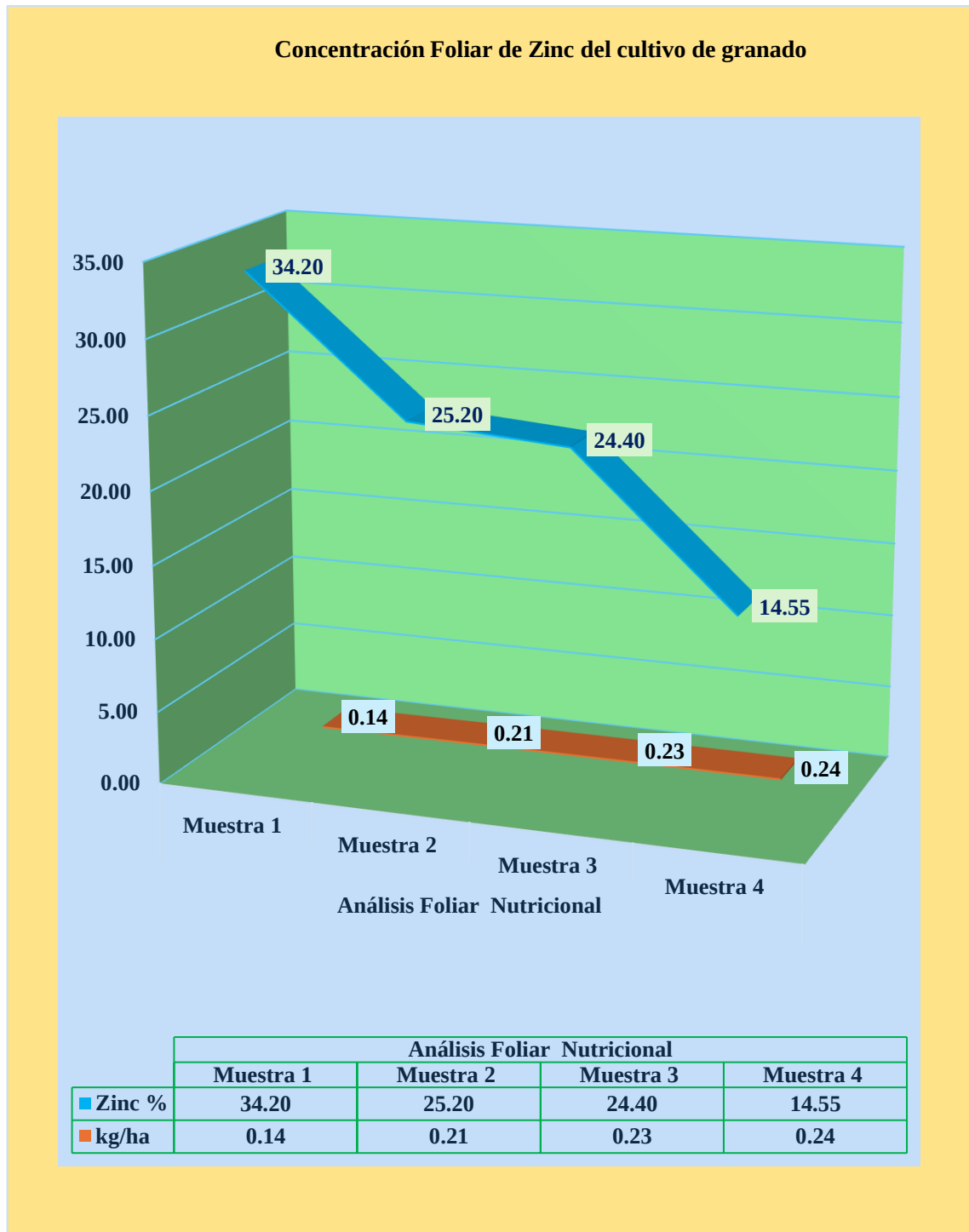


Fig. 1: Concentración foliar de zinc en hojas de granado.

Análisis foliar de Manganese en el cultivo de granado Var. Wonderfull

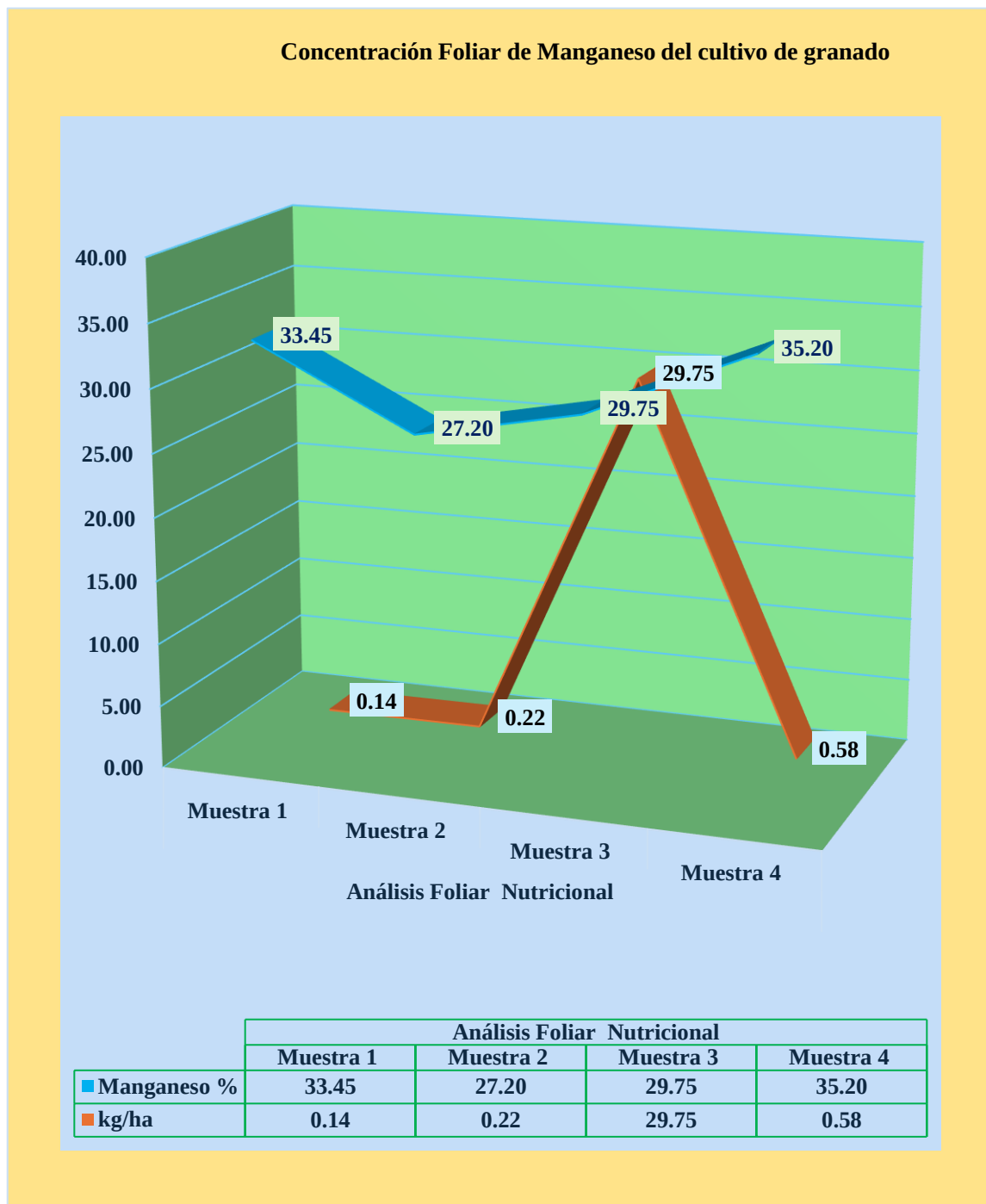


Fig. 12: Concentración foliar de manganeso en hojas de granado.

Análisis foliar de Hierro en el cultivo de granado Var. Wonderfull



Fig. 13 Concentración foliar de hierro en hojas de granado.

Análisis foliar de Boro en el cultivo de granado Var. Wonderfull

Concentración Foliar de Boro del cultivo de granado

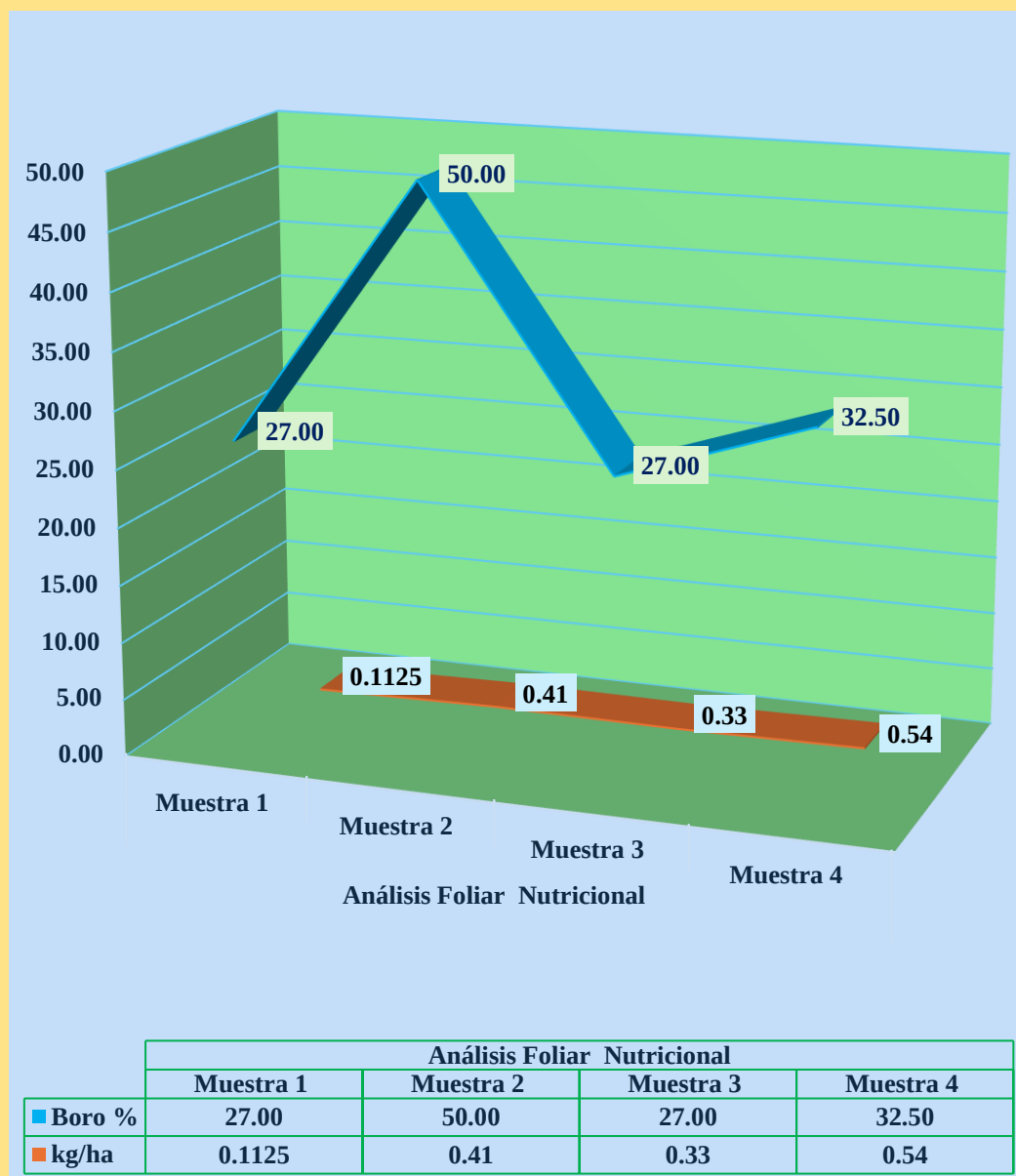


Fig. 14 Concentración foliar de boro en hojas de granado.

Análisis foliar de Materia Seca en el cultivo de granado Var. Wonderfull

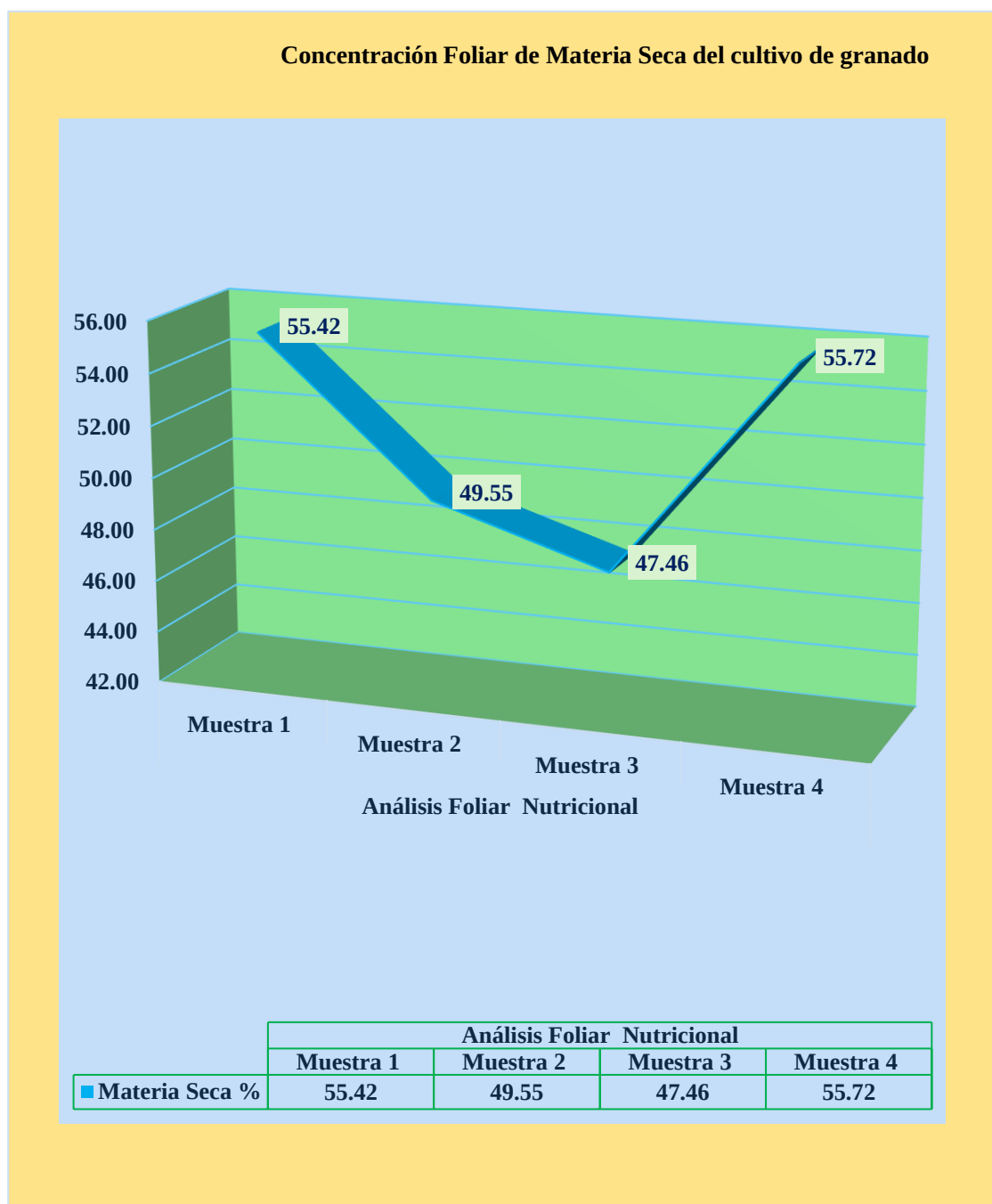


Fig. 15 Concentración foliar de materia seca en hojas de granado.

Fluctuación de los nutrientes en etapas fenológica brotamiento, floración, fructificación y maduración en el cultivo de granado

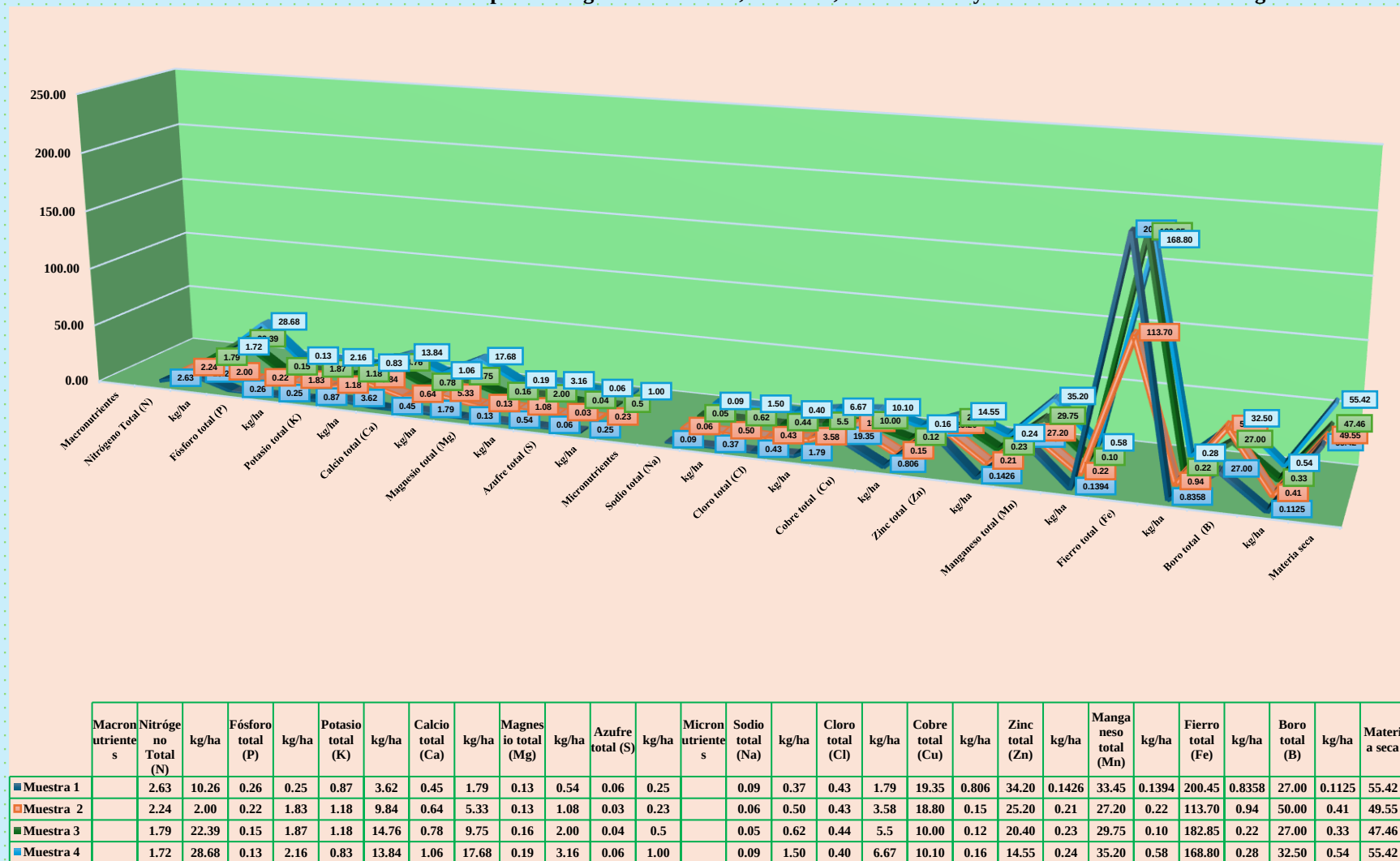


Fig. 16: Fluctuación de los nutrientes en etapas fenológicas en el cultivo de granado Wonderfull

IV. DISCUSIÓN

4.1. Discusión de resultados obtenidos

4.1.1. Análisis físico mecánico y químico del suelo

Queda señalar que al análisis de suelo físico-mecánico y químico en las tablas 1 y 2 (Análisis N° 888-015-2024, nivel 0.00-0.60 cms) en la Venta Baja, Santiago-Ica, resultados reflejan que estos suelos presentan una textura franca. Sánchez [24], indica que un suelo franco es uno de los tipos de suelo con mayor productividad agrícola, por la proporcionalidad de sus componentes en arena, limo y arcilla adecuada para el establecimiento de cultivos agrícolas.

De las características químicas, la interpretación, según resultados de los análisis obtenidos a los macronutrientes del suelo, se aprecia que el elemento Nitrógeno (N%) se encontró en una concentración baja con 0.072%, la disponibilidad de Fósforo fue de 11.66 ppm de interpretación baja con 11.66 ppm, el Potasio disponible, la concentración fue alto con 642.40 ppm. La cantidad de materia orgánica estuvo en 1.24% considerada normal, de Carbonato de Calcio el resultado del análisis dio 1.31% considerado bajo. La conductibilidad eléctrica (E.S) su resultado estuvo de 20.50 (ds/m) considerado muy salino, el pH dio 8.02 (Medianamente alcalino) con capacidad de intercambio catiónico.

Del intercambio catiónico, el Calcio en mEq/100 g. y el Magnesio presentaron concentraciones normales con valores 9.24 mEq/100 g y 1.96 mEq/100 g. respectivamente.

El Sodio presentó concentraciones altas con 2.07 mEq/100 g. al igual que el Potasio con 1.49 mEq/100 gr.

El P.S.I. (%) por ciento de Sodio intercambiable considerado 14.04 no sódico.

De la C.I.C.E. en mEq/100 g. (Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva) fue de 14.76 mEq/100 g. interpretado como medio por los resultados de los análisis realizados, de las muestras obtenidas se puede establecer que según para métodos y rangos de valores para la interpretación y la alta rusticidad del cultivo de granado, estos son suelos ideales para la adaptabilidad de diversos cultivos.

4.1.2. Información meteorológica mensual

Refiere [25], indica cuando hace referencia al clima para productividad del cultivo de granado en zonas del Perú, mencionan que se adecúa bien a climas de costa, mejorando las condiciones para el desarrollo del cultivo para su adaptabilidad y establecimiento. Este tiene adaptabilidad a diferentes rangos de temperaturas, estableciendo temperaturas iniciales de desarrollo desde los 25 °C hasta la cosecha

con un promedio de 24 °C, pero temperaturas menores a los 12 °C dificultan el crecimiento de frutos.

En el crecimiento, brotamiento de follaje estas mejoran con condiciones de altas temperaturas, siendo adecuada a los 35°C +/-5 °C (Temperatura de suelo). Extremas temperaturas antes de la maduración. Son perjudiciales para la calidad de la fruta de granado. Respecto a temperaturas mensuales máxima del mes de inicio del brotamiento se dio en el mes de agosto (A T° máxima fue de 28.2 °C en la floración la temperatura máxima que fluctuó en el mes de octubre 2024 estuvo en 30.8 °C. Temperatura máxima de fructificación en el mes de noviembre del 2024 fue de 32.8 °C.

La T° máxima de maduración de frutos se dio en el mes de diciembre del 2024 y fue de 34.8 °C todas estas temperaturas máximas le fueron favorables para el desarrollo del cultivo de 34.8°C granado.

La máxima temperatura se registró en el mes de marzo y diciembre la media mensual fue de 34.8°C.

La menor temperatura se registró en el mes de setiembre del 2024 con 8.2 °C.

Estos rangos de temperatura fueron adecuados para el normal desarrollo del cultivo de granado, la T° mínima fue en el mes de setiembre.

En cuanto a la humedad relativa, se presentó la más alta en el mes de agosto con 75% considerando este mes con mayor humedad relativa, próxima a la cosecha cuando el follaje está bien maduro, sin afectar al cultivo, y la menor humedad relativa en el mes de enero 2025 con 60.0 %.

De las horas de sol, según la fenología del desarrollo del cultivo, presentando la mayor hora del sol en el mes de octubre del año 2025 con 8.7 y la menor en el mes de febrero del año 2025 con 5.6 horas de sol.

Respecto a la velocidad del viento, la velocidad mayor se presentó en el mes de agosto del año 2024 con dirección NW -1.4 m/s, y la mejor velocidad del viento se presentó en el mes de marzo del año 2023 con dirección NW -1.7 m/s, con dirección S.E. (Sur Este).

El promedio de la velocidad del viento por hora en Ica, registra variaciones leves estacionales a través del año, estando en condiciones adecuadas para el establecimiento del cultivo de granado.

4.1.3. Resultados de análisis realizados

Al follaje al cultivo de granado analizado los resultados de la tesis titulada: “Evaluación de macro y microelementos en el cultivo de granado (*Punica granatum L.*) en la zona baja de Santiago –Ica”, bajo las condiciones del predio El

Rosario, del sector de la Venta Baja, del distrito de Santiago en Ica, conducido bajo el sistema de riego por goteo, en condiciones agua, suelo y clima, del desarrollo de las actividades se obtuvieron los resultados siguientes:

Del estudio referente a los macroelementos el Nitrógeno al brotamiento su comportamiento de la absorción de este elemento fue alto, normal para floración, bajo la fructificación e igual a la maduración.

El Fósforo al brotamiento fue alto, bajo a la floración, normal a la fructificación y a la maduración normal.

De la absorción del Potasio al brotamiento, floración fructificación y maduración tuvo un comportamiento normal.

En cuanto al comportamiento del Calcio y Magnesio en las 3 primeras etapas o estados fenológicos mostraron resultados bajos y muy bajos, y en la etapa de maduración el Calcio moderó a normal el Magnesio se mantuvo bajo.

La concentración para el Azufre en todas las etapas fenológicas los resultados fueron bajos y muy bajos.

Del Sodio en las 4 muestras tomadas mantienen un nivel crítico.

El Cloro mostró un grado de insuficiencia en sus diferentes etapas fenológicos del cultivo, no tóxico. Siendo su requerimiento en concentraciones mínimas para las funciones de asimilación para las plantas cultivables.

Respecto al Cobre en las dos primeras muestras tienen concentraciones altas, en la fructificación su concentración es normal igualmente a la maduración, estando este microelemento en condiciones adecuadas.

El Zinc al inicio normal, a la floración su concentración fue baja, igual a la fructificación, bajo a la maduración, por lo que se debe tener en cuenta, ya este microelemento influye carencialmente a la resistencia de plagas y enfermedades sobre todo en las últimas etapas del desarrollo del cultivo de granado.

El Manganeso su concentración al inicio del brotamiento fue normal, bajo en la floración, igual en fructificación y normal a la maduración, para que en la cosecha se manifieste en buena calidad de frutos de granada, habiéndose concentrado los macro y microelementos en forma adecuada.

Sobre el Ca y el Mg denotan concentraciones deficientes o bajas en las primeras etapas el estado fenológico del cultivo, mejorando a normal en la última etapa en el caso de Ca, así en el Mg, siendo bajo de importancia estos nutrientes en la nutrición del granado.

Respecto al Calcio señalan estudios que la problemática no es la deficiencia que pueda tener el suelo, sino por ser inmóvil en el floema y tejidos, sino también la

dificultad para movilizarse hacia las zonas de crecimiento y desarrollo de la planta [17].

El Azufre presentó concentraciones bajas tanto al brotamiento, floración, fructificación y moderación del cultivo.

Elemento sodio, mostró su nivel crítico durante el desarrollo y crecimiento del cultivo para sus 4 etapas fenológicas el Cloro también en las 4 muestras tomadas, muestran nivel de suficiencia a bajo, donde se le considera que sus necesidades o requerimientos es de cantidades mínimas o pequeñas considerándose esenciales como microelementos para los cultivos industriales.

Otros microelementos, caso Cobre en los 2 primeros estadios, su concentración está alta la tercera fue normal al igual que la cuarta muestra.

Para Zinc al inicio estuvo normal, la segunda baja, igual a la tercera y cuarta muestra a la maduración.

Del Hierro las muestras tomadas sus resultados estuvieron normales en el Boro, bajo al inicio, normal a la floración, muy bajo a la fructificación al igual que a la maduración de los frutos.

La materia seca se mantuvo con concentraciones de menor humedad, incrementando un poco en la maduración de los frutos.

Del presente informe en relación a los resultados encontrados, es necesario repetir estas investigaciones en 3 ó 4 campañas sucesivas, así buscar un equilibrio en el plan de la fertilización de los macro y micronutrientes presentes, mejorando la calidad del cultivo, a través de las correcciones de estos.

Se considera que todo análisis tiene requerimiento económico, como el interés, tiempo y dedicación de todo el año que muestra las ganas y el estímulo de contribuir al desarrollo sostenible para el sector agrícola.

Fortalece el espíritu e interés de mejorar el desempeño de los cultivos a través de análisis de suelo, foliares, tejidos, frutos en diferentes etapas aprovechando el interés del desarrollo de esta investigación.

4.2. Contrastación de la hipótesis general

Culminada la investigación de la tesis titulada: “Evaluación de macro y microelementos en el cultivo de granado (*Punica granatum* L.), en la zona baja de Santiago-Ica”, en condiciones del valle de Ica, y con los resultados de los análisis de las muestras de suelo y foliares respectivamente, se manifieste la absorción de los macro y microelementos en el cultivo del granado, objetivo de la presente tesis desarrollada, a través de las diferentes etapas fenológicas en sus diferentes estadios a través del cronograma de actividades en el año 2024 y 2025 lo que permitirá

mejorar la fertilización por medio del sistema de riego por goteo, la cual aumentará la eficiencia de los mismos y también mejorará el fertirriego, necesitando realizar adecuaciones al plan de fertilización para la campaña siguiente, ya muy cerca a la sustentación de este informe siendo estas adecuaciones foliarmente, dependiendo al crecimiento y desarrollo vegetativo del cultivo de granado, sobre todo respecto a los microelementos.

Se debe tener presente la importancia de los análisis foliares en el muestreo en sus diversas etapas fenológicas del cultivo, minuciosamente la observación de elementos que se encuentran deficientes o si los elementos se encuentran en exceso, como también de toxicidad de otros.

En cuanto a los elementos mayores como el Nitrógeno, Fósforo y Potasio se encuentran mostrando concentraciones, suficientes al inicio y con lo cual se podrá disminuir la dosis o acumulación de estos en esta etapa y las frutas a la cosecha que muestran valores un poco alto a normales para estos elementos, deduciéndose que el agricultor no está realizando una adecuada fertilización de estos fertilizantes o de los macroelementos, sobre todo si tienen almacenaje en el sistema radicular.

Hierro, mostró resultados normales en todas las muestras que se tomaron, tanto en el brotamiento, floración, fructificación y maduración del cultivo de granado, el Boro tuvo diferentes valores de resultados como al inicio del brotamiento estuvo bajo normal en la etapa de floración, muy bajo a la fructificación al igual que en la etapa de maduración.

Manifiesta [26], referente al Boro que: “En la nutrición del Boro el granado y otros cultivos son exigentes y en situaciones de exigencias nutritivas y en concentraciones de 1.5 ppm, ratifican el elevado requerimiento de Boro para este cultivo y otros”. Dice además “Una herramienta útil para determinar los requerimientos nutricionales del cultivo, es vía foliar (Análisis foliar), el cual debe ser comparado con los rangos de valores históricos disponibles para cada localidad [24], donde se deduce, la cita de los resultados registrados en estudios como esta tesis confirman lo planteado en la hipótesis y contrastación general.

Indica [26] que, una curva de absorción de nutrientes, es la representación gráfica de la cantidad de nutrientes extraídos por una planta, durante su ciclo de vida y que las curvas de absorción no constituyen una herramienta de diagnóstico como el análisis foliar, más bien ayudan a dar solidez a los programas de fertilización, debido a que establecieron las cantidades mínimas a la que el cultivo debe tener acceso para producir un determinado rendimiento.

Entonces se concluye y por lo tanto el comportamiento de estas curvas, permiten la identificación en etapa de la mayor y menor concentración nutricional, teniéndose en cuenta la fenología del cultivo, bajo las condiciones del predio.

Manifiestan [27] estos investigadores informando que, los análisis foliares son una herramienta útil en el diagnóstico del estado nutricional de un cultivo, ya que permiten detectar las deficiencias de elementos (Nutrientes) por medio de la comparación con datos referentes establecidos por la literatura (Niveles críticos) o también por medio de la estimación comparada de plantaciones que sirven de modelo y que presenten un modelo adecuado de desarrollo óptimo del cultivo.

Aplicar asimismo a la planta, nutrimentos por la vía foliar complementariamente y realizar observaciones de sintomatología de carencia en el suelo o también si es que la planta presente sintomatología de deficiencia u otra anomalía.

Mejorando la absorción de macro y microelementos por el cultivo de granado (*Punica granatum L.*) variedad Wonderfull y en condiciones del sector y valle de Ica, se puede indicar de los estudios respecto al tema, como refiere [28]: “Varios trabajos de fertilización foliar, demuestran su respuesta positiva de los cultivos, sin embargo los incrementos de rendimientos al usar esta práctica han sido muy variables, lo que sugiere se hagan más trabajos en busca de optimizar la capacidad productiva de las cosechas de diferentes cultivos, empleando la fertilización foliar como apoyo a la fertilización foliar como apoyo a la fertilización al suelo”.

Indica [29] “que para la interpretación de un análisis foliar se puede determinar 3 umbrales; el de la deficiencia con síntomas visibles de la carencia y bajos rendimientos, el de la suficiencia por encima de la cual se obtienen altos rendimientos, y por debajo del cual el rendimiento disminuye, lo que representa por tanto posibilidad de respuesta a la adición del nutriente, y por último el de la toxicidad que representa concentraciones por encima de los cuales la planta presente problemas para su desarrollo”.

Permite lo indicado o referido a validar y aceptar el planteamiento de la hipótesis específicos se tiene en cuenta la obtención de los resultados registrados de las diferentes muestras por medio de los equipos de espectrometría de la absorción atómicos en los laboratorios apreciados para este fin de los análisis respectivos.

4.3. Contrastación de la hipótesis específica

El estudio considerado también como ensayo va a permitir óptimamente la disposición y eficacia del empleo de los macro y microelementos, por el cultivo de granado por medio del fertirriego con mejoras la producción y calidad en la aplicación de los nutrimentos en dosis apropiados con la consideración de las

diversas etapas de la fenología del cultivo en etapas diferentes según la época, con su demanda mayor o deficiencia. Se incrementará la producción de nutrientes mejorando la calidad de las frutas de granado en el sector bajo del valle de Región de Ica, Perú.

En el estudio factores permitirán el conocimiento mejorando la aplicación de los nutrimentos químicos, ya que se mejora la aplicación en las etapas de menor deficiencia escaseo o la excesiva cantidad de éstos; mejorando el rendimiento y calidad de frutas como objetivo principal del cultivo de granado, todo esto por medio de análisis foliares y con el conocimiento de la absorción de macro y microelementos, evitando pérdidas, restituyéndose por medio del sistema de riego los nutrimentos, asimismo el empleo de las aplicaciones foliares le serán más favorables en los momentos precisos y adecuados en dosis óptimas y oportunas.

El plan de fertilización entonces estará en asociación a la cantidad de minerales que la planta extrae según su etapa de desarrollo vegetativo, teniendo también la adecuación de otros análisis como de agua, suelo, asimismo la precisión de los análisis foliares, para estimar la cantidad, la acumulación y cantidad de existencia de nutrientes y disponibilidad de estos o no, por las plantas, existiendo variabilidad según el sector, zona, valle, localidad, ambiente u otros factores, siendo como referencia en la aplicación de una buena fertilización en base a los análisis y resultados obtenidos.

V. CONCLUSIONES

Según las condiciones en la que el ensayo realizado se presenta las conclusiones siguientes:

- 5.1. El manejo agronómico de conducción en el cultivo de granado, bajo el nivel de un agricultor pequeño productor, con un manejo cultural de acuerdo a sus posibilidades, como fertilizaciones, riegos, sanidad, cosecha, etc., han sido necesarias.
- 5.2. El suelo presentó características físico-mecánicas de textura franca, favorables para el cultivo de granados, y los resultados de los análisis químicos del suelo presentó características propias del predio.
- 5.3. Los valores meteorológicos estuvieron normales para la estación o época del desarrollo del estudio.
- 5.4. Referente a los macroelementos, el Nitrógeno al brotamiento 2.63 % (10.26 kg/ha) estuvo alto, en la floración 2.24 % (2.00 kg/ha) normal, fructificación 1.79 % (22.39 kg/ha) bajo al igual a la maduración 1.72 % (28.68 kg/ha). El Fósforo 0.26 % (0.250 kg/ha) alto al inicio, bajo a la floración 0.22 % (1.83 kg/ha), normal a fructificación 0.15 % (1.87 kg/ha) y bajo en la maduración 0.13 % (2.16 kg/ha). El Potasio se mantuvo normal durante toda la fenología o etapas del granado (0.87%-3.62 kg/ha, 1.18%-9.84kg/ha, 1.18 % - 14.76 kg/ha y 0.83 % 13.84 kg/ha) respectivamente. El Calcio muy bajo 0.45% (1.79 kg/ha) al inicio, bajo 0.64 % (5.33 kg/ha) en la floración, igual en la fructificación 0.78 % (9.75 kg/ha) y 1.06 % (17.68 kg/ha) normal a la maduración, por lo cual se recomienda corregir las deficiencias en las etapas de escasez. El Magnesio de similar manera en todas sus etapas (0.13%-0.54 kg/ha, 0.13% 1.08 kg/ha, 0.16 % 2.00 kg/ha, 0.19 % 3.16 kg/ha). Del Azufre su comportamiento fue también deficiente en las diferentes etapas del desarrollo fenológico del cultivo de granado (0.06% -0.25 kg/ha, 0.03 % -0.23 kg/ha, 0.04 % 0.50 kg/ha, 0.06% 1.00 kg/ha) respectivamente.
- 5.5. Sobre los microelementos presentó el Sodio nivel crítico en las 4 etapas de los resultados de los análisis (0.09 % 0.37 kg/ha, 0.06 % 0.50 kg/ha, 0.05 % 0.62 kg/ha, 0.09 % 1.50 kg/ha) respectivamente. El Cloro presentó un intervalo de suficiencia bajo en todas las muestras (0.43 % 1.79 kg/ha, 0.43 % 3.58 kg/ha, 0.44 % 5.50 kg/ha, 0.40 % 6.67 kg/ha) respectivamente. El Cobre al brotamiento (19.35% 0.8060 kg/ha) estuvo alto, igual a la floración (18.80% 0.15 kg/ha) y normal para la fructificación (10.00 % 0.12 kg/ha) y maduración (10.10% 0.16 kg/ha) se debe equilibrar al inicio en las 2 primeras etapas. El Zinc al brotamiento (34.20 % 0.1426 kg/ha) normal, pero en la floración (25.20 % 0.21 kg/ha), fructificación (20.40 % 0.23 kg/ha) y maduración (14.55 % 0.24 kg/ha) los valores fueron bajos, por lo que se debe enmendar con aplicaciones foliares a base de Zinc. El Manganeso al brotamiento (33.45% 0.1394 kg/ha) normal, al igual en la fructificación (29.75 % 0.10 kg/ha) y maduración (35.20 % 0.58 kg/ha), siendo su valor bajo en la

floración (27.20 % 0.22 kg/ha). El Hierro tuvo sus valores normales en las diferentes etapas del muestreo (200.45% 0.8358 kg/ha, 113.70 % 0.94 kg/ha, 182.85 0.22 kg/ha y 168.80 % 0.28 kg/ha). El Boro estuvo bajo en las etapas de brotamiento (27.00 % 0.1125 kg/ha), fructificación (27.00 % 0.33 kg/ha) y maduración (32.50 % 0.54 kg/ha), estando con valor normal en la etapa de floración (0.50 % 0.41 kg/ha), se debe tener en cuenta en las etapas de deficiencia, ya que influyente en la maduración y calidad de frutas del cultivo de granado. La materia seca presentó valores alto al inicio bajando estos en las últimas etapas de la maduración de frutas, reduciendo su porcentaje (%) de humedad.

VI. RECOMENDACIONES

Proponemos según conclusiones y de la ejecución del estudio realizado:

- 6.1. Seguir realizando trabajos de investigación en el cultivo de granado bajo las condiciones de cada predio de parceleros o agricultores, para el mejoramiento en el uso de los fertilizantes y su aplicación, considerando la fenología del cultivo de acuerdo con los valores de los resultados obtenidos.
- 6.2. Siendo el fin de tener un mayor conocimiento respecto a la absorción de los macro y microelementos a nivel de productor pequeño, realizar otros ensayos con variedades diferentes, época, estación, sectores, zonas a fin de realizar una comparación de la extracción de macro y microelementos con finalidad de tener datos y valores uniformes confiables, con el detalle de la información.
- 6.3. Sin otras evidencias de experimentación recomendar a los pequeños agricultores de granado del sector bajo de Santiago en Ica, el empleo de los análisis de suelo, foliares, agua, tejidos, etc. como herramienta que permita el óptimo del manejo agronómico apropiado de la fertilización, considerando las etapas fenológicas del cultivo y realizar una observación de la sintomatología de escasez y deficiencias de baja disposición de los nutrientes del suelo y planta, siendo las aplicaciones foliares alternativas de correcciones rápidas referentes a los microelementos.
- 6.4. Incentivar la realización a la investigación de absorción de macro y microelementos en el cultivo de la referencia y otros, a niveles de pequeños, medianos y grandes productores para las diferentes zonas del valle de Ica y otras que nos permita establecer a plazo corto la definición de recomendaciones de la fertilización adecuada en campañas próximas o futuras de los cultivos.
- 6.5. El análisis foliar de macro y microelementos es importante para el cultivo de granado, pues posibilita mejorar la nutrición de la planta, incrementar su calidad y el rendimiento del fruto, evitar problemas fisiológicos y asegurar la producción.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Cárdenas. “Ritmo de absorción de macro y micronutrientes en el cultivo de granado (*Punica granatum* L.) conducido bajo el sistema de fertirrigación en la zona baja del valle de Ica”, 2021.
- [2] Ministerio de Agricultura. “El cultivo del Pacae en el Perú. Lima – Perú”. Pág. 52. 2011.
- [3] Almeyda y K. Ramos. “Determinación del ritmo de absorción de macro y micronutrientes en el cultivo de palto (*Persea americana* mil) variedad Hass en la zona alto del valle de Ica”. Tesis de ingeniería, Facultad de Agronomía-UNICA-Perú, 2017.
- [4] B. Juscafresa. Árboles Frutales, cultivo y explotación comercial. Editorial Aedos Barcelona España. Pág. 382-1978.
- [5] L. Donayre y M. Parian. “Determinación del Ritmo de Absorción de Macro y microelementos (nutrientes), del cultivo de palto (*Persen Americana* Mill) variedad Hass, conducido bajo el sistema de fertirrigación en la zona alta del Valle de Ica”, tesis de ingeniería, Facultad Agronomía-UNICA-Perú 2019.
- [6] W. Kennard. Frutas y Nueces para el Trópico. Editorial Limusa Wiley S.A. Puerto Rico. Pág. 177-1963.
- [7] P. Caballero., D. De Miguel M y M. Fernández-Zamudio. *Técnicas de gestión empresarial de la producción agraria*. CEGEA. Ed. SPUPV, 2004.
- [8] L. Bonet, J. Bartual, S. y Intrigliolo, D. *Aproximación a la pauta de riego óptimo en granado*. Horticultura: 22-26. 2012
- [9] Melgarejo, P.; Martínez-Valero, R.; Guillaumon, J.M.; Miró, M. & Amorós, A. 1996. Phenological stages of the pomegranate tree (*Punica granatum* L.). *Annals of Applied Biology* 130: 135-140.
- [10] W. Padilla. “*El suelo y su fertilidad*”. Lima – Perú, 2010. Pág. 200.
- [11] A. Salcedo y H. Salazar. “Determinación del ritmo de absorción de macro y micronutrientes en el cultivo de palto (*Persea americana* Mill) variedad Hass conducidos bajo sistema de fertirrigación en la zona del valle de Ica”. Tesis de ingeniero, Facultad Agronomía-UNICA-Perú 2019.

- [12] M. Pereira. “*Trabajo de grado: elaborar y publicar sus resultados. Una guía para lograrlo*”. [Thesis: Writing and Publishing its Results. A Guide to Success] High Rate. 2024. Accedido: 17 diciembre 2023. [En línea] Disponible en: <https://doi.org/10.38202/trabajodegrado>
- [13] P. Melgarejo, H. Gimeno, F. Hernández, J.J. Martínez, R. Martínez-Font, P. Melgarejo-Sánchez y M. Giménez. “Determinación de los rangos de normalidad para la interpretación foliar en el granado en el Sureste español”. Accedido: 10 diciembre. 2025. Disponible [En línea]. <https://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2071.%20XIV%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Fructicultura/Sesio%CC%81n%20III/Determinacio%CC%81n%20de%20los%20rangos%20de%20normalidad%20para%20la%20interpretacio%CC%81n%20foliar%20en%20el%20granado%20en%20el%20Sureste%20espan%CC%83ol.pdf>
- [14] Agro Rural. *Manual de abonamiento con guano de las islas. Cultivo de espárrago (Asparagus officinalis)*. Ministerio de Agricultura y Riego. Ficha técnica espárrago.pdf. 2021. Accedido: 10 diciembre. 2025. [En línea] Disponible en: <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/ficha%20tecnica%20esparrago.pdf>.
- [15] G. Álvaro. El fósforo y su importancia en el crecimiento vegetal. Fertibox. Accedido: 10 diciembre. 2025. 2019 [En línea] Disponible en: <https://www.fertibox.net/single-post/fosforo-agricultura>.
- [16] SQM. 24-04-2018 2018. *Esparrago*. Accedido: 10 diciembre. 2025. [En línea] Disponible en: <https://www.sqm.com/estudio/esparrago/>
- [17] F. Ramírez. “Nutrición Balanceada en el Cultivo de Espárrago”. 2023. Accedido: 09 Julio 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/nutricion-balanceada-en-esparrago>
- [18] Promix. “Rol del Azufre en el cultivo de plantas”. 15-09-2022. Accedido: 20 Julio 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-azufre-en-el-cultivo-de-plantas/>
- [19] E. Bloodnick. “La función del sodio y del cloruro en el cultivo de plantas”. 15-09-2022. Accedido: 30 Julio 2025. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-sodio-y-del-cloruro-en-el-cultivo-de-plantas/>

- [20] Intagri S.C. (s/f). “El Cobre en la nutrición vegetal”. 22-03-2022. Accedido: 20 Julio 2025. [On Line]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/el-cobre-en-la-nutricion-vegetal>
- [21] Sembralia. “Zinc en el Cultivo de Plantas. Funciones, deficiencia, síntomas y fuentes del micronutriente zinc en la agricultura”. 24/09/2021. Accedido: 27 Julio 2025. [On Line]. Disponible en: <https://sembralia.com/blogs/blog/zinc-cultivo-plantas>
- [22] Agroproductores. “Funciones del manganeso (Mn) en las plantas”. 02-06-2019. Disponible en: <https://agroproductores.com/funciones-del-manganeso-en-las-plantas/>
- [23] G. Esquivel (s/f). “Importancia del hierro (Fe) en la agricultura”. Accedido: 20 Julio 2025. [On Line] Disponible en: [http://drokasa.pe/aplicacion/webroot/imgs/notas/Importancia_del_Hierro_\(Fe\)_en_la_agricultura_peruana.pdf](http://drokasa.pe/aplicacion/webroot/imgs/notas/Importancia_del_Hierro_(Fe)_en_la_agricultura_peruana.pdf)
- [24] M. Sánchez. ¿Cuáles son las características del suelo franco? 25-09-2019. Accedido: 20 junio 2025. [On Line] Disponible en: <https://www.jardineriaon.com/suelo-franco.html>
- [25] Dirección de Competitividad Agraria. Perú. Un campo fértil para sus inversiones y el desarrollo de sus exportaciones. Agro al día. Dirección de Información Agraria (2010) Disponible:

<https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/378/1/cadena%20de%20esparragos.pdf>
- [26] Intagri S.C. (s/f). Las Curvas de Absorción de Nutrientes. 24-08-2016. Accedido: 30 junio 2025. [On Line]. Disponible en : <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-curvas-de-absorcion-de-nutrientes>
- [27] R. Fallas y F. Bertha. Análisis del estado nutrimental del cultivo de la papa en costa rica con base en información existente. Agronomía Costarricense 38(1): 199-206. (10.02.14). ISSN:0377-9424/2014 [On Line]. Disponible en: www.mag.go.cr/revagr/index.html www.cia.ucr.ac.cr
- [28] A. Trinidad y D. Aguilar. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos Terra Latinoamericana, vol. 17, núm. 3, julio-septiembre, 1999, pp. 247-255 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.
- [29] K. Osman. Soils: Principles, Properties and Management. 260 p. 2013.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1: Informe de Análisis de Suelo



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : JAN CARLOS ANGULO CARRASCO
PREDIO : TESISTA JAN CARLOS ANGULO CARRASCO
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 888-01S-2024

LUGAR : Ica

FECHA DE RECEP. : 28/08/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD

MUESTRA : M1 - 0-60cm - CULT. GRANADO - WONDERFULL - VENTA BAJA - STA. DOMINGUITA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	33.99	%		
Limo	42.69	%		
Arcilla	23.32	%	MES - 001	Boyucocos
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	47.69	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	1.31	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	20.50	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp 20.6 °C	8.02		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	11.66	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	1.24	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.072	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	642.40	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	9.24	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.96	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	2.07	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	1.49	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	14.04	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	14.76	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	182.52	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	30.68	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	5.71	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.08	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	107.19	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	23.19	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	92.98	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	3.30	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	0.64	ppm (*)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

DONDE:

ES : Extracto de Saturación.
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.
C.I.C.E : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.
% : Masa / Masa.
ppm : mg / Kg.
ppm(*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.

SM : Standard Methods

EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

ISO : International Organization for Standardization.

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Unea.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

[Firma]

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



[Firma]

MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : JAN CARLOS ANGULO CARRASCO
PREDIO : TESISTA JAN CARLOS ANGULO CARRASCO
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 888-01S -2024
LUGAR : Ica
FECHA DE RECEP. : 28/08/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - MICRONUTRIENTES DISPONIBLES

ESTRA : M1 - 0-60cm - CULT. GRANADO - WONDERFULL - VENTA BAJA - STA. DOMINGI

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
				Extractante: DTPA
Cobre Disponible (Cu)	3.59	ppm	MES - 018	FAAS
Zinc Disponible (Zn)	1.61	ppm	MES - 019	FAAS
Manganeso Disponible (Mn)	4.91	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro Disponible (Fe)	6.41	ppm	MES - 021	FAAS
				Extractante: $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Boro Disponible (B)	2.16	ppm	MES - 022	Colorimétrico

DONDE:

DTPA : Pentaacetato de Dietilentríammina.
MES : Método propio del Laboratorio.
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.
ppm : mg/kg

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE

Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : JAN CARLOS ANGULO CARRASCO

ANÁLISIS N° : 888-01F-2024

PREDIO : TESISTA JAN CARLOS ANGULO CARRASCO

LUGAR : Ica

MATRIZ : HOJAS DE GRANADO

FECHA DE RECEP. : 28/08/2024

INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL
MUESTRA : M1 - VAR. - WONDERFULL - VENTA BAJA - STA. DOMINGUITA

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N _T)	2.63	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P)	0.26	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K)	0.87	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca)	0.45	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg)	0.13	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S)	0.06	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.09	%	MEF - 007	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.43	%	MEF - 008	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	19.35	ppm	MEF - 009	FAAS
Zinc Total (Zn)	34.20	ppm	MEF - 010	FAAS
Manganeso Total (Mn)	33.45	ppm	MEF - 011	FAAS
Hierro Total (Fe)	200.45	ppm	MEF - 012	FAAS
Boro Total (B)	27.00	ppm	MEF - 013	Colorimétrico
Materia Seca	55.42	%	MEF - 014	Gravimétrico

Los resultados están expresados en muestra seca a 65°C.

DONDE:

% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
MEF : Método Propio del Laboratorio.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE

Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : JAN CARLOS ANGULO CARRASCO

ANÁLISIS N° : 1021-01F -2024

PREDIO : TESISTA JAN CARLOS ANGULO CARRASCO

LUGAR : Ica

MATRIZ : HOJAS DE GRANADO

FECHA DE RECEP. : 09/10/2024

INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL

MUESTRA : PROYECTO - VAR. WONDERFULL - EF. FLORACION PLENA - 4 ños - LA VENTA BAJA - ROSARIO STA. DOMINGUITA

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N _T)	2.24	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P)	0.22	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K)	1.18	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca)	0.64	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg)	0.13	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S)	0.03	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.06	%	MEF - 007	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.43	%	MEF - 008	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	18.80	ppm	MEF - 009	FAAS
Zinc Total (Zn)	25.20	ppm	MEF - 010	FAAS
Manganeso Total (Mn)	27.20	ppm	MEF - 011	FAAS
Hierro Total (Fe)	113.70	ppm	MEF - 012	FAAS
Boro Total (B)	50.00	ppm	MEF - 013	Colorimétrico
Materia Seca	49.55	%	MEF - 014	Gravimétrico

Los resultados están expresados en muestra seca a 65°C.

DONDE:

% : Masa / Masa

ppm : mg / Kg

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

MEF : Método Propio del Laboratorio.

NOTA:

1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.

2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE

Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : JAN CARLOS ANGULO CARRASCO

ANÁLISIS N° : 1161-01F -2024

PREDIO : TESISTA JAN CARLOS ANGULO CARRASCO

LUGAR : Ica

MATRIZ : HOJAS DE GRANADO

FECHA DE RECEP. : 26/11/2024

INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL

MUESTRA : EF. FRUTIFICACION - WONDERFULL - 4 años - EL ROSARIO - SANTA DOMINGUITA

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N _T)	1.79	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P)	0.15	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K)	1.18	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca)	0.78	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg)	0.16	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S)	0.04	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.05	%	MEF - 007	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.44	%	MEF - 008	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	10.00	ppm	MEF - 009	FAAS
Zinc Total (Zn)	20.40	ppm	MEF - 010	FAAS
Manganeso Total (Mn)	29.75	ppm	MEF - 011	FAAS
Hierro Total (Fe)	182.85	ppm	MEF - 012	FAAS
Boro Total (B)	27.00	ppm	MEF - 013	Colorimétrico
Materia Seca	47.46	%	MEF - 014	Gravimétrico

Los resultados están expresados en muestra seca a 65°C.

DONDE:

% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
MEF : Método Propio del Laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú

Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563

Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

**VALLE GRANDE**

Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : JAN CARLOS ANGULO CARRASCO
PREDIO : TESISTA JAN CARLOS ANGULO CARRASCO
MATRIZ : HOJAS DE GRANADO

ANÁLISIS N° : 221-01F-2025

LUGAR : Ica

FECHA DE RECEP. : 11/02/2025

INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL
MUESTRA : VAR. WONDERFULL - EF. MADURACION PLENA - LA VENTA BAJA - 4 años

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N r)	1.72	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P)	0.13	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K)	0.83	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca)	1.06	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg)	0.19	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S)	0.06	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.09	%	MEF - 007	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.40	%	MEF - 008	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	10.10	ppm	MEF - 009	FAAS
Zinc Total (Zn)	14.55	ppm	MEF - 010	FAAS
Manganeso Total (Mn)	35.20	ppm	MEF - 011	FAAS
Hierro Total (Fe)	168.80	ppm	MEF - 012	FAAS
Boro Total (B)	32.50	ppm	MEF - 013	Colorimétrico
Materia Seca	55.72	%	MEF - 014	Gravimétrico

Los resultados están expresados en muestra seca a 65°C.

DONDE:

% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
MEF : Método Propio del Laboratorio.

NOTA:

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.


MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
JEFE DEL LABORATORIO




MSc. Agr. Julio Castro Lazo
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular
Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Anexo 2: Instrumento de Recolección y Elementos nutricionales del cultivo de granado

1. Instrumentos de recolección

Se empleará entre otros, los siguientes instrumentos:

- Bolsas de plástico
- Lampa
- Wincha
- Sobre manila
- Plumón indeleble
- Laptop
- Celulares
- Estacas

1.1.1. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

De las muestras de los análisis arrojarán resultados, los mismos que serán recabados y comparados con los estándares establecidos según tabla con sus valores respectivos para la interpretación respectiva en determinación de la absorción del concentrado de elementos nutricionales en el cultivo de granado de la variedad Wonderfull bajos las condiciones de la zona de Santiago, siendo entonces el suelo el que se adecuará a condiciones para un buen manejo agronómico del mismo.

Respecto a los resultados de los análisis foliares proporcionados por los laboratorios conocidos estos en las diferentes etapas fenológicas del granado, permitirán establecer la cantidad del concentrado de elementos nutricionales y el rango de valoración de los mismos, estableciendo la integración y discusión de los mismos, por la cantidad de nutrientes que se encuentra en las etapas del desarrollo fenológico del granado y se podrá obtener información y dar un buen manejo agronómico para las condiciones del medio en el cultivo de granado, para cada elemento nutricional para este cultivo.

A. Elementos nutricionales del cultivo de granado

a) Nitrógeno

Según la composición cuantitativa de los tejidos vegetales, el nitrógeno (N) es el cuarto elemento. Se encuentra en varias biomoléculas, como proteínas, enzimas, aminoácidos, ácidos nucleicos (ADN y ARN), hormonas, clorofila y otros componentes celulares. Debido a su gran movilidad dentro de las plantas, las hojas

adultas son deficientes en él. Determina el vigor, la producción y la calidad de los frutos como ninguna otra vitamina. Por ello, es necesario comprender los ciclos internos del nitrógeno, tanto del suelo como de los árboles, para gestionar correctamente la fertilización nitrogenada.

Afortunadamente, en los últimos años se ha investigado mucho sobre los patrones de utilización de nitrógeno de diversas especies frutales, y los hallazgos recogidos permiten un control mucho más sensato de los fertilizantes y del sistema suelo-planta en general.

Un exceso de este nutriente da lugar a un crecimiento vegetativo excesivo, que puede provocar problemas de calidad. Este nutriente afecta sobre todo a la cantidad de frutos. El rendimiento se ve directamente afectado por ello.

Dado que el crecimiento inducido por el N extra diluye la cantidad de K y P, los niveles excesivos de N tienden a reducir las concentraciones de otros elementos en el árbol, principalmente K y, en menor medida, P.

La aplicación de N provoca quemaduras foliares si el contenido de K de la hoja es inferior a un determinado umbral. La defoliación severa provocada por la quemadura de la hoja comienza en la base de las hojas y brotes y se extiende gradualmente a las puntas.

La enfermedad fisiológica conocida como hoja corchosa, que aparece en forma de manchas necróticas en las hojas del nogal, parece estar relacionada tanto con el potasio como con el nitrógeno. Este problema se plantea en huertos con una fuerte fertilización nitrogenada y una disponibilidad inadecuada de potasio. Sin embargo, en un estudio en el que se evaluaron las dosis de potasio y nitrógeno no se descubrió ningún efecto perceptible en la interacción entre estos dos nutrientes.

b) Fósforo

Forma parte de los procesos energéticos de las plantas. Como es móvil dentro de los tejidos, cuando el aporte de la tierra es mínimo, se transloca a los tejidos jóvenes. Las hojas más viejas se vuelven pálidas y, con el tiempo, rojizas debido a las deficiencias. Aunque no se han documentado síntomas de exceso, otros minerales, en particular el zinc, pueden no funcionar correctamente.

El N y el P tienen muchos puntos de interacción, dependen el uno del otro y están profundamente implicados en el metabolismo y el crecimiento de las plantas. La función del P en el metabolismo del N se ha investigado a fondo; cuando las plantas carecen de P, su capacidad para asimilar NO_3^- se ve alterada.

c) Potasio

El potasio (K) es un nutriente esencial, el segundo más importante por detrás del nitrógeno (N). Así que las plantas necesitan potasio en grandes cantidades para un correcto crecimiento y reproducción.

De hecho, se considera 'nutriente de calidad', ya que de él dependen factores decisivos en el precio y calidad del producto agrícola: Entre ellos el tamaño, color y sabor de la planta.

Funciones del potasio en las plantas:

- Activa más de 50 enzimas, por lo que es un nutriente muy importante para el metabolismo de las plantas.
- El potasio regula el mecanismo de apertura y cierre de las estomas de las plantas. Es esencial para el control de la respiración del cultivo.
- Otra de las funciones más importantes del potasio es que disminuye el estrés hídrico y mejora el aprovechamiento del agua.
- El potasio favorece las formaciones de carbohidratos como el azúcar y el almidón.
- Hace posible el transporte y el almacenamiento de carbohidratos desde las hojas a los órganos de almacenaje.
- El potasio mejora la calidad interna del producto al repercutir en la síntesis de vitaminas, mejora el sabor de frutas y verduras, olor y sabor. Por otro lado, con una aportación adecuada de este nutriente esencial, los frutos y semillas aumentan más y mejor de peso.

Déficit de potasio en el cultivo

- Clorosis. Aparece por el color amarillento y quemaduras marginales en las hojas medias y bajas de las plantas. En casos extremos puede producir necrosis.
- Crecimiento lento. Las plantas tardan más en crecer cuando tienen déficit de potasio, ya que es un elemento clave en su desarrollo.
- Menor tolerancia a los cambios de temperatura y estrés hídrico. El déficit de potasio se traduce en menor agua circulando en la planta. La planta se vuelve más susceptible al estrés hídrico, a los cambios de temperatura y al ataque de plagas y enfermedades.
- Defoliación. Ante un déficit de potasio, las plantas adquieren un color amarillento o marrón y finalmente acaban perdiendo las hojas antes de tiempo.

d) Magnesio y Calcio

El primero participa estructuralmente en la clorofila, mientras que el segundo es un elemento esencial en la pared celular y juega un papel importante en la integridad de la membrana celular, interviene en muchas funciones celulares como secreción, regulación del intercambio de gases, balance iónico, expresión genética, metabolismo del carbono etc. La influencia del Ca en el metabolismo del N depende principalmente de la fuente nitrogenada usada. Cuando la forma nitrogenada es NH_4^+ , la aplicación de Ca aumenta la absorción de NH_4^+ y mejora la utilización de N en la planta, mejorando los rendimientos en producción y biomasa.

e) Hierro.

Es un componente vital en la síntesis de la clorofila y participa activamente en los procesos enzimáticos de la respiración y la fotosíntesis. En el árbol, este nutriente no es muy móvil.

La deficiencia de hierro se expresa como una clorosis intravenosa en las hojas nuevas (las hojas son amarillas con venas verdes). Para determinar la causa de la deficiencia, primero examine las raíces. Las raíces de la planta que está enferma o estresada por el exceso de riego no absorben los nutrientes de forma eficiente, lo que causa clorosis. Es importante permitir que el sustrato se seque entre riegos para reducir el estrés de la planta y para hacer una aplicación apropiada de un fungicida a saturación cuando las raíces estén enfermas.

f) Manganeso.

Este elemento participa en una serie de actividades enzimáticas. Aunque la sintomatología de las hojas de oreja de ratón, en las que el nervio central se sala de la lámina foliar, se ha relacionado con déficits de manganeso o cobre, su carencia no es frecuente. Sin embargo, este problema es complejo, ya que se ha relacionado con diversas condiciones fisiológicas y nutricionales. También se ha relacionado con el Fe, la relación N/S, el calcio y, más recientemente, con una carencia de Ni.

g) Cobre.

Este elemento participa sobre todo en procesos de oxidación y reducción. Se ha relacionado con el síntoma de la oreja de ratón, al igual que el manganeso.

h) Boro.

Interviene en la formación y distribución de azúcares en las plantas. Debido a su implicación en la germinación y el desarrollo del tubo polínico, uno de sus impactos se observa en el cuajado del fruto.

Rara vez se observan indicios foliares de insuficiencia de boro. Suele haber suficiente B para los nogales en lugares áridos. Tal vez haya más sobreabundancia de B que escasez.

i) Zinc.

Este elemento es, junto con el nitrógeno, uno de los esenciales para la cantidad y la calidad del cultivo. Contribuye a la síntesis del triptófano, que es un componente básico de la auxina ácido indolacético (IAA), que estimula el desarrollo de los tejidos vegetales. El intercambio de gases a través de las estomas y la producción de clorofila también se ven afectados por esta deficiencia nutricional. Para que esta técnica funcione al máximo, se requiere un nivel foliar mínimo de 15 ppm.

j) Níquel.

El níquel es parte de la estructura de la enzima Ureasa, la cual afecta el metabolismo de N en el árbol. De acuerdo a este autor, este síntoma se presenta comúnmente en huertas o árboles replantados, debido a una acumulación excesiva de Zn. Aunque también se puede observar en árboles creciendo en suelos arenosos o con pH tendiente a la acidez.

B. Fertirrigación

El uso correcto de la fertirrigación tratará de hacer compatible la obtención de altos rendimientos con la protección medioambiental (sostenibilidad, problemas eutrofización, contaminación nitratos, emisiones de gases de efecto invernadero, etc.), la defensa de la planta frente a factores bióticos y abióticos, la calidad (exterior, interior, poscosecha, compuestos funcionales, etc.) y la rentabilidad del cultivo (incremento de la producción, reducción de costes, precio, etc.).

Para aportar los nutrientes en fertirrigación de forma adecuada es necesario establecer la dosis de fertilizantes según un balance nutricional, en el cual se consideran las entradas y salidas del sistema agua-suelo-planta. Las principales entradas al sistema son los fertilizantes, las enmiendas orgánicas, los aportes del agua de riego y de otras fuentes exógenas. En cuanto a las salidas del sistema son, esencialmente, la exportación de los nutrientes por los frutos (cosecha), la recogida de los restos de poda, y las pérdidas de nutrientes derivadas de algunos procesos como la lixiviación, volatilización, desnitrificación, inmovilización por la flora microbiana y los nutrientes para la formación de los órganos estructurales. Así pues, las necesidades de fertilización de los árboles de granado dependerán de las exportaciones netas de nutrientes derivadas de la cosecha (frutos), las flores y frutos no cuajados (el granado mollar produce una media de 1.500 flores por árbol que no

llegarán a fruto), la recogida de las hojas y madera de poda (procedente de la poda de invierno y la poda en verde) y las cantidades inmovilizadas en los órganos de reserva de los árboles. A modo orientativo, las unidades fertilizantes a aportar, teniendo en cuenta las exportaciones netas en árboles adultos son del orden de 3,58 UF de N, 1,31 UF de P, O; y 4,06 UF de K; O por tonelada de fruta.

En parcelas con cubierta vegetal durante parte del ciclo de cultivo, ésta se tendrá en cuenta para evaluar las necesidades de la plantación. Finalmente, las necesidades totales de fertilizantes o el plan de fertilización se obtendrán a partir de las necesidades de la plantación, menos las aportaciones del suelo y del agua de riego. Los nutrientes (N y Mg) aportados por el agua de riego en base al análisis químico.

En sistemas de fertilización en granado aplicada con el riego, en base a nuestros estudios en suelos calizos y sin contabilizar lo aportado por la materia orgánica del suelo y el agua de riego, para una producción de 30 t.ha⁻¹ se recomienda para árboles adultos (a partir de 7 años) la aportación máxima de 170 UF/ha de nitrógeno (N), 60 UF/ha de fósforo (P,O;) y 205 UF/ha de potasa (K₂O), si bien, con un manejo óptimo de la fertirrigación se pueden reducir las cantidades totales en un 30%, obteniendo similares rendimientos. Debe tenerse en cuenta que las dosis recomendadas para el nitrógeno y el fósforo son superiores en riego por inundación que, por goteo, debido a la mayor eficiencia en la absorción de estos nutrientes que tiene lugar en este último sistema de riego. Para la fertilización del granado en riego por goteo se recomienda un equilibrio 2,5-1-3 (N:P-K) en suelos calizos. Comúnmente, la relación entre el nitrógeno (N) y la potasa (K, O), se recomienda que se encuentre en un valor en torno a 1:1 (excepto en suelos calizos, en que se recomienda una relación 1:1,2). Aportes adicionales de 2-4 UF.ha⁻¹ de hierro (preferentemente de forma quelatada) y de 20-30 UF.ha⁻¹ de magnesio suelen ser necesarios en suelos alcalinos.

La programación de la fertilización depende de la edad del árbol y la cosecha esperada. En términos absolutos, existe una diferencia importante entre producción total y producción comercial por el destrío debido a frutos rajados, con golpe de sol y por calibres pequeños, aunque su magnitud depende de la variedad y técnicas culturales. En la variedad “Mollar”, las producciones medias de árboles adultos están en el rango de 20-30 t ha⁻¹. Se considera que el árbol está en plena producción a 6to año. Las producciones anuales están en torno a 10, 20-30, 20-40, 40-60 kg por árbol entre el 3er y 6to año de edad. Para optimizar el empleo de fertilizantes, las dosis a aplicar se corregirán dependiendo de los análisis de suelo y foliares que se obtengan anualmente. Se recomienda realizar el análisis mineral de hojas como elemento de diagnóstico y control sobre una muestra representativa de la parcela. Para que sean comparables sus resultados debe seguirse el mismo protocolo sobre la toma de muestras. Para el

diagnóstico foliar, la recomendación es que las muestras se tomen de hojas completamente desarrolladas en el mes de julio, del tercio medio de brotes del año. Los valores de normalidad de los macroelementos obtenidos para la variedad “Mollar” son de 1,40-1,90% de N; 0,11-0,16% de P, 0,60-1,13% de K, 0,70-1,50% de Ca y 0,20-0,40% de Mg.

En el caso de emplear aguas de riego con problemas de salinidad, es recomendable el empleo de fertilizantes con menor índice de salinidad. Además, es conveniente aplicar un excedente de agua de riego para el lavado de las sales del suelo. Otras técnicas como la mejora del drenaje del suelo mediante estercolado, la instalación de sistemas de drenaje artificiales de agua del suelo, las labores de subsolado, la plantación en mesetas y el empleo de acolchados pueden ayudar a reducir los daños por salinidad en la planta.

Anexo 3: Tomas fotográficas













Anexo 4: Datos meteorológicos

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

Estación MAP – San Camilo

Longitud : 75° 42' 39,6" S
Latitud : 14° 4' 24" W
Altitud : 407 msnm

Dpto. : Ica
Provincia : Ica
Distrito : Parcona

Parámetro : Temperatura Máxima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2024	-	-	-	-	-	-	-	26.7	29.3	31.3	31.0	32.2
2025	33.2	32.8	33.3	32.3	29.1	24.6						

Parámetro : Temperatura Mínima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2024	-	-	-	-	-	-	-	9.8	10.6	12.9	14.2	16.2
2025	17.1	20.6	19.3	15.7	13.7	13.0						

Parámetro : Temperatura Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2024	-	-	-	-	-	-	-	17.5	19.3	21.8	22.4	24.3
2025	25.7	26.3	26.5	24.1	21.5	18.6						

Parámetro : Humedad Relativa Media Mensual (%)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2024	-	-	-	-	-	-	-	75	73	70	70	66
2025	66	71	73	78	80	85						

Parámetro: Horas de sol total mensual (HS)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2024	-	-	-	-	-	-	-	225.6	209.0	252.5	227.1	214.7
2025	208.5	135.5	184.1	250.9	223.4	148.7						

Parámetro : Viento: Velocidad Media Mensual (m/s)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2024	-	-	-	-	-	-	-	2.2	2.0	2.0	1.9	1.9
2025	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.6						

Información preparada para:

ANGULO CARRASCO, JAN CARLOS

PROYECTO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO

"EVALUACIÓN DE MACRO Y MICRO ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE GRANADA WONDERFULL
(*Punica Granatum L.*) En la VENTA BAJA SANTIAGO-ICA".

Ica, 19 de septiembre del 2025

Parque Industrial MZ A lote 5-Ica

Teléfono: 056-480148

www.senamhi.gob.pe



Procedimiento por ROBOS
Luis Ricardo Antonio Pili
2013 0960285-01
Robos Soy el autor del documento
Fecha: 16/09/2025 18:45:25-05:00

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL