



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## [Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

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



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

## CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2025

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

**"Evaluar la nutrición foliar en el cultivo de granado (*Punica granatum L.*) en el sector de la Venta Baja en Santiago-Ica"**

Presentado por:

**CUCHO PAUCAR CARLOS ALBERTO**

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 04% de similitud (Cuatro 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, 09 de julio del 2025.

.....  
**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**



“Evaluar la nutrición foliar en el cultivo de granado (*Punica granatum* L.) en el sector de la Venta Baja en Santiago – Ica”.

Línea de investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO

**AUTOR:** CARLOS ALBERTO CUCHO PAUCAR

**Ica – Perú  
2025**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi madre y mi padre; que me enseñaron el valor del esfuerzo y la persistencia. Gracias a su amor incondicional y sacrificios han sido la luz que ha guiado mis caminos en estos años de estudio.

## **Agradecimiento**

A mis hijos que me dieron el tiempo para esta investigación; y a mis docentes, al Dr. Hugo Vásquez Salas, que me dio el apoyo para poder culminar esta tesis.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. Introducción.....	1
1.1. Antecedentes del problema de investigación .....	1
1.2. Formulación del Problema .....	2
1.2.1. Problema General .....	3
1.2.2. Problema Específico .....	3
1.3. Justificación e importancia de la investigación.....	3
a) Justificación.....	3
b) Importancia.....	3
1.4. Delimitación del Problema .....	4
1.5. Hipótesis y variables de la investigación .....	4
a)Hipótesis General .....	4
b) Hipótesis Específica .....	4
1.6. Objetivos.....	4
a)Objetivo General .....	4
b) Objetivos Específicos .....	5
1.7. Variables.....	5
II. Estrategia Metodológica.....	6
2.1. Instrumento de recolección de datos.....	6
2.2. Técnica de recolección de datos .....	6
a) Análisis de suelo.....	6
b) Referente a análisis foliares .....	6
2.3. Técnica de procedimiento de datos, análisis e interpretación de resultados.....	7
2.4. Tipo, nivel y diseño de la investigación.....	7
2.5. Población y Muestra.....	8
III. Resultados .....	9
3.1. Interpretación y presentación de resultados.....	9
3.1.1. Interpretación de análisis -físico-mecánico de suelo.....	9
3.1.2. Análisis Químico del Suelo .....	10
3.1.3. Datos meteorológicos .....	10
3.1.4. Crecimiento del granado.....	11
3.1.5. Registros de resultados .....	22

3.1.6. Fluctuaciones de los análisis foliares en hojas del cultivo de granado, var. Wonderfull. ....	26
3.1.7. Interpretación de análisis físico - mecánico – químico de suelo 2024 .....	37
3.1.8. De la información de los datos meteorológicos .....	37
3.1.9. Interpretación de la cantidad de concentración foliar de nutrientes en el cultivo de granado .....	38
IV. Discusión.....	43
4.1. Discusión de resultados.....	43
4.1.1. Análisis físico mecánico y químico del suelo .....	43
4.1.2. De los resultados de los análisis realizados a hojas o follaje del granado según fenología. ....	43
4.1.3. Contrastación de la Hipótesis General .....	44
4.1.4. Contrastación de la hipótesis específica .....	46
V. Conclusiones.....	48
VI. Recomendaciones .....	49
VII. Referencias Bibliográficas .....	50
Anexos	
Anexo 1: Matriz de consistencia	
Anexo 2: Informe de Análisis de Suelo	
Anexo 3: Instrumento de Recolección y Elementos nutricionales del cultivo de granado	
Anexo 4: Tomas fotográficas	

## Índice de Tabla

Tabla 1.....	9
Análisis de suelo (Físico – Mecánico) Nivel 0.00 – 0.50 mts.....	9
Tabla 2.....	10
Análisis Químico del Suelo – 2024.....	10
Tabla 3.....	11
Datos meteorológicos año 2024- 25.....	11
Tabla 4.....	15
Aplicación de Cianamida en el cultivo de granada.....	15
Tabla 5.....	21
Aplicaciones para el control de Thirps tabaci.....	21
Tabla 6.....	21
Aplicaciones para el control de Polyfagotarsonemus latus.....	21
Tabla 7.....	22
Informe de análisis nutricional foliar N° 885-01F.2024.....	22
Tabla 8.....	23
Resultados e interpretación del análisis foliar en el cultivo de granado.....	23
Tabla 9.....	24
Resultados e interpretación del análisis foliar en el cultivo de granado.....	24
Tabla 10.....	25
Resultados e interpretación del análisis foliar en el cultivo de granado (Wonderfull).....	25
Tabla 11.....	26
Evolución fluctativa nutricional de nutrientes.....	26

## Índice de Figura

Figura 1 .....	12
Arquitectura en la planta de granado .....	12
Figura 2 .....	13
Planta de granado sin podar .....	13
Figura 3 .....	13
Eliminación de mamones .....	13
Figura 4 .....	13
Planta sin mamones .....	13
Figura 5 .....	14
Rastrojos en la calle .....	14
Figura 6 .....	14
Picado y pulverizado de la broza .....	14
Figura 7 .....	16
Desbrote del tronco .....	16
Figura 8 .....	16
Acomodo del fruto .....	16
Figura 9 .....	17
Labor de acomodo del fruto .....	17
Figura 10 .....	17
Retirado de frutos .....	17
Figura 11 .....	18
Penduleo .....	18
Figura 12 .....	18
Corte de brotes .....	18
Figura 13 .....	19
Empapelado .....	19
Figura 14 .....	19
Pasos del empapelado .....	19
Figura 15 .....	27
Concentración foliar de Nitrógeno en el cultivo de Granado .....	27
Figura 16 .....	28
Concentración foliar de Fósforo en el cultivo de Granado .....	28
Figura 17 .....	29
Concentración foliar de Potasio en el cultivo de Granado .....	29
Figura 18 .....	30
Concentración foliar de Calcio en el cultivo de Granado .....	30

Figura 19.....	31
Concentración foliar de Magnesio en el cultivo de Granado .....	31
Figura 20.....	32
Concentración foliar de Azufre en el cultivo de Granado.....	32
Figura 21.....	33
Concentración foliar de Cobre en el cultivo de Granado.....	33
Figura 22.....	34
Concentración foliar de Zinc en el cultivo de Granado .....	34
Figura 23.....	35
Concentración foliar de Boro en el cultivo de Granado.....	35
Figura 24.....	36
Concentración foliar de Sodio en el cultivo de Granado .....	36

## Resumen

De la tesis “Evaluar la nutrición foliar en el cultivo de granado (*Punica granatum L.*), en el sector de la Venta Baja en Santiago - Ica”, realizado en el predio “El Rosario”, de suelo de textura franco, el N presenta concentraciones alta al inicio, bajo en la floración y fructificación y normal a la maduración. El P alto al inicio, normal en floración y fructificación y maduración, K es normal de inicio a fin, Ca y Mg baja en todo el desarrollo, igual el Azufre, Sodio Normal, Cloro Normal al inicio, alto en segunda y cuarta. Cobre normal en todo desarrollo, Zinc bajo en todo desarrollo, Manganeso normal en la primera y última, bajo en floración y fructificación, Fierro normal al brotamiento, floración, alto en fructificación y normal en la maduración, Boro bajo en todo.

**Palabras claves:** *Evalúa nutrición foliar, cultivo de granado.*

## Abstract

From the thesis "Evaluating foliar nutrition in pomegranate (*Punica granatum L.*) cultivation in the Venta Baja sector of Santiago, Ica," conducted on the "El Rosario" property, with loamy soil. N concentrations are high at the beginning, low during flowering and fruiting, and normal at ripening. P is high at the beginning, normal during flowering, fruiting, and ripening; K is normal from beginning to end; Ca and Mg are low throughout development, as are sulfur; sodium is normal; and chlorine is normal at the beginning, high in the second and fourth stages. Copper is normal throughout development; zinc is low throughout development; manganese is normal during the first and last stages, low during flowering and fruiting; iron is normal at sprouting and flowering, high during fruiting, and normal at ripening; and boron is low throughout.

**Keywords:** Evaluating foliar nutrition, pomegranate cultivation.

## **I. Introducción**

Es una realidad que el año 2025 el cultivo de granado (*Punica granatum L.*) ha alcanzado grandes expectativas como los de mayor demanda en la exportación nacional, sobresaliendo la variedad Wonderfull, cultivada en la zona baja del valle de Ica, es decir la Venta Baja del distrito de Santiago, en el predio El Rosario.

Presenta características adecuadas en cuanto al clima, suelo, agua y otros factores adecuados en el buen manejo de las labores culturales de las buenas prácticas agrícolas.

Ha sido de suma importancia la evaluación realizada en cuanto a la nutrición foliar de los macro y microelementos en las diferentes etapas fenológicas del desarrollo vegetativo del cultivo de granado, en cuanto a las necesidades, requerimientos y el equilibrio de estos nutrientes importantes para el buen manejo de los campos agrícolas y poder darle al cultivo una mejor adecuación de la fertilidad en cuanto a la fertirrigación que se le dé como el adecuamiento para el incremento de la producción, rendimiento y calidad de la fruta, para su exportación a los mercados europeos como fuente importante, dándoles una justificación planteada en los objetivos planteados en la presente investigación realizada, con adecuación de los resultados de los análisis respectivos como fuente de evidencia a los agricultores del medio, así como a los nacionales e internacionales.

Es por ello que la presente investigación persigue optimizar el adecuado uso de la fertilización, en cuanto al aporte de los macro y micronutrientes, al momento de deficiencia, así como la determinación del exceso de los mismos, a través de los resultados obtenidos, de acuerdo a sus diferentes etapas del desarrollo fenológico del cultivo.

Todo esto se debe de conceptualizar para la presente campaña 2025 en el cultivo de granado del predio “El Rosario” en el distrito de Santiago.

El uso de la tecnología permite aplicar el conocimiento de otros medios, como el buen manejo agronómico con la realización de las buenas prácticas agrícolas y su aplicación.

Contribuye la Facultad de Agronomía a través del presente estudio con la presente publicación a través del desarrollo del resultado de los análisis, a establecer la aplicación de las normas para la aplicación de los macro y microelementos del cultivo de granado, con el propósito de incrementar los rendimientos de éste, ya que la campaña 2024, el precio de esta fruta ha estado en \$ 2.90 dólar/kilo, habiendo interés en incrementar las áreas o superficies de este cultivo.

### **1.1. Antecedentes del problema de investigación**

#### **a) Antecedentes a nivel nacional**

Por ser un cultivo de adaptación al modo se hace necesario establecer que las determinaciones ya conocidas es el nitrógeno que tiene una mayor absorción como elemento primario, donde resultan los análisis encontrados su absorción es mayor con las últimas etapas de su estadio

fenológico, no es así en el caso del fósforo y potasio (forma normal) en las primeras etapas vegetativas del Granado.

En el caso de los microelementos como el Zn, Mg, Ca, Zn, su absorción es un poco bajo de otros elementos como (Cu, Mn y Fe) su absorción es normal en sus diferentes etapas fenológicas de estos micronutrientes como el zinc fue baja en Granado.

En el caso del Boro es escaso y muy mínimo o reducido y se incrementan en las etapas últimas del periodo vegetativo de Granado.

#### **b) Antecedentes a nivel local**

**Cárdenas (2012)**[1], refiere en su estudio de su investigación realizada como fue el estudio de “Ritmo de absorción de macro y micro elementos en el cultivo de granado” (*Punica granatum L.*), en condiciones de un sistema de fertilización en la zona baja del Valle de Ica donde los objetivos planteados fueron desarrollados y establecidos en forma normal dentro la absorción de los elementos mayores y menores (macro y micro elementos) en la nutrición foliar del cultivo de Granado desarrollado en forma exitosa para antecedentes locales y nacionales establecidos en el sector bajo del distrito de Santiago de Ica.

Referente y como es de conocimiento según refiere el Ministerio de Agricultura y Riego[2] manifiesta de la clasificación sistemática o taxonómica referente al estudio Botánico de las plantas vegetales del granado (*Punica granatum L.*), su clasificación taxonómica se dice:

Reyno	: Vegetal
División	: Magnollofya
Clase	: Dicotiledóneas
Subclase	: Arquiclamideas
Orden	: Myrthales
Familia	: Lythraceae
Género	: Punica
G y Sp	: P. granatum L.
Nombre común	: Granado
Variedad	: Wonderful

### **1.2. Formulación del Problema**

Es necesario establecer que el estudio del presente en modalidad de tesis hace de conocimiento mejorar los rendimientos y calidad de los frutos de granado. El granado tiene diversas o diferentes estadios fenológicos el cual debido al resultado de las muestras de análisis se obtendrán resultados que se establecieron de acuerdo a la cantidad de los nutrientes y la asimilación de estos establecidos del inicio del brotamiento hasta la maduración de ésta, permitiendo el establecimiento de los parámetros establecidos dentro del marco de la formulación del problema.

Refiere Almeyda y K, Ramos[3], dicen en su estudio de investigación referente a la determinación del ritmo de absorción de macro y microelementos es el cultivo del palto en la zona alta del Valle de Ica (Tesis octubre 2017) estableciendo el cumplimiento eficiente de la absorción de los micro y macro elementos de este cultivo palto, granado, con buen manejo de las labores culturales.

Refiere Donayre y M. Parian[4] referente a la investigación “Determinación del ritmo de absorción de macro y microelementos del cultivo de palto (*Persea americana Mill*) variedad Hass, bajo sistema de fertirrigación en la zona alta del valle de Ica”. Tesis Facultad de Agronomía 2019 -Ica.

Estudio que consiguiera como base la aplicación de los elementos nutricionales para cultivos de exportación como conceptos generales y conceptual para diversos cultivos agrícolas.

### **1.2.1. Problema General**

¿Por medio de la evaluación de la de la nutrición foliar se realizará una adecuada fertilización en el cultivo de granado en el sector de la venta Santiago Ica?

### **1.2.2. Problema Específico**

¿Por medio del buen manejo agronómico, la nutrición foliar mejorará en la nutrición de la fertilización de elementos nutricionales en el cultivo de granado de la Venta Baja en Santiago?

## **1.3. Justificación e importancia de la investigación.**

### **a) Justificación.**

Se hace necesario la aplicación de diversas técnicas y hacer de necesidad generar el conocimiento de la mayor alternativa para mejorar la producción o rendimientos con la mejor calidad de éstos, es por ello que mediante estudios de investigación se buscará fuentes que se empleen y que mejoren tanto el suelo y la asimilación de los elementos mayores y menores entonces para justificar lo mejor para este cultivo de Granado

Así refiere B. Juscafresa[5] en texto de árboles frutales, cultivos y su explotación comercial, siendo fuente de consulta en la justificación de la investigación a realizar referente a la nutrición foliar.

### **b) Importancia.**

Con mayor objetividad de índole la importancia de la Alimentación nutricional de los cultivos agrícolas siendo importantes una adecuada un adecuado muestreo tanto al suelo y follaje a través de los análisis de laboratorio para luego conocer sus resultados y realizar la interpretación de acuerdo a los parámetros establecidos referente a la nutrición foliar para el cultivo del grado para los diferentes cultivos en general.

Refiere Donayre y M. Parian en su estudio “Determinación del ritmo de absorción de macro y microelementos del cultivo de palto (*Persea americana Mill*) var. Hass, bajo riego de fertirrigación en la zona baja del valle de Ica”. Tesis Facultad de Agronomía 2019-Ica.

Para una información requerida al respecto refiere W, Kennard[7], manifiesta respecto a frutas y nueces para el trópico de vital importancia.

#### **1.4. Delimitación del Problema**

##### **a) Delimitación Geográfica**

Se ejecutó en el sector de la ventaja (Ex -Santa Dominguita parcela de 2 hectáreas) predio “El Rosario” cuyo propietario es el señor Rolando Toledo Solís con plantación de 4 años de edad de Granados de la variedad Wonderfull bajo sistema de riego por gravedad.

##### **b) Delimitación Temporal**

Se inició en el mes de agosto del año 2024 y culminó en el mes de abril del año 2025.

##### **c) Delimitación Social**

Es de necesidad de establecer lineamientos que establezcan relaciones sociales de interés comunitario a los agricultores involucrados en la conducción de diversos cultivos agrícolas de agroexportación, entre ellos el granado respecto a la nutrición foliar empleando diversos medios de comunicación para los diversos sectores del ámbito de la ventaja.

Calderón [6] refiere en el texto de fruticultura General editorial México y dice referente en aportación al conocimiento de árboles frutales en general como es la descripción de árboles que son frutos como el palto, granado, higo, etcétera.

##### **d) Delimitación conceptual**

Los conocimientos respecto a los diversos ámbitos en el desarrollo del cultivo de granado como son el establecimiento de éste por medio de las estacas, también su inicio en el desarrollo de las diferentes etapas fenológicas también fisiológicos, climas, suelo, labores culturales como la implantación y fertilización de los nutrientes y otros como el control fitosanitario y aplicación foliar, es de necesidad los conceptos de estos temas para mejorar rendimiento y calidad de la fruta en el granado de esta zona.

Todo esto se encuentra en los equipos tecnológicos y más recientes en la inteligencia artificial, se hace la referencia respecto a la evaluación de la nutrición foliar en el cultivo de granado.

#### **1.5. Hipótesis y variables de la investigación**

##### **a) Hipótesis General**

Evaluando la nutrición foliar en el cultivo de granado con una buena fertilización aumentará la producción.

##### **b) Hipótesis Específica**

Evaluando la nutrición foliar en el cultivo de granado según etapas fenológicas mejorará la fertilización en el sector de la Venta Baja de Santiago en Ica.

#### **1.6. Objetivos**

##### **a) Objetivo General**

Evaluar la nutrición foliar en el cultivo de granado con adecuada fertilización en el sector de la Venta Baja en Santiago Ica.

**b) Objetivo Específico**

Evaluar la nutrición foliar de elementos nutricionales en el cultivo de granado en las diferentes etapas fenológicas en la Venta Baja Santiago Ica.

**1.7. Variables**

- **Variable Independiente (“Causa”  $X_1$ )**

Evaluar nutrientes primarios y secundarios del cultivo de granado.

- **Variables Dependientes (“Efecto”  $Y_1$ )**

Concentración de elementos primarios y secundarios en el follaje (Hojas el cultivo de granado).

## **II. Estrategia Metodológica**

### **2.1. Instrumentos de recolección de datos**

Del presente estudio referente a la nutrición foliar en el cultivo de granado, se tuvo en cuenta los valores de la información encontradas en las diferentes muestras enviadas en etapas diferentes del periodo vegetativo del cultivo desarrollado a través del registro de actividades, documentación revisada, como el método cuantitativo de la recolección de todo dato existente, eficiente técnica, la aceptación documentaria y proporcionamiento de datos confiables, información bibliográfica, investigaciones anteriores acerca del tema, internet, celulares, google, comunicación, registros, antecedentes y otros, como instrumental se contó con libretas de apuntes, cámara fotográfica, etiquetas, wincha, lampa, laptop, plumones indelebles folder kraf. Se evaluaron muestras foliares en etapas diferentes del cultivo del granado.

### **2.2. Técnica de recolección de datos**

#### **a) Análisis de suelo**

Tradicionalmente y siguiendo con los procedimientos y normas establecidas esta técnica consistió en el desarrollo del área del experimento motivo de la investigación dentro del campo de granados en el sector de la Venta Baja, ex -Santa Dominguita del predio “El Rosario” donde de las dos hectáreas sembradas se sacan muestras de del suelo agrícola a nivel de 0.00 cm hasta los 0 0.50 centímetros de profundidad en diferentes lugares del campo recorriendo en zig zag se elegirán puntos diferentes, éstas muestras de tierras se mezclarán completando aproximadamente 1 kg en total.

Fueron enviadas a los laboratorios del Valle Grande de San Vicente de Cañete se obtuvieron resultados de las muestras. Posteriormente se hizo su interpretación respectiva según los parámetros establecidos para cada uno de elementos nutricionales referidos al cultivo de granado, también reflejarán datos como el pH, conductividad eléctrica y otros.

#### **b) Referente a análisis foliares**

De igual manera, de la forma del análisis de suelo pero en esta oportunidad se sacaron muestras de diferentes plantas de granado dentro de las dos hectáreas sembradas teniendo como patrón 50 hojas aproximadas por planta hasta que se completó medio kilo del follaje (hojas) en total, los mismos que se realizaron en diferentes estadios fenológicos del desarrollo vegetativo del granado, estas muestras fueron remitidas a los laboratorios de Valle Grande de Cañete, para su análisis respectivo, y los reportes de los resultados fueron enviados en ficha técnica para la interpretación de los mismos según los parámetros establecidos, siendo entonces verificados la nutrición foliar de los elementos primarios y secundarios además de otras características.

Se sacaron muestras en las siguientes etapas fenológicos del desarrollo vegetativo de granado.

- a) Agosto → Siembra
- b) Setiembre → Muestra de hojas en brotamiento
- c) Octubre → Muestras de la floración
- d) Enero → Muestra llenado y desarrollo de la fruta de granado (Fructificación)
- e) Marzo → Muestra de la fruta madura (Maduración)

Esta técnica permitió establecer las condiciones de la nutrición foliar del predio en estudio (Cultivo de granado), se tomó la información siguiente:

Refiere G. Navarro y S. Navarro[8], manifiesta en su informe del empleo de los fertilizantes químicos y su acción de estos en conceptos teóricos y prácticos. W. Padilla[9], refiere al respecto el análisis realizado de texto del Suelo y su fertilidad cuando se realizan los muestreos, y se concluyen en la interpretación y resultados obtenidos. A. Salcedo y H. Salazar[10], refieren en el estudio de la tasa de absorción de los elementos como los macro y micronutrientes en el cultivo de *Persea americana* (Palto) de la variedad Hass, con el sistema de riego por goteo por un sistema de fertirrigación en la zona alta del valle de Ica.

Dejando conclusiones y recomendando estudios de investigación garantizados con garantía de un 100% de eficacia reafirmando lo importante que es realizar los análisis de fertilidad de suelos en la nutrición de cultivos y también de los foliares en diferentes cultivos (Palto, granado e higos) y en sectores diferentes, como el medio, regionales e internacionales para la actividad agrícola en cultivos de exportación.

### **2.3. Técnica de procedimiento de datos, análisis e interpretación de resultados**

Del resultado de las muestras tomadas en los diferentes estados fenológicos del cultivo de granados (tanto al suelo como hojas), los mismos que fueron recabados con los rangos y estándares establecidos según las respectivas tablas con valoración respectiva, en la interpretación de los nutrientes (Macro y micronutrientes) para la determinación en la absorción de la concentración de los elementos nutricionales del cultivo de granado variedad Wonderful, bajo condición del sector de Santiago donde el suelo diferencia la falta y el exceso de elementos nutricionales; referente a los análisis foliares proporcionados por los laboratorios, sus resultados tuvieron diferencias en sus interpretaciones en cuanto a sus diferentes etapas tanto al brotamiento, floración, fructificación y maduración de las hojas en el cultivo de granado de una variación de lo bajo, alto y a lo normal de sus valores se pudo tener la información para las respectivas etapas y realizar mejoras oportunas en la fertilización tanto al suelo como foliar para la próxima campaña del manejo del cultivo de granado del referido predio.

### **2.4. Tipo, nivel y diseño de la investigación**

#### **a) Tipo de investigación**

No experimental

**b) Nivel de investigación**

Aplicativo

**c) Diseño de investigación**

Longitudinal de tendencia

Se evaluó los macro y micronutrientes que se acumularon en las diferentes etapas fenológicas del cultivo al granado tanto en las hojas, y suelo, las que serán referidas a la conducción del manejo agronómico del cultivo del granado, en las condiciones del predio “El Rosario” en el caserío de la Venta Baja, del distrito de Santiago, bajo el sistema de riego por gravedad en las diferentes etapas del desarrollo del cultivo de granado según resultado de los análisis respectivos en futuras campañas, y así se mejorará la producción y calidad de frutos del referido cultivo.

**2.5. Población y Muestra**

**a) Población de estudio**

Estuvo dado por las diferentes plantas del cultivo del granado, del sector de la Venta Baja del distrito de Santiago en Ica del predio “El Rosario” con una extensión o superficie cultivada de 2 hectáreas, con una plantación de 4 años de edad bajo el sistema de conducción del predio y asesor del mismo, y bajo el sistema de conducción de manejo agronómico y buenas prácticas agrícolas.

**b) Población de la muestra del estudio**

Estuvo representada por la cantidad de hojas (acumulación) de macro y micronutrientes nutricionales, en las muestras tomadas al azar en las diferentes plantas de las 2 hectáreas de siembra de granado, de las cuales se tomó aproximadamente 50 hojas por planta, hasta que se obtuvo aproximadamente 500 gramos del peso de las hojas, esta muestra se realizó en diferentes etapas o estadios fenológicos del cultivo de granado como fueron del brotamiento, floración, fructificación y maduración de estas (Próxima a la cosecha) del cultivo de granado.

Todo el proceso del muestreo de hojas se recolectaron las muestras, los mismos que fueron remitidos a laboratorios del Valle Grande de San Vicente-Cañete, para su respectivo análisis, el proceso los resultados fueron enviados y comparados con los índices o rangos de interpretación para la discusión de los mismos que se detallan en el capítulo de resultados.

### III. Resultados

#### 3.1. Interpretación y presentación de resultados

Luego de haber enviado las muestras de suelo, que se remitieron a los laboratorios del Instituto Rural Valle Grande de Cañete, como los foliares, las mismas que tuvieron resultados referente de la nutrición foliar en el cultivo de granado variedad Wonderfull del predio “El Rosario” de la zona de la Venta Baja del distrito de Santiago -Ica.

Referente a los resultados se indica:

**Tabla 1**

*Análisis de suelo (físico – mecánico) nivel 0.00 – 0.50 mts*

**Evaluación de la nutrición foliar en el cultivo de granado**

Parámetro	Resultado	Nivel 0.00 – 0.50 mt	Método	Técnica
Arena	31.98	0.00 – 0.50 mt	Mes -001	Bouyucus
Limo	44.68		Mes -001	
Arcilla	23.34		Mes -001	
Clase textual	Franco		Mes -001	

Análisis N° 885-015-2024

Edad: 4 años

Predio: El Rosario – Santiago - Ica.

#### 3.1.1. Interpretación de análisis -físico-mecánico de suelo

De acuerdo a los resultados reportados por los laboratorios del Instituto Rural Valle Grande de Cañete, evidencia con el número de muestra 885-015-2024 se registra la mayor cantidad predominante a la textura del suelo es de limo con 44.68%, siguiendo la arena con 31.98% y con escaso porcentaje de arcilla con 23.34%, dando como resultado un suelo de textura franco, para las condiciones del predio “El Rosario” de la zona baja de la Venta del Sector del Distrito de Santiago -Ica, para las condiciones del cultivo de granado de la variedad Wonderfull de 4 años de edad a la fecha, condiciones de un suelo apto para el sembrío de cultivos agrícolas aptos para la agricultura.

### 3.1.2. Análisis químico del suelo

**Tabla 2**

*Análisis químico del suelo – 2024*

Determinación	Suelo (0.00 m-0.50m)	Método usado	Interpretación
Nitrógeno%	0.084	Kjeidahi	Bajo
Fósforo disponible ppm	14.14	Olsen	Bajo
Potasio disponible ppm	525.00	Acetato de Amonio	Alto
Materia orgánica %	1.45	Alkley y Black	Normal
Carbonato de calcio total %	0.49	Gavimétrico	Muy Bajo
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C (dS/m)	17.60	Electrométrico	Salino
pH (1/1) a Temp = 20.9 °C	7.83	Electrométrico	Medianamente Alcalino
<b>Cationes Cambiables</b>			
Calcio mEq/100 g	9.57	FAAS	Normal
Magnesio mEq/100 g	2.28	FAAS	Normal
Sodio mEq/ 100 g	2.21	FAAS	Alto
Potasio mEq / 100 g	1.23	FAAS	Alto
P.S.I. (%)	14.43	Cálculo Matemático	No sódico
C.I.C.E mEq / 100 g	15.29	Cálculo Matemático	Medio

*Fuente:* Laboratorio Instituto Rural Valle Grande

\* FAAS: Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

\* MES: Cálculo Matemático. Método propio del Laboratorio.

### 3.1.3. Datos meteorológicos

Estos fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de Ica, cuya ubicación geográfica es la siguiente:

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

Datos que comprenden a los meses de crecimiento y desarrollo vegetativo de cultivo, que se inició en el mes de agosto 2024 y culminó en el mes de marzo del 2025.

**Tabla 3****Datos meteorológicos año 2024- 2025**

Meses	Temperaturas °C			Humedad relativa %	Horas de sol	Velocidad del viento
	Máxima	Media	Mínima			
Agosto	28.2	18.5	9.5	75.0	8.1	NW-1.4
Setiembre	29.8	19.0	8.2	71.0	7.3	NW-1.4
Octubre	30.8	19.6	8.4	67.0	8.7	NW-1.6
Noviembre	32.8	21.1	9.4	67.0	8.4	NW-1.7
Diciembre	34.8	23.0	11.2	66.0	6.9	NW-1.7
Enero	33..8	24.7	15.6	60.0	7.9	NW-1.7
Febrero	33.8	24.5	15.2	65.0	5.6	NW-1.7
Marzo	34.8	25.1	15.4	64.0	6.2	NW-1.7

*Fuente:* SENAEMI-Ica

N = Norte

S = Sur

NE = Norte Este

SE = Sur Este

NW = Norte-Oeste

SW = Sur Oeste

**3.1.4. Crecimiento del granado**

En esta etapa el crecimiento del cultivo se debe realizar un buen manejo agronómico y con la aplicación de las buenas prácticas agrícolas.

**3.1.4.1. Poda**

Es una importante práctica cultural fundamental, cuyo fin es marcar el inicio y desarrollo de campaña. Siendo de importancia para la realización de prácticas siguientes, para el manejo óptimo del cultivo, favoreciendo una mayor luminosidad e la capa del árbol, incidiendo en la disminución de plagas y enfermedades y es favorable para la asimilación de las aplicaciones foliares. considerándose para la poda tres tipos:

**a) La poda de formación**

En ésta se forma la planta, en un solo tronco, haciendo que se formen brazos gruesos iniciales, con direcciones de tal manera que formen sombrilla o canopia cuando las ramas fruteras desarrollen a más grande (Cargadores) se tienen que dejar 4 brazos que éstos formarán la estructura orgánica, el esqueleto de la planta de granado.

**b) Poda de fructificación**

Es un simple aclareo de las ramas, esto se entrecruzan por motivo de aparición de la gran cantidad que ocurren año tras año, y se evitan que sufran rozaduras con frutos, siendo la piel sensible, facilitando la cosecha. A la vez se realiza el corte de brotes dañados, o en mala posición que puedan originar una incomodidad en el desarrollo de frutos o pudieran estar enfermos. Las heridas causadas deben esterilizarse con cicatrizantes como Sanix, Rancil u otros a base de cobre y evitar problemas fitopatológicos.

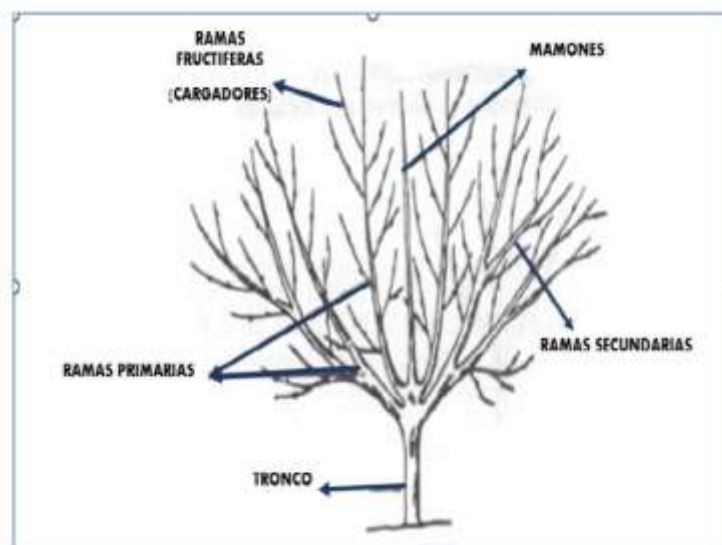
### c) Poda de rejuvenecimiento

Se consigue con esta poda, que el granado rejuvenezca, cuando hay excesivas ramas viejas se realiza y se hace una renovación total de ramas caducas de la poda de rejuvenecimiento se logra esta labor en el granado, se realiza primero el reconocimiento zonal de formación de ramas desde el centro del tronco o árbol, el excesivo número de brotes, ramas, siendo posible dirigido sin perjuicio de la fruta futura, se debe para ello tener en cuenta criterios como:

- Podar ramas y brotes, con el despoje de capa, sin dejar porciones mínimas, y así se libera espacio para la luminosidad, dejando lo necesario de mamones o nuevos brotes tanto en el piso primero como segundo.
- Se debe dejar pequeños brotes cortos, manejables en el primer y segundo piso (o alambre), así se cubre la fruta expuesta a rayos solares.
- Se debe podar brotes y ramas que sobrepasan y salen a la calle de las aplicaciones, se cortan calculando el pase de máquinas y otro paso de tractores con las aplicaciones.
- Del traslape que hay entre plantas, en la misma línea, se debe ocupar espacios libres (vacíos) verticalmente, horizontalmente eliminado material excedente, solo se pueden sobreponer ramificaciones en un máximo de 20 a 25 cms.
- Se debe remover todo, mamones o brotes que nacen en la base del tallo o tronco de la planta.
- Ramos fruteros o cargadores deberán estar ubicados en espacios de 60 cms entre ellos, o sea deben ocupar el 100% de la circunferencia en ambos planos. Se debe evitar podar el número innecesario de cargador y en cada plano de la planta.
- Evitar el corte de brotes tiernos.

**Figura 1**

*Arquitectura en la planta de granado*



**Figura 2**

*Planta de granado sin podar*



**Figura 3**

*Eliminación de mamones*



**Figura 4**

*Planta sin mamones*



#### **3.1.4.2. Rastrojos de la poda del granado**

Podado todo el material (Rastrojos) es retirado de las inmediaciones del árbol y colocándolo en las calles entre surco y surco y de las plantas, posteriormente pueden ser pulverizados con la desbrozadora.

**Figura 5**

*Rastrojos en la calle*



#### **3.1.4.3. Picado, pulverizado de rastrojos**

Finalizado la poda los restos y rastrojos de la poda, la desbrozadora pulveriza restos de los rastrojos una o dos veces.

**Figura 6**

*Picado y pulverizado de la broza*



#### **3.1.4.4. Amarre**

Para darle una buena estructura a la planta se realiza esta práctica, consiste en el amarre de los cargadores (ramas fruteras) no debiendo estar juntas, ni superpuestas, porque la granada puede sufrir consecuencias como Russet, falta de color, opacamiento de frutos.

#### **3.1.4.5. Aplicaciones de Cianamida**

Labor cultural fundamental para el uniformamiento del brotado (brotamiento) de la planta, compensado las horas de frío, se realiza esta aplicación para contrarrestar las condiciones

adversas o adelantar las cosechas. La aplicación de cianamida se realizó con dosis de 2.4% con un gasto de 2,400 L/ha, en 2 pasadas.

**Tabla 4**

*Aplicación de Cianamida en el cultivo de granada*

<b>Objetivo</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis x 2000 lt</b>	<b>Dosis por 100 lt agua</b>	<b>Dosis x Ha</b>	<b>Moamiento x Ha.</b>
Regulador de dormancia	Dormex	24.00	1.20	28.80	2400
Adherente	Break Thru	0.30	0.02	0.36	2400
Marcador	Marca azul	1,00	0.05	1.20	2400

**3.1.4.6. Aplicaciones hormonales**

Importante en el cultivo de granado, influye en la diferenciación de yemas, detiene crecimiento apical y del fruto. Se emplearon productos a base de Thidiazuron, Paclobutrazol.

**3.1.4.7. Aplicaciones foliares**

En toda campaña transcurrida, se realiza aplicaciones a través de las etapas fenológicas, con la finalidad de mejorar el crecimiento de la planta, mantenimiento de color de hojas, grosor de brotes, calidad del fruto.

**3.1.4.8. Desbrote**

Es una de las labores culturales la cual consiste en eliminar los tiernos brotes en formación a mano, con longitudes de 20 cms aproximadamente del brote, se ubican en la parte media y central de la planta, al igual a la que se encontraron en el tronco, disminuyen el vigor de la planta, con la anulación y/o eliminación de brotes se ayuda a evitar el consumo y gasto de energía de la planta que posteriormente la va a necesitar para ambos requerimientos.

Se recomienda realizar 3 pasadas de desbrote en la canopia (copa) de la planta y una pasada de desbrote a los cargadores o de ramas fruteras.

Caballero, De Miguel y Fernández[11] manifiesta que la eliminación de mamones, brotes y chupones, las plantas de granada, debido a su gran vigor, desarrolla alrededor del tronco, muchos brotes e hijuelos que deben ser eliminados, cuando aparezcan, no permitiendo que aumenten de vigor, grosor, ya que son brotes improductivos y consumidores de savia.

Aclarco, es una práctica y labor imprescindible, con el objetivo de obtener frutas de calidad, su fin consiste en la eliminación de frutos que pueden estar afectadas por el sol, es decir, si se ensolan pierden el sabor y valor comercial, conviene en su eliminación y ahorrarle al árbol energía para crecimiento y otras funciones.

## Figura 7

### *Desbrote del tronco*



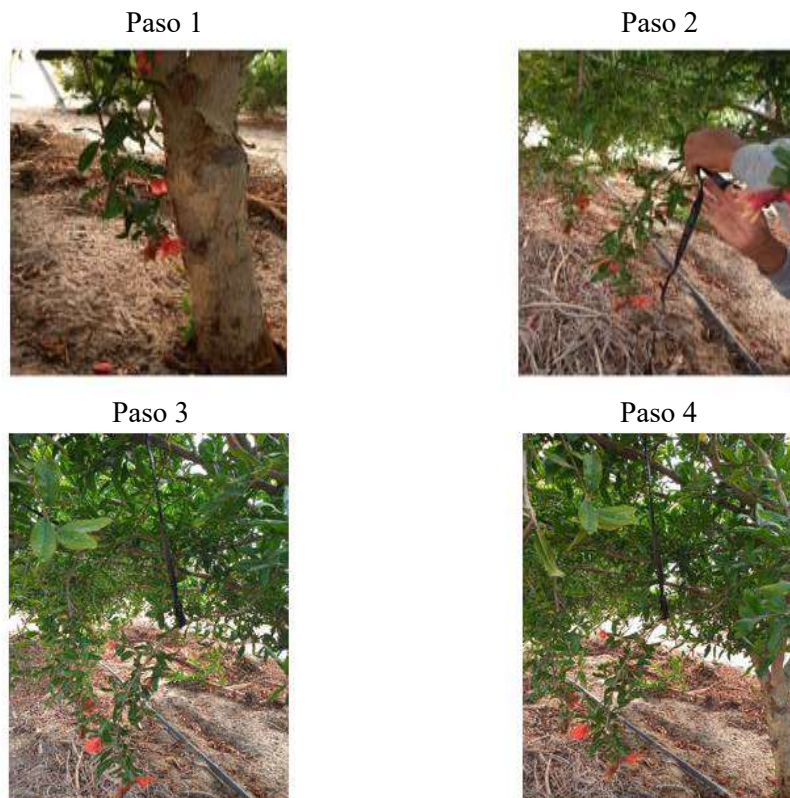
### 3.1.4.9. Acomodo del fruto

Para ejecutar esta operación se realiza los pasos siguientes:

- Identificación de ramas con flores y frutos cercanas o sobre el suelo.
- Levantamiento y acomodo de ramas.
- Sujeto de ramas con cintas.
- Verificación de frutas, con acomodo libre de daños.
- Levantamiento de frutos del 2º piso

## Figura 8

### *Acomodo del fruto*



**Figura 9**

***Labor de acomodo del fruto***



Acomodo de fruto

**3.1.4.10. Aclareo de la fruta**

Esta práctica de aclareo del fruto con el objeto de la eliminación de frutos que pudieron estar afectados por la luminosidad (Sol) y están expuestos directamente al sol perdiendo calor, sabor y ende su valor comercial, y es conveniente la eliminación de estos y ahorrarle al árbol su crecimiento. Se realiza manualmente y se practica luego del cuajado del fruto.

**3.1.4.11. Raleo**

Favorece esta labor, el calibre del fruto y también homogeniza la cosecha, si se deja unos frutos vanos le quita y resta vigor a otros, y se obtiene pequeños frutos y menos comerciales no exportables, se retira los frutos tardíos, múltiples, dejando 2 frutos por ramillete, se guardan y ocultan los frutos, dejando frutos opuestos (3 pasadas).

A la vez los frutos se esconden, frutos expuestos al sol y así se reduce el empapelado de los mismos.

**Figura 10**

***Retirado de frutos***



#### **3.1.4.12. Limpiado de mesa, penduleo**

Con el requerimiento de frutos aptos, la floración disminuye, se eliminan brotes dejando limpio, diferenciando el 1ro y 2do piso.

- Ubicación de frutos a trabajar.
- Cortado de espinas sobre el fruto.
- Cortao de espinas cercanas al fruto.
- Fruta libre de daños.

**Figura 11**

*Penduleo*



**Figura 12**

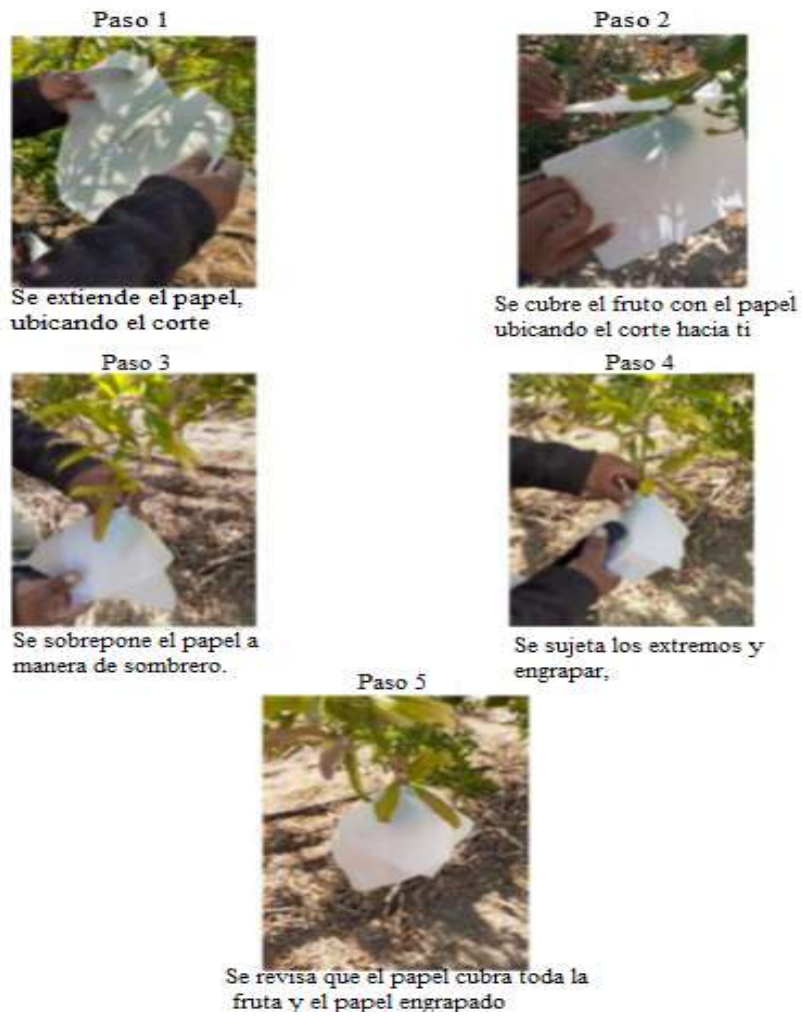
*Corte de brotes*



#### **3.1.4.13. Empapelado**

Se emplea esta práctica cubriendo los frutos expuestos al sol con papel, solamente frutos de 2do piso. Se realiza 2 ó 3 pasadas, se enumera los pasos siguientes:

**Figura 13**  
***Empapelado***



**Figura 14**  
***Pasos del empapelado***



#### **3.1.4.14. Sacado de brotes de tallo**

Desarrolla el granado alrededor del tallo o tronco, cantidad de hijuelos o brotes que son eliminados apenas aparezcan sin que aumenten de vigor, son improductivos consumidores de savia, dañando los frutos del granado.

#### **3.1.4.15. Eliminación de mamones centrales y frutos dañados**

Se realizan antes del empapelado hasta que el fruto cambie de color.

#### **3.1.4.16. Sacado de empapelado**

Consiste en retirar los papeles que cubren las frutas, cuando hallan girado de color, 20 días antes de la cosecha.

#### **3.1.4.17. Cultivos y deshierbos**

Consiste en eliminación de malas hierbas y prácticas de cultivos.

#### **3.1.4.18. Eliminación de frutos rajados**

Verde: Se cortan y retiran.

Maduro: Se eliminan, luego de la cosecha.

#### **3.1.4.19. Limpieza de campo y eliminación**

La limpieza y eliminación de nidos de pájaros, que se encuentran en el 1er y 2do nivel.

#### **3.1.4.20. Control fitosanitario**

Como es de conocimiento, respecto al manejo fitosanitario del cultivo de granado, es un sistema de protección creando un diseño para el mantenimiento mínimo o bajo reduciendo el mínimo de daño de plagas, factores favorables o naturales para evitar el daño de estos, con empleo de variedades resistentes, practicas agronómicas, control biológico, físico, mecánico, atrayentes, feromonas, con el comportamiento de insectos, reduciendo con esto al mínimo el daño de plagas.

Reduciendo al mínimo el uso de productos químicos como lo último para mantener el equilibrio en el daño del cultivo de granado.

Entre las plagas que ocurren en daño al cultivo de granado se tiene:

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Trips	<i>Trips tabaco</i>
Acaro hialino	<i>Polyfagotarsonemus latus</i>
Chanchito blanco	<i>Pseudococcus vibumi</i>
Pulgón	<i>Aphis punicae</i>

**Enfermedades:** Menciona la siguiente:

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Mancha de hoja y fruto	<i>Alternaria alternaria</i>

**Tabla 5****Aplicaciones para el control de Thrips tabaci**

Fecha	Objetivo	Nombre Comercial	Ingrediente activo	Dosis x Ha	Unidad	Precio x kg o Lt	Costo x Ha
23-sep	Thrips	Absolute 60 sc	Spineteran	0.30	Lt.	194.00	S/. 58.20
29-Nov	Thrips(Thrips tabaci)	Tracer 120 sc	Spinosad	0.40	Lt	160.50	S/. 64.20
21-Dec	Thrips	Absolute 60 sc	Spinetoram	0.30	Lt.	194.00	S/. 58.20
11-Jan	Trips (Thrips tabaci)	Tracer 120 sc	Spinosad	0.40	Lt.	160.50	S/. 64.20
8-Jan	Thrips	Absolute 60 sc	Spinetoram	0.30	Lt.	194.00	S/. 58.20
11-Mar	Thrips	Absolute 60 sc	Spinetoram	0.30	Lt	194.00	S/. 58.20
9-Apr	Thrips	Absolute 60 sc	Spinetoram	0.30	Lt.	194.00	S/.58.20

**Tabla 6****Aplicaciones para el control de Polyfagotarsonemus latus**

Fenología	Cuajado		Brotación 40%			Maduración			
5-Jul	10-Oct.	20-Oct.	23-Nov	5-Jan	8-Jun	24-Jun	14-Feb	1-Mar	25-Mar
DDC	100	107	141	184	187	203	224	239	263
Producto Comercial	Lemuria	Azufre Polvo seco pantera	Azufrac f 600	Plantac sulfic	Lemuria	Azufre polvo seco pantera	Azufre polvo seco pantera	Azufre polvo seco pantera	Azufre polvo seco pantera
Materia activa	Extractos cítricos	Azufre	Azufre	Azufre	Extracto de semilla	Azufre	Azufre	Azufre	Azufre
Formulación	ec	Polvo	Micronizado	Líquido	ec	Polvo	Polvo	Polvo	Polvo
Dosis/Ha	1.5	20	7.5	3	1.5	20	20	20	20
Precio/ha	\$ 61.50	\$ 11.80	\$ 20.25	\$ 8.40	\$ 61.50	\$ 11.80	\$ 11.80	\$ 11.80	\$ 11.80
Intervalo		7	34	43	3	16	21	15	24

**3.1.4.21. Riegos y fertilización**

El riego empleado estuvo dado por gravedad, pozo y agua de avenida, requiriendo un total aproximado de 7,000 m<sup>3</sup>/ha hasta 8,000 m<sup>3</sup>/ha.

**3.1.4.22. Fertilización**

Según refiere Bonet, Bartual y Intrigliolo[12] manifiestan que el granado no es muy exigente, en cuanto a la fertilización, cuando comienzan a crearse las hojas, siendo el óptimo momento para la incorporación de fertilizantes, fosfatados, potásicos y en el momento de iniciar la vegetación y el nitrogenados en dosis/fórmulas equilibradas (fraccionadas). Se toma como parámetro medios las cantidades de 220 N y 160 R<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 420 K<sub>2</sub>O kg/ha respectivamente.

**3.1.4.23. Cosecha**

Tuvo lugar a la quincena del mes de marzo del 2025, donde se refiere que se consideró el índice de madurez, medición del grado Brix (mayor a 15° brix) fruta madura, medición de la acidez (< 1.8°).

### 3.1.5. Registros de resultados

Obtenidos los diferentes análisis foliares realizados y rangos de interpretación, referido a las diferentes etapas fenológicas (4) respecto a la evaluación nutricional foliar en el cultivo del granado.

Al respecto, refiero que los análisis foliares son importantes como una técnica que permite realizar una medición de la acumulación de cantidades de macro y micronutrientes presentes en hojas de las plantas o cultivos.

Siendo una de las herramientas importantes para evaluaciones de los estados nutricionales de las plantas o cultivos, para detectar excesos o deficiencias posibles de nutrientes. Investigación sugiere en sus recomendaciones la realización como mínimo una vez al año permite evaluar eficiencia de los fertilizantes anterior, y determina una óptima fertilización posterior.

**Tabla 7**

#### *Informe de análisis nutricional foliar N° 885-01F.2024*

Resultado e interpretación del análisis foliar en el cultivo de granado

Estado fenológico: Brotamiento

Fecha: 27-08-2024

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Técnica</b>	<b>Interpretación</b>
Nitrógeno total	2.55	%	Kjeldhal	Alto
Fósforo total	0.26	%	Colorimétrico	Alto
Potasio total	0.75	%	E.A.A.	Normal
Calcio total	0.39	%	E.A.A.	Bajo
Magnesio total	0.11	%	E.A.A.	Bajo
Azufre total	0.05	%	Turbidimétrico	Bajo
Sodio total	0.09	%	E.A.A.	Normal
Cloro total	0.43	%	Argentométrico	Normal
Cobre total	18.00	ppm	E.A.A.	Normal
Zinc total	31.65	ppm	E.A.A.	Bajo
Manganeso total	35.30	ppm	E.A.A.	Normal
Fierro total	213.701	ppm	E.A.A.	Normal
Boro total	30.00	ppm	Colorimétrico	Bajo
Materia seca	59.89	%	Gravimétrica	Normal

**Donde:**

E.A.A. = Espectrometría de absorción atómica por llama

**Tabla 8*****Resultados e interpretación del análisis foliar en el cultivo de granado***

Estado fenológico: Floración Plena

Análisis: 1021-02F-2024, La Venta, Santiago-Ica

Fecha: 09-10-2024

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Técnica</b>	<b>Interpretación</b>
Nitrógeno total	2.12	%	Kjeldhal	Bajo
Fósforo total	0.23	%	Colorimétrico	Normal
Potasio total	1.04	%	E.A.A.	Normal
Calcio total	0.39	%	E.A.A.	Bajo
Magnesio total	0.10	%	E.A.A.	Bajo
Azufre total	0.06	%	Turbidimétrico	Bajo
Sodio total	0.04	%	E.A.A.	Normal
Cloro total	0.36	%	Argentométrico	Alto
Cobre total	12.60	ppm	E.A.A.	Normal
Zinc total	18.55	ppm	E.A.A.	Bajo
Manganeso total	23.50	ppm	E.A.A.	Bajo
Fierro total	70.80	ppm	E.A.A.	Normal
Boro total	47.00	ppm	Colorimétrico	Bajo
Materia seca	42.54	%	Gravimétrica	-

**Donde:****E.A.A.** = Espectrometría de absorción atómica por llama

**Tabla 9****Resultados e interpretación del análisis foliar en el cultivo de granado**

Estado fenológico: Floración plena, fructificación

Predio: El Rosario – La Venta Baja – Santiago – Ica

Edad: 4 años

Análisis: N° 1152-01F-2024

Fecha: 25-11-2024

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Técnica</b>	<b>Interpretación</b>
Nitrógeno total	1.60	%	Kjeldhal	Bajo
Fósforo total	0.16	%	Colorimétrico	Normal
Potasio total	1.08	%	E.A.A.	Normal
Calcio total	0.61	%	E.A.A.	Bajo
Magnesio total	0.17	%	E.A.A.	Bajo
Azufre total	0.05	%	Turbidimétrico	Bajo
Sodio total	0.06	%	E.A.A.	Normal
Cloro total	0.55	%	Argentométrico	Normal
Cobre total	10.75	ppm	E.A.A.	Normal
Zinc total	20.00	ppm	E.A.A.	Bajo
Manganeso total	29.85	ppm	E.A.A.	Bajo
Fierro total	262.00	ppm	E.A.A.	Alto
Boro total	25.00	ppm	Colorimétrico	Bajo
Materia seca	50.60	%	Gravimétrica	-

**Donde:****E.A.A.** = Espectrometría de absorción atómica por llama

**Tabla 10****Resultados e interpretación del análisis foliar en el cultivo de granado (Wonderfull)**

Estado fenológico: Maduración- cosecha

Predio: El Rosario – La Venta Baja – Santiago – Ica

Edad: 4 años

Análisis: N° 224-01F-2025

Fecha: 12-02-2025

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>	<b>Técnica</b>	<b>Interpretación</b>
Nitrógeno total	1.82	%	Kjeldhal	Normal
Fósforo total	0.15	%	Colorimétrico	Normal
Potasio total	0.98	%	E.A.A.	Normal
Calcio total	0.89	%	E.A.A.	Bajo
Magnesio total	0.22	%	E.A.A.	Bajo
Azufre total	0.06	%	Turbidimétrico	Bajo
Sodio total	0.04	%	E.A.A.	Normal
Cloro total	0.38	%	Argentométrico	Alto
Cobre total	11.65	ppm	E.A.A.	Normal
Zinc total	16.15	ppm	E.A.A.	Bajo
Manganeso total	34.00	ppm	E.A.A.	Normal
Fierro total	143.15	ppm	E.A.A.	Normal
Boro total	27.00	ppm	Colorimétrico	Bajo
Materia seca	57.76	%	Gravimétrica	-

**Donde:****E.A.A.** = Espectrometría de absorción atómica por llama

% masa/masa

**MEF.** Método propio de laboratorio

Evolución fluctativa de acumulación nutricional de nutrientes en diferentes estados fenológicos del cultivo de granado Var. Wonderfull, brotamiento, floración, fructificación en el distrito de Santiago – Ica.

**Tabla 11*****Evolución fluctuativa nutricional de nutrientes***

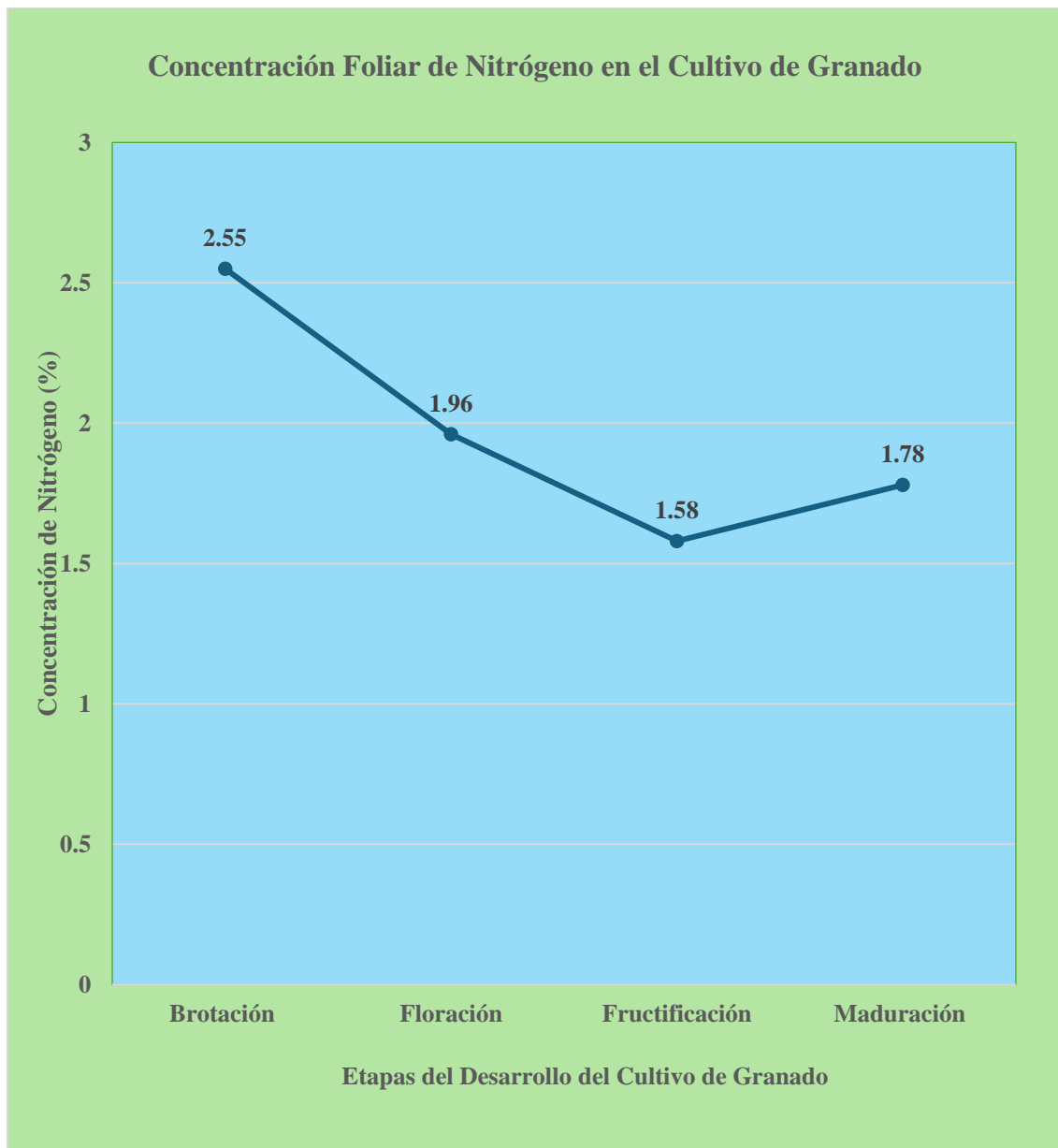
<b>Parámetros</b>	<b>UN</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>
<b>Macronutrientes</b>					
Nitrógeno Total (NT)	%	2.55	2.12	1.60	1.82
Fósforo total (P)	%	0.26	0.23	0.16	0.15
Potasio total (K)	%	0.75	1.04	1.08	0.98
Calcio total (Ca)	%	0.39	0.39	0.61	0.89
Magnesio total (Mg)	%	0.11	0.10	0.17	0.22
Azufre total (S)	%	0.05	0.06	0.05	0.06
<b>Micronutrientes</b>					
Sodio total (Na)	%	0.09	0.04	0.06	0.04
Cloro total (Cl)	%	0.43	0.36	0.55	0.38
Cobre total (Cu)	ppm	18.00	12.60	10.75	11.65
Zinc total (Zn)	ppm	31.65	18.55	20.00	16.15
Manganeso total (Mn)	ppm	35.30	23.50	29.85	39.00
Fierro total (Fe)	ppm	213.70	70.80	262.00	143.15
Boro total (B)	ppm	30.00	47.00	25.00	27.00
Materia seca	ppm	59.89	42.54	30.60	57.76

**3.1.6. Fluctuaciones de los análisis foliares en hojas del cultivo de granado, var. Wonderfull.**

Las muestras tomadas para los análisis foliares de los macro y micronutrientes encontrados en el granado por etapas de desarrollo (Brotamiento, floración, fructificación y maduración) se representa la fluctuación de la absorción de mayor y menor demanda en las gráficas siguientes por cada elemento:

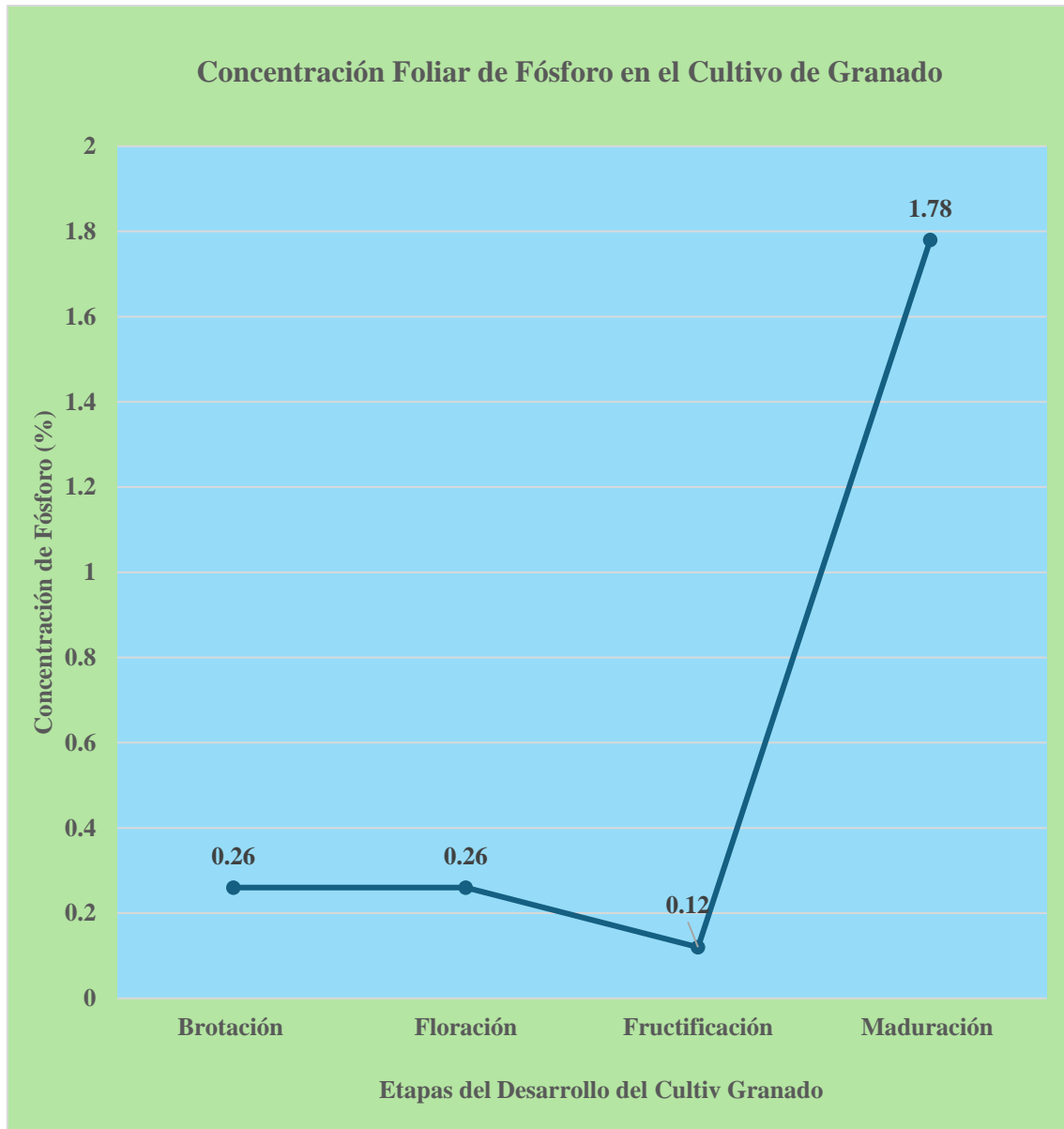
**Figura 15**

*Concentración foliar de Nitrógeno en el cultivo de Granado*



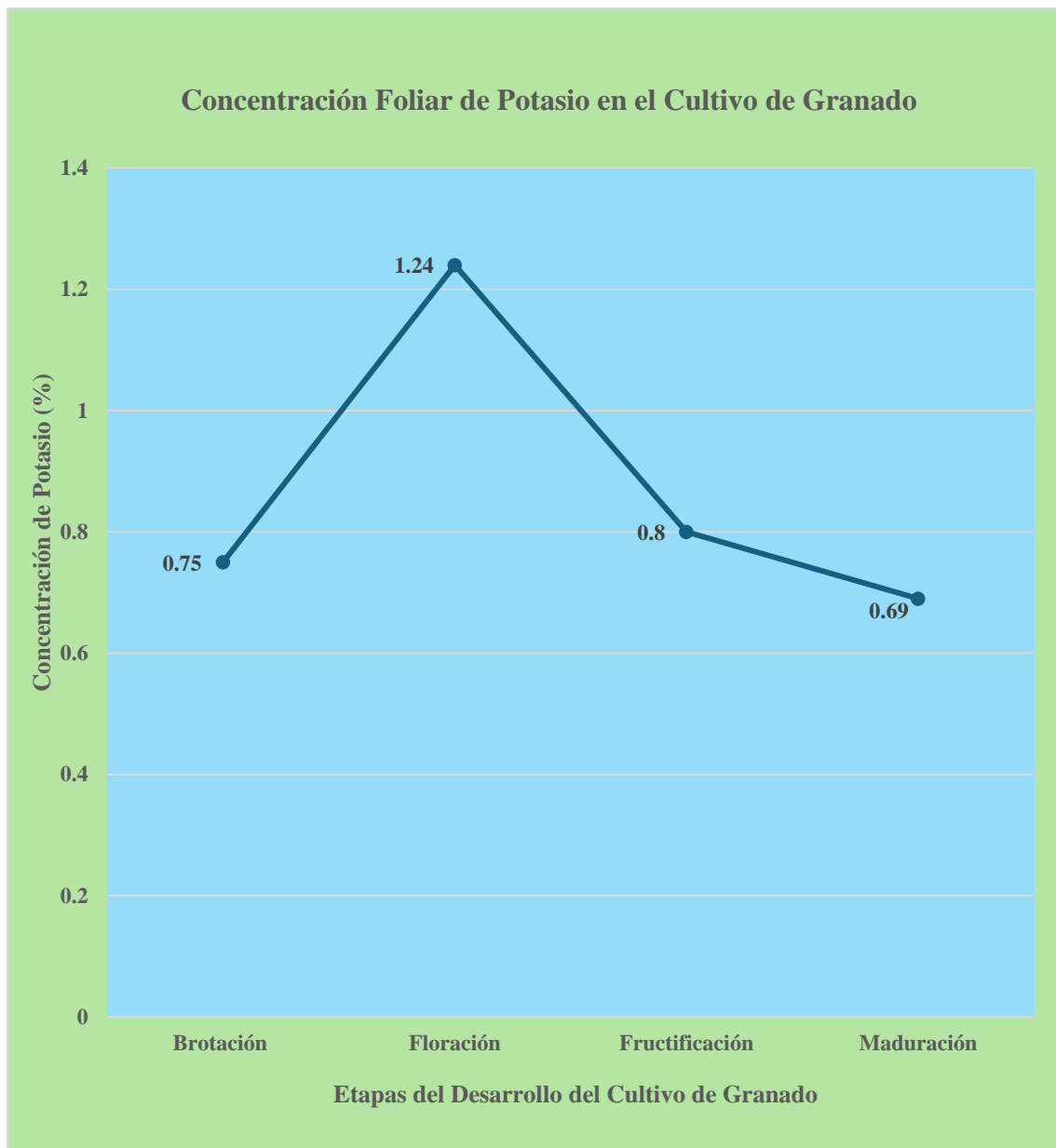
**Figura 16**

*Concentración foliar de Fósforo en el cultivo de Granado*



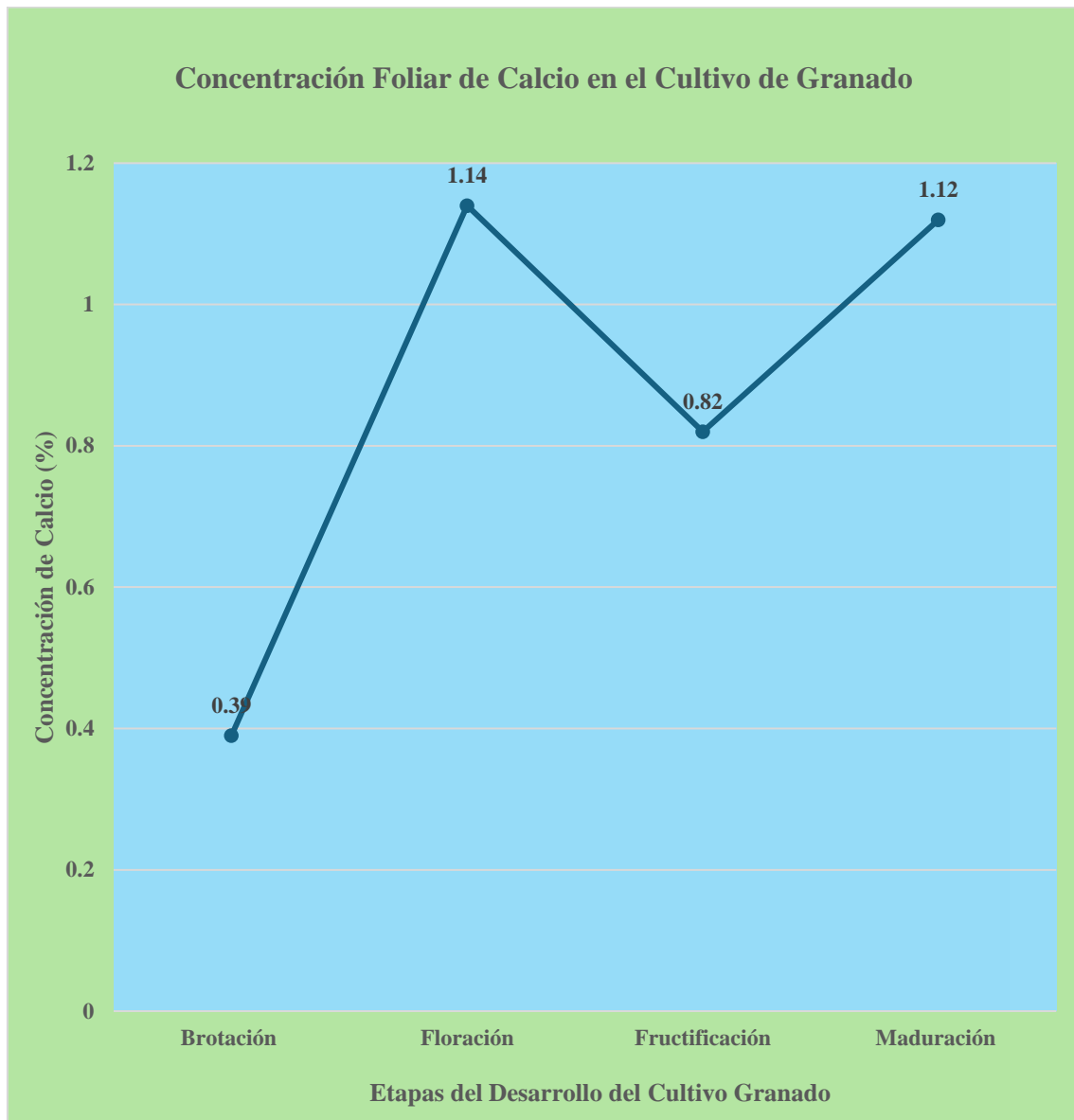
**Figura 17**

*Concentración foliar de Potasio en el cultivo de Granado*



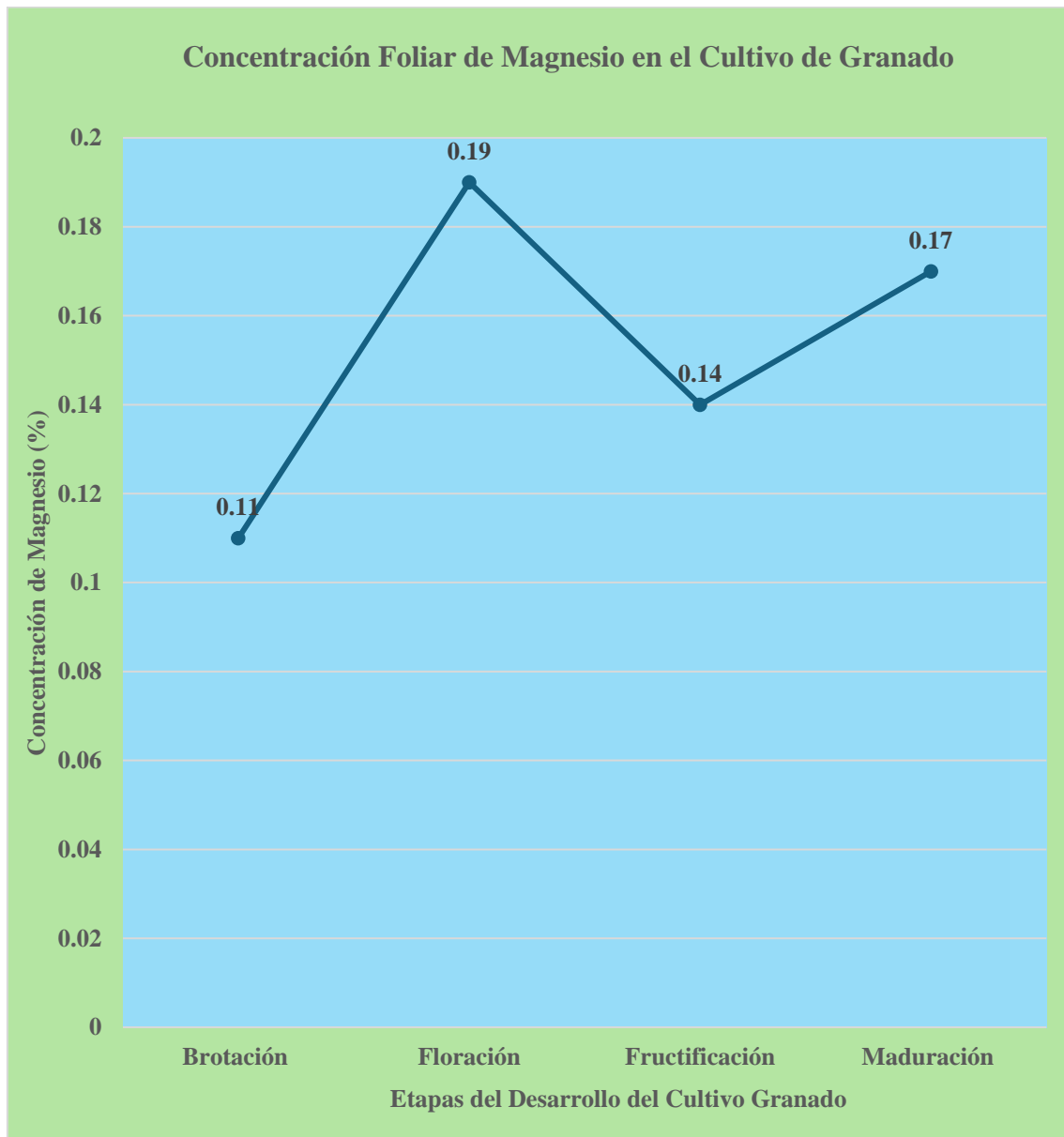
**Figura 18**

*Concentración foliar de Calcio en el cultivo de Granado*



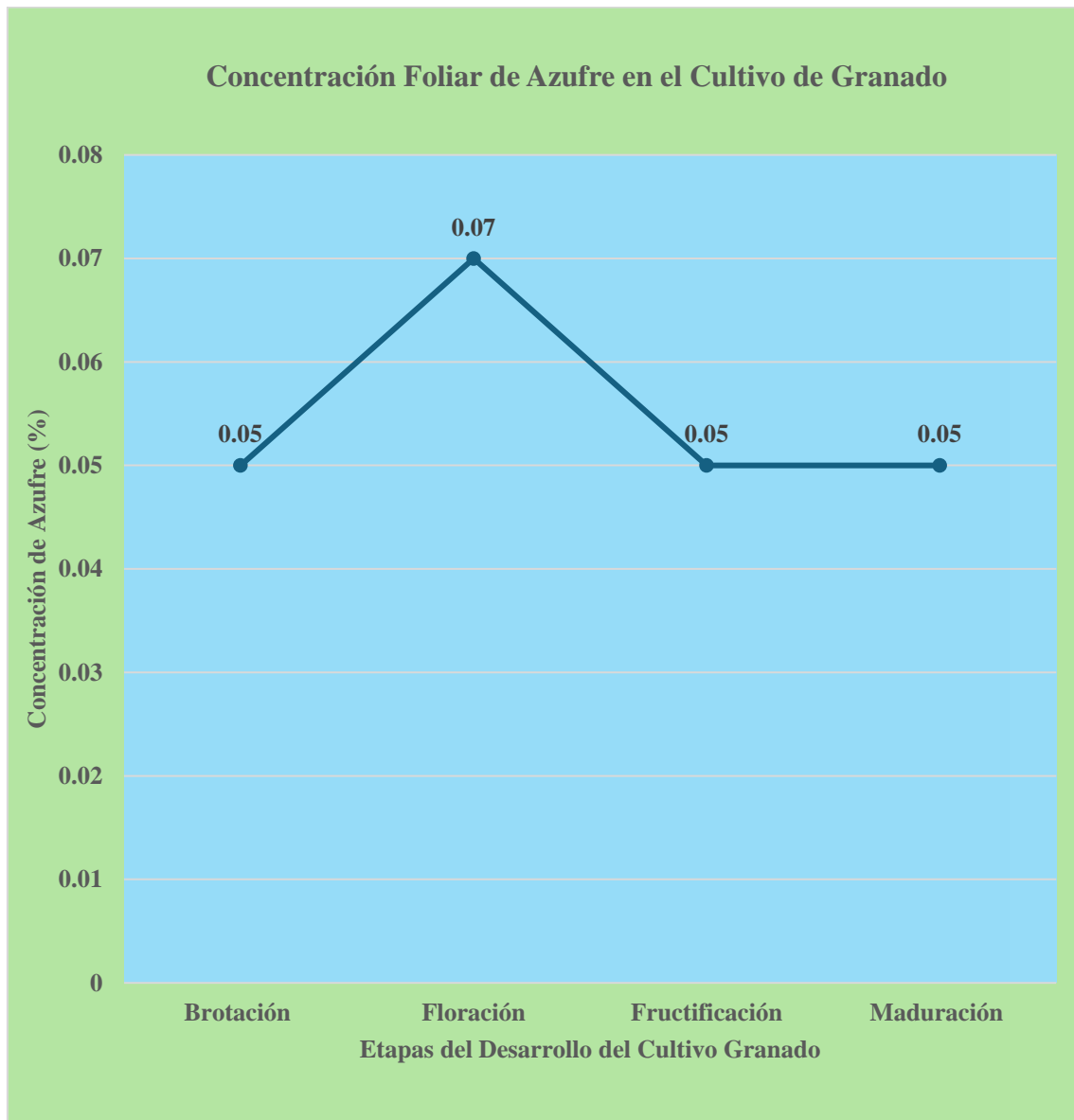
**Figura 19**

*Concentración foliar de Magnesio en el cultivo de Granado*



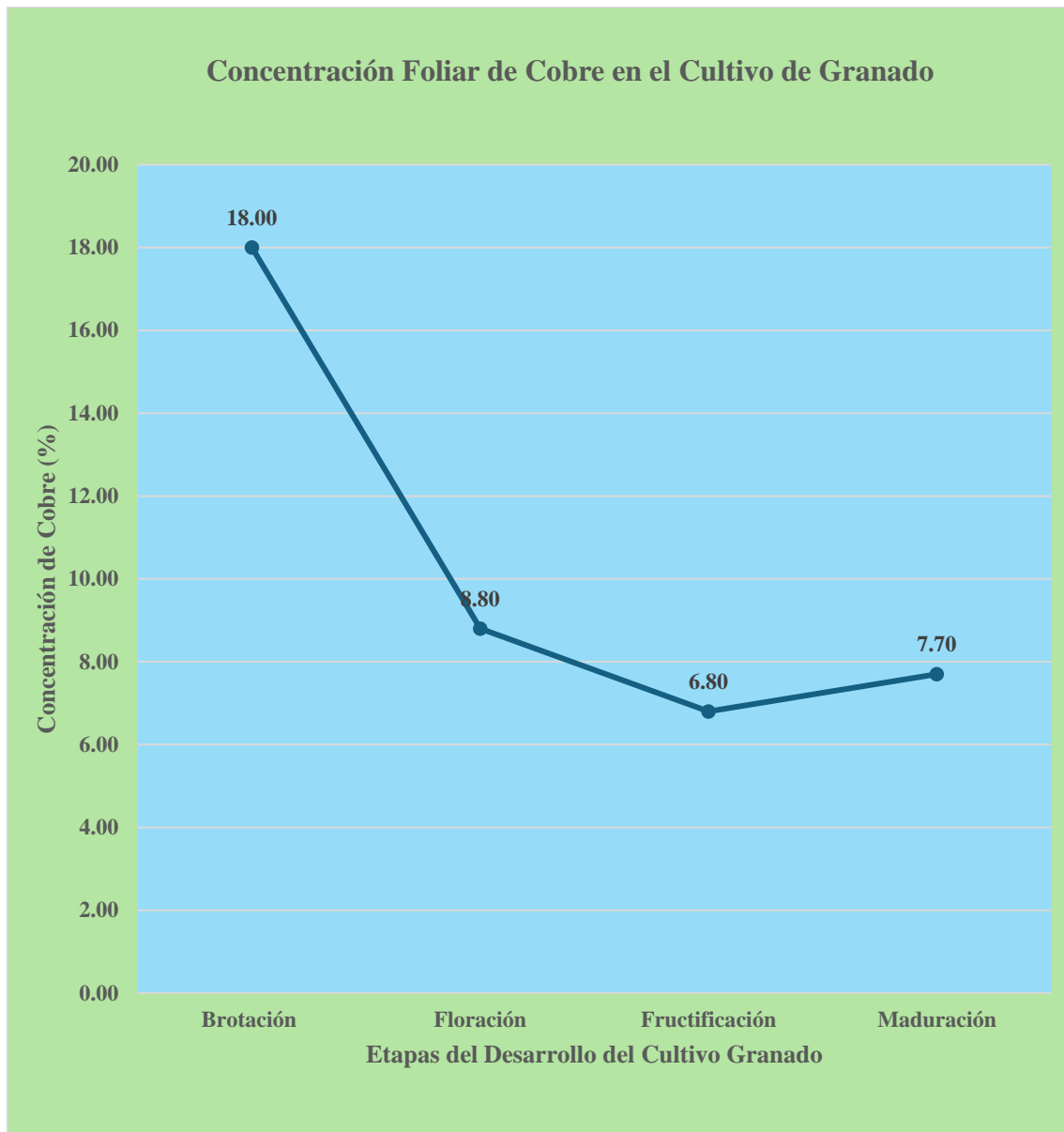
**Figura 20**

*Concentración foliar de Azufre en el cultivo de Granado*



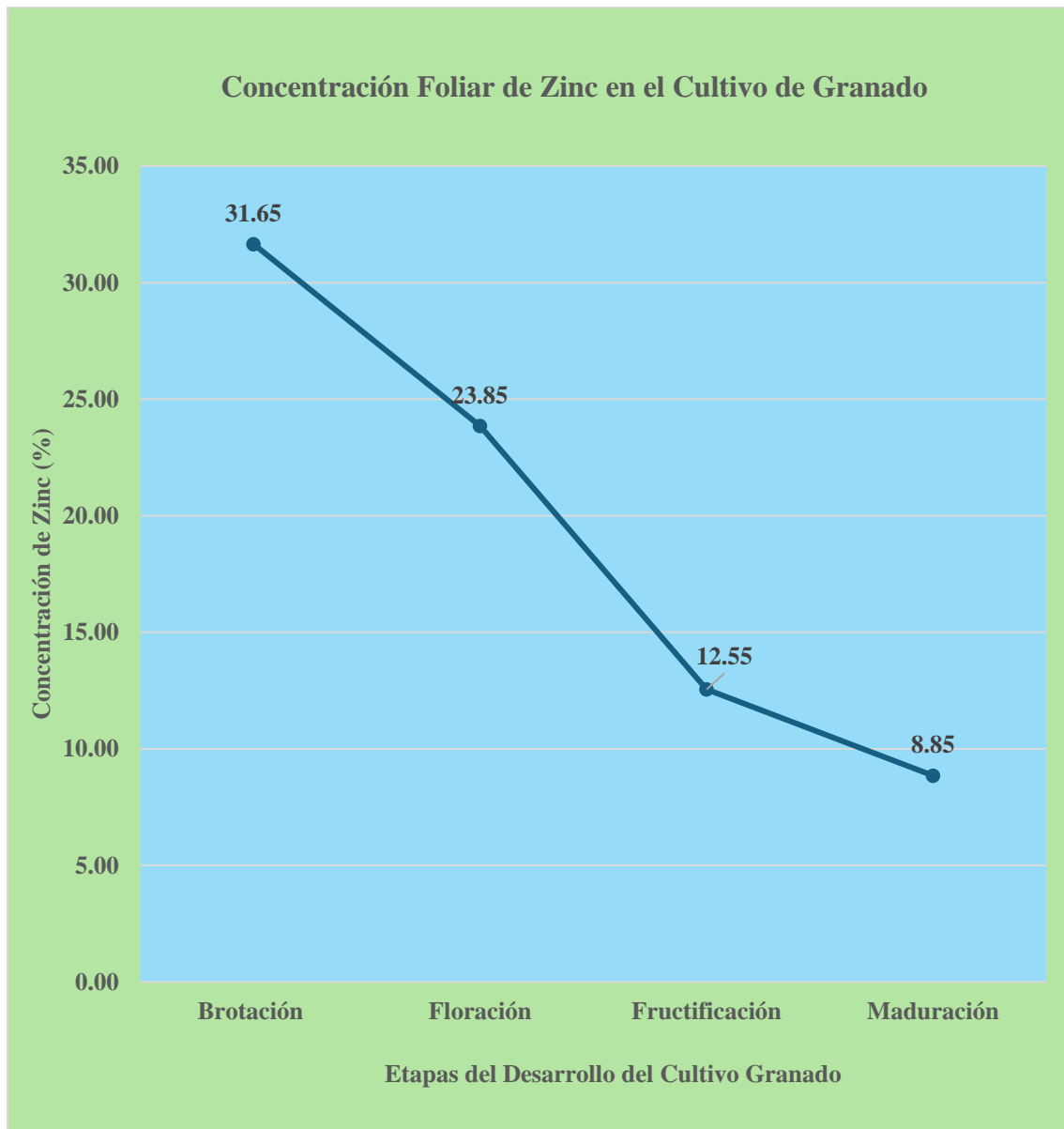
**Figura 21**

*Concentración foliar de Cobre en el cultivo de Granado*



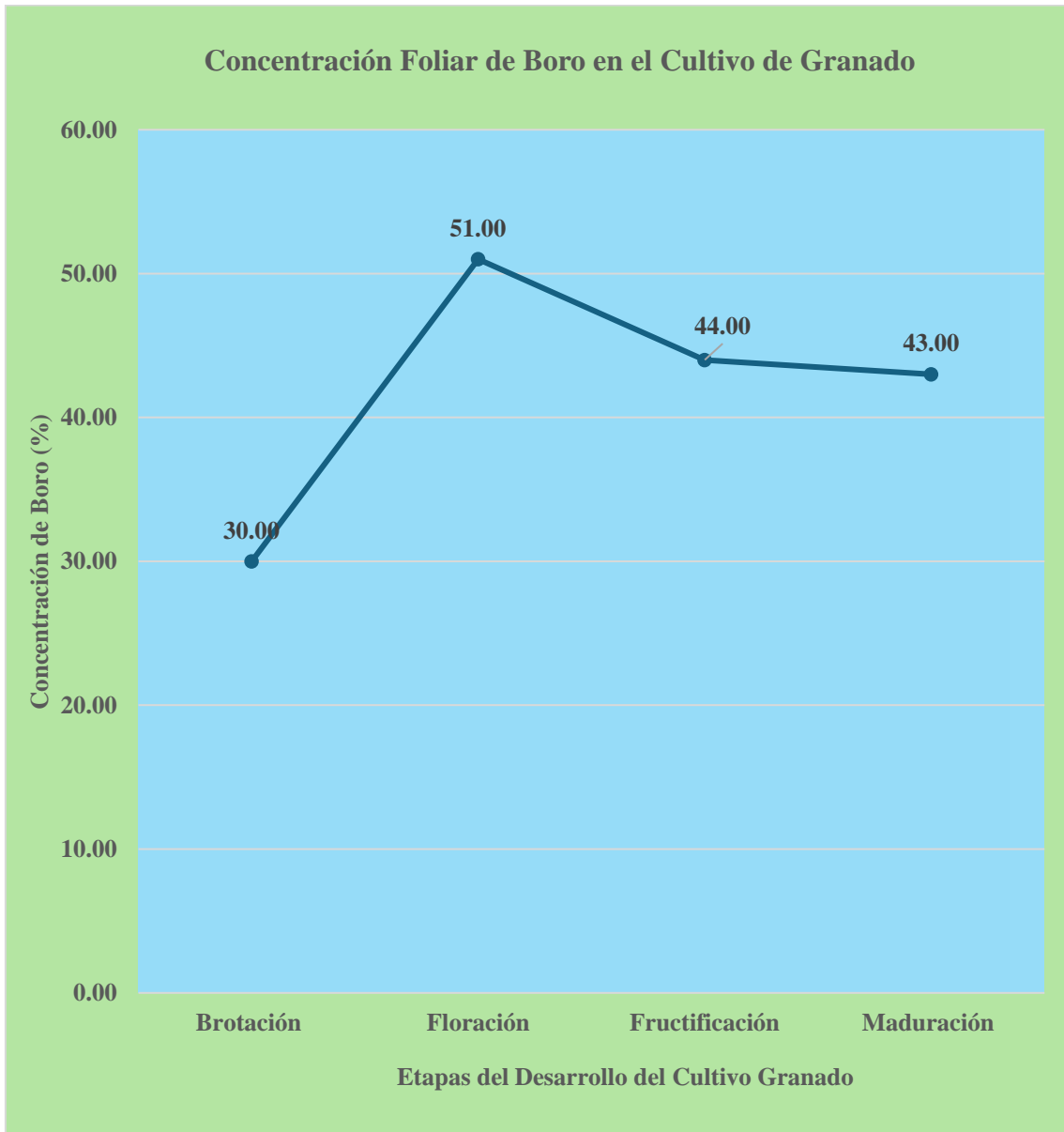
**Figura 22**

*Concentración foliar de Zinc en el cultivo de Granado*



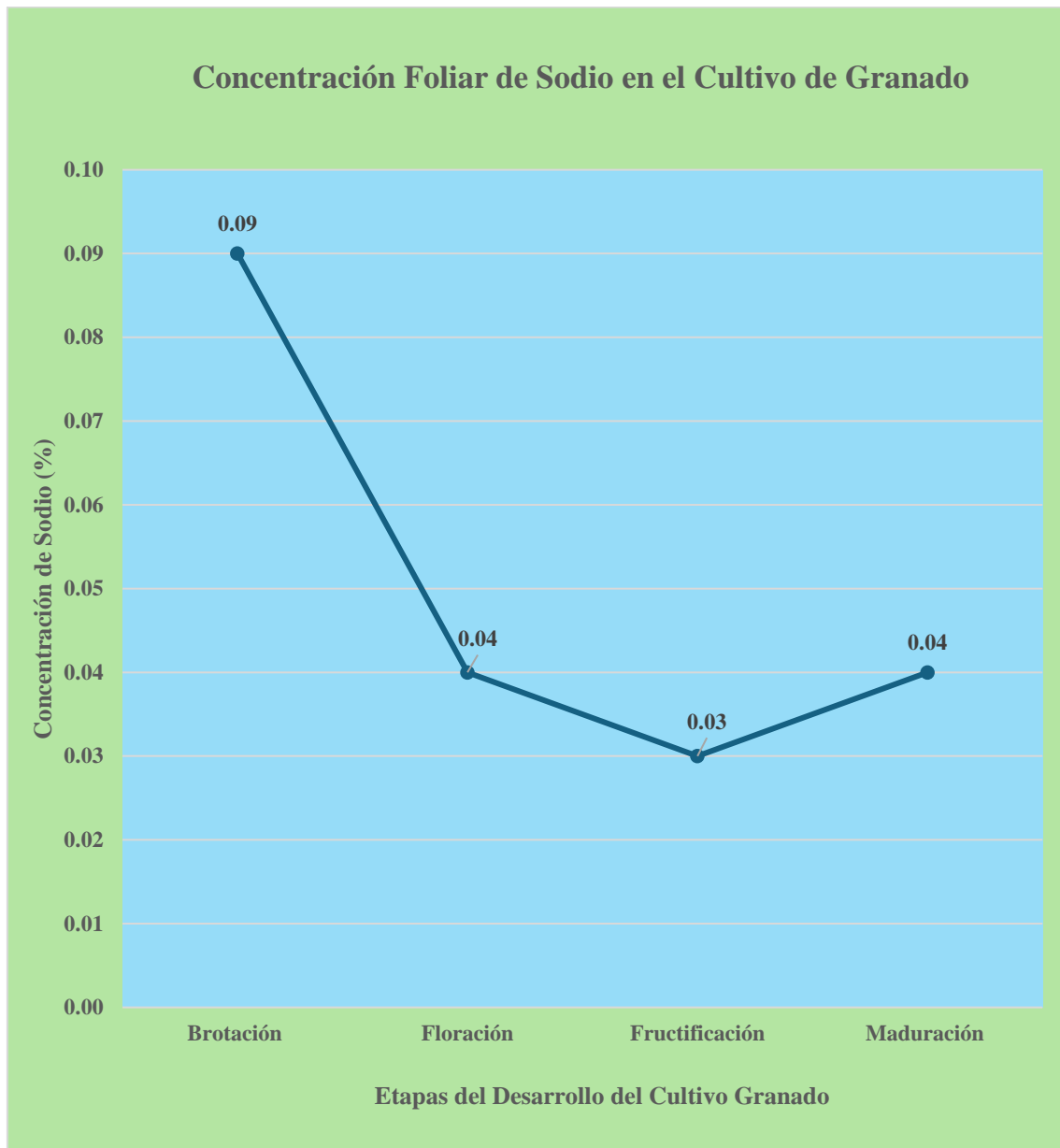
**Figura 23**

*Concentración foliar de Boro en el cultivo de Granado*



**Figura 24**

*Concentración foliar de Sodio en el cultivo de Granado*



### **3.1.7. Interpretación de análisis físico - mecánico – químico de suelo 2024**

En la evaluación de la nutrición foliar en el cultivo de granado del sector de la Venta Baja, del distrito de Santiago, del predio “El Rosario” de propiedad del Sr. Toledo con el registro de número de análisis de la muestra 834-015-2024, para las condiciones del manejo agronómico del cultivo de granado Wonderfull de 4 años de edad, a nivel de 0.50 mts se puede precisar según la ficha emitida por el laboratorio de Valle Grande de Cañete, suelo de textura franca y del análisis químico que para el caso del Nitrógeno total arrojó 0.084% siendo bajo, del Fósforo disponible fue de 14.14 ppp, siendo bajo, para el caso de Potasio disponible el resultado fue de 525.00 ppm, estando alto. De la materia orgánica fue de 1.45% considerada normal. En cuanto a la concentración del Carbonato de Calcio total fue de 0.49 siendo nivel bajo. De la conductividad eléctrica arrojó 17.60 ds/m siendo salino. En cuanto al pH resultó 7.83 siendo medianamente salino.

Para los cationes cambiabiles, en cuanto al calcio resultó 9.57 mEq/100 g de condición normal.

En el caso de Magnesio dio como resultado 2.28 mEq/mg siendo también normal.

En cupulo Sodio arrojó 2.21 mEq/100 g de condición alto, para estas condiciones del suelo agrícola del predio “El Rosario” Potasio dio 1.23 mEq/100 g estando alto, el P.S.I. según el cálculo matemático dio 14.43% siendo un suelo de condiciones no sódico. De la C.I.C.E., arrojó 15.29 mEq/100 g siendo de condiciones medio, según resultado.

Esto permitirá establecer las condiciones de la evaluación de los nutrientes como son los macro y micronutrientes lo que permitirá tomar acciones respecto a la fertilización que el agricultor mejorará las condiciones de producción y calidad del cultivo de granado a su cargo y de apoyo a la comunidad del sector donde se ha realizado el presente estudio.

### **3.1.8. De la información de los datos meteorológicos**

Refiere e informa la Dirección de Competitividad Agraria [13] de referencia al clima, para los mejores rendimientos del cultivo, menciona que la adaptabilidad es óptima para el granado y otros cultivos.

La temperatura para el crecimiento y brotamiento del mismo debe estar entre los 25° C, para la cosecha la óptima debe estar entre los 24°C, cuando las temperaturas fueron menores a los 12°C son perjudiciales para el desarrollo de la fruta.

Para el crecimiento activo del follaje se da en condiciones de altas temperaturas, la temperatura del suelo debe estar alrededor de 35°C +/- 5°C. Temperaturas extremas máximos en cosecha son perjudiciales en la calidad de las frutas.

La temperatura media mensual en el mes de agosto 2024 fue de 18.3 °C favorable para el brotamiento del cultivo de granado. La menor temperatura fue registrada en el mes de setiembre

del 2024 con 8.2°C. Estando los valores de temperaturas máximas y mínimas dentro de los rangos normales para el crecimiento y desarrollo del cultivo de granado.

De la humedad relativa, la media mensual que se presenta en el presente estudio, siendo la más alta en el mes de agosto del 2024 con 75.0% y la menor humedad relativa se presentó en el mes de enero del 2025 con 60.0%.

De las horas de sol, la mayor cantidad de horas de sol se registró en el mes de octubre del 2024 con 8.7 horas de sol y la menor incidencia de horas de sol se registró en el mes de febrero del año 2025 con 5.6 horas de sol.

Referente a la velocidad del viento se puede manifestar que la mayor velocidad de viento se registró en el mes de agosto de NW-4% y la menor velocidad del viento en el mes de marzo con dirección NW-1.7%.

### **3.1.9. Interpretación de la cantidad de concentración foliar de nutrientes en el cultivo de granado**

#### **a) Nitrógeno**

Macronutriente considerado de importancia mayor en general en todos los cultivos se aprecia al iniciar el brotamiento foliar al realizarse el muestreo, el resultado del análisis arrojó la más alta concentración de este elemento con 2.55% con una interpretación según parámetro nutricional (S.Q.M) como alto.

Las muestras siguientes, es decir la segunda y tercera con valores de 2.12% y 1.60% según la interpretación determinada es considerada como bajo seguidamente el resultado de la cuarta muestra, es decir la maduración-cosecha, el análisis foliar arrojó 1.82% considerado como normal al final del periodo vegetativo del cultivo de granado.

Agrorural refiere [14] que el elemento Nitrógeno tiene influencia en el crecimiento vegetativo de los cultivos como el desarrollo arquitectónico y orgánico de la planta. Llegando a su normalidad al estado fenológico antes de la cosecha (7 días).

#### **b) Fósforo**

Elemento nutricional también importante el resultado de la primera muestra arrojó 0.26% considerado en su interpretación como alto en su estado fenológico de brotamiento, manifiesta Alvaro Fertibox [15] el Fósforo como el elemento que tiene influencia del desarrollo radicular, siendo eficiente para este caso inicial favorablemente.

El resultado de la segunda muestra arrojó 0.23% en la etapa de floración de interpretación normal, la tercera muestra en estado fenológico de fructificación dio como resultado 0.16% de interpretación normal, en el crecimiento y desarrollo del cultivo de granado.

La cuarta muestra su resultado fue de 0.15% en el estado fenológico de maduración de frutos próximo a la cosecha con interpretación normal, para esta etapa final de maduración.

El nutriente Fósforo la función principal es la de asegurar una buena formación radicular, mejora la calidad de frutos, reduce la fitotoxicidad, la fibroxicidad de las bayas, asegurando una buena formación de estos.

#### **c) Potasio**

Refiere (SQM) [16] este tercer elemento esencial, es de requerimiento por los vegetales, influye en la calidad, color, gusto, grado brix en el transporte de carbohidratos dentro de los tejidos vegetales, sobresaliendo en la calidad de las frutas, es importante en la resistencia de enfermedades como la tolerancia a la sequía.

El resultado de la primera muestra dio 0.75% de interpretación normal para el brotamiento. En la segunda muestra arrojó como resultado para la floración 1.04% de interpretación normal. En la tercera etapa fenológica de fructificación fue de 1.08% normal. En la cuarta muestra el resultado fue de 0.98% de rango normal era el estado fenológico de maduración a cosecha.

#### **d) Calcio**

Elemento considerado macronutriente, según los resultados de las muestras dieron una concentración baja tanto en el brotamiento, floración, fructificación y maduración-cosecha con valores de 0.39%, 0.39%, 0.61% y 0.89% respectivamente.

Ramírez [17] indica que este nutriente es importante para la nutrición de las plantas como es el caso del cultivo de granado.

Se establece que no es el déficit que pueda presentarse en el suelo, sino porque cumple funciones de inmovilidad para el floema, siendo consecuente su difícil dificultad para la traslación en zonas de mayor desarrollo y crecimiento, es por esta razón el valor bajo en los muestras tomadas en el presente estudio.

#### **e) Magnesio**

De forma similar como macronutriente como el calcio, este elemento en las muestras tomadas para el brotamiento foliar en granado arrojó 0.11%, la segunda arrojó 0.10%, la tercera muestra de fructificación dio 0.17% y para la maduración 0.22% siendo estos valores bajos en concentración de Magnesio total.

Según Ramírez [17] el Magnesio es de nutrición medio y dice que las concentraciones de nutrientes de Magnesio para el cultivo del granado son medianas o término medio, siendo importante en las funciones fotosintéticas durante el desarrollo y etapas fenológicas del cultivo, como en la acumulación de elemento orgánicos, y garantiza rendimiento importantes en el cultivo del granado.

#### **f) Azufre**

Como elemento secundario es considerado los resultados de los análisis, según muestras tomadas en el momento como la del brotamiento, floración, fructificación y maduración dan valores de 0.05%, 0.06%, 0.05% y 0.06%, siendo estos bajos respectivamente por consiguiente Promix [18] manifiesta interpretación.

El análisis del resultado muestra en el estudio en mención que el Magnesio, Calcio y Azufre son nutrientes secundarios que los cultivos exigen para su normal desarrollo y crecimiento de calidad.

Existiendo principalmente un equilibrio importante del Nitrógeno y del Azufre, ya que según leyes de la fertilización refiere que sin una cantidad determinada de Azufre las plantas no pueden asimilar el Nitrógeno ni otros elementos (Nutrientes).

En forma eficiente, para su normal funcionamiento en forma eficaz y eficiente (Ley de los Elementos Decrecientes) y también se manifiesta la Ley del Mínimo, debiéndose restituirse el elemento en cantidades óptimas y adecuadas, siendo necesario mantener en cuenta la deficiencia de este elemento en los planes de fertilización, ya que en todas las etapas fenológicas de este cultivo de granado se encuentra en concentraciones mínimas y/o bajas.

#### **g) Sodio**

Se encuentra este elemento en las diferentes etapas fenológicas tomados las muestras en el brotamiento, floración, fructificación y maduración con valores registrados en forma respectiva para una de 0.09%, 0.04%, 0.06% 0.04% se considera como crítico.

Reportes de E. Bloodnick. [19], refiere del Sodio y Cloro que podrían encontrarse en altos niveles, no siempre tóxicos compitiendo con el Potasio, Calcio, Magnesio, Amonio, etc. Entonces niveles de Sodio altos y otros bajo o normales, la planta no podría encontrar diferenciación a unos de otros, siendo entonces que limita la absorción los que se encuentran en el sustrato de la planta o cultivo.

#### **h) Cloro**

Es considerado como un micronutriente o microelemento indispensable para las plantas, pero en cantidades pequeñas es su requerimiento. La fenología es determinante para la absorción de este elemento al igual de qué cultivo se trate siendo variable las cantidades de Cloro en tejidos y su contenido es variable. [19].

Tomadas las muestras en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de granado para este caso, expresa resultados con valores de 0.43%, 0.36%, 0.55% y 0.38% respectivamente para el brotamiento, floración, fructificación, y maduración, siendo todos estos resultados de intervalos de suficiencia, donde la concentración según estándares debe ser de 90% a 100% del rendimiento estableciéndose normal o suficiente.

#### **Determinación e interpretación del contenido de microelementos.**

Son elementos considerados como esenciales para el desarrollo, crecimiento de plantas, siendo requeridos en mínimas proporciones clasificándose como micronutrientes esenciales.

#### **i) Cobre**

Obtenidos los resultados de los análisis realizados, la primera muestra del brotamiento de la planta de granado obtuvo un valor de 18.00 ppm de interpretación de un valor normal. La segunda muestra arrojó como resultado 12.60 ppm de valor normal para la floración. La tercera

muestra en la etapa de fructificación tuvo como resultado 10.75 ppm considerado en la interpretación como normal.

En la última etapa de maduración del resultado de la muestra fue de 11.65 ppm de interpretación normal.

Referencias de Intagri S.C. [20], manifiesta que el cobre es un micronutriente inmóvil en las plantas, siendo la cantidad considerada a valores de 1 a 25 ppm, siendo el granado con concentraciones que van de 10 ppm a 30 ppm.

Hay plantas con granados requerimientos, con valores mínimas de 7 ppm con baja asimilación de valores escasos o números de 4 ppm de Cobre.

#### **j) Zinc**

Como micronutriente importante, este se encontró en los diferentes estados fenológicos de brotamiento, floración, fructificación y maduración con resultados de 31.65 ppm, 18.55 ppm, 20.00 ppm y 16.15 ppm, siendo con valor de interpretación bajas.

Como micronutriente las plantas requieren de Zinc para el normal crecimiento y reproducción, siendo de necesidad su requerimiento con delicado cuidado en un plan de fertilización al cultivo.

Se considera informes del Zinc como activador enzimático, Sembralia [21], responsable de síntesis de las proteínas, lo que hace que los tejidos sean resistentes a temperaturas bajas, presentando el Zinc el nivel normal en tejidos foliares con aproximadamente de 15 ppm a 60 ppm principalmente.

#### **k) Manganeso**

Referente a este microelemento, la primera muestra de brotamiento de granado el resultado hallado fue de 35.30 ppm siendo un nivel de interpretación normal, sin embargo para el estado fenológico de floración el resultado fue de 23.50 ppm de interpretación baja. La tercera muestra arrojó como resultado 29.85 ppm de interpretación baja en el estado de fructificación, pero para la cuarta muestra el estado de maduración, la muestra foliar fue de 39.00 ppm de interpretación normal.

La sociedad Agroproductores [22] refiere que el Manganeso influye e interviene en la fotosíntesis y forma una enzima denominada Manganeso (Proteínas del fotosistema II)

Se considera valores normales de Mn (Manganeso) en análisis foliar en base de materia seca tiene un rango de 20 ppm a 300 ppm.

Entonces plantas menores de 20 ppm manifiestan sintomatología deficiente de este micronutriente.

#### **l) Hierro**

Presenta este microelemento en las muestras de los resultados obtenidos valores de 213.70 ppm en el estado de brotamiento del granado siendo la interpretación normal. La segunda muestra arrojó 70.80 ppm de interpretación normal al estado de floración.

El resultado de tercera muestra (Estado fenológico de fructificación) fue de 262.00 ppm de interpretación alta.

El resultado de la cuarta muestra o sea moderación de granado, el valor de la muestra foliar fue de 143.15 ppm de interpretación normal.

Según refiere Esquivel [23] se considera como un micronutriente importante del desarrollo fisiológico de los vegetales. Interviniendo fisiológicamente como la pigmentación clorofílica. Existe una variación en tejidos vegetales con rangos de 20 mg/kg y 250 mg/kg de materia seca. Otros manifiestan como Ramírez [17], que la concentración promedio de microelementos en la parte foliar del cultivo de granado con rango de 300 ppm a 600 ppm aproximadamente.

#### **m) Boro**

Para la mayor parte de cultivos, por no decir casi todos, este microelemento en el cultivo del granado es exigente en Boro como nutrición. Se señala que la concentración a base de Boro es de aproximadamente 25-75 ppm, es lo que señala Ramírez [17] de Boro, la primera muestra foliar en estado de brotamiento fue de 30.00 ppm de interpretación baja, la segunda muestra foliar para el estado fenológico de floración fue de 47.00 ppm considerada en la interpretación como bajo. La tercera muestra foliar arrojó como resultado 25.00 ppm de interpretación bajo (Fructificación). La cuarta muestra arrojó como resultado 27.00 ppm de interpretación bajo (Estado de maduración).

#### **n) Materia seca**

Representa la materia seca (M.S.) el peso total de un elemento menos el contenido de agua expresándose en porcentaje (%). Si 20% de M.S. tiene 20 grs de M.S. cada 100 grs de materia fresca, está operación la realiza los laboratorios del Instituto Rural de Valle Grande-Cañete donde la primera muestra foliar fue de 59.89%, la segunda 42.54%, la tercera 30.60% y la cuarta arrojó 57.76% en el estado fenológico de maduración de las granadas.

## IV. Discusión

### 4.1. Discusión de resultados

#### 4.1.1. Análisis físico mecánico y químico del suelo

Según resultados de suelo físico-mecánico y químico N° 885-015-2024, con nivel de 0.00-0.50 mts. En las tablas 1 y 2, arrojó un suelo de textura franca, refiere Sánchez [24], diciendo que los suelos francos son los de mayor rendimiento y productivos para la actividad agrícola, conteniendo cantidades de arena, lino y arcilla adecuadas para cultivos diferentes.

En cuanto a la interpretación de las características quienes, del mismo muestreo en cuanto a las macronutrientes, reporta que el % de Nitrógeno fue bajo al igual que el % de Fósforo; no así el % de Potasio que estuvo alto (ppm) de materia orgánica en % estuvo normal. El Carbonato de Cd en % estuvo muy bajo, de conductibilidad eléctrica (ds/m), de media a salina, pH medianamente alcalino, con normal intercambio catiónico, de los cationes cambiables, Calcio en mEq /100 g normal, al igual que el Magnesio, en mEq/100 g. El comportamiento de Sodio en mEq/100 g fue alto, Potasio en mEq/100 g. fue alto. P.S.I. (%) porcentaje de Sodio intercambiable considerado no sódico.

Respecto al C.I.C.E. mEq/100 g. (Capacidad de intercambio catiónico efectiva fue medio.

En resumen, debido a su rusticidad y adecuación el cultivo del granado, tiene gran adaptabilidad a suelos de diferentes tipos de textura, lo que hace que los rendimientos en su productividad sean de gran aceptación para los agricultores dedicadas a la siembra de este cultivo de exportación.

#### 4.1.2. De los resultados de los análisis realizados a hojas o follaje del granado según fenología.

De la tesis titulada: “Evaluar la nutrición foliar en el cultivo de granado (*Púnica granatum, L.*) en el sector de la Venta Baja de Santiago-Ica, conducido mediante riego por gravedad, y en suelos con condiciones de suelo franco, con clima en condiciones normales, presentando los resultados siguientes:

- De los macronutrientes desarrollan al brotamiento del granado en el caso de Nitrógeno alto, al igual que el Fósforo y el Potasio normal, en la asimilación de nutrientes en inicio en la etapa de floración el Nitrógeno estuvo bajo, el Fósforo y el Potasio fueron normal, o sea del brotamiento a floración el N estuvo de alto a bajo, el Fósforo de alto a normal y el Potasio se comportó normal en la etapa de fructificación a maduración el Nitrógeno se comportó de bajo a normal, el Fósforo de fructificación a maduración estuvo con comportamiento normal en la absorción de los nutrientes. El Potasio en la etapa de fructificación a maduración estuvo de comportamiento normal.

En cuanto al Calcio en las 4 etapas de la fenología del granado, brotamiento, floración, fructificación y maduración, tuvo un comportamiento bajo en la absorción de nutrientes al igual que el elemento Magnesio.

Referente al Azufre los resultados obtenidos de las muestras enviados, tanto en los estadios fenológicos del brotamiento, floración, fructificación y maduración fueron bajos.

Del Sodio los resultados para las 4 muestras los resultados obtenidos dieron una interpretación de nivel crítico. Para Cloro en la primera muestra arrojó de normal a alto para la segunda muestra, la tercera fue de normal a alto o sea de fructificación a maduración, considerándose niveles de toxicidad, teniendo niveles normales considerados de intervalo de suficiencia requeridos en mínimos concentraciones en los micronutrientes esenciales en la mayoría de los vegetales.

- El microelemento Cobre, en las 4 muestras obtenidas, en las diferentes etapas fenológicas del desarrollo del cultivo de granado tuvieron un comportamiento normal tanto desde el brotamiento a floración, de floración a fructificación y de fructificación a maduración de la absorción de este micronutriente en el caso de Zinc, de las muestras tomadas en diferentes estadios las 4 muestras tuvieron resultados de interpretación bajo, para la absorción del nutriente. Del Manganeso, al inicio de brotamiento estuvo en un estado normal en la segunda etapa de floración el resultado fue de un valor bajo, en la etapa de fructificación estuvo también bajo, pero en la etapa de maduración de frutas tuvo de comportamiento normal.

Del hierro en las primeras 2 etapas brotamiento y floración estuvo normal, pero en la fructificación estuvo alto y en la última etapa el comportamiento fue de resultado normal para este elemento de hierro.

Boro, de este microelemento los resultados obtenidos para las diferentes muestras y estadios fenológicos tuvieron como resultados de interpretación bajos.

De materia seca al inicio y final del periodo vegetativo concentrado un porcentaje de humedad, en la floración y fructificación se considera valores normales.

El mensaje del resultado de los valores obtenidos en la presente información de muestreo el comportamiento de la fertilización realizada y concentración de la absorción de los macro y microelementos presente, así como la influencia del riego en etapas del desarrollo del cultivo de granado lo que es adecuado mejorar la eficacia de la fertilización tanto al suelo como vía foliar.

#### **4.1.3. Contrastación de la Hipótesis General**

Finalizado la presente investigación de la tesis titulada “Evaluar la nutrición foliar en el cultivo de granado (*Punica granatum L.*) en el sector de la Venta Baja en Santiago – Ica”, se apreció con los resultados obtenidos, la absorción de macro y micronutrientes por el cultivo de granado, en sus diferentes estadios fenológicos, lo que permitirá balancear la fertilización foliar, bajo un sistema adecuado de un plan de fertilización para mejorar aumentando la eficiencia de los macro

y micronutrientes con un adecuado riego de gravedad, en las campañas posteriores por la vía foliar durante el desarrollo vegetativo del cultivo de granado tanto de los elementos mayores como de los menores.

Siendo de necesidad e importancia, la importancia y justificación la realización de análisis foliares en sus diferentes etapas fenológicas del desarrollo del cultivo de granado para el predio “El Rosario” en el distrito de Santiago – Ica.

Esto permitirá determinar la eficiencia de la absorción de las macro y micronutriente, según los estados interpretativas, siendo lo normal, bajo, alto, su eficiencia, el exceso y su toxicidad de estos en sus diferentes estados fenológicos del cultivo de granado.

Del Nitrógeno, Fósforo y Potasio desarrollan concentraciones bajo el inicio, por lo que se pueden mejorar la dosis en esta etapa y los frutos de granada muestran concentraciones altos de estos elementos a la cosecha, por lo que se determina que no se viene haciendo una adecuada fertilización en cuanto a los macronutrientes.

También es de suma necesidad tener en cuenta que los análisis foliares en sus diferentes etapas fenológicas determinaron la eficiencia, deficiencia, exceso y grado de toxicidad.

En cuanto al Calcio y Magnesio al inicio y final (Brotamiento, floración, fructificación y maduración) mostraron concentraciones bajas.

Estos elementos son de suma importancia para el desarrollo del cultivo en cuanto a su nutrición. Del Calcio investigaciones manifiestan que el problema no es la deficiencia que se pueda encontrar en el suelo, sino por su inmovilidad en el floema, su dificultad de moverse hacia sectores de crecimiento mayores [20].

Del Azufre tanto al inicio del brotamiento del granado hasta el final de la maduración mostraron concentraciones bajas de este elemento. En cuanto al Sodio mostró en todas las etapas fenológicas un nivel crítico.

El Cloro en la etapa de la muestra tomada al igual que la última etapa de maduración interpretaciones altas, con nivel de toxicidad, considerados como nutrientes esenciales con requerimientos en pequeñas cantidades por las plantas.

El Cobre como microelemento, mostró un comportamiento normal en 10 días las etapas del desarrollo fenológico del cultivo de granado, por lo que es un micronutriente que influye en el comportamiento de enfermedades de las plantas.

Microelemento Zinc, en todas las muestras tomadas (Brotamiento, floración, fructificación y maduración) mostraron concentraciones de interpretación bajas.

Del Manganeso en las 3 primeras muestras tomadas las concentraciones fueron de un valor bajo, pero en la última etapa de maduración mostró un comportamiento de concentración normal de Hierro en las 2 primeras muestras brotamiento y floración la concentración estuvo normal, en la fructificación estuvo alta, y en la maduración normal.

Y del Boro de todas las muestras tomadas las concentraciones de acumulaciones arrojaron resultados con valores bajos.

Intagri S.C. [25] referente al Boro, manifiesta que “En la nutrición del Boro el granado es exigente y en soluciones nutritivas y en concentración de 1.5 ppm ratifican el elevado requerimiento de Boro por este cultivo”.

Dice también que, “una herramienta útil para determinar los requerimientos nutricionales del cultivo es vía foliar, el cual debe ser comparado con rangos de valores nutricionales críticos para el cultivo y analizado tomando en cuenta resultados históricos disponibles para cada localidad [26] lo citado y resultados obtenidos en investigaciones confirman la plantación de la hipótesis general.

Intagri [25] indica que una curva de absorción de nutrientes y/o representación gráfica de la cantidad de nutrientes extraídos por plantas durante el ciclo de vida y las curvas de absorción no constituyen herramienta de diagnóstico como el análisis foliar, más bien ayudan a la solidez a programas de fertilización, determinando que existen valores bajos, altos y normales que hay que tener en cuenta lo máximo, lo medio y el exceso de los macro y micronutrientes que influyen en el rendimiento de los cultivos.

#### **4.1.4. Contrastación de la hipótesis específica**

Esta investigación permitirá favorecer la disposición del empleo de los macro y micronutrientes por el cultivo de granado por medio de una adecuada fertilización tanto al suelo como por vía foliar, mejorando la producción con la aplicación de los nutrientes con dosis adecuadas y oportuna, teniendo en cuenta los diferentes estadios fenológicos, marcando las etapas con mayor consumo y menor deficiencia. Se incrementará la producción y rendimiento de nutrientes al mejorar la calidad de las granadas en el sector de Santiago del predio “El Rosario” del caserío de la Venta Baja.

El estudio y factores favorecen establecer y optimizar el uso y empleo de macro y micronutrientes químicos, ya que favorece las aplicaciones en momentos de deficiencia y excesos, para mejorar la producción y la buena calidad de granadas, a través de los resultados de las muestras tomadas en los diferentes estados fenológicos con la interpretación del resultado de los análisis obtenidos y en la determinación de la absorción de macro y micronutrientes, evitando pérdida de nutrientes aplicados, se tendrá en cuenta el riego, aplicaciones foliares en forma eficiente y momento oportuno con las dosis precisas.

Para esto entonces el plan de fertilización estará vinculado a la cantidad de elementos que la planta extrae; según su desarrollo y crecimiento, con respectivos análisis de agua, suelo, de los foliares, para verificar que cantidad de nutrientes se encuentran y tienen disponibilidad para la planta o no, siendo referentes ya que son variables para cada sector o lugar, existe variaciones de una campaña a otra, dependiendo el momento el muestreo, zona disposición y otros factores.

Fallas y Bentsch [27] manifiestan que los análisis foliares son una herramienta útil en el diagnóstico del estado nutricional de los cultivos, permitiendo detectar la deficiencia y excesos de nutrientes, de acuerdo a comparaciones de valores establecidos.

Como los cítricos, comparación de plantaciones, en forma óptima y adecuada, se deba asimismo aplicar al cultivo nutrimentos foliares, complementariamente si se nota deficiencias de suelo, o si el cultivo muestra síntomas de deficiencia o debilidad.

Optimizando absorción nutricional del cultivo de granado (*Punica granatum, L*) variedad Wonderfull y para condiciones del predio “El Rosario” del Caserío de La Venta Baja del distrito de Santiago en el valle de Ica, indicaré estudios e investigaciones respecto al tema como el de Trinidad y Aguilar [28] “Varios trabajos de fertilización foliar demuestra su respuesta positiva de los cultivos, sin embargo los incrementos de rendimientos al usar esta práctica han sido muy variables, lo que sugieren se hagan o realicen más trabajos de investigación en busca de optimizar la capacidad productiva de las cosechas de diferentes cultivos, utilizando la fertilización foliar como un apoyo a la fertilización del suelo”.

Osman [29] “indica que para la interpretación de un análisis foliar se pueden determinar 3 umbrales: El de la deficiencia, con síntomas visibles de la carencia y bajos rendimientos el de la suficiencia por encima del 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 toxicidad que representa concentraciones por encima de los cuales la planta presenta problemas para su desarrollo”.

Entonces lo señalado o indicado permite validar y aceptar esta hipótesis específica planteada, y se ha tenido presente resultados de la muestra con la interpretación de los diferentes análisis en diferentes estadios comparados los valores obtenidos con los equipos de espectrometría de absorción atómica en laboratorios especializados para tal fin.

## V. Conclusiones

En las condiciones que se realizó la investigación, se concluye con lo siguiente:

- 5.1. El manejo de conducción que se hizo en el cultivo de granado bajo la dirección del productor a nivel de pequeño agricultor con las posibilidades de un manejo agronómico de acuerdo a sus posibilidades, fertilización, riegos con rol fitosanitario, labores culturales diversas como poda, envolturas de frutos, y todo lo relacionado a las buenas prácticas agrícolas.
- 5.2. De las características físicas mecánicas y químicas del suelo se interpreta que tiene textura franca, adecuado para el cultivo de granado, en adecuadas situaciones para el desarrollo y crecimiento del cultivo de granado.
- 5.3. Los valores meteorológicos estuvieron normales en la época de la investigación en estudio.
- 5.4. De los macronutrientes Nitrógeno, Fósforo y Potasio demostración de forma igual en una absorción de nutrientes. El N alto en el brotamiento bajo en la floración, bajo en la fructificación y normal a la maduración.

El Fósforo, alto al brotamiento, normal a la floración al igual que en la fructificación y maduración. El Potasio estuvo normal en todo el proceso de desarrollo del cultivo, los frutos presentaron concentraciones normales de estos elementos. El Calcio y Magnesio presentaron concentraciones de interpretación baja en todos sus estadios de crecimiento y desarrollo del cultivo de granado, siendo de importancia que se realicen correcciones de estos elementos en estas etapas para que el plan de fertilización sea mejorado. El Azufre presentó concentraciones bajas en todas las muestras del estudio. El Sodio en todas sus muestras presentan un nivel crítico, y el Cloro en la segunda y cuarta muestra denotan un nivel de toxicidad.

- 5.5. De los micronutrientes Cobre su estado es normal en todas las muestras tomadas (Brotamiento, floración, fructificación y maduración) al igual que el Zinc. El Manganeso en la primera muestra de brotamiento estuvo normal, la segunda de la floración bajo, la tercera de fructificación bajo y la cuarta de maduración normal. El Hierro al inicio normal, a la floración baja que al igual que la fructificación, y normal a la maduración y cosecha. Boro todas las muestras tomadas, se encuentran en concentraciones bajas en sus diferentes estadios. La materia seca, al inicio normal, al igual que la segunda, tercera y cuarta con valor de 59.89% 42.54%, 30.6% y 57.76% respectivamente.

## VI. Recomendaciones

De acuerdo a las conclusiones y realización de la investigación en el cultivo de granado, se propone recomendar:

- 6.1. Seguir con los estudios de investigación en el cultivo de granado, con agricultores parceleros, y optimizar empleo de fertilizantes en aplicación, según fenología y resultados de análisis obtenidas.
- 6.2. Realizar otros ensayos con la finalidad de tener mayores datos en la absorción de los macro y micronutrientes con el pequeño nivel del agricultor considerando otras variedades, sectores, zonas, época con la finalidad de tener un comparativo de la extracción de macro y micronutrientes y tener datos confiables y uniformes.
- 6.3. Tener como fuentes confiables y recomendar a productores de granada de la zona baja en Santiago-Ica el empleo de análisis de suelo, y foliar como método que optimice un adecuado manejo cultural de la fertilización en las diferentes etapas del cultivo, observadas las deficiencias y excesos o baja disponibilidad de nutrientes en el suelo, siendo las aplicaciones foliares una alternativa de corrección eficaz, rápida y eficiente principalmente de los micronutrientes.
- 6.4. Motivar estudios de investigación de absorción de macro y micronutrientes en el cultivo de granado y otros, a nivel de parceleros, pequeños y medianos productores en las diferentes zonas de Ica, Villacurí, Ocucaje y otros lugares, a fin de tener a corto plazo evidencias del desarrollo aplicativos de una fertilización formal de macro y micronutrientes, en futuras campañas de producción agrícola.
- 6.5. Buscar un apoyo en la tecnología como es el caso de la inteligencia artificial.

## VII. Referencias Bibliográficas

- [1] J. Cárdenas en la presente investigación: 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, 2012.
- [2] Ministerio de Agricultura. El cultivo del Pacae en el Perú. Lima – Perú. Pág. 52. 2011.
- [3] Almeyda & 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 – Facultad de Agronomía-UNICA-2017.
- [4] 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 facultad Agronomía 2019.
- [5] B. Juscafresa. Árboles Frutales, cultivo y explotación comercial. Editorial Aedos Barcelona España. Pág. 382-1978.
- [6] E. Calderón “Fruticultura General”. Editorial Limusa S.A. México. Pág. 763-1987.
- [7] W. Kennard. Frutas y Nueces para el Trópico. Editorial Limusa Wiley S.A. Puerto Rico. Pág. 177-1963.
- [8] G. Navarro y. S. Navarro. Fertilizantes, Química y Acción. Ediciones Digitales. España. Pág. 210-2014.
- [9] W. Padilla. El suelo y su fertilidad. Lima – Perú. Pág. 200-2010.
- [10] A. Salcedo y H. Salazar. Determinación del ritmo de absorción de macro y micro nutrientes en el cultivo de palto (*Persea americana Mill*) variedad Hass conducidos bajo sistema de fertirrigación en la zona del valle de Ica. Tesis ingeniero Agrónomo. 2018.
- [11] P. Caballero., D. De Miguel M y M. Fernández-Zamudio. “Técnicas de gestión empresarial de la producción agraria”. CEGEA. Ed. SPUPV. 161 pp. 2004,
- [12] L. Bonet, J. Bartual, S. y Intrigliolo, D. “Aproximación a la pauta de riego óptimo en granado”. Horticultura: 22-26. 2012
- [13] Dirección de Competitividad Agraria (2010). Perú. Un campo fértil para sus inversiones y el desarrollo de sus exportaciones. Agro al día. Dirección de Información Agraria disponible en:

<https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/378/1/cadena%20de%20ESPARRAGOS.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. Disponible en: <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/ficha%20tecnica%20esparrago.pdf>.
- [15] G. Álvaro 10.12.2019. El fósforo y su importancia en el crecimiento vegetal. Fertibox. Disponible en: <https://www.fertibox.net/single-post/fosforo-agricultura>.
- [16] Promix. 15-09-2022. Rol del Azufre en el cultivo de plantas. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formación/rol-del-azufre-en-el-cultivo-de-plantas/>
- [17] F. Ramírez. Nutrición Balanceada en el Cultivo de Espárrago. (s/f) Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/nutrición-balanceada-en-esparrago>
- [18] Promix. 15-09-2022. Rol del Azufre en el cultivo de plantas. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-azufre-en-el-cultivo-de-plantas/>
- [19] E. Bloodnick. 15-09-2022. La función del sodio y del cloruro en el cultivo de plantas. 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/f). El Cobre en la nutrición vegetal. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/el-cobre-en-la-nutricion-vegetal>
- [21] Sembralia. 24-09/2021. Zinc en el Cultivo de Plantas. Funciones, deficiencia, síntomas y fuentes del micronutriente zinc en la agricultura. Disponible en: <https://sembralia.com/blogs/blog/zinc-cultivo-plantas>
- [22] Agroproductores. 02-06-2019. Funciones del manganeso (Mn) en las plantas. Disponible en: <https://agroproductores.com/funciones-del-manganeso-en-las-plantas/>
- [23] G. Esquivel (s/f). Importancia del hierro (Fe) en la agricultura. Disponible en: [http://drokasa.pe/application/webroot/imgs/notas/Importancia\\_del\\_Hierro\\_\(Fe\)\\_en\\_la\\_agricultura\\_peruana.pdf](http://drokasa.pe/application/webroot/imgs/notas/Importancia_del_Hierro_(Fe)_en_la_agricultura_peruana.pdf)
- [24] M. Sánchez. 25-09-2019. ¿Cuáles son las características del suelo franco? Jardineríaon.com Disponible en: <https://www.jardineriaon.com/suelo-franco.html>

- [25] Intagri S.C. (s/f). Las Curvas de Absorción de Nutrientes. [On Line]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-curvas-de-absorcion-de-nutrientes>
- [26] SQM. 24-04-2018. Esparrago. Disponible en: <https://www.sqm.com/estudio/esparrago/>
- [27] R. Fallas y F. Bertsch. (10.02.14). Análisis del estado nutrimental del cultivo de la papa en costa rica con base en información existente. *Agronomía Costarricense* 38(1): 199-206. ISSN:0377-9424 / 2014 [www.mag.go.cr/rev\\_agr/index.html](http://www.mag.go.cr/rev_agr/index.html) [www.cia.ucr.ac.cr](http://www.cia.ucr.ac.cr)
- [28] A. Trinidad y D. Aguilar (2000). 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.
- [30] Ojeda D, Nuñez B, Manríquez, A, Ibañez J, Sánchez Ch. 2005 Fertilización Tradía: Manejo de nitrógeno en árboles en desarrollo y producción de nogal pecanero (*Carya illinoensis Wangenh K. Koch*). XI Congreso Nacional SOMECH 2005. Chihuahua, Chih. México.
- [31] Sparks, D. 1994. Efectos nutricionales de la producción alternada y calidad de la nuez. *Memorias de las XII Conferencias Internacionales sobre el Cultivo del Nogal*. San Car'-'s, Sonora.
- [32] Goff B.,2001. Late Season Fertilization: Exciting New Development, *Pecan South*, Vol. 32, No. 12, Pág. 10-11
- [33] Tarango, H. 2004. Manejo del nogal pecanero con base en su fenología. Centro de Investigación Norte-Centro. Campo Experimental Delicias. Folleto Técnico no. 17. México, 35 p.
- [34] Sparks, D. 1994. Efectos nutricionales de la producción alternancia y calidad de la nuez. *Memorias de las XII Conferencias Internacionales sobre el Cultivo del Nogal*. San Car'-'s, Sonora.
- [35] Ruiz JM, Romero L. 1999. Nitrogen efficiency and metabolism in grafted melon plants. *Scientia Horticulturae* 1283: 113-123.
- [36] Neiam. (2022). Importancia del potasio en las plantas. <https://neviafertilizantes.com/blog/importancia-del-potasio-en-las-plantas/>

- [37] Azcon-Bieto. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal, 1ª ed. McGraw-Hill Interamericana, España, Pág. 235-246.
- [38] Agromática (2022). El hierro en la nutrición de las plantas. <https://cultivodelgranado.es/el-hierro-en-la-nutricion-de-las-plantas/>
- [39] Wood BW. 2002. Late Nitrogen fertilization in pecan orchards. A review. Proceedings 36 th. Western pecan Conference. p 47-59.
- [40] Kilby, M., R. Neja, Y R. Call. 1998. Foliar application of boron to pecan trees does not affect fruit set. Pp. 95-97. In: Wrigth y Kilby (Eds.). 1998 Citrus and deciduous fruit and nut research report. Bull Az 1051. Coop. Ext. Agr. Exp. Stat. The University of Arizona.
- [41] Hu, H. y D. Sparks. 1991. Zinc deficiency inhibits chlorophyll synthesis and gas 24 exchange in 'Stuart' pecan. Hort Science. 2(): 267-268.
- [42] Figueroa V U, Lombardini L y Medina M C. 2006. Alternativas en la fertilización del nogal pecanero. XIV Simposium Internacional Nogalero. Torreón Coahuila. México.
- [43] Guerrero G M. 2000. Caracterización Física-Química del suelo en huertos de nogal pecanero (*Carya illinoensis Wangenh K. Koch*) Western Schley mediante Diagnostico Diferencial Integrado (DDI). Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. México. 152 p.
- [44] Bartual, J., Intrgliolo D., Pomares, F. Manejo del riego y fertilización del granado. [https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/7029/2016\\_Bartual\\_Manejo.pdf](https://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/7029/2016_Bartual_Manejo.pdf)

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

**Título: “Evaluar la nutrición foliar en el cultivo de granado (*Punica granatum L.*) en el sector de la Venta Baja en Santiago – Ica”.**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>General</b>		Técnicas de procesamiento y análisis de datos
¿Por medio de la evaluación de la de la nutrición foliar se realizará una adecuada fertilización en el cultivo de granado en el sector de la venta Santiago Ica?	Evaluar la nutrición foliar en el cultivo de granado con adecuada fertilización en el sector de la Venta Baja en Santiago Ica.	Evalutando la nutrición foliar en el cultivo de granado con una buena fertilización aumentarán la producción.	Variable Independiente (“Causa” X <sub>1</sub> ) Evaluar nutrientes primarios y secundarios del cultivo de granado.	Tipo de investigación No experimental  Nivel de la investigación Aplicativo
<b>Específico</b>	<b>Específico</b>	<b>Específico</b>	Variables Dependientes (“Efecto” Y <sub>1</sub> ) Concentración de elementos primarios y secundarios en el follaje (Hojas el cultivo de granado).	Diseño de la investigación Longitudinal de tendencia.
¿Por medio del buen manejo agronómico la nutrición foliar mejorará en la fertilización de elementos nutricionales en el cultivo de granados en la Venta Baja Santiago Ica?	Evaluar la nutrición foliar de elementos nutricionales en el cultivo de granado en las diferentes etapas fenológicas en la Venta Baja Santiago Ica	Evalutando la nutrición foliar en el cultivo de granado según etapas fenológicas mejorará la fertilización en el sector de la Venta Baja de Santiago en Ica.		Se evaluará los nutrientes primarios y secundarios que se acumularán las diferentes etapas fenológicas del granado en hojas y frutos, que referidos a la conducción realizará el predio El Rosario de la Venta Baja del distrito de Santiago en Ica, bajo el sistema de riego por gravedad en las diferentes etapas fenológicas y prácticas agrícolas empleadas en el manejo y conducción del cultivo de granado.

## Anexo 2: Informe de Análisis de Suelo



**VALLE GRANDE**  
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : CARLOS ALBERTO CUCHO PAUCAR  
PREDIO : TESISTA CARLOS ALBERTO CUCHO PAUCAR  
MATRIZ : HOJAS DE GRANADO

ANÁLISIS N° : 224-01F -2025  
LUGAR : Ica  
FECHA DE RECEP. : 12/02/2025

### INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL

ESTRA : PREDIO. EL ROSARIO - WONDERFULL - EF. MADURACION - COSECHA - LA VENTA BAJA - 4 a

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N +)	1.82	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P)	0.15	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K)	0.98	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca)	0.89	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg)	0.22	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S)	0.06	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.04	%	MEF - 007	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.38	%	MEF - 008	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	11.65	ppm	MEF - 009	FAAS
Zinc Total (Zn)	16.15	ppm	MEF - 010	FAAS
Manganeso Total (Mn)	39.00	ppm	MEF - 011	FAAS
Hierro Total (Fe)	143.15	ppm	MEF - 012	FAAS
Boro Total (B)	27.00	ppm	MEF - 013	Colorimétrico
Materia Seca	57.76	%	MEF - 014	Gravimétrico


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

**DONDE:**

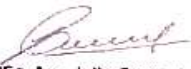
% : Masa / Masa  
ppm : mg / Kg  
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama  
MEF : Método Propio del Laboratorio.

**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 : CARLOS ALBERTO CUCHO PAUCAR  
PREDIO : TESISTA CARLOS ALBERTO CUCHO PAUCAR  
MATRIZ : HOJAS DE GRANADO

ANÁLISIS N° : 1152-01F -2024

LUGAR : Ica

FECHA DE RECEP. : 25/11/2024

**INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL**

**MUESTRA : SECTOR EL ROSARIO - 4años - GRANADO - WONDERFULL - EF. FRUCTIFICACIÓN - LA VENTA BAJA - SANTIAGO**

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N <sub>1</sub> )	1.60	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P)	0.16	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K)	1.08	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca)	0.61	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg)	0.17	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S)	0.05	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.06	%	MEF - 007	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.55	%	MEF - 008	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	10.75	ppm	MEF - 009	FAAS
Zinc Total (Zn)	20.00	ppm	MEF - 010	FAAS
Manganeso Total (Mn)	29.85	ppm	MEF - 011	FAAS
Hierro Total (Fe)	262.00	ppm	MEF - 012	FAAS
Boro Total (B)	25.00	ppm	MEF - 013	Colorimétrico
Materia Seca -	50.60	%	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 Checón  
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 : CARLOS CUCHO PAUCAR  
PREDIO : TESISTA CARLOS CUCHO PAUCAR  
MATRIZ : HOJAS DE GRANADO

ANÁLISIS N° : 1621-02F -2024  
LUGAR : Ica  
FECHA DE RECEP. : 09/10/2024

**INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL**

**MUESTRA : PROYECTO - VAR. WONDERFULL - EF. FLORACION PLENA - 4 ños - LA VENTA BAJA - EL ROSARIO - SANTIAGO**

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N <sub>T</sub> )	2.12	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P)	0.23	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K)	1.04	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca)	0.39	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg)	0.10	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S)	0.06	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.04	%	MEF - 007	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.36	%	MEF - 008	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	12.60	ppm	MEF - 009	FAAS
Zinc Total (Zn)	18.55	ppm	MEF - 010	FAAS
Manganeso Total (Mn)	23.50	ppm	MEF - 011	FAAS
Hierro Total (Fe)	70.80	ppm	MEF - 012	FAAS
Boro Total (B)	47.00	ppm	MEF - 013	Colorimétrico
Materia Seca	42.54	%	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. Alexie 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 : CARLOS CUCHO PAUCAR  
PREDIO : TESISTA CARLOS CUCHO PAUCAR  
MATRIZ : HOJAS DE GRANADO

ANÁLISIS N° : 885-01F -2024

LUGAR : Ica

FECHA DE RECEP. : 27/08/2024

**INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL**

**MUESTRA : M1 - EF. BROTAMIENTO - CULT. GRANADO - WONDERFULL - 4años**

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N <sub>t</sub> )	2.55	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P)	0.26	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K)	0.75	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca)	0.39	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg)	0.11	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S)	0.05	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.09	%	MEF - 007	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.43	%	MEF - 008	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	18.00	ppm	MEF - 009	FAAS
Zinc Total (Zn)	31.65	ppm	MEF - 010	FAAS
Manganeso Total (Mn)	35.30	ppm	MEF - 011	FAAS
Hierro Total (Fe)	213.70	ppm	MEF - 012	FAAS
Boro Total (B)	30.00	ppm	MEF - 013	Colorimétrico
Materia Seca	59.89	%	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



SOLICITANTE : CARLOS CUCHO PAUCAR  
PREDIO : CARLOS CUCHO PAUCAR  
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 885-015-2024  
LUGAR : Ica  
FECHA DE RECEP. : 27/08/2024

**INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD**  
MUESTRA : M1 - 0-50cm - CULT. GRANADO - WONDERFULL - 4años

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
<b>Textura</b>				
Arena	31.98	%		
Limo	44.68	%		
Arcilla	23.34	%	MES - 001	Bouyoucos
<b>Clase Textural</b>	<b>FRANCO</b>			
Porcentaje de Saturación de Agua	52.83	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.49	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	17.60	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp 20.6 °C	7.83		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	14.14	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	1.45	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.084	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	525.00	ppm	MES - 009	Acaño de Amonio
<b>Cationes Cambiables</b>				<b>Extractante: Ac. Amonio</b>
Calcio	9.57	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	2.28	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	2.21	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	1.23	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	14.43	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	15.29	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
<b>Sales Disueltas</b>				
Cloruro	168.93	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	26.65	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	8.13	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.12	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	115.20	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	21.16	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	68.41	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	2.14	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	0.60	ppm (*)	ISO 9300.1990	Colorimétrico

**DONDE:**

E.S : 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 : Standar Methods  
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.  
ISO : International Organization for Standardization.  
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Uraño.

**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



SOLICITANTE : CARLOS CUCHO PAUCAR  
PREDIO : CARLOS CUCHO PAUCAR  
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS Nº : 885-01S -2024  
LUGAR : Ica  
FECHA DE RECEP. : 27/08/2024

**INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - MICRONUTRIENTES DISPONIBLES**  
MUESTRA : M1 - 0-50cm - CULT. GRANADO - WONDERFULL - 4años

PARÁMETRO	RESULTADOS	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cobre Disponible ( Cu )	3.53	ppm	MES - 018	Extractante: DTPA FAAS
Zinc Disponible ( Zn )	1.61	ppm	MES - 019	FAAS
Manganeso Disponible ( Mn )	5.58	ppm	MES - 020	FAAS
Hierro Disponible ( Fe )	6.63	ppm	MES - 021	FAAS
Boro Disponible ( B )	2.40	ppm	MES - 022	Extractante: CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O Colorimétrico

**DONDE:**

DTPA : Ditiocarbato de Dietiltrimetilamina.  
MES : Método propio del Laboratorio.  
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Uv-Vis.  
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

### **Anexo 3: 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

#### **2. 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. [30].

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. [31].

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. [32]

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. [33]

### **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. [34].

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  $\text{NO}_3^-$  se ve alterada. [35]

### **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 los 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 [36]

#### **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  $\text{NH}_4^+$ , la aplicación de Ca aumenta la absorción de  $\text{NH}_4^+$  y mejora la utilización de N en la planta, mejorando los rendimientos en producción y biomasa[36]

#### **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. [37]

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.[38]

**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. [39]

**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. [40]

**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. [41]

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. [33]

**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 los 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. [42]

**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.  
[43]

**Micronutrientes.** La mayoría de ellos, a excepción del molibdeno, presentan baja disponibilidad en condiciones de suelos alcalinos. Esto se debe a que en condiciones de pH alcalino estos metales reaccionan con los iones hidroxilos formando compuestos insolubles. Por lo anterior, aplicaciones de sales como los sulfatos y óxidos no han sido eficientes cuando se aplican al suelo. En el ámbito comercial, se han realizado esfuerzos de aplicación al suelo acidificando parte del suelo con ácidos, como el sulfúrico. Los resultados no han sido satisfactorios. Existen algunos compuestos orgánicos como los quelatos que presentan diversos grados de estabilidad en pH alcalinos. Su respuesta es errática y su alto costo, no han permitido que se comercialicen. Por lo anterior, la corrección de deficiencias de estos nutrientes, se realiza aplicando los fertilizantes foliarmente, utilizando sales o quelatos 1. Hierro y manganeso. Las formas en que la planta toma estos metales son  $Fe^{2+}$  y  $Mn^{2+}$ . Estos elementos no se aplican generalmente en los huertos nogaleros. Si se detectan niveles bajos o deficientes de estos nutrimentos mediante al análisis foliar, se sugiere realizar aplicaciones foliares durante la época de crecimiento vegetativo. Existen diversos productos comerciales que pueden asperjarse con resultados satisfactorios La variedad Wichita es la que ha presentado síntomas de deficiencia de hierro y manganeso en suelo muy arcillosos. Zinc. Es el nutriente clave de los nogales. Es tomado del suelo en forma de  $Zn^{2+}$ . A pesar de requerirse en bajas cantidades, tal vez en ningún otro frutal la respuesta a su aplicación sea tan aparente. En el norte de México las aplicaciones foliares de este nutrimento son esenciales. Debe aplicarse desde el estado de punto verde en la brotación hasta que los brotes han alcanzado su máximo desarrollo. Por las condiciones de alta alcalinidad en el suelo, este elemento no puede aplicarse al suelo ya que inmediatamente se transforma a compuestos insolubles, los cuales no puede aprovechar la planta. Por lo anterior, aplicaciones foliares se realizan a partir de la brotación. Para el norte de México se ha encontrado que se requieren de al menos 5 aplicaciones de este nutriente para que los análisis foliares ubiquen a este nutriente dentro de los niveles "óptimos". Estudios indican que el nivel foliar en valores de suficiencia se encuentra alrededor de normal puede requerir 50 ppm de zinc en base a peso seco para alcanzar los máximos rendimientos y calidad, y crecimiento vegetativo.

### 3. 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<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; y 4,06 UF de K<sub>2</sub>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<sup>-1</sup> 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<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y 205 UF/ha de potasa (K<sub>2</sub>O), 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<sup>-1</sup> de hierro (preferentemente de forma quelatada) y de 20-30 UF.ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>. Se considera que el árbol está en plena producción a 6to año. Las producciones anuales están en torno a 10, 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 ayudara reducir los daños por salinidad en la planta. [44]

#### **A. Demanda de nutrientes se divide el mismo en tres etapas**

**A. Primera etapa:** La misma se extiende desde la implantación hasta el cuarto año.

**a) Implantación:**

- La incorporación de abonos orgánicos (solubles o sólidos) en el hoyo de implantación promoverá la actividad biológica y a la rápida recuperación de la planta.
- En suelo con déficit de nitrógeno es necesario una aplicación una vez iniciado la etapa de votación: 50 gramos /planta.
- Importante: mantener el suelo libre de malezas.

**b) Establecimiento:**

A partir del segundo año la fertilización debe ser lo más equilibrada posible para promover un desarrollo armónico entre la parte aérea y la raíz.

Se debería iniciar con un aporte de 200 gramos de nitrógeno que se dividirán en dos momentos. Los aportes de fósforo y potasio están en función del nitrógeno aportado. Relación 1:1:1.

Estos aportes se deben incrementar año a año (50 gramos por año).

**B. Segunda etapa:** Desde el crecimiento del árbol joven hasta inicio de producción.

Esta etapa se caracteriza por el inicio e incremento de cosecha año a año.

El desarrollo de hojas es muy importante ya que esta va a alimentar a las nueces.

**Considerar en esta etapa una relación nutricional.**

La dosis de nutrientes, vía fertilizantes, a aplicar, debería seguir el esquema anteriormente comentado por lo menos hasta el 6 año de implantada.

El pecan tiene una baja tasa de recuperación de los fertilizantes aplicados (no más del 10%).

**Tercera etapa: Plena producción**

- Aplicar entre 80-100 kilos de nitrógeno/ha/año por cada tonelada de nuez producida o a producir.
- La dosis de fósforo y potasio estarán en función del nitrógeno aplicado.
- Se debe fraccionar las aplicaciones, en lo posible en tres momentos, comenzando la primera al inicio de votación (setiembre-octubre) y culminando la última aplicación en el inicio de formación de la nuez (diciembre-enero).
- Importante la poda de mantenimiento a fin de facilitar entrada de luz y con ello mayor producción. Aplicaciones foliares y de suelo de cinc deberían realizarse anualmente[44].

#### Anexo 4: Tomas fotográficas









