



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

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

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



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



"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:

"Estudio de la acumulación de nutrientes esenciales en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis* Koch), variedad Mahan en el lote 02 del Fundo Arrabales- Ica"

Presentado por:

HUAROTO GONZALES, DENILSON

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 03% de similitud (Tres 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, 22 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



Estudio de la acumulación de nutrientes esenciales en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis Koch*), variedad Mahan en el lote 02 del Fundo Arrabales- Ica

Línea de investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO

AUTOR:

HUAROTO GONZALES DENILSON

**Ica – Perú
2025**

Dedicatoria

A Dios, fuente de toda sabiduría y fortaleza, por permitirme culminar este maravilloso sueño. Por ser mi refugio en todos los momentos de incertidumbre, por iluminar mi mente cuando la complejidad me abrumaba, y por darme la humildad para aprender y la perseverancia para no rendirme. Esta tesis es, ante todo, un testimonio de tu fidelidad.

A mis padres, Santa Hermelinda Gonzales Alvites y Juan Carlos Huaroto Alejo pilares de mi existencia, por haberme enseñado que el conocimiento sin valores es vano.

A mi madre, cuyo amor incondicional fue mi sustento en los días más arduos, y a mi padre, cuyo ejemplo de disciplina y rigor académico forjó mi carácter.

Gracias por sus sacrificios silenciosos, por creer en mí incluso cuando el camino parecía interminable, y por ser mi primer modelo de excelencia.

Agradecimiento

A mis mentores y profesores, por desafiar mi intelecto, corregir mis errores con paciencia y mostrarme el poder transformador del conocimiento.

Este trabajo no es solo mío, es de todos aquellos que, de alguna forma, pusieron un ladrillo en este edificio.

Aunque mi nombre figure en la portada, cada página lleva también el suyo.

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iii
Índice de Tabla.....	v
Índice de Figura	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. Introducción.....	1
1.1. Antecedentes del problema de investigación	1
a) Antecedentes Internacional.....	1
b) Antecedentes a nivel Nacional.....	2
c) Antecedentes a nivel Local.....	3
1.2. Formulación del Problema	3
a) Problema General	4
b) Problema Específico	4
1.3. Delimitación del Problema.....	4
1.4. Justificación e importancia de la investigación.....	5
1.4.1. Justificación.....	5
1.4.2. Importancia.....	5
1.5. Objetivos de la investigación	6
1.5.1. Objetivo General.....	6
1.5.2. Objetivos Específicos	6
1.6. Hipótesis de la investigación.....	6
1.6.1. Hipótesis General	6
1.6.2. Hipótesis Específica	6
1.7. Variables de la Investigación.....	6
II. Estrategia Metodológica	8
2.1. Instrumento de recolección de datos	8
2.2. Técnica de recolección de datos.....	8
a) Análisis de suelo.....	8
b) Análisis foliares	9
2.2.1. Metodología de la aplicación de los tratamientos	9

2.3.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	10
2.4.	Tipo, nivel y diseño de la investigación	10
	a) Tipo de investigación.....	10
	b) Nivel de investigación	10
	c) Diseño de la investigación	10
2.5.	Población y muestra	11
	a) Población del estudio.....	11
	b) Población a la muestra del estudio.....	11
III.	Resultados.....	13
3.1.	Presentación o Interpretación de los resultados	13
3.1.1.	Análisis de suelo (Físico -Mecánico)	13
3.1.2.	Análisis químico del suelo, nivel 0.00- 0.50 mts – 2024. -2025.	14
3.1.3.	Datos meteorológicos	15
3.1.4.	Resultados de los análisis foliares en el cultivo de pecano	17
3.1.5.	Figuras de los niveles de acumulación foliar de nutrientes esenciales (Macronutrientes) en las hojas del cultivo de pecano, variedad Mahan, en el lote 02 del Fundo Arrabales de la Facultad de Agronomía.	24
3.1.6.	Presentación de figuras de los niveles de acumulación de nutrientes esenciales (Micronutrientes) en las hojas del cultivo de pecano, variedad Mahan, en el lote 02 del Fundo Arrabales de la Facultad de Agronomía.	37
IV.	Discusión	45
4.1.	Discusión de resultados	45
4.1.1.	De los resultados de análisis físico-mecánico y químico del suelo.....	45
4.1.2.	De los datos meteorológicos.....	45
4.1.3.	Resultados finales de análisis foliares, según etapas fenológicas	45
4.2.	Contrastación de la hipótesis general	46
4.3.	Contrastación de la hipótesis específica.....	47
V.	Conclusiones	49
VI.	Recomendaciones.....	50
VII.	Referencias Bibliográficas	51
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	13
Análisis Físico – Mecánico - 2024 Nivel 0.00 – 0.50 mts	13
Tabla 2.....	14
Análisis Químico del Suelo.....	14
Tabla 3.....	16
Datos meteorológicos de Junio 2024 a Mayo 2025.....	16
Tabla 4.....	17
Análisis foliar e interpretación en el cultivo de pecano, Lote 2 Arrabales.....	17
Tabla 5.....	18
Análisis foliar e interpretación en el cultivo de pecano	18
Tabla 6.....	19
Análisis foliar e interpretación en el cultivo d pecano	19
Tabla 7.....	20
Análisis foliar e interpretación en el cultivo de pecano	20
Tabla 8.....	21
Acumulado general de contenido de macronutrientes esenciales en el cultivode pecano var. Mahan.....	21
Tabla 9.....	32
Consolidado general del contenido de micronutrientes en el cultivo del pecano variedad Mahan.....	32

Índice de Figura

Figura 1	12
Ubicación del lote 02	12
Figura 2	25
Concentración foliar de Nitrógeno en el cultivo de pecano	25
Figura 3	26
Concentración foliar de Fósforo en el cultivo de pecano	26
Figura 4	27
Concentración foliar de Potasio en el cultivo de pecano.....	27
Figura 5	28
Concentración foliar de Calcio en el cultivo de pecano	28
Figura 6	29
Concentración foliar de Magnesio en el cultivo de pecano.....	29
Figura 7	30
Concentración foliar de Azufre en el cultivo de pecano	30
Figura 8	31
Consolidado general del contenido de Macronutrientes en el cultivo de Pecano variedad Maham.....	31
Figura 9	36
Consolidado general del contenido de Micronutrientes en el cultivo de Pecano variedad Mahan.....	36
Figura 10	37
Concentración foliar de Boro en el cultivo de pecano	37
Figura 11	38
Concentración foliar de Cloro en el cultivo de pecano	38
Figura 12	39
Concentración foliar de Cobre en el cultivo de pecano.....	39
Figura 13	40
Concentración foliar de Zinc en el cultivo de pecano.	40
Figura 14	41
Concentración foliar de Manganeso en el cultivo de pecano.	41
Figura 15	42
Concentración foliar de Hierro en el cultivo de pecano.	42
Figura 16	43
Concentración foliar de Boro en el cultivo de pecano.	43
Figura 17	44
Concentración foliar de Materia Seca en el cultivo de pecano.	44

Resumen

Culminada la tesis de “Estudio de la acumulación de nutrientes esenciales en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis Koch*), variedad Mahan en el lote 02 del Fundo Arrabales- Ica”, sorprende macroelementos con resultados al inicio de Nitrógeno y Fósforo normales para las etapas igual del Potasio, Calcio, Magnesio; bajo Azufre con floración, fructificación, maduración de microelementos normal para Sodio, Cloro, Cobre, Zinc, Manganeso, Fierro, Boro al brotamiento, floración, fructificación, maduración; bajo Boro al brotamiento, bajo Zinc en maduración, recomendación, replanteo y renovación de pecanos.

Es importante señalar el criterio en que se tome a los nutrientes esenciales (Micro y macronutrientes del suelo y en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis Koch*) variedad Mahan y tomar las debidas estrategias en las etapas críticas del desarrollo del cultivo para una mejor nutrición.

Palabras claves: Acumulación de nutrientes de macro y microelementos en el pecano (*Carya illinoensis Koch*) variedad Mahan.

Abstract

Having completed the thesis "Study of the accumulation of essential nutrients in pecan (*Carya illinoensis Koch*) cultivation, Mahan variety, in lot 02 of the Arrabales Estate, Ica," the macronutrients were surprisingly normal at the beginning of the study, with normal results for Nitrogen and Phosphorus for the same stages of Potassium, Calcium, and Magnesium; low levels of Sulfur with flowering, fruiting, and maturation; and normal levels for micronutrients for Sodium, Chlorine, Zinc, Manganese, Iron, and Boron at budding, flowering, fruiting, and maturation; low levels of Boron at budding, and low Zinc at maturation. The recommendation is to replant and renew pecan trees. It is important to emphasize the criteria used to assess essential nutrients (micro and macronutrients in the soil) in the cultivation of Mahan pecan (*Carya illinoensis Koch*) variety, and to implement appropriate strategies during critical stages of crop development to ensure improved nutrition.

Keywords: Accumulation of macro and micronutrient nutrients in Mahan pecan (*Carya illinoensis Koch*) variety.

I. Introducción

Al año 2025, el cultivo de pecano, ha trascendido ser una de las alternativas de las actividades agrícolas en la zona de Ica, dada las bondades de sus propiedades, beneficios y usos a lo que ha sido la gran demanda en sus diferentes rubros como la utilidad necesaria en los más importantes de su demanda, es por ello y su adaptabilidad en nuestro medio ha sido necesario tener la necesidad de tener un conocimiento de cómo se desarrolló la planta de pecano, a través de sus diferentes etapas fenológicas, y sobre todo conocer sus necesidades nutricionales en la acumulación de nutrientes esenciales para un buen manejo en las buenas prácticas agrícolas, desarrolladas con el cultivo de producción Arrabales en la Facultad de Agronomía de la Universidad “San Luis Gonzaga” del distrito de Subtanjalla, provincia y departamento de Ica.

Por lo que se ha realizado las diferentes interpretaciones de los resultados de los análisis respectivos en la fenología del cultivo de pecanos (*Carya illinoensis Koch*) en la zona media del valle de Ica, es por ello la relevancia en la realización del presente estudio, con el conocimiento de los docentes investigadores de la Facultad de Agronomía con la plantación de pecanos ubicados en el Lote 02 de dicho Centro de Estudio y enfocar todo lo vertido a la comunidad de las actividades agrícolas a nivel local, nacional e internacionales, concluyendo con un soporte en la formación de la investigación obtenida.

Intagri [1], refiere que la importancia de definir la dosis de los fertilizantes que sea óptimas, teniendo en cuenta las etapas fenológicas, mejorando las necesidades nutricionales de la planta, con economía para el agricultor, con programas, donde se considera época, fuente, dosis, mejor método para la optimización de los fertilizantes.

Podemos informar que en la actualidad, muy poca y/o escasa información referente a la determinación o absorción de los macro y micronutrientes por este frutal o también por el llamado de ritmo de absorción por el pecano en condiciones del fundo Arrabales en el lote 02 en la Facultad de Agronomía, y siendo éste a la actualidad como cultivo exportable, entonces para este caso se planteó realizar un estudio respecto a la acumulación de nutrientes esenciales del pecano de la variedad Mahan. Lo que ha permitido dar la información de las muestras transformadas en los resultados, para conocimiento de los directivos, docentes, trabajadores, alumnos y demás comprometidos y así optimizar la falta o el exceso de los nutrientes en el pecano como frutal[2], en la Facultad de Agronomía.

1.1. Antecedentes del problema de investigación

a) Antecedentes Internacional

Según algunos reportes de Rodríguez en el año 2010, México, en trabajos realizados índices de vegetación y evapotranspiración de nogal pecano (*Carya Illinaensis Koch*), Hermosillo México, menciona respecto al abalace hídrico se debe reglar el agua, equivalente a la

evapotranspiración del cultivo (ETC). por lo que los riegos deben programarse para un buen manejo agronómico del cultivo del pecano.

b) Antecedentes a nivel Nacional

Siendo un cultivo de climas exigentes no se ha registrado datos oficiales al respecto, debido a que el cultivo tiene rangos de adaptabilidad de climas adecuados y no reporta datos al respecto.

Sin embargo refiere Pino [3], en la investigación respecto a la dinámica nutricional de frutales como pecano, palto, granado, etc., a nivel nacional (Ica), señalando que los macronutrientes Nitrógeno, Potasio, Fósforo, Magnesio, Calcio entre otros sus requerimientos son en la etapa de la floración, cuaja y fructificación, los niveles de Boro son mayores a los del Hierro, en tanto el Fósforo y Potasio tienen un esquema que merma a medida que maduran las hojas, el Calcio y Magnesio tienen tendencia al aumento.

Mattos y Pizarro [4], indican en un ensayo e investigan la absorción y asimilación de nutrimentos por parte de las plantas movilidad de iones en el sistema radicular, los componentes químicos de los órganos vegetales como hojas, savia, frutos, etc. y su relación entre ellos. Esto refiere a la optimización y parte nutricional, hídrica por el vegetal minimizando al impacto ambiental que originan los excesos de productos como los fertilizantes.

Intagri [5], indica que las aplicaciones foliares con nutrientes en frutales, se deben hacer teniendo en cuenta los análisis al suelo, y los foliares con pruebas de campo, para la verificación de los fertilizantes aplicados para el comportamiento económico mejorado sin perjuicio ambiental.

Fertileb [6], señalan que los programas de nutrimentos se encaminan al suministro de todos los elementos minerales que necesitan los cultivos, las cuales deben aplicarse en dosis correctamente, adecuado momento, en función a las etapas fenológicas del cultivo, para su asimilación por las plantas.

Vásquez[7], señala que los frutales, son una alternativa excelente para incrementar la rentabilidad de los productores (Valle de Moquegua), donde las bajas producciones se deben a necesidades nutricionales, las que deben de solucionarse con un buen manejo agronómico entre ellos la de los macro y micronutrientes, y su proceso de absorción de estos.

Con un plan de fertilización se puede proveer los nutrientes en uso adecuado, sean solubles en el suelo o absorbidos por raíces, tomando en cuenta la energía para la floración, fructificación por maduración, con síntesis de frutos (Gardiazabal 2004) [8].

Martínez y et. al [9], señalan que el análisis foliar, es la tecnología más usada en el diagnóstico nutricionales en frutales. Manifiestan que Chile no cuenta con ratificaciones nutricionales en frutales (Pecano) de estándares, y emplea para el diagnóstico nutricional, usando referencias de los diferentes laboratorios que manejan los estándares californianos, considerando la toma de las hojas entre 5 a 7 meses de edad (Primavera).

Fernández-Montoya y et. al [10], señalan que es pertinente comparar los análisis del suelo, foliares, agua, de la pulpa del fruto y de las soluciones de fertirriego, para el seguimiento nutricional del Pecano.

Indican también que las aplicaciones de los nutrientes es en función de la fenología demanda del frutal, siendo base en la fertilización, variedad, cantidad de nutrientes, distintos cada año relacionados a los estados fenológicos, rendimientos eficacia en la fertilización en otras prácticas de manejo de cultivo.

c) Antecedentes a nivel Local

Cárdenas (2021)[11], manifiesta en su informe científico de investigación respecto al “Ritmo de asociación de macro y microelementos o nutrientes del cultivo de pecano (*Punica granatum*). En condición de un sistema de fertirrigación en la zona baja del valle de Ica, habiendo finalmente establecer el cumplimiento la determinación de la acumulación de elementos mayores y menores para el sector de la zona de Santiago, en Ica-Perú.

Determinándose de esta manera los elementos primarios como el caso del nitrógeno varía en la acumulación absorbente foliarmente, siendo escasa en sus dos últimas fases del desarrollo fenológico del cultivo.

Por otro lado el fósforo y potasio (P_2O_5 y K_2O), la acumulación absorbitativa foliarmente es estable, para todo el desarrollo fenológico del cultivo.

Los elementos mayores o macronutrientes Ca, Mg y S, tienen un absorción foliar bajos en las etapas del desarrollo fenológico del cultivo en mención.

Los elementos menores o micronutrientes como Cu, Mn y Fe, presentan una acumulación estable, para todas las etapas del desarrollo del cultivo, siendo el Zn presenta tienen una absorción bajo para las etapas del desarrollo fenológico del cultivo.

El elemento Boro tiene absorción baja al inicio, y pero al final está se elevan a mayor concentración.

Referente al cultivo en desarrollo del pecano (*Carya illinoensis Koch*) variedad Mahan son reportes de las entidades de agricultura [12]. A la vez se considera botánicamente la clasificación sistemática, de los mismos se considera de la familia: Juglandaceae, de 6 géneros como juglans, carya y permocarya, el género carya tiene 20 especies, siendo este el reporte que refieren el Ministerio de Agricultura y otros textos.

1.2. Formulación del Problema

Existen especies como el cultivo del pecano que luego de un periodo de vivero y sometidos a un proceso de injertación, enraizamiento y etapas de prendimiento y desarrollo vegetativo bajo cuidados de mantenimiento aproximadamente 2 años para recién ser trasladados a campos definitivos en áreas de terreno en condiciones adversas presentando cierta situación problemáticas en cuanto al desarrollo en suelos de diferentes textura, con poca o escasa fertilización, es por ello la importancia de la nutrición del mismo (Suelo) y de la planta vía foliar

actuando de manera eficaz, debido a que toda especie vegetal pierda los macro y micro elementos en su periodo fenológico de desarrollo y hay que restituir lo que se ha consumido, es por ello la gran tarea de la realización de los análisis foliares en caso del pecano.

Al respecto [13] Almeyda & K, Ramos, manifestaron en un trabajo respecto a la “Determinación del ritmo de absorción de macro y micronutrientes en el cultivo de palto (*Persea americana Mill*) variedad Hass en la zona alta del valle de Ica” como tesis UNICA-2017.

Siendo comprobada la eficiencia de la absorción de los macro y micronutrientes en cultivos, en el buen manejo del cultivo con la aplicación de las buenas prácticas agrícolas reforzando la fertilización de los suelos, y de la planta, cultivos, deshierbos, riegos oportunos y aplicaciones fitosanitarias entre otras.

a) Problema General

¿De qué forma los análisis de suelo y foliares incrementan la producción de pecanas en el lote 02 del fundo Arrabales-Ica?

b) Problema Específico

¿Bajo las condiciones de una fertilización nutricional adecuada se incrementará la producción de los pecanos del lote 02 del fundo Arrabales, Ica?

1.3. Delimitación del Problema

a) Delimitación Geográfica

El proyecto se realizó en los terrenos del Centro de Producción Arrabales de la Facultad de Agronomía de la UNICA San Luis Gonzaga, ubicada en la Panamericana Sur Km. 299, distrito de Subtanjalla, provincia y departamento de Ica.

b) Delimitación Temporal

Se tuvo como fecha inicial la segunda quincena del mes de Junio del 2024 y terminó en el mes de Mayo del año 2025, con una duración aproximada de 8 meses.

c) Delimitación Social

Como Centro de Producción, este reporte de estudio de carácter científico estuvo dirigido a toda la comunidad en general, como profesionales del agro, alumnos, agricultores y toda aquella persona en conocer la nutrición del cultivo del pecano en general, comunidad universitaria y otros que tengan la voluntad de conocer las cualidades, virtudes deficiencias, ventajas, desventajas y problemas en general del cultivo del pecano, donde hay reportes como el de donde Calderón [14], refiere en texto, manifestando la fruticultura general (México) donde informa sobre los conocimientos de los árboles frutales.

d) Delimitación conceptual

Todos los eventos realizados por instituciones privadas, públicas, son de una índole científico de donde se conceptúan informes de artículos científicos. Lo que son ofrecidos mediante seminarios, congresos, fórum, y/u otros eventos referentes a las actividades que desarrollado los diferentes cultivos como podrían ser hortalizas, legumbres, gramíneas, frutales, entre otras, desarrollándose temáticas referentes al buen manejo de los cultivos, sobre todo a la parte nutricional, metales pesados, plagas enfermedades, es decir sin un número de situaciones muchas empresas ofrecen los conceptos dirigidos a la comunidad mundial, para obtener un buen producto a base de profesionales que vierten sus conocimientos y experiencias de la agricultura. Donayre y M. Parian[15] en un trabajo referente “Determinación del ritmo de absorción de macro y microelementos (nutrientes), del cultivo de palto (*Persea americana Mill*) variedad Hass, conducido bajo el sistema de fertirrigación en la zona alta del Valle de Ica”, tesis facultad Agronomía 2019, se pudo establecer situaciones referentes a la fertirrigación.

1.4. Justificación e importancia de la investigación.

1.4.1. Justificación.

Estuvo presente en la realización de un buen desarrollo de la presente investigación, debido a que en la actualidad en esta realidad las alternativas del desarrollo agrario de productos agrícolas, crece cada día más, siendo los empresarios o llamados agricultores necesitan los conocimientos de una fertilización o fertirrigación que sea eficiente a través de medios que justifique la inversión que realizan a través de medios que le conlleven a dar tranquilidad del aspecto emocional y económico, siendo por ello desde un menor agricultor con reducidas áreas o superficie de terreno experimental sensaciones del desarrollo a su progreso y realización, iniciándose desde poco y creciendo mucho debido a los conocimientos que va adquiriendo día a día con el aval o de buscar las alternativas de una justificación debido a la inversión realizada en cultivos como en este caso pecano. Evaluándose desde luego el área, lugar y condiciones del cultivo.

[16]B. Juscafresa, en su texto al respecto manifiesta en árboles frutales, cultivo y explotación comercial, para el conocimiento y tener que entender que la justificación abarca a los árboles frutales.

1.4.2. Importancia.

Radica está en muchos casos la forma o el criterio que se tome en los métodos para mejorar una buena conducción, dándole un gran de aprecio a toda metodología existente sin subestimar ni menospreciar condiciones de cultivo, ya que se trata de mejorar los aspectos de las condiciones del cultivo.

Este Centro de Producción ofrece el producto final cosechado a comerciantes para ser consumido en condiciones de uso, siendo entonces importante, ya que como se tiene un campo

instalado de muchos años, se debe de dar el requerimiento necesario por ser uno de los cultivos tradicionales de fácil adaptabilidad al medio, siendo de soporte y referente del fundo.

Arrabales, se podría contribuir en dar la eficiencia e importancia como frutal, teniendo en cuenta que esta planta tiene rasgo de origen americano, las pecanas como fruta tiene y presenta valores nutricionales muy ricos en vitaminas, proteínas y otros minerales esenciales, para la salud humana, lo que se transforma como fuente energética con buenos valores nutricionales, teniendo en ella la virtud de esta importancia como otros cultivo. [17] W, Kennard, manifiesta en “Frutas y nueces para el trópico” el grado de importancia de los frutos y nueces para el trópico.

Promperú, manifiesta que las campañas aumentan en 10% con una buena fertilización[18]

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo General

Evaluar la acumulación de los nutrientes esenciales del cultivo de pecano (*Carya Illinaensis Koch*), variedad Mahan en el fundo Arrabales.

1.5.2. Objetivos Especificos

Evaluar el contenido de la acumulación de los nutrientes esenciales en el cultivo de pecano (*Carya Illinaensis Koch*), variedad Mahan, del lote 2 del fundo Arrabales.

1.6. Hipótesis de la investigación

1.6.1. Hipótesis General

Que, con la interpretación de resultados de los análisis foliares, mejorarán la nutrición de nutrientes en el cultivo de pecano.

1.6.2. Hipótesis Específica

Considerando el estudio de la acumulación de nutrientes en el pecano se podrá programar un mejor manejo nutricional de fertilización y riego en el Fundo Arrabales.

1.7. Variables de la Investigación

a) Variable independiente

Acumulación de nutrientes en hojas del cultivo de pecano (X_1).

Indicadores

- Elementos químicos según sugerencias.
- Buen manejo agronómico del cultivo

b) Variables dependientes

- Cantidad de nutrientes esenciales en hojas.
- Buen manejo agronómico del cultivo (Y_1)

Indicadores

Acumulación foliar de macro y micronutrientes en el cultivo de pecano.

c) Variable interviniente

Estas que se pueden interponer entre las variables independiente de la dependiente como factores climáticos, sanidad, estrés hídrico, etc.

Indicadores

Acumulación foliar de macro y pecano micronutrientes en el cultivo.

Clima:

Romainville [19] indica, cambios bruscos de temperatura, precipitaciones hacen que los agricultores a la optimización del buen manejo agronómico del pecano. Factores meteorológicos elevan costos, pudiendo emplear variedades resistentes.

Plagas y enfermedades:

Estas originan daños a hojas, flores, frutos, semillas, destruyendo sus estructuras, dañando y consumiendo partes externas e internas, originando marchitez, caída de órganos (Hojas, flores, frutos), disminuyendo el rendimiento y productividad agrícola, así como la calidad final de los frutos del pecano.

Recurso hídrico:

La ausencia, escasez o falta de humedad (agua) produce estrés hídrico, disminuyendo funciones celulares con consecuencias en el desarrollo y crecimiento del cultivo y por ende a los rendimientos y calidad a la recolección y/o cosecha del pecano.

II. Estrategia Metodológica

2.1. Instrumento de recolección de datos

Se emplearon entre otros los siguientes instrumentos:

- Envases de cartón.
- Baldes plásticos.
- Rastrillos.
- Lampa.
- Wincha.
- Envases plásticos.
- Sobres manila.
- Plumones indelebles.
- Balanza.
- Tarjetas de identificación.
- Celular
- Tijera
- Plano.

2.2. Técnica de recolección de datos

a) Análisis de suelo

Para la elaboración del presente trabajo de investigación (Tesis), se tomaron varias muestras al azar de diferentes puntos del lote 02 de pecano del sector del Fundo Arrabales-Subtanjalla-Ica, (Facultad de Agronomía) a la profundidad (Nivel) de 0.00-0.50 m, hasta llegar a la cantidad total de 1.0 kg, los mismos que se mezclaron para homogenizar el total de las muestras, siendo estos como un referente para el resultado de los análisis planteados, lo que dieron como resultado el tipo de suelo, franco arenoso, según su textura en arena (63.98%), limo (23.37%) y 12.65% de arcilla, así como las acumulaciones de los nutrientes como componentes del suelo agrícola.

Resultado que lo realizó el Instituto Rural Valle Grande de San Vicente de Cañete, según sus laboratorios. Además de otras características como pH, suelo de humedad, cationes y lo concerniente para un buen manejo agronómico del cultivo de pecano, como lo demuestran en sus análisis químicos del mismo.

Determinaciones que se usaron como herramientas para el procesamiento y condiciones en que se encuentra el cultivo de pecano del lote 02 del fundo Arrabales, de la “Universidad Nacional San Luis Gonzaga” - UNICA en la Facultad de Agronomía.

b) Análisis foliares

Estas muestras serán tomadas al azar del tercio medio de plantas del follaje, en diferentes etapas del desarrollo fenológico del cultivo del pecano, luego de obtener aproximadamente ½ kilo de hojas, estos serán remitidos a laboratorio para el análisis respectivo en forma inmediata.

Estos resultados permitirán establecer el grado de acumulación de nutrientes en el cultivo de pecano, según su estado fenológico. A la vez realizan determinación donde podría tener la mayor o menor cantidad de nutrientes y así poder establecer el diagnóstico foliar en cuanto al grado de asimilación de los mismos, para poder hacer una adecuada fertilización de los elementos faltantes y/o sobrantes cumpliéndose con las leyes de la fertilización como son la ley del mínimo y la ley de los elementos decrecientes.

[20] G. Navarro, S. Navarro, manifiestan en un informe referido a los fertilizantes químicos y acción, referido como conceptos.

[21] W. Padilla, manifiesta al respecto referido a los análisis en el texto “El suelo y su fertilidad”, para tenerlo en cuenta al momento de tomar muestra y realizar los resultados de los análisis.

[22] A. Salcedo y H. Salazar, informan y manifiestan en los resultados de un trabajo final de investigación titulado “Determinación del ritmo de absorción de macro y micro nutrientes en el cultivo de palta (*Persea Americana Mill*) variedad Hass conducidos bajo sistema de fertilización en la zona alta del valle de Ica” cuyas conclusiones y recomendaciones son adecuadas y correctas, por lo que gravita los análisis de suelo y los análisis foliares para los cultivos en general.

De la técnica de la recolección de datos

2.2.1. Metodología de la aplicación de los tratamientos

Se consideró la metodología en la aplicación de estos, desde el estudio de investigación se tuvo en cuenta análisis de suelo y foliar, el cual determinó la acumulación de nutrientes esenciales en el cultivo del pecano, el mismo que reflejó el estado nutricional de la planta. García [23], señala que existe una correlación cercana y directa entre el agregado de nutrientes (Suelo y/o fertilizantes) y el rendimiento entre el agregado y la concentración de elementos en las hojas y el rendimiento.

Entonces el diagnóstico de los requerimientos nutricionales de las plantas a través de los análisis foliares, se basa en cada uno de los órganos de la planta, demanda la determinación de la concentración de nutrientes esenciales para el adecuado crecimiento y rendimiento cuando la planta no encuentra lo necesario los rendimientos de estos serán menos o disminuyen objetivamente.

Siendo el análisis foliar lo que permite verificar deficiencias o excesos nutricionales valorando el estado nutricional del cultivo y así realizar las correcciones necesarias para cada elemento

nutricional. La toma de muestra se realizó tomando muestras de hojas de pecano de diferentes plantas en diferentes puntos del campo las muestras fueron al azar.

2.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Todas las muestras, tanto de suelos como las foliares tuvieron resultados los mismos que mediante tablas, establecieron según rangos adecuados según constantes físicas y químicas de las mismas fueron comparados y se establecieron la cantidad de nutrientes para cada caso, según fenología y grado de desarrollo del cultivo de pecano.

Permitiendo de esta manera establecer la realidad clara, objetiva y precisa de la acumulación de nutrientes y así tomar las medidas correctivas del caso y poder realizar el diagnóstico y un plan de fertilización para el cultivo de pecano del fundo Arrabales Lote 02 en la Facultad de Agronomía.

Del procesamiento de datos, en el marcado de las plantas de pecano del lote 02 del fundo Arrabales, de los cuales se obtuvieron las muestras foliares, recolectando hojas en diferentes estadios fenológicos del cultivo como brotamiento, floración y maduración, como promedio aproximado de 50 hojas por planta de pecano por etapa del periodo fenológico del cultivo, los mismos que fueron analizados por los laboratorios del Instituto Rural Valle Grande de Cañete.

Para la interpretación de los resultados se tuvo en cuenta la marcación de las plantas del estudio motivo de investigación del área localizada del lote 02 del fundo Arrabales, donde se encontraron las plantas de pecano variedad Mahan.

De estas muestras foliares se tomaron 50 hojas en promedio en diferentes etapas del desarrollo fenológico del cultivo de pecano, los mismos (diferentes plantas que fueron remitidos a los laboratorios del Instituto Valle Grande de Cañete para su análisis y resultados de los mismos, lo que se detallará en las tablas respectivas para los resultados y discusión de las mismas, según los parámetros establecidos.

2.4. Tipo, nivel y diseño de la investigación

a) Tipo de investigación

Caracterizado como no experimental.

b) Nivel de investigación

Carácter aplicativo.

c) Diseño de la investigación

Se manifestó como longitudinal de tendencia, se consideró la acumulación de nutrientes, en diferentes estadios fenológicos, en diferentes estadios fenológicos de la planta de pecano en sus etapas de desarrollo fisiológico y vegetativo, según las condiciones que evidenció el fundo Arrabales de la Facultad de Agronomía Lote 02 del distrito de Subtanjalla-Ica.

2.5. Población y muestra

a) Población del estudio

Se consideró como población todas las plantas instaladas en el lote 02 del campo de pecano aproximadamente media hectárea de sembrío, en la zona media del valle de Ica, en la Facultad de Agronomía.

b) Población a la muestra del estudio

Estos fueron todas las muestras de hojas (foliares) de las plantas del cultivo de pecano en el lote 02 del fundo Arrabales ubicado en la zona media del valle de Ica, sector Arrabales del distrito de Subtanjalla-Ica.

-Referente a la conducción del cultivo

Al respecto se apreció en cuanto a las labores culturales de campo del lote 02 del fundo Arrabales, la conducción respecto a cultivos y deshierbos, fue muy poca o escasa casi nada y deficiente, puesto a que esta práctica no se llevó con plan establecido, por lo que el campo se encuentra con malezas de toda clase, y las plantas de cultivo fueron deficientes.

El lote 02 cuenta con 35 plantas distanciadas a 14 mts aproximadamente.

Riegos

Estos sí se dieron, empleando en algunos casos el agua de avenida y en otros casos agua de gravedad del pozo del fundo Arrabales con problemas por fallas de rebombeo.

Aproximadamente la cantidad de agua fue de 12,500 m³/ha (De agosto a mayo 2025).

Control fitosanitario

No se ha dado con ninguna aplicación para el control de cierta plaga y enfermedades.

Cultivo deshierbos

El fundo Arrabales carece de personal de campo apropiado y necesario para las labores culturales propias del cultivo de pecano en desarrollo, sin embargo por el área o superficie del campo de pecano en el lote 2 se pudo realizar labores de limpieza donde se encuentran las plantas de pecano.

Se practicó ligeros cultivos en el mes de agosto eliminando las malas hierbas en forma manual.

Entre las malas hierbas que se combatieron tenemos.

Nombre común	Nombre científico
Coquito	<i>Cyperus rotundus</i>
Gramma dulce	<i>Cynodolan dactylon</i>
Papilla	<i>Pitreaa-ovata cary</i>
Yuyo macho	<i>Amaranthus espinosus</i>

Control fitosanitario

El fundo Arrabales, cuenta solo con algunos productos químicos para el control de problemas fitosanitarios, en el mes de mayo, junio se presentaron problemas fitosanitarios como la

negrilla, no afectó la cosecha, luego el pecano pasó el estado de senencia y las caídas de las hojas hizo que éste problema mermara sin aplicación de productos.

Poda

Esta práctica cultural no fue posible su realización debido a la falta de criterio, habiendo visto ramas que se entrelazaban, lo que dificultó el buen desarrollo y crecimiento de los frutos.

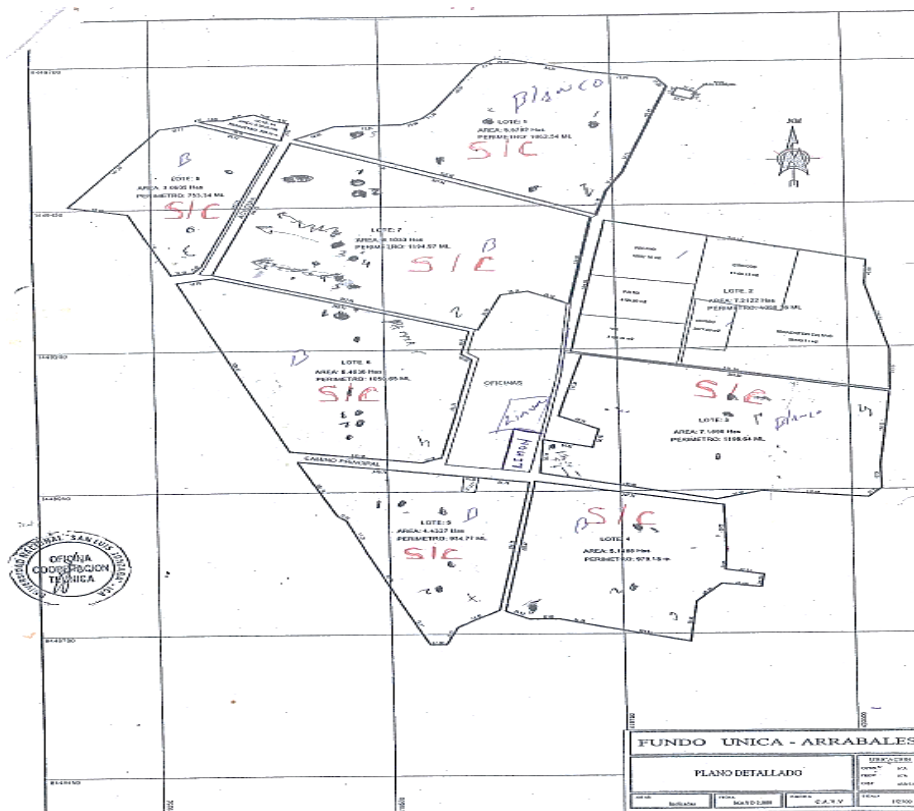
Fertilización

De las dificultades que en ese momento atravesaba el fundo Arrabales no existe la evidencia de la realización de actividad cultural, la misma que debió realizarse en el mes de setiembre u octubre en inicio del brotamiento del cultivo, evidentemente con los resultados de los análisis de suelo, ahora se sugiere como dosis aproximado de 100 – 100- 50 de NPK, con guano de Invena

Del clima:

Las temperaturas fueron extremadamente frías, llegando a oscilar entre los 8°C a la vez también alcanzaron temperaturas de 20°C y 24°C en los meses de junio, julio y agosto en que el pecano estaba en estado de senescencia, por consiguiente se pudo evidenciar un lento brotamiento inicial demorando para estas etapas como la floración y fecundación de fruto de pecano en la floración. Para luego alcanzar temperaturas adecuadas para la maduración de estos.

Figura 1
Ubicación del lote 02



III. Resultados

3.1. Presentación o Interpretación de los resultados

Para el presente estudio de investigación, se considera los resultados de los análisis respectivos, como son el suelo, hojas y frutos del pecano del lote 02 del fundo Arrabales.

3.1.1. Análisis de suelo (Físico -Mecánico)

Nivel 0.00 – 0.50 mts, de la acumulación de nutrientes esenciales en el cultivo de pecano.

Tabla 1

Análisis Físico – Mecánico - 2024 Nivel 0.00 – 0.50 mts

Análisis N° 649-015-2024

Fecha: 20-06-2024

Parámetro	Resultado	Nivel mts	Método	Técnica
Arena %	63.98%	0.00 – 0.50 mt	Mes -001	Bouyucus
Limo %	23.37%	0.00 – 0.50 mt	Mes -001	Bouyucus
Arcilla %	12.65%	0.00 – 0.50 mt	Mes -001	Bouyucus
Clase textual	Franco-arenoso	0.00 – 0.50 mt	Mes -001	Bouyucus

MES y MEA : Método propio del laboratorio

Análisis N° 649-015-2024

Interpretación de análisis -físico-mecánico de suelo en el nivel de 0.00 – 0.50

Registrados los resultados de éste según el análisis 649-015-2024 de suelo agrícola de 0.00-0.50 mts de la tabla 1, de la muestra de los laboratorios de Valle Grande – Cañete, arrojaron que el lote 02 de cultivo de pecano tienen una estructura franco -arenoso (resultado se evidencia en anexos).

En este punto los pecanos tienen 63.98% arena, limo 13.37% y arcilla 12.65%, predominando la mayor cantidad de arena, suelo adecuado para la implantación de frutales, también con retención de humedad por tener cantidades adecuadas de hierro y arcilla.

3.1.2. Análisis químico del suelo, nivel 0.00- 0.50 mts – 2024.

Tabla 2

Análisis Químico del Suelo

Parámetro	Resultado	Método usado/Técnica	Interpretación
Carbonato de calcio total %	0.81	Gavimétrico	Bajo
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C	0.45	Electrométrico	Bajo
pH (1/1) a Temp = 19.8 °C	8.02	Electrométrico	Alcalino
Fósforo disponible ppm	0.52	Olsen	Bajo
Materia orgánica %	0.72	Walkley y Black	Bajo
Nitrógeno total%	0.04	Kjeldahl	Bajo
Potasio disponible ppm	97.00	Acetato de Amonio	Bajo
Cationes Cambiables			
Calcio mEq/100 g	6.91	Extractante: Ac. Amonio	Bajo
Magnesio mEq/100 g	0.75	FAAS	Bajo
Sodio mEq/ 100 g	0.24	FAAS	Bajo
Potasio mEq / 100 g	0.24	FAAS	Bajo
C.I.C.E mEq / 100 g	8.14	FAAS	Bajo
P.S.I. (%)	2.91	Cálculo Matemático	Bajo

* FAAS: Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

* MES: Cálculo Matemático. Método propio del Laboratorio.

Análisis N° 649-015-2024

Fecha: 20/06/2024

Interpretaciones del análisis químico del suelo a nivel de 0.00-0.50 cm del cultivo de tepicano lote 2 en el fundo Arrabales – 2024

De acuerdo a los resultados de los laboratorios del Instituto Rural Valle Grande de Cañete los cuales figuran en la tabla 2 del presente, los mismos que se encuentran en evidencias reales en el capítulo de anexos, se registró en el análisis N° 649-015-2024, de fecha 20-06-24, a nivel de 0.00-0.50 cms según tabla 2, da como resultado de un contenido de carbonato de Calcio total de 0.01% encontrándose éste del lote 2 del fundo Arrabales muy bajo, cuando de rango debe estar entre 1.50% a 4.00%.

La conductividad eléctrica de esta muestra (E.S. a 25°C) arrojó 0.45 ds/m, siendo también muy baja (reacción moderadamente salino), siendo lo normal.

En cuanto de pH el resultado arrojó 8.02 considerando moderadamente alcalino.

El Fósforo disponible está entre 0.52 ppm siendo éste un resultado bajo.

De la materia orgánica el contenido fue muy bajo arrojando 0.72%.

Del Nitrógeno total del análisis químico del suelo arrojó 0.04% siendo este muy bajo.

De Potasio disponible arrojó 97.00% siendo bajo, con rango de 115-184 ppm.

Referente a los cationes cambiabales, el Ca fue muy bajo con 6.91 mEq/100 g.

El Magnesio fue también muy bajo con 0.75 mEq/100 g, cuando el rango debe estar entre 1.50-2.50 mEq/100 g.

En el caso de Sodio arrojó 0.24 mEq/100 g, siendo considerado bajo.

Del resultado de Potasio fue de 0.24 mEq/100 g considerado bajo.

Del resultado del contenido de porcentaje de Na intercambiable: PSI fue de 2.91 de reacción muy baja no salino.

Del C.I.C. (Capacidad de Intercambio Cationico) el resultado fue de 8.14 mEq/100 g siendo bajo lo que tiene capacidad de un potencial de retención e intercambiar elementos nutritivos al cultivo de pecano del lote 2 del fundo Arrabales.

3.1.3. Datos meteorológicos

Referente al comportamiento climático, en el desarrollo fenológico del cronograma de actividades en el cultivo de pecano, se obtuvo por SENAMHI- Ica, fueron estos:

- Estación: CO - Tacama
- Latitud: 13°59'59.1" S
- Longitud: 75°43'14" W
- Altitud 441 m.s.n.m.
- Dpto: Ica
- Provincia: Ica
- Distrito: Subtanjalla

Tabla 3**Datos meteorológicos de Junio 2024 a Mayo 2024 - 2025**

Meses	Máximo \bar{X}	Temperaturas °C		Horas de sol	Humedad relativa %
		Media \bar{X}	Mínima \bar{X}		
Junio	23.0	19.0	12.0	6.2	57.2
Julio	20.0	19.2	11.0	7.7	57.6
Agosto	24.0	20.0	13.0	8.8	58.9
Setiembre	26.0	23.0	14.0	9.0	55.1
Octubre	26.1	23.0	16.0	9.8	56.0
Noviembre	27.0	23.5	18.0	10.0	57.0
Diciembre	28.4	23.6	20.2	10.2	63.0
Enero	32.2	23.1	22.4	10.3	71.2
Febrero	32.3	22.0	23.2	8.5	72.2
Marzo	34.0	24.0	24.0	9.0	80.0
Abril	31.2	21.9	23.2	7.7	80.5
Mayo	29.0	22.0	23.4	8.1	86.0

Fuente: Estación Meteorológica SENAHMI.

N = Norte

S = Sur

NE = Norte Este

SE = Sur Este

NW = Norte-Oeste

SW = Sur Oeste

En cuanto al clima, se debe manifestar en el desarrollo de pecano del lote 2 al fundo Arrabales, Subtanjalla Ica, desde junio 2024 a mayo del 2025.

Referente de la interpretación del estado climatológico cabe indicar que por el cultivo del pecano oscilan las óptimas de 20°C hasta 25°C en el día (Durante las horas de Sol) y con 9 a 10°C en horas de la noche, lo que hace una buena floración y fecundación de frutos en un adecuado cuajado de éstos.

En el mes de junio del 2024 fecha inicial del presente desarrollo de la tesis este se encuentra en estado de latencia la temperatura media fue 19°C, siendo baja, y la media más alta se registró en el mes de Marzo con 24°C, siendo estos adecuados para el desarrollo del cultivo, formación de hojas, flores y frutos adecuados y establecimiento apropiado del estado perfecto del cultivo de pecano.

De la humedad relativa media mensual de la presente investigación se registró en el mes de marzo con 86% fecha ya muy próximos a la resolución de pecanos en el fundo Arrabales.

La menor humedad relativa se dio en el mes de setiembre del 2024 con 55.1% no habiéndose registrado problemas fitosanitarios que afecte al cultivo del pecano.

De las horas de sol, la media mensual al iniciarse el referido trabajo en estudio se dio en el mes de junio del 2024 con 6.2 total de horas de sol, y fue la mayor hora de sol en el mes de enero del 2025 con 103 horas de sol.

De los vientos se consideró datos referenciales con aproximaciones como la que se dio en el de octubre con 3.10 m/s siendo la menor en el mes de octubre con 2.5 m/s sin consecuencias algunas para la floración del cultivo de pecano.

3.1.4. Resultados de los análisis foliares en el cultivo de pecano

Tabla 4

Análisis foliar e interpretación en el cultivo de pecano, Lote 02 Arrabales

Estado fenológico: Brotamiento

Análisis N° 1057 – 01F – 2024

Fecha: 24-10-2024

Parámetro	Resultado				Interpretación	Fuente de laboratorio
		Unidades		kg/ha		
Nitrógeno Total	(N)	%	3.09	0.092	Normal	Valle Grande
Fósforo Total	(P)	%	0.52	0.015	Normal	Valle Grande
Potasio Total	(K)	%	1.30	0.039	Normal	Valle Grande
Calcio Total	(Ca)	%	2.22	0.066	Normal	Valle Grande
Magnesio Total	(Mg)	%	0.31	0.0093	Normal	Valle Grande
Azufre Total	(S)	%	0.30	0.009	Bajo	Valle Grande
Sodio Total	(Na)	%	0.03	0.0009	Normal	Valle Grande
Cloro Total	(Cl)	%	0.22	0.0066	Normal	Valle Grande
Cobre Total	(Cu)	ppm	25.55	0.000765	Normal	Valle Grande
Zinc Total	(Zn)	ppm	128.50	0.003855	Normal	Valle Grande
Manganeso Total	(Mn)	ppm	135.50	0.004065	Normal	Valle Grande
Fierro Total	(Fe)	ppm	103.50	0.003105	Normal	Valle Grande
Boro Total	(B)	ppm	55.00	0.001650	Bajo	Valle Grande
Materia Seca		%	35.86	-	-	Valle Grande

Nota: Datos del reporte de análisis foliar de los laboratorios de Instituto Rural Valle Grande-Cañete.

Tabla 5***Análisis foliar e interpretación en el cultivo de pecano***

Estado fenológico: Floración Plena

Fundo Arrabales-Ica

Fecha: 29-11-2024

Parámetro	Resultado				Interpretación	Fuente de laboratorio
	Unidades			kg/ha		
Nitrógeno Total	(N)	%	2.34	0.117	Normal	Valle Grande
Fósforo Total	(P)	%	0.20	0.01	Normal	Valle Grande
Potasio Total	(K)	%	1.05	0.052	Normal	Valle Grande
Calcio Total	(Ca)	%	1.64	0.082	Normal	Valle Grande
Magnesio Total	(Mg)	%	0.28	0.014	Normal	Valle Grande
Azufre Total	(S)	%	0.10	0.005	Bajo	Valle Grande
Sodio Total	(Na)	%	0.04	0.002	Normal	Valle Grande
Cloro Total	(Cl)	%	0.08	0.004	Normal	Valle Grande
Cobre Total	(Cu)	ppm	11.80	0.005900	Normal	Valle Grande
Zinc Total	(Zn)	ppm	38.00	0.001925	Normal	Valle Grande
Manganeso Total	(Mn)	ppm	93.65	0.004650	Normal	Valle Grande
Fierro Total	(Fe)	ppm	124.05	0.006200	Normal	Valle Grande
Boro Total	(B)	ppm	37.50	0.001875	Bajo	Valle Grande
Materia Seca		%	38.34	-	-	Valle Grande

Nota: Datos del reporte de análisis foliar de los laboratorios de Instituto Rural Valle Grande-Cañete.

Tabla 6***Análisis foliar e interpretación en el cultivo d pecano***

Estado fenológico: Fructificación

Predio: Fundo Arrabales-Subtanjalla - Ica

Análisis N° 128-01F-2025

Fecha: 17-01-25

Parámetro	Resultado				Interpretación	Fuente de laboratorio
	Unidades			kg/ha		
Nitrógeno Total	(N)	%	2.15	0.1505	Normal	Valle Grande
Fósforo Total	(P)	%	0.15	0.0105	Normal	Valle Grande
Potasio Total	(K)	%	1.61	0.1127	Normal	Valle Grande
Calcio Total	(Ca)	%	1.95	0.1363	Normal	Valle Grande
Magnesio Total	(Mg)	%	0.30	0.0210	Normal	Valle Grande
Azufre Total	(S)	%	0.09	0.0060	Bajo	Valle Grande
Sodio Total	(Na)	%	0.05	0.0035	Normal	Valle Grande
Cloro Total	(Cl)	%	0.22	0.0154	Normal	Valle Grande
Cobre Total	(Cu)	ppm	10.65	0.007450	Normal	Valle Grande
Zinc Total	(Zn)	ppm	54.85	0.003839	Normal	Valle Grande
Manganeso Total	(Mn)	ppm	117.65	0.008232	Normal	Valle Grande
Fierro Total	(Fe)	ppm	114.00	0.007980	Normal	Valle Grande
Boro Total	(B)	ppm	70.00	0.004900	Normal	Valle Grande
Materia Seca		%	47.43	-	-	Valle Grande

Nota: Datos del reporte de análisis foliar de los laboratorios de Instituto Rural Valle Grande-Cañete.

Tabla 7**Análisis foliar e interpretación en el cultivo de pecano**

Estado fenológico: Maduración

Predio: Fundo Arrabales – Facultad Agronomía

Análisis: N° 507-01F-2025

Fecha: 02-05-2025

Parámetro	Resultado				Interpretación	Fuente de laboratorio
	Unidades			kg/ha		
Nitrógeno Total	(N)	%	2.24	0.1503	Normal	Valle Grande
Fósforo Total	(P)	%	0.15	0.0105	Normal	Valle Grande
Potasio Total	(K)	%	1.71	0.1127	Normal	Valle Grande
Calcio Total	(Ca)	%	2.57	0.1363	Normal	Valle Grande
Magnesio Total	(Mg)	%	0.34	0.0210	Normal	Valle Grande
Azufre Total	(S)	%	0.12	0.0060	Bajo	Valle Grande
Sodio Total	(Na)	%	0.07	0.0035	Normal	Valle Grande
Cloro Total	(Cl)	%	0.19	0.0154	Normal	Valle Grande
Cobre Total	(Cu)	ppm	9.85	0.007450	Normal	Valle Grande
Zinc Total	(Zn)	ppm	25.55	0.003839	Bajo	Valle Grande
Manganeso Total	(Mn)	ppm	203.80	0.008232	Normal	Valle Grande
Fierro Total	(Fe)	ppm	117.30	0.007980	Normal	Valle Grande
Boro Total	(B)	ppm	103.00	0.004900	Alto	Valle Grande
Materia Seca		%	61.85	-	-	Valle Grande

Nota: Datos del reporte de análisis foliar de los laboratorios de Instituto Rural Valle Grande-Cañete.

Están los resultados expresados en muestra seca 65°C.

Donde:

% = Masa/masa

ppm = mg/kg

Resultados e interpretación referente a acumulación de nutrientes esenciales en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis Koch*) variedad Mahan.

De acuerdo a las muestras enviadas a los laboratorios del Valle Grande de San Vicente -Cañete, para sus respectivos análisis foliares, se consideran 4 estados fenológicos (Brotamiento, floración, fructificación y maduración), los mismos que se detallan en las tablas siguientes, los mismos que se detallan en las tablas siguientes y han sido interpretados por los laboratorios AGQ, comparados con las normas estándar establecidas por rangos que establecen la interpretación como son de alto, normal y bajo para los casos de los nutrientes esenciales (Macro y micronutrientes).

Tabla 8***Acumulado general de contenido de macronutrientes esenciales en el cultivo de pecano variedad Mahan***

Parámetro	UN	Brotamiento		Floración		Fructificación		Maduración	
		Muestra 1	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 4
Nitrógeno	%/kg	3.09	0.092	2.34	0.117	2.15	0.1505	2.24	0.1503
Fósforo	%/kg	0.52	0.015	0.20	0.01	0.15	0.0105	0.15	0.0105
Potasio	%/kg	1.30	0.039	1.05	0.052	1.61	0.1127	1.71	0.1127
Calcio	%/kg	2.22	0.066	1.64	0.082	1.95	0.1363	2.57	0.1363
Magnesio	%/kg	0.31	0.0093	0.28	0.014	0.30	0.0210	0.34	0.0210
Azufre	%/kg	0.30	0.009	0.10	0.005	0.09	0.0060	0.12	0.0060

De esta consolidación de los resultados obtenidos y la interpretación de estos de los macronutrientes absorbidos por el árbol en sus diferentes etapas fenológicas (4), va a permitir quien corresponda en este caso a directivos del fundo Arrabales realizar de una manera eficaz la adecuada fertilización del cultivo del pecano en el lote 02, de la Facultad de Agronomía para la campaña agrícola próxima del año 2026.

Torres [24], indica el Nitrógeno fomenta el vigor en el desarrollo de brotes y frutos, el excesivo vigor puede inhibir el desarrollo de las yemas florales, reducir la cuaja de nuevos frutos, asociado a la reducción de los niveles de Calcio (Ca) requeridos por el pecano para prolongar su capacidad de transporte.

El Potasio, induce al transporte de agua al interior de la célula del árbol y frutos, de importancia para el vigoroso crecimiento de raíces, brotes y frutos, favorece el tránsito de los procesos fisiológicos de los carbohidratos hacia el sistema radicular y frutos en desarrollo, esencialmente para una acumulación adecuada de materia seca, hacer una alta productividad de frutos de valor comercial, en cuanto al tamaño de la variedad.

Del Fósforo de importancia con asociación a procesos de transporte y energía química fotosintética, para la elaboración de carbohidratos. Moléculas de requerimiento esencial para la floración adecuada y para la acumulación de aceites en el fruto del pecano.

Tiene importancia en la formación de membranas celulares que regularizan el tránsito de agua y otros requerimientos para células, brotes, flores, frutos, etc. esta vigorosamente su disponibilidad asociada preferentemente el desarrollo radicular y restricción del pH del suelo agrícola.

Interpretación de la acumulación de macronutrientes en el pecano

a) Elemento nitrógeno (N)

Como macronutriente se encontraron en el resultado de las muestras obtenidas en la primera alta, los tres siguientes se encontraron en estadíos normales, entonces diremos que la primera fue alta (3.09% 0.092 kg/ha) y los siguientes normales (2.34% 0.117 kg/ha, 2.15% 0.1505 kg/ha y 2.24% 0.1503 kg/ha).

Gardiazabal [25], dice que el pecano como otros frutales no extraen muchos nutrientes del suelo para su producción y, por otra parte, excesos de Nitrógeno trae como consecuencias una reducción en la recolección o cosecha.

Lao [26], señala que es el nutriente más requerido por los frutales como el pecano durante la floración y llenado (cuajado) del fruto es el Nitrógeno y que puede acelerar el crecimiento vegetativo, con un probable efecto negativo en la retención de la fruta recién cuajada. Dosis altas de Nitrógeno aumentan el desarrollo y crecimiento vegetativo, disminuyendo los rendimientos o productividad, bajas dosis afectan negativamente el desarrollo vegetativo y los rendimientos o producción, donde se recomienda aplicaciones de medias dosis para el favorecimiento de las producciones.

b) Elemento Fósforo (P_2O_5)

Similar al Nitrógeno, al inicio del brotamiento se interpretó el resultado alto, y los siguientes para la floración, fructificación y maduración, los resultados encontrados estuvieron normales, siendo para el brotamiento el resultado de 0.52% (0.015 kg/ha) y en las etapas de floración 0.20% (0.01 kg/ha), fructificación 0.15% (0.0105 kg/ha) y en la maduración de la pecana se mantuvo en 0.15% (0.0105 kg/ha), todo posiblemente al aporte óptimo del agua de avenida con gran contenido de nutrientes.

Lao [26], en el estado de formación de la planta, el elemento Fósforo es una de los nutrientes de mayor importancia que influyen en el crecimiento del sistema radicular, desarrollo de flores y en el cuajado de los frutos de los frutales, según estudio de investigación, la acumulación de Fósforo en hojas no deben sobrepasar de 0.14% en cultivares como Mahan, esto se debe a que las altas concentraciones pueden aumentar las concentraciones de Nitrógeno, Magnesio, Manganeso y otros nutrientes, presentando inconvenientes en la disminuciones de las concentraciones de Potasio, Zinc, Cobre y Boro. Tamayo [27], los niveles foliares señalan que la ausencia o carencia de Fósforo corresponden a niveles inferiores a 0.05%, cuando el nivel estándar normal debe oscilar entre 0.095% a 0.13% considerando al cultivar y de la saturación o acumulación de otros macro y micronutrientes.

c) Elemento Potasio (K_2O)

La interpretación de los resultados al inicio del brotamiento presentó 1.30% (0.039 kg/ha), considerado normal, para el estado de la floración dio 1.05% (0.052 kg/ha) siendo normal, en la etapa de fructificación y maduración los resultados fueron de 1.61% (0.1127 kg/ha) y 1.71%

(0.1127 kg/ha) respectivamente, siendo el rango normal para ambos, por lo tanto no se ha encontrado deficiencia de este elemento, probablemente a factores de buen suelo y de las aguas provenientes de avenida.

Lao [26], indica que el Potasio tiene participación en el movimiento de los nutrimentos dentro de la planta, cuando hay deficiencia el fruto se forma de un color opaco, siendo más susceptible al golpe de sol, y se hace más pequeña, señalan según varios autores que una hoja con menos de 0.35% de Potasio es señal de escasez o deficiencia sin embargo la variación Mahan está por encima al 0.5%.

d) Elemento Calcio (Ca)

Para las 4 muestras en etapas de brotamiento, floración, fructificación y maduración arrojaron resultados en porcentajes de 2.22% (2.22 kg/ha), 1.64% (0.082 kg/ha), 1.95% (0.1363 kg/ha) y 2.57% (0.1363 kg/ha) considerados y encontrados como rangos normales.

Donde se aprecia que se encontraron valores óptimos para el cultivo, pero quizás a los años de edad del cultivo de pecano del referido lote, no le hace posible una absorción adecuada en la asimilación de los mismos.

Tamayo [27], manifiesta que, los niveles normales de Calcio en hojas varían y se encuentran entre 0.9% a 1.5% en plantas con deficiencias o niveles bajos de este macronutrientes y encontrándose valores de 0.05%.

Buechel [28], indica que la deficiencia de Calcio puede surgir si los niveles en la solución nutritiva son menores de 40 ppm a 60 ppm o si los niveles de Potasio, Magnesio o Sodio demasiados altos, subidos o en excesos.

e) Elemento Magnesio (Mg)

Para el caso de este Macronutrientes, a través de todas sus etapas, tampoco demostró resultados anormales, donde las 4 muestras sus resultados estuvieron normales, es decir, tanto para el brotamiento, floración, fructificación, maduración fueron de 0.31% (0.0093 kg/ha), 0.28% (0.014 kg/ha), 0.30% (0.0210 kg/ha), 0.34% (0.0210 kg/ha), respectivamente donde se valora a los resultados, no obstante la asimilación en la traducción del rendimiento refleja condiciones no adecuadas a los resultados, podría ser probablemente a la edad del cultivo de pecano.

Tamayo [27], señala que los niveles en las hojas se encuentran entre 0.25% a 0.80%, siendo de un valor de 0.1% en plantas deficientes.

Martínez et. al [29], manifiestan que si los análisis foliares indican frecuentemente valores bajos o deficientes de un 0.3%, para este caso es necesario la inclusión del Magnesio (Mg) en el plan de fertilización a realizar.

f) Elemento Azufre (S)

Elemento mayor al inicio (brotamiento) se encontró con una concentración de 0.30% (0.009 kg/ha), siendo normal, pero para los siguientes estados fenológicos (Floración, fructificación y maduración), las concentraciones estuvieron con interpretación bajo, los valores de 0.10%

(0.005 kg/ha), 0.09% (0.0060 kg/ha) y 0.12% (0.0060 kg/ha) respectivamente, por lo que la absorción se muestra deficiente y dificulta la asimilación de otros macroelemento, donde se puede indicar las diferentes citas al respecto:

Tamayo [27] indica que el Azufre (S) es el cuarto elemento esencial para el desarrollo vegetal, para el crecimiento de las plantas, siendo requerido para su crecimiento de las plantas en cantidades similares al Fósforo y al Magnesio respectivamente.

A todo lo referido e indicado con la consolidación de los resultados valorados con la interpretación de los mismos, se ha apreciado que la correlación en la combinación de los elementos favorece a la asimilación y acumulación de los nutrientes esenciales en el cultivo de pecano instalados en el predio Arrabales en lote 02 de la Facultad de Agronomía, para las 35 plantas de este cultivo, con edades ya mayores a los 20 años, y con las deficiencias en la conducción y manejo agronómico que ofrece los responsables de la Dirección del Centro de Producción en la atención de cultivos que se desarrollan en esta entidad universitaria.

3.1.5. Figuras de los niveles de acumulación foliar de nutrientes esenciales (Macronutrientes) en las hojas del cultivo de pecano, variedad Mahan, en el lote 02 del Fundo Arrabales de la Facultad de Agronomía.

Referido al estudio de la acumulación de nutrientes esenciales en el cultivo del pecano (*Carya illinoensis Koch*), variedad Mahan, del referido lote, en la Facultad de Agronomía, siendo estos macroelementos:

- Nitrógeno total
- Fósforo total
- Potasio total
- Calcio total
- Magnesio total
- Azufre total

Figura 2

Concentración foliar de Nitrógeno en el cultivo de pecano variedad Mahan

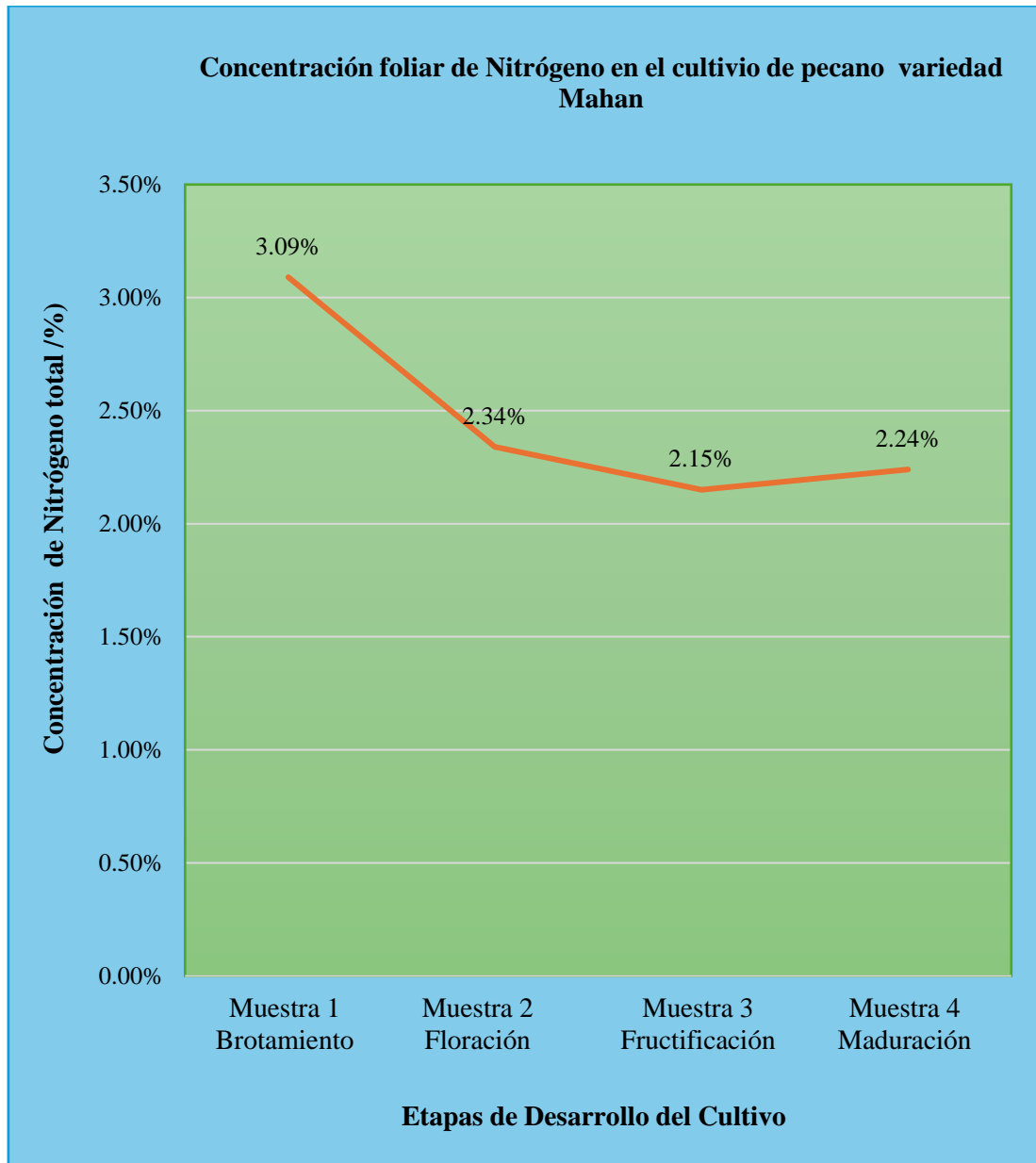


Figura 3

Concentración foliar de Fósforo en el cultivo de pecano variedad Mahan

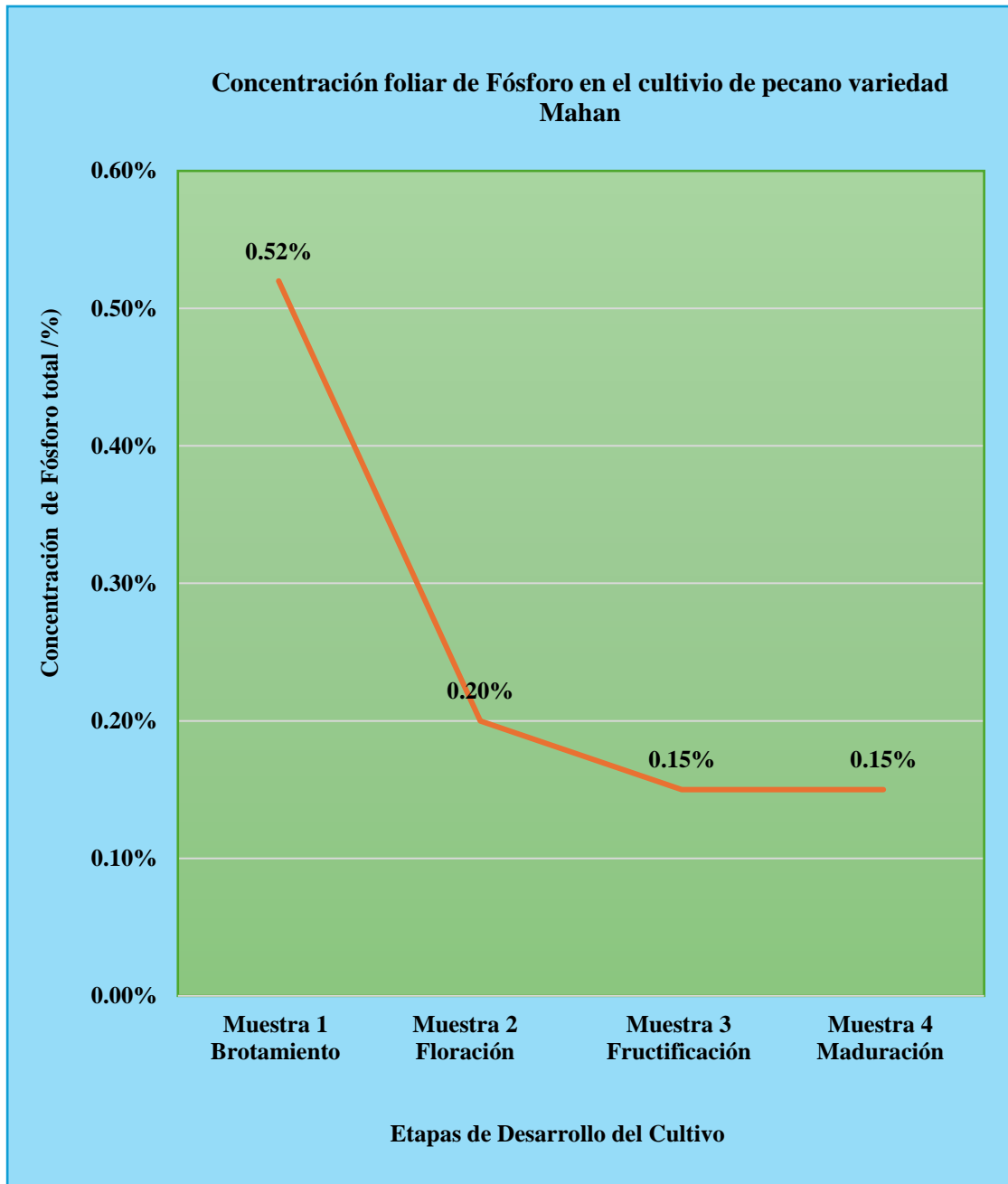


Figura 4

Concentración foliar de Potasio en el cultivo de pecano pecano variedad Mahan

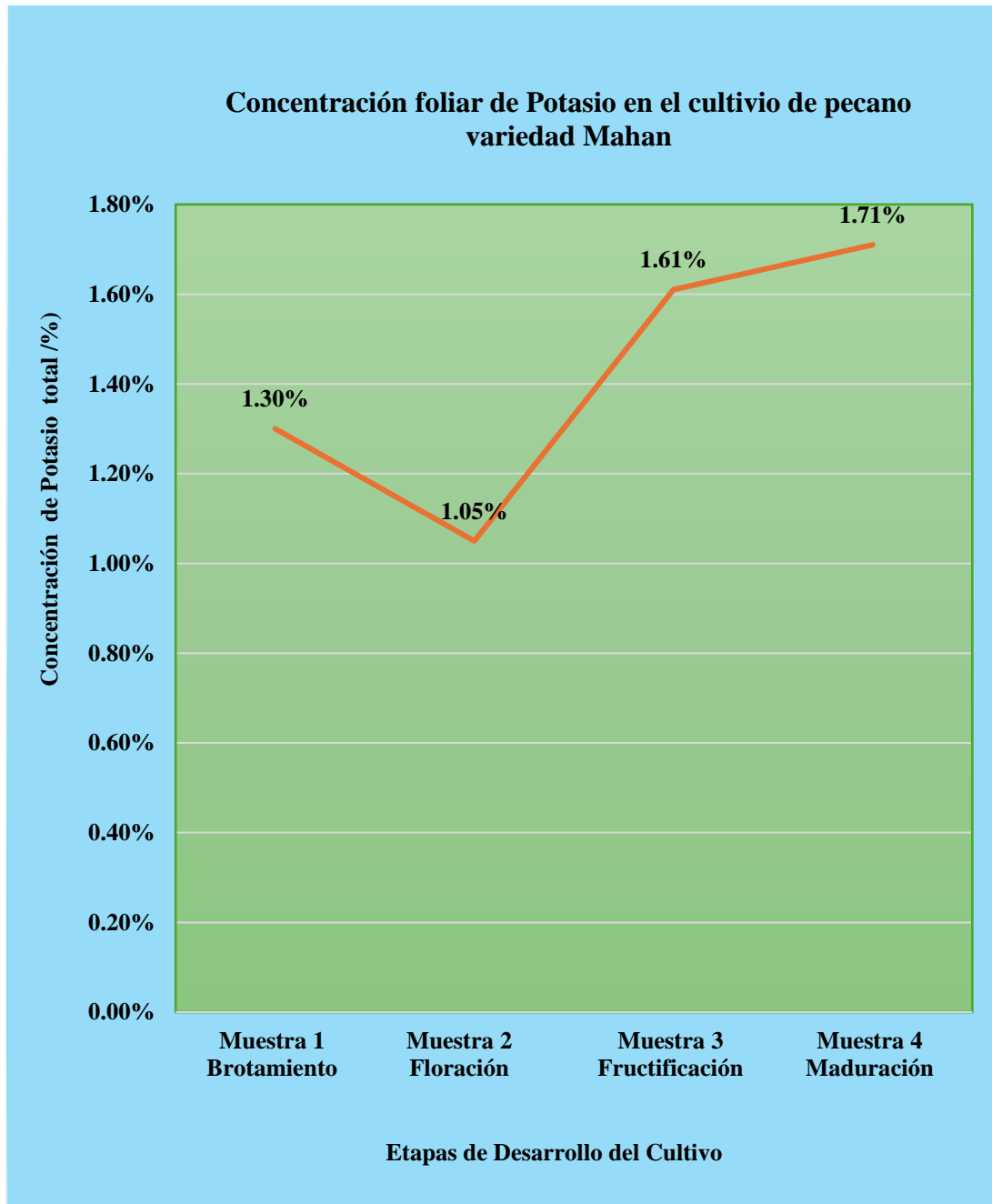


Figura 5

Concentración foliar de Calcio en el cultivo de pecano pecano variedad Mahan

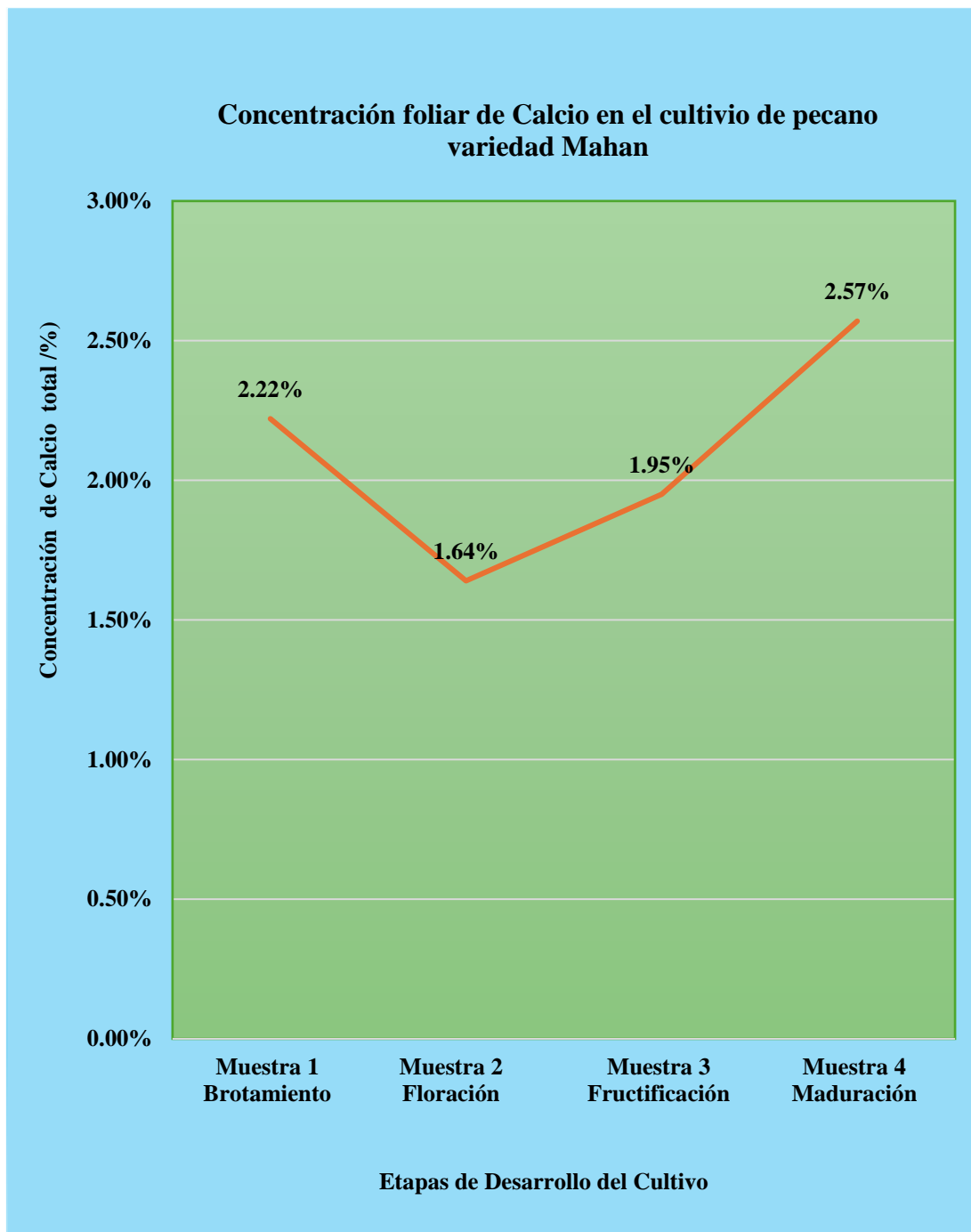


Figura 6

Concentración foliar de Magnesio en el cultivo de pecano pecano variedad Mahan

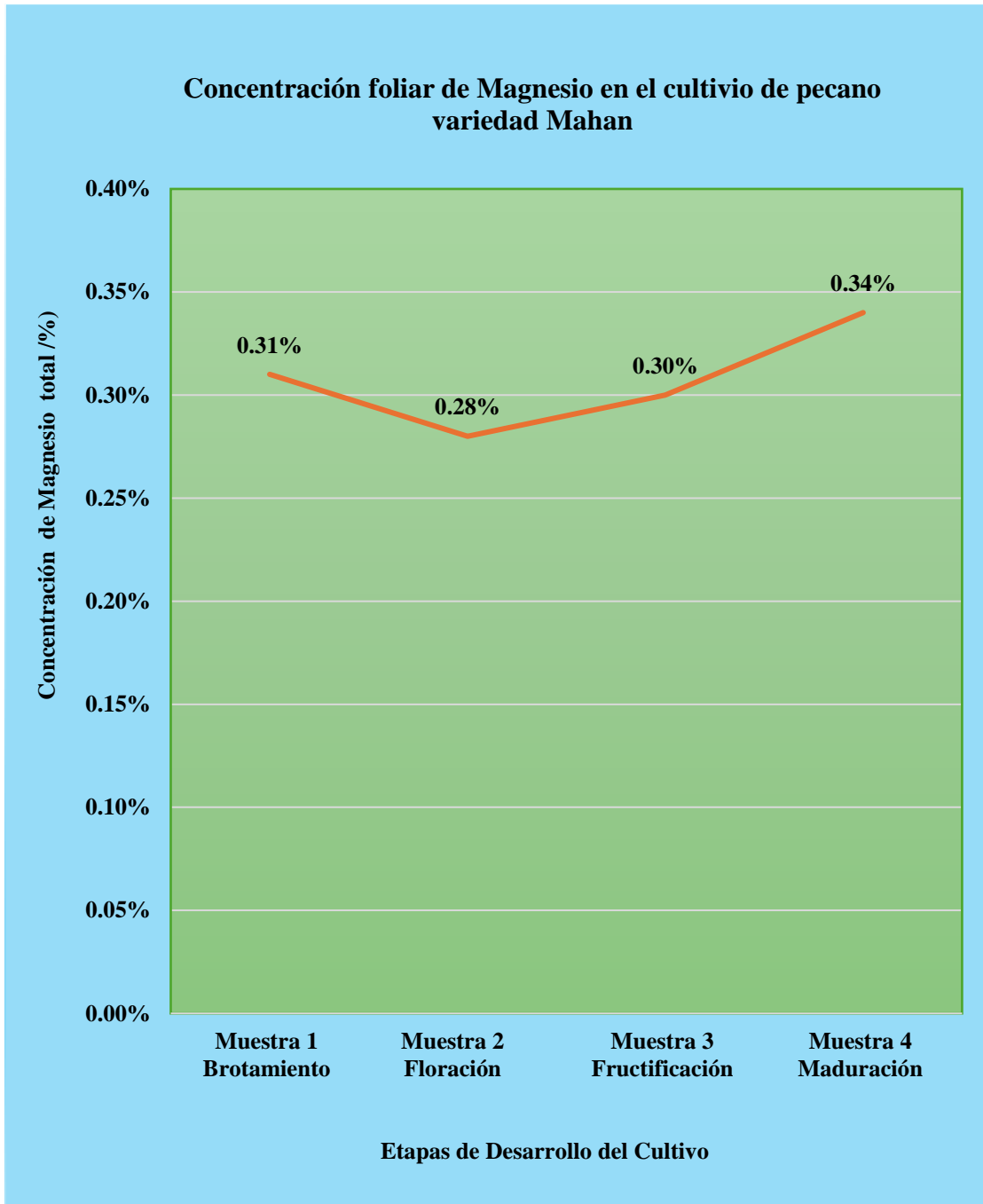


Figura 7

Concentración foliar de Azufre en el cultivo de pecano pecano variedad Mahan

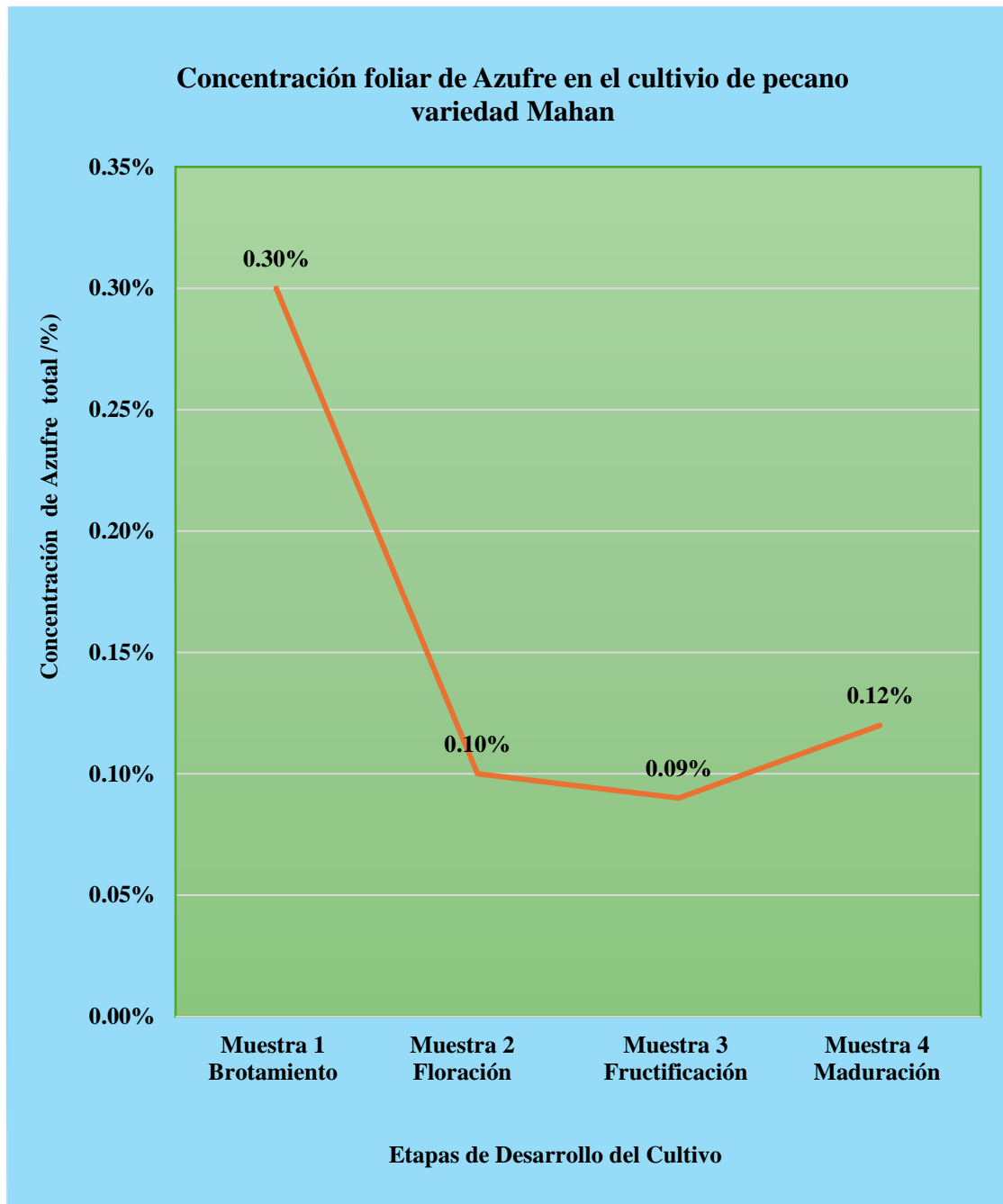


Figura 8

Consolidado general del contenido de macronutrientes en el cultivo de pecano variedad Mahan

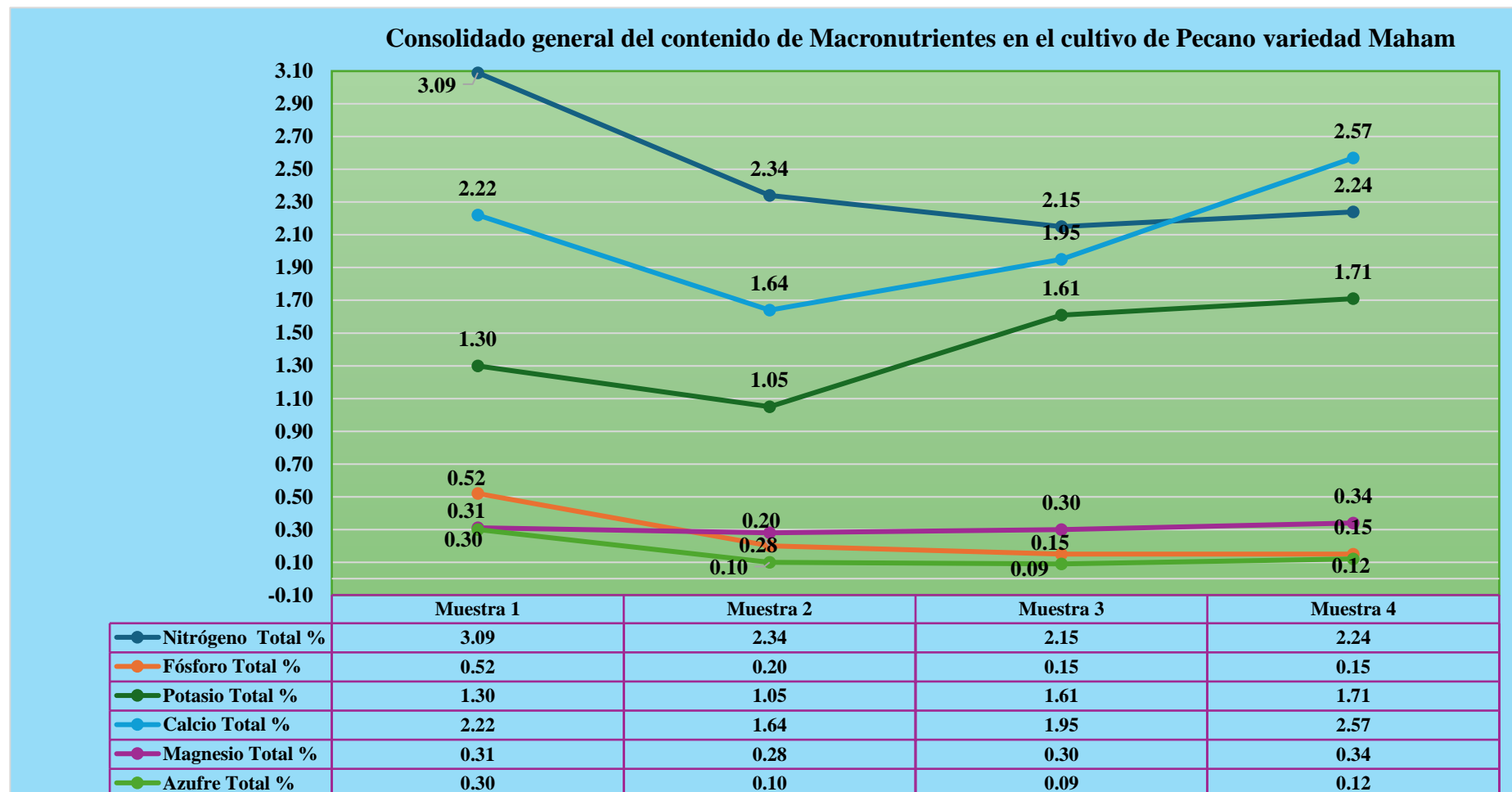


Tabla 9*Consolidado general del contenido de micronutrientes en el cultivo del pecano variedad Mahan.*

Parámetro	UN	Brotamiento		Floración		Fructificación		Maduración	
		Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4	
Sodio total	%/kg	0.03	0.0009	0.04	0.002	0.05	0.0035	0.07	0.0035
Cloro total	%/kg	0.22	0.0066	0.08	0.004	0.22	0.0154	0.19	0.0154
Cobre total	%/kg	25.55	0.000765	11.80	0.005900	10.65	0.007450	9.85	0.007450
Zinc total	%/kg	128.50	0.003855	38.00	0.001925	54.85	0.003839	25.55	0.003839
Manganeso total	%/kg	135.50	0.004065	93.65	0.004650	117.25	0.008232	203.80	0.008232
Hierro total	%/kg	103.50	0.003105	124.05	0.006200	114.00	0.007980	117.30	0.007980
Boro total	%/kg	55.00	0.001650	37.50	0.001875	70.00	0.004900	103.00	0.004900
Materia seca	%/kg	35.86	-	38.54	-	47.43	-	61.85	-

P. Escobar et al [30] manifiesta a referencia de la materia seca que, es la parte que queda de los resultados de las muestras de la cantidad de hojas recolectadas, aproximadamente 50 para el análisis respectivo, en verde a la que se extrajo el agua, por medio de un secado forzado, los micronutrientes absorbidos por el fruto del pecano (Pecana) en más cantidad son el Boro (B), Zinc (Zn), Cobre (Cu) y Hierro (Fe).

En consecuencia cada micronutriente debería ser regresado al suelo o en forma directa al árbol en cantidades en la que han sido exportadas por el fruto (Pecana) más un coeficiente de eficiencia apropiada, consecuentemente, nutriente alguno no puede ser reemplazado por otro, y por lo tanto altos niveles de los elementos en el suelo o en la planta no pueden compensar las deficiencias o escasez de la acumulación de otros macronutrientes respectivamente, por lo que es de necesidad que todos los análisis y la interpretación de estos según los rangos establecidos deberán ser equilibrados para su asimilación de cada uno, en momentos oportunos, la deficiencia o falta de uno de los microelementos afecta indirectamente la asimilación de otras, o exceso de otras dosis no adecuados producen sinergismo o bloqueo de los mismos, por lo que afectan la asimilación o no asimilación de otros, y en la aplicación se debe considerar el pH del agua de aplicación.

g) Elemento Sodio (Na)

Según refiere Lemus et al [31] se desconocen valores normales de Sodio (Na) en cultivos de frutales como el pecano, no obstante estos autores mencionan que un valor de 0.25% a 0.50% le corresponden a concentraciones excesivas de Sodio.

Los resultados de las cuatro muestras según los análisis presentaron valores deficientes para el elemento Sodio, siendo estos para la primera muestra de 0.03% (0.0009 kg/ha) la segunda 0.04% (0.002 kg/ha), la tercera 0.05% (0.0035 kg/ha) y la cuarta 0.07% (0.0035 kg/ha) sucesivamente.

h) Elemento Cloro (Cl)

Presenta el Cloro una gran movilidad dentro de la planta, por la facilidad de emigrar hacia lugares o partes de la mayor actividad fisiológica de esta; donde este micronutriente en el resultado de la primera muestra fue con un valor de 0.22% (Normal) (0.0066 kg/ha), la segunda 0.08% (Normal) (0.004 kg/ha), tercera 0.22% (Normal) (0.0154 kg/ha) y la cuarta 0.19% (Normal) (0.0154 kg/ha).

Lemus et al [31] indican que se desconocen los valores normales de Cloro (Cl) en frutales como en el pecano, pero hay intervalos de 0.25 a 0.5% correspondientes a concentración excesivas de este micronutriente.

i) Elemento Cobre (Cu)

Actúa el Cobre (Cu) juntamente con el Manganeseo (Mn) y el Zinc (Zn) en la movilización y utilización de otros nutrientes, donde el micronutriente presentó valores normales para resultados de las muestras tomadas, siendo estos 25.55 ppm (Normal) (0.000765 kg/ha) la

segunda 11.80 ppm (Normal) (0.005900 kg/ha), tercera 10.65 ppm (Normal) (0.007450 kg/ha), la cuarta 9.85 ppm (Normal) (0.007450 kg/ha).

Intagri S.C. [5], señalan, y hacen referencia que es un nutriente inmóvil en la planta, siendo el contenido en promedio dentro de la planta pudiendo de 1.0 a 25 ppm. Plantas con demandas altas fluctúan con valores críticos de 7 ppm y plantas de baja demanda presentan un valor crítico de solo 4.0 ppm, existiendo diferencias entre especies vegetales en cuanto a la concentración de Cobre (Cu).

j) Elemento Zinc (Zn)

De los resultados hallados en las respectivas muestras presentaron valores al brotamiento 128.50 ppm (Normal) (0.003855 kg/ha), 38.00 ppm (Normal) (0.001925 kg/ha), tercera 54.85 ppm (Normal)(0.003839 kg/ha) y la cuarta con 25.55 ppm (Normal) (0.003839 kg/ha) respectivamente.

El Zinc en los tejidos florales pueden ser los niveles entre 80-100% mayores o superiores en la etapa de la antesis (Apertura de la flor) que en las hojas adyacentes. Lemus [20], indica que el Zinc origina o produce deformación del fruto, lo cual en estas condiciones es redondeada con pérdidas en los valores comerciales y mermas en los rendimientos productivos.

k) Elemento Manganeso (Mn)

Este micronutriente (Manganeso) es un elemento esencial para la función fotosintética como la respiración y para el metabolismo del Nitrógeno en proceso de ambos, actuando como activador enzimático. Para los resultados hallados y registrados en las muestras valores de la primera muestra como resultado de 135.50 ppm (0.004065 kg/ha), la segunda 93.65 ppm (0.004650 kg/ha), la tercera 117.65 ppm (0.008232 kg/ha) y la cuarta 203.80 ppm (0.008232 kg/ha).

Ibacache [32], indican explicando que los niveles apropiados y adecuados de Manganeso (Mn) en hojas de frutales como el pecano oscilan entre 30-500 ppm.

Tamayo [27], indica que un nivel crítico de este micronutriente estaría cercano a los 16 ppm objetivamente.

l) Elemento Hierro (Fe)

El resultado para este micronutriente para las muestras tomadas en los estados del brotamiento, floración, fructificación y maduración las concentraciones arrojaron resultados de valores normales como: 103.50 ppm (0.003105 kg/ha), 124.05 ppm (0.006200 kg/ha), 114.00 ppm (0.007980 kg/ha) y 117.30 ppm (0.007980 kg/ha) respectivamente, por lo que la acumulación de los nutrientes esenciales le fueron favorables al cultivo.

Tamayo [27], manifiesta que los niveles foliares para plantas deficientes están entre 60 a 70 ppm. Se presenta un aumento de Potasio y del Calcio con la disminución del contenido de Magnesio.

m) Elemento Boro (B)

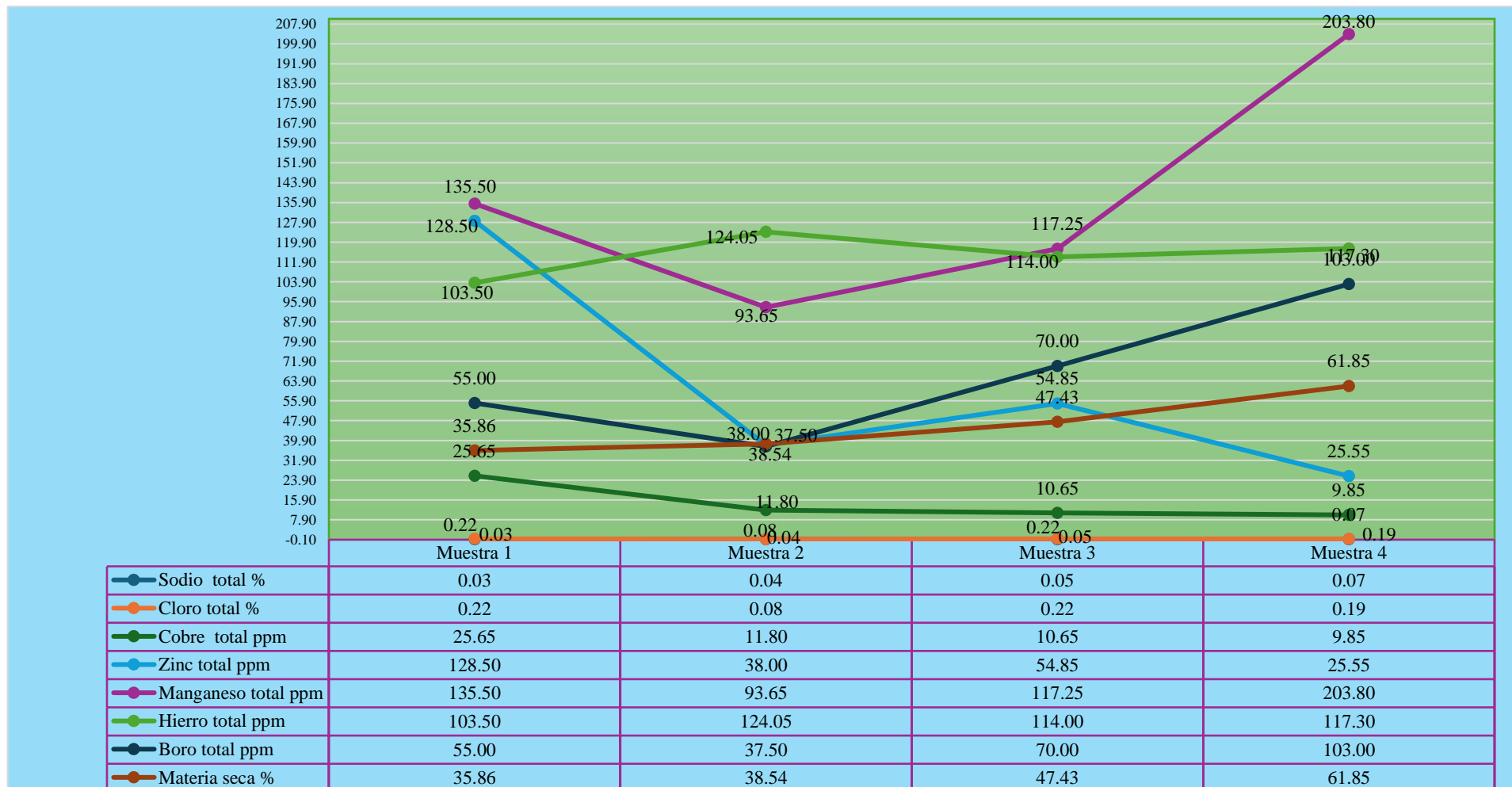
Presenta este microelemento un valor inicial de 55.00 ppm (0.001650 kg/ha) siendo normal, a la floración estuvo bajo con 37.50 ppm (0.001875 kg/ha), a la fructificación estuvo con valor normal con 70.00 ppm (0.004900 kg/ha) considerado alto, a la maduración 103.00 ppm (0.004900 kg/ha) considerado alto, a lo que refiere las citas como Tamayo [27] indica que el microelemento que participa es una serie de procesos en la fisiología de las plantas y en ocasiones su deficiencia se confunde con otros nutrientes como la de Fósforo (P) y Potasio (K). Las plantas deficientes presentan un valor de 11 ppm en hojas. Los niveles de follaje (Foliales) para las plantas deficientes están entre 63 y 70 ppm respectivamente.

n) Materia seca (MS)

Parte que queda (La materia seca) de las muestras enviadas, a la cual se le ha extraído el agua en un forzado secado (En laboratorio), siendo sus valores cuantificados, inicialmente no se ha cuantificado siendo 35.86%, la segunda 38.54%, la tercera con 47.43% y la cuarta con 61.85 ppm.

Figura 9

Consolidado general del contenido de Micronutrientes en el cultivo de Pecano variedad Mahan



3.1.6. Presentación de figuras de los niveles de acumulación de nutrientes esenciales (Micronutrientes) en las hojas del cultivo de pecano, variedad Mahan, en el lote 02 del Fundo Arrabales de la Facultad de Agronomía.

Lo que permitirá observar las etapas de la optimización de estos microelementos esenciales, y su concentración normal, alta o baja por las etapas del cultivo de pecano, en condiciones del manejo agronómico del predio Arrabales, y con sus valores y estándares establecidos.

Siendo estos micronutrientes esenciales los siguientes:

- Cobre total %
- Zinc total %
- Magnesio total ppm
- Boro total ppm
- Sodio total ppm
- Cloro total ppm
- Materia seca %

Figura 10

Concentración foliar de Boro en el cultivo de pecano variedad Mahan.

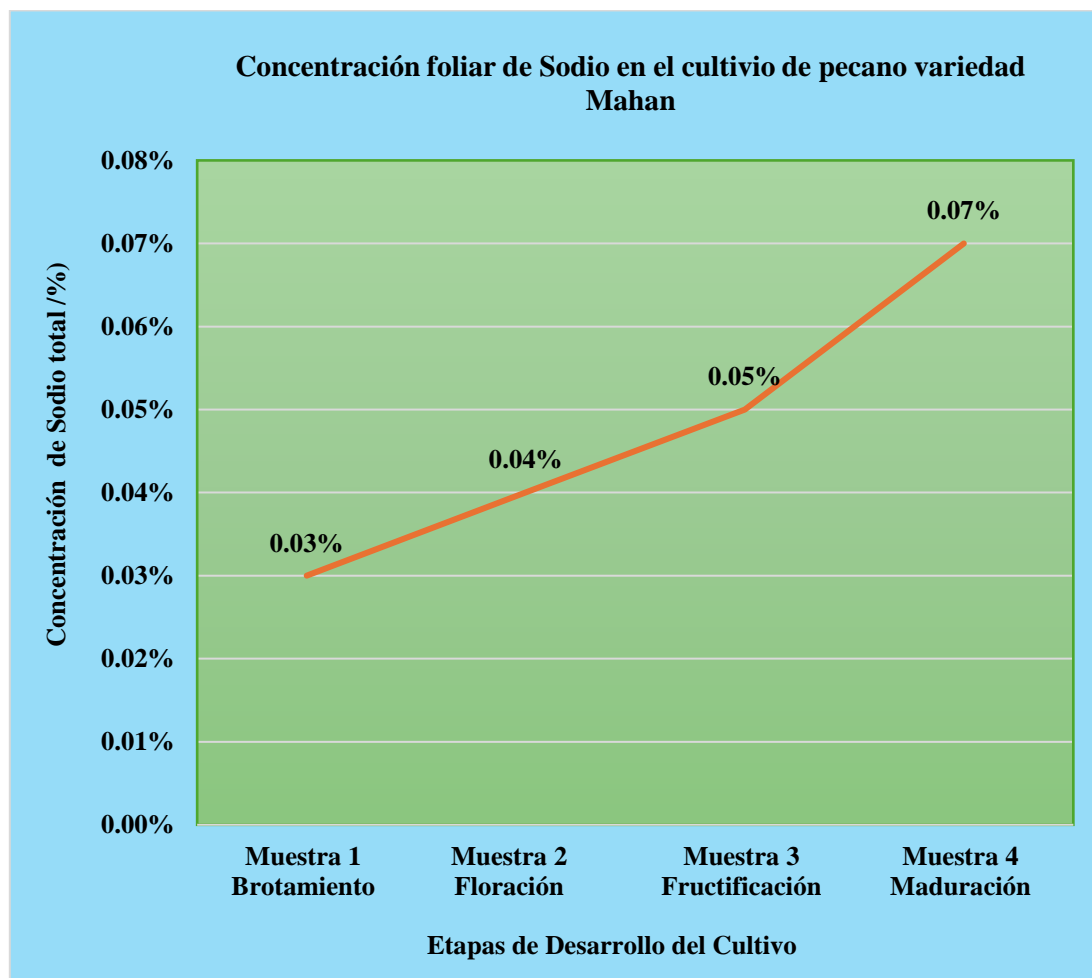


Figura 11

Concentración foliar de Cloro en el cultivo de pecano variedad Mahan

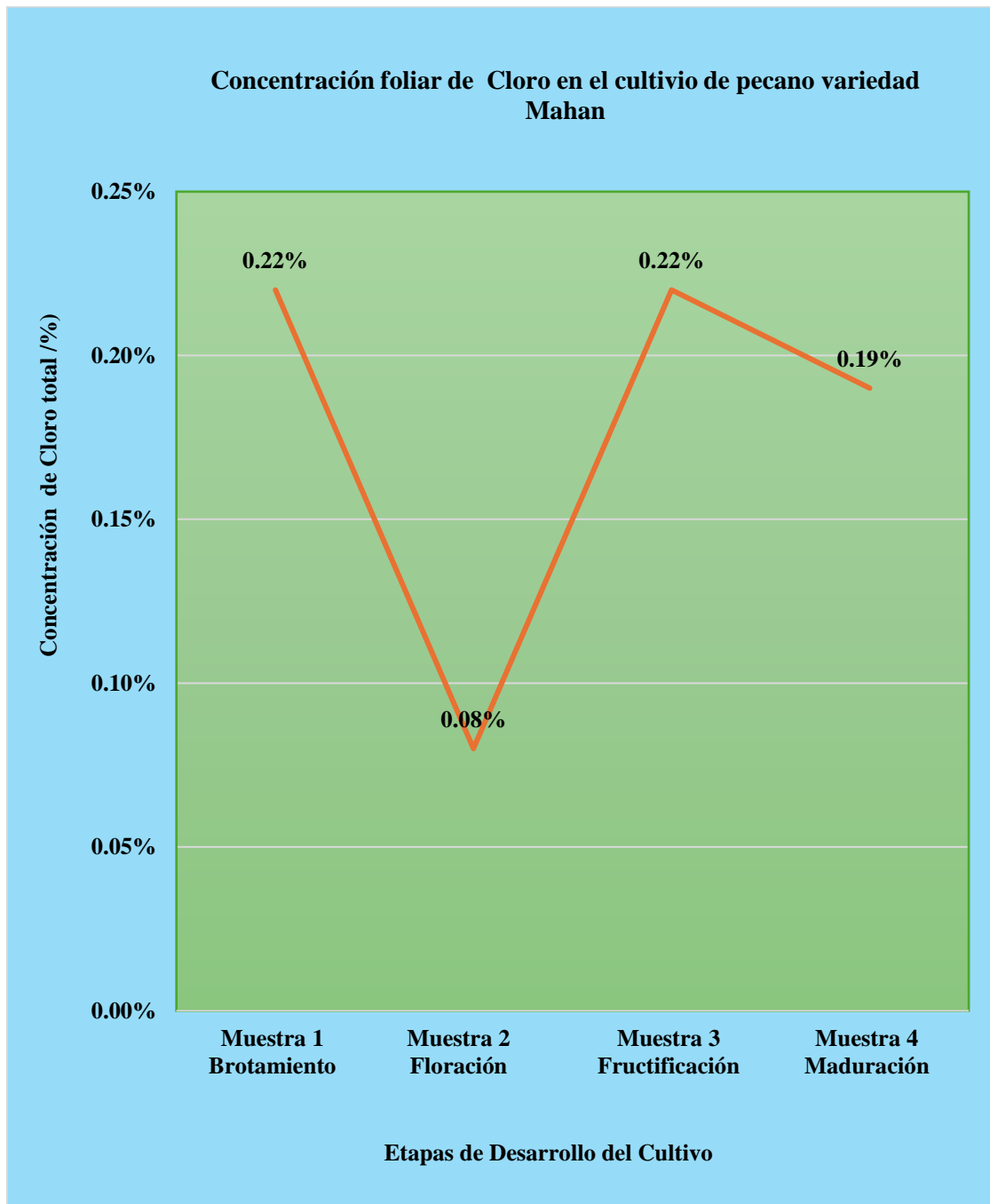


Figura 12

Concentración foliar de Cobre en el cultivo de pecano variedad Mahan

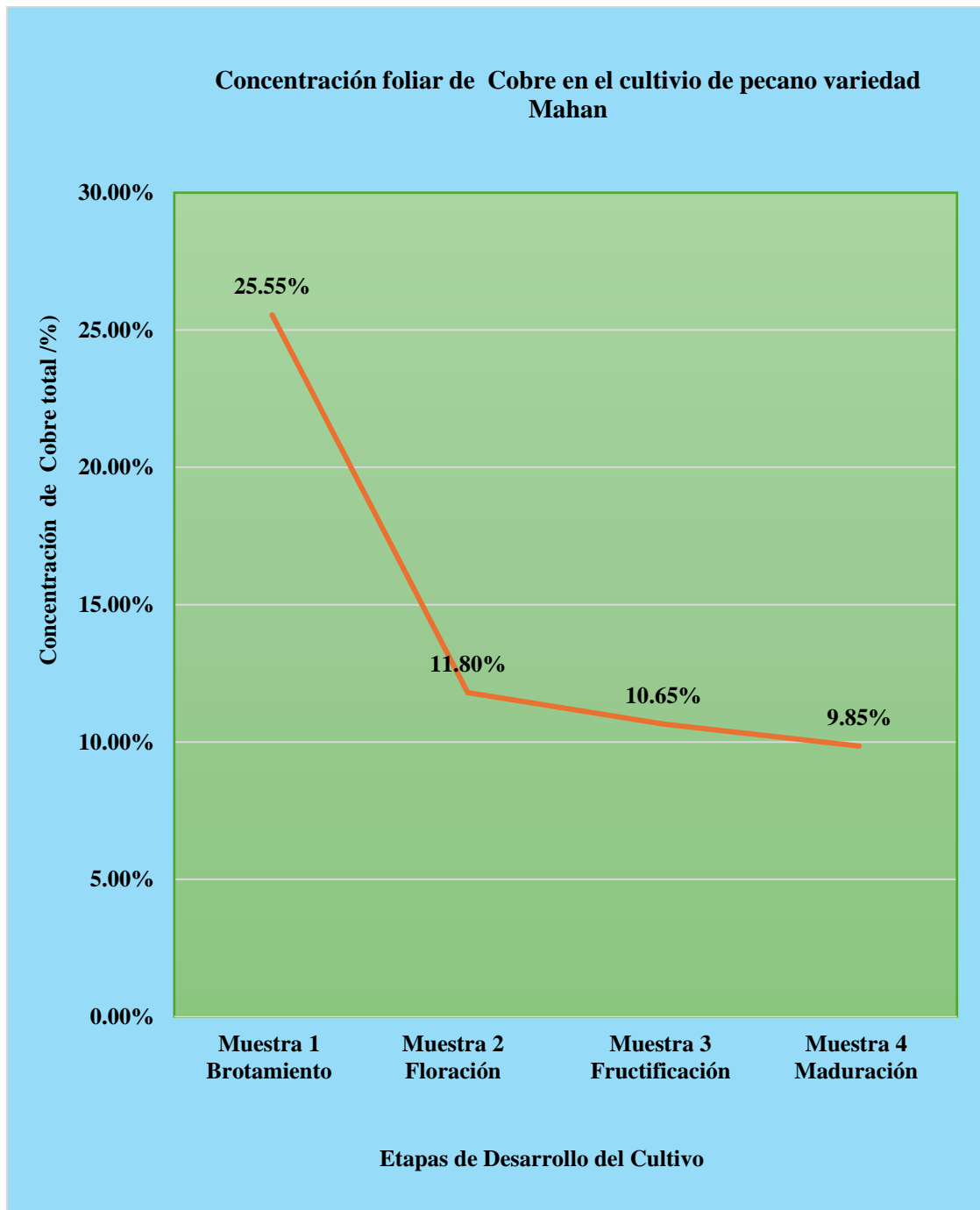


Figura 13

Concentración foliar de Zinc en el cultivo de pecano variedad Mahan

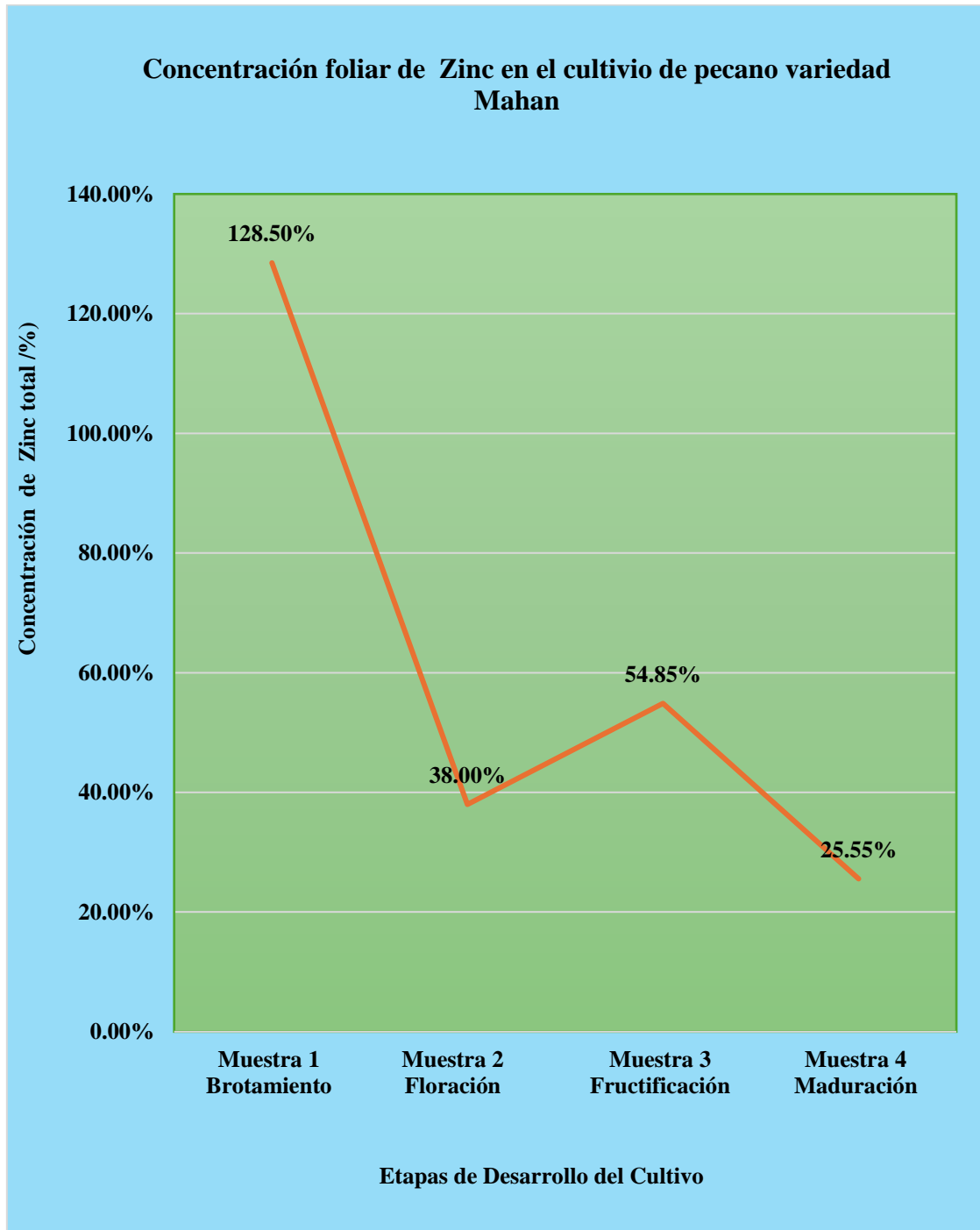


Figura 14

Concentración foliar de Manganeso en el cultivo de pecano variedad Mahan.

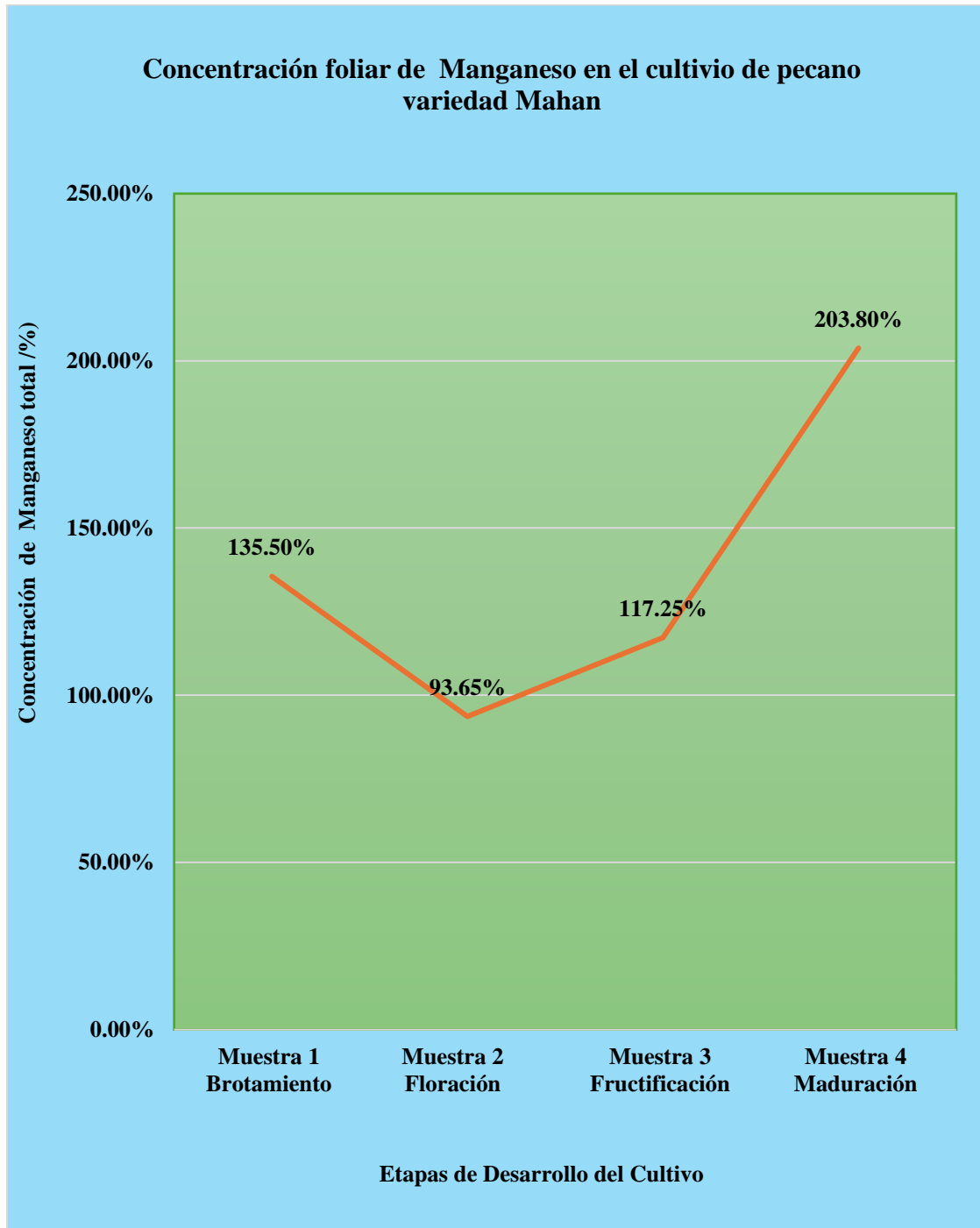


Figura 15

Concentración foliar de Hierro en el cultivo de pecano variedad Mahan.

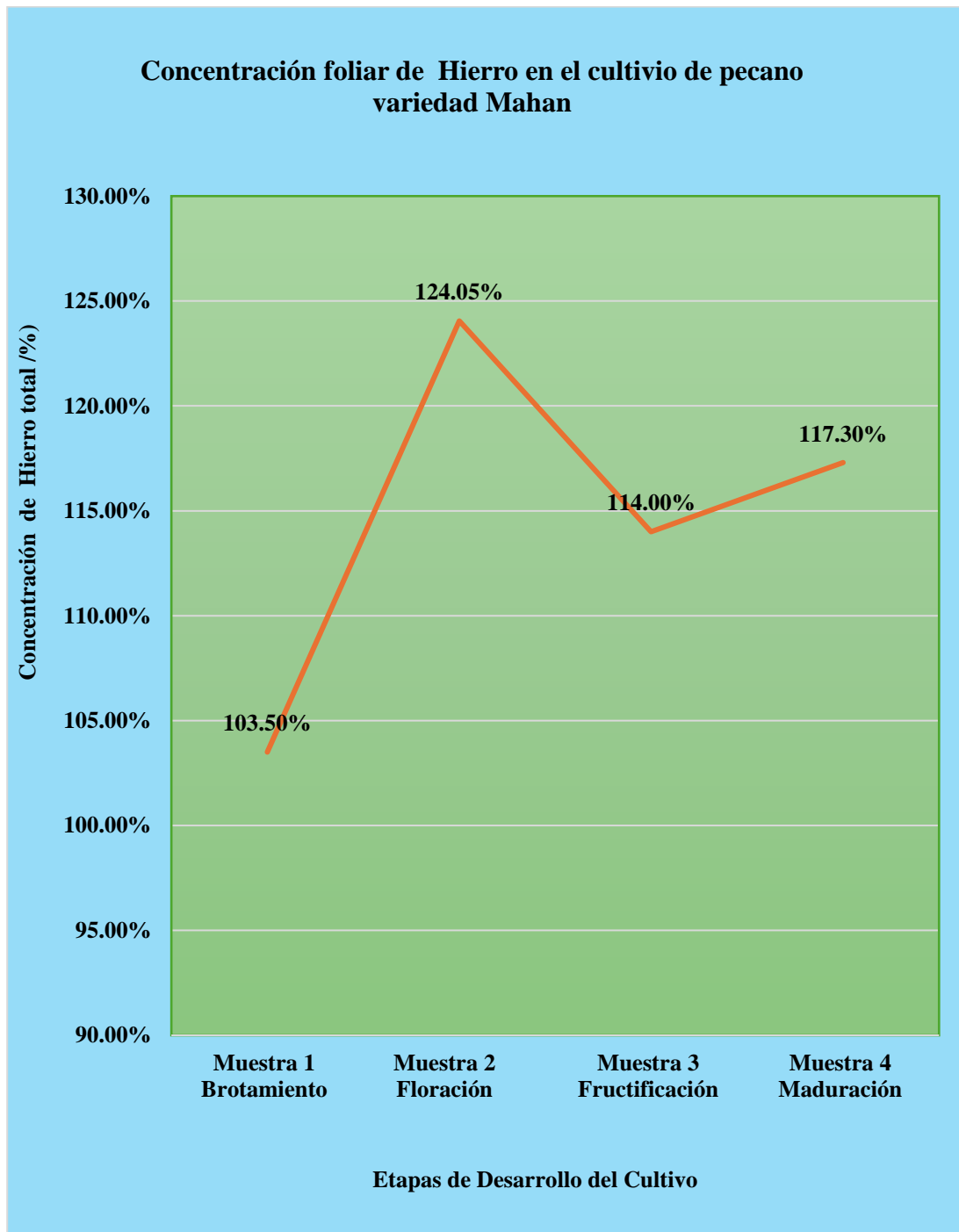


Figura 16

Concentración foliar de Boro en el cultivo de pecano variedad Mahan.

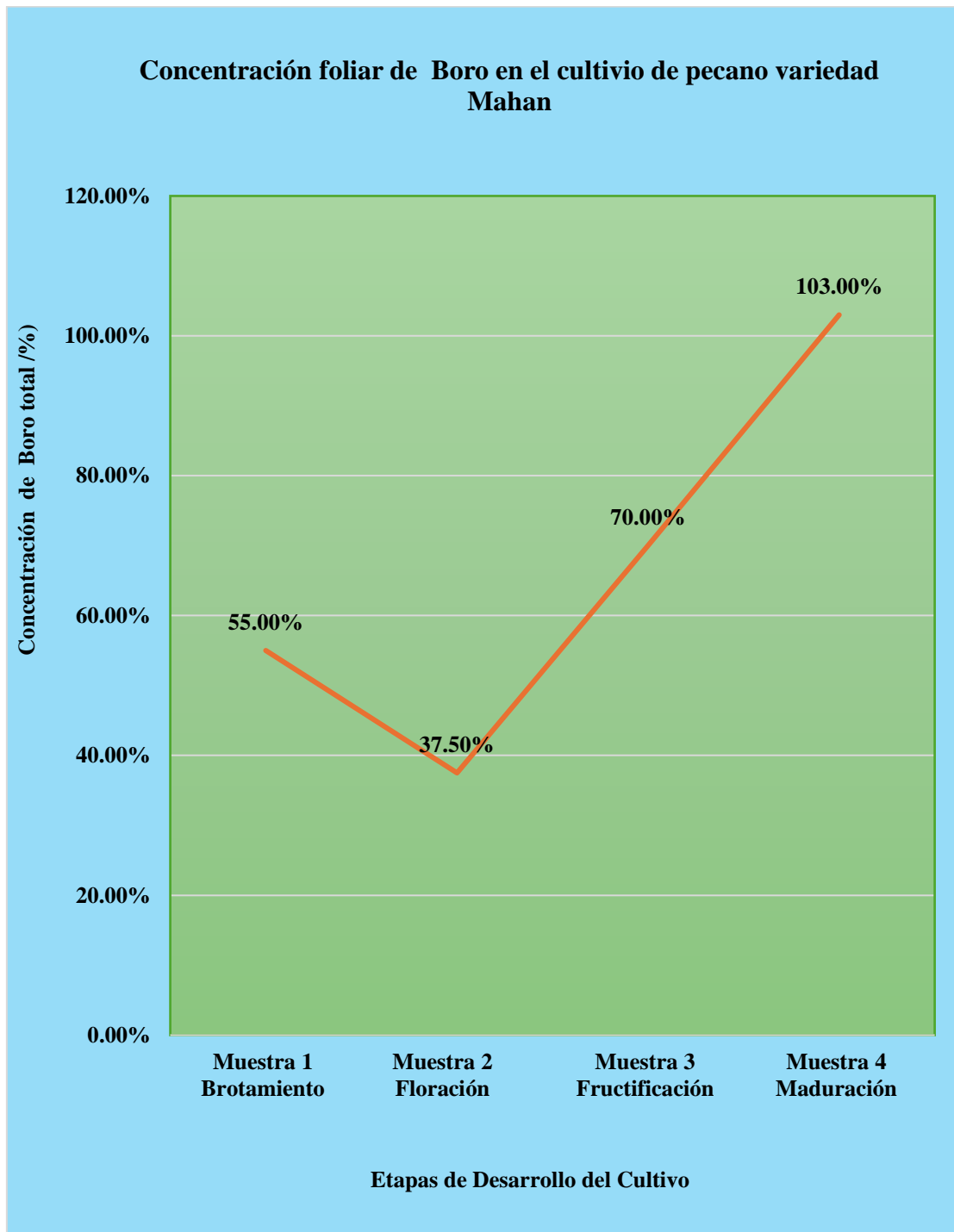
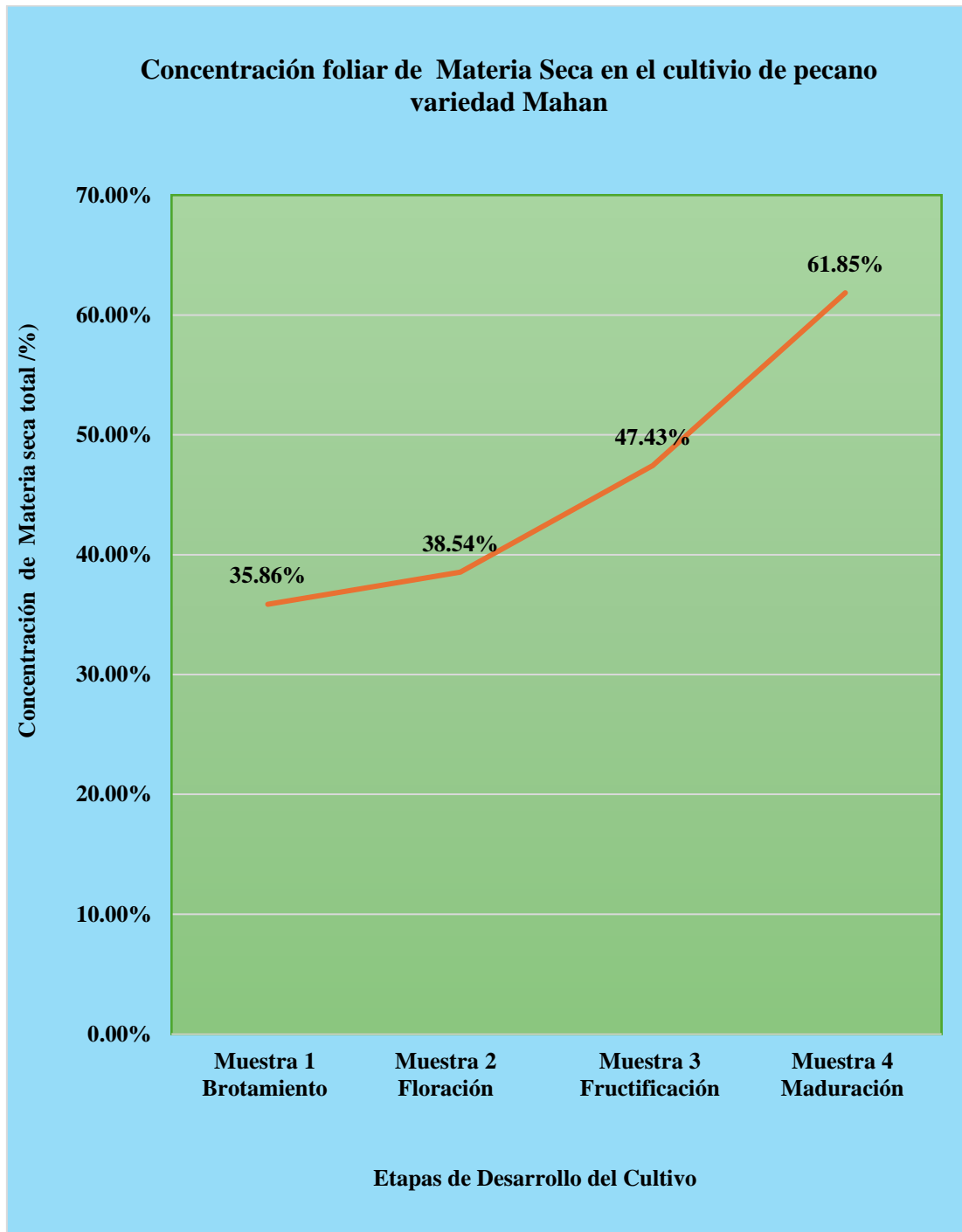


Figura 17

Concentración foliar de Materia Seca en el cultivo de pecano variedad Mahan.



IV. Discusión

4.1. Discusión de resultados

4.1.1. De los resultados de análisis físico-mecánico y químico del suelo

Según el registro del análisis N° 649-01S-2024 respecto al suelo (Tablas 1 y 2) éstos tienen una textura franco-arenoso. Sánchez [33] indica que los suelos franco-arenosos, son los de mayor productividad agrícola, con proporción de arena, limo y arcilla, ideal para cultivos.

De las características químicas, para los macronutrientes, el Nitrógeno (0.04%), Fósforo (0.52 ppm), Potasio (0.24 mEq/100g), Materia Orgánica (0.72%), Carbonato de Calcio (0.81%), conductividad eléctrica (0.45 E.S.) se encontraron en concentraciones bajas.

De los cationes cambiables Calcio (6.91 mEq/100 g), Magnesio (0.75 mEq/100 g), Sodio (0.24 mEq/100 g), Potasio (0.24 mEq/100 g), C.I.C.E (8.14 mEq/ 100 g) y P.S.I. (2.91%) también en concentraciones bajas para el cultivo de pecano. Se deduce entonces que para el cultivo de pecano no tiene las condiciones adecuadas en cuanto al aporte de cationes cambiables (Cambiabiles)

4.1.2. De los datos meteorológicos

Tapia [34], indica que cuando se hace referencia al clima, para la productividad de cultivos en el Perú, se menciona que se ha adecuado bien al clima de nuestra costa y es que mejores condiciones presta para el pecano.

En el pecano tiene adaptación amplia a rangos de temperaturas, pasando por estados de senescencia o dormancia. Las temperaturas óptimas de desarrollo vegetativo oscilan desde los 15°C a los 24°C, siendo las óptimas de cosecha a partir de los 18-20 °C.

La T° máxima se registró en el mes de enero del 2025 con 32.2°C, la mínima se dio en el mes de junio del 2024 con 12.0°C y la media se dio en el mes de octubre del 2024 con 23.0°C.

Todos estos datos meteorológicos no afectaron el desarrollo vegetativo del cultivo del pecano, excepto un poco la mínima, debido a que retardó la etapa fenológica del brotamiento del pecano, no afectando a las funciones de éste.

En cuanto a horas de sol, la menor se dio en el mes de junio del 2024 con 6.2 horas de sol diarios, la mayor tuvo lugar en el mes de enero del 2025 los 10.3 horas de sol diarios de la humedad relativa la menos fue en junio del 2024, la mayor en mayo del 2025 con 86.0%.

4.1.3. Resultados finales de análisis foliares, según etapas fenológicas

Terminando la investigación de la tesis titulado: “Estudio de la acumulación de nutrientes esenciales en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis Koch*) variedad Mahan en el lote 02 del fundo Arrabales – Ica”, conducido por medio de riego por gravedad, y en condiciones del suelo, agua, clima del desarrollo de este (cultivo de pecano).

De los elementos primarios, es decir, de los macronutrientes el Nitrógeno en general al igual que el Fósforo y Potasio presentaron concentraciones de acumulación de éstos nutrientes de

resultados de interpretaciones altas a lo normal. Para el Calcio y Magnesio se presentó normal. El Azufre de normal a bajo con los 3 últimos estadios fenológicos al Sodio con acumulaciones bajas considerándose normal, siendo el mismo caso para el elemento del Cloro considerado bajo y normal.

De los Micronutrientes Cobre, Zinc, Manganeso, tienen los resultados obtenidos en el ensayo fueron considerados como normales. Para el caso del Boro al inicio dio resultados normales, para la segunda muestra arrojó resultado bajo y los últimos fueron considerados como normales. En cuanto a la materia seca al inicio presentó bajo sus valores

Debo indicar que se presentaron lluvias fuertes en los meses de Enero y Febrero del año 2025, que en parte favorecieron al cultivo, ya que hicieron limpieza y lavado de hojas dañadas por problemas de plagas y enfermedades los áfidos, pulgones y de la fumagina, para aumentar en sus últimos estados fenológicos del desarrollo vegetativo y maduración del pecano.

Donde refiere lo mencionado por Tamayo [27] “Los análisis de suelo y foliares deben ser y estar guardados en los registros de producción. Esto hace y permite regular dosis de nutrientes manejados a través de los años. Correlacionado los contenidos foliares de macro y micronutrientes con la producción (Rendimientos), consistiendo en el establecimiento de las concentraciones requeridas adecuadas en hojas que cambian de variedad en variedad. Donde las acumulaciones concentradas de hojas sirven como referente para ajustar niveles de producción a través de los años”. Lo que se aprecia y verifica por el planteamiento de la hipótesis general del referido trabajo de tesis.

Siendo esto como un manifiesto a tomar en cuenta para la próxima campaña del pecano en el fundo Arrabales de la Facultad de Agronomía.

4.2. Contrastación de la hipótesis general

Considerando la evaluación de los nutrientes esenciales, ayudarán al mejoramiento la aplicación efectiva y real con disciplina, cumplimiento, eficacia, control y otras causas para el uso y empleo de fertilizantes en el cultivo de pecano, para el mejoramiento de la productividad y calidad de las pecanas.

El estudio de tesis investigada realizó la evaluación de la acumulación de los nutrientes esenciales (Macro y micronutrientes) en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis Koch*) en el lote 02 del fundo Arrabales de la Facultad de Agronomía, hoy denominado Centro de Producción Arrabales de propiedad de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” y como Centro de Estudio de la Facultad de Agronomía, bajo las condiciones de manejo agronómico de la Dirección del Centro de Producción del mismo.

Por medio de este estudio se ha realizado los análisis al suelo y también foliares en diferentes estados fenológicos del cultivo de pecano. Estas muestras tomadas con sus resultados obtenidos y su interpretación respectiva se están poniendo en consideración como herramientas para

poder realizar un monitoreo al estado nutricional (Fertilización), tanto al suelo como foliar en las etapas de deficiencias o excesos. Así poder equilibrar en el momento adecuado en forma oportuna para nuestro huerto de 35 plantas de pecano del predio Arrabales en la Facultad de Agronomía, y con el apoyo profesional de la plana docente de nuestra alma máter, todo lo relacionado en forma conveniente a manejos asociados a la fertilidad.

Por tanto es conveniente la realización adecuada y obligada el monitoreo por campaña, el conservamiento, renovación y realización de la adecuadas prácticas en el manejo agronómico del cultivo de pecano del mismo, y así poder conservar el patrimonio y legado de estas plantas en óptimas condiciones y así se evitaría presencia de deficiencias y desordenes a cuanto a su nutrición esencial en su fertilización. Martínez et al [29], los investigadores mencionan que un programa de fertilización en frutales como el pecano debe orientarse a reducir el ajerismo o vecería del pecano (Fenómeno en el cual la producción de frutas varía significativamente entre dos años consecutivos, pudiendo afectar a árboles individuales, huertos e incluso una región, con distintos grados de intensidad). Entonces a esto para la obtención de un buen rendimiento y frutos de calidad, hay que tener en consideración la dosis apropiada, momento oportuno y óptimo de aplicación, fuentes de fertilizantes, y la optimización de las aplicaciones de fertilizantes a través de la adecuación eficiente de un plan de fertilización (Forma y manera). También se debe considerar que los nutrimentos más relevantes o importantes en un programa de fertilización en pecano son: N, P, K, Cu, Mg, Zn, Fe y B. Entonces puede referir a lo indicado permitiendo la validación de esta hipótesis en el planteamiento propuesto.

4.3. Contrastación de la hipótesis específica

Determinada la acumulación foliar de nutrientes esenciales, al cultivo de pecano, se podría hacer un adecuamiento del buen manejo agronómico en cuanto a la fertilización en el pecano del referido predio, en el proceso de sus etapas fenológicas de éste (Brotamiento, floración, fructificación y maduración), cumpliendo para el mejoramiento de la fertilización en la época correcta y adecuada dosis para las condiciones del sector medio del valle de Ica, con responsabilidad compartida. A quien corresponda, se deja algunas recomendaciones entre otros para las futuras aplicaciones de nutrientes químicos en obligación y cumplimiento en los momentos de deficiencia o que se encuentra aptos para las exigencias a informar, para el mejoramiento los rendimientos y la calidad de los frutos de pecana, por medio de la realización de análisis foliares en la absorción y/o determinación de los macro y micronutrientes, y así poder evitar pérdidas, como se puede apreciar en la hipótesis general y su restablecimiento por medio de un plan de fertilización en momento y etapas apropiadas con responsabilidad compartida, como institución pública.

Entonces todo esto nos permitirá encontrar las deficiencias de frutos elementos esenciales como el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Cobre, Zinc, Manganeso y Hierro, también deficiencias de Azufre, y otros que afectan al fruto del cultivo de pecano del fundo Arrabales.

V. Conclusiones

Tomando en cuenta los resultados obtenidos, se concluye:

- 5.1. El manejo agronómico del cultivo estudiado, que realiza el Centro de Producción Arrabales no se encontró adecuadamente un buen estado para la campaña.
- 5.2. El suelo presenta textura franco-arenosa según análisis, adecuada y conveniente para el desarrollo y crecimiento del cultivo de pecano, las características químicas no son limitadas y afectan al cultivo.
- 5.3. Para la época del desarrollo del pecano las condiciones climáticas estuvieron normales, en el estudio de la investigación.
- 5.4. De los resultados de los análisis a los macronutrientes foliares: El Nitrógeno por lo general se encontró normal, al igual que el Fósforo y al igual que el Potasio; pero tanto al Nitrógeno y Fósforo inicialmente estuvieron bajos, por lo que hay que tener en cuenta.
- 5.5. En cuanto al Calcio, Manganeso, presentaron valores normales para todas las muestras en sus diferentes estados fenológicos, excepto el Azufre que presentó resultados bajos en sus diferentes muestras y estados.
- 5.6. De los micronutrientes en sus diferentes resultados de análisis y etapas de desarrollo de pecano presentaron valores normales, con excepción del Boro que en la etapa de floración estuvo bajo, lo que se podrá mejorar esta deficiencia.
- 5.7. Mejorar el establecimiento del cultivo con renovación de plantas, y con la atención de las mismas en el huerto.

VI. Recomendaciones

Se sugiere, según conclusiones de la investigación realizada:

- 6.1. Renovación e implantación en el huerto de pecano del Centro de Producción Arrabales.
- 6.2. Seguir con la realización de trabajos de investigación en el cultivo de pecano, en cuanto a la absorción de macro y micronutrientes con valoración de análisis al suelo y foliares, en diferentes etapas del desarrollo vegetativo del cultivo, para mejorar rendimiento y calidad de frutos.
- 6.3. Se recomienda a los agricultores, la realización de toma de muestras de suelo y foliares por campañas anuales a los diferentes cultivos de las zonas altas, media y baja del valle de Ica.
- 6.4. Realizar un adecuado plan de fertilización a diversos cultivos de las diferentes zonas en forma apropiada con responsabilidad compartida.
- 6.5. Contar con la ayuda de la inteligencia artificial para las investigaciones.
- 6.6. Tener en cuenta la aplicación de Boro, en las etapas de mayor absorción, así como de cada macro y micronutriente del cultivo de pecano.
- 6.7. Realizar estudio referente a la absorción de macro y micro nutriente en el cultivo de pecano.
- 6.8. Realizar investigaciones referentes a los estándares de zinc en el cultivo de pecano.

VII. Referencias Bibliográficas

- [1] Intagri S.C. Las Curvas de Absorción de Nutrientes. Nutrición Vegetal.
Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-curvas-de-absorcion-de-nutrientes> -
- [2] INEI. Producción de palta se incrementó en 13 departamentos y creció 10,1%. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Nota de Prensa N° 140 | 24 agosto 2022. Disponible en: <https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-140-2022-inei.pdf>
- [3] N. Pino H. “Dinámica nutricional del palto (*Persea americana* Mill.) en condiciones de Ica”. Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de Ingeniera Agrónoma. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. Lima – Perú 2021.
- [4] M. Mattar y C. Pizarro. Determinación de la curva de absorción de nutrientes, mediante sondas extractómetras y análisis foliares en palto (*Persea americana* Mill) CV Hass, Facultad de Agronomía Universidad de Las Américas, Santiago. Manuel Montt 948. Universidad del Mar, Valparaíso. Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate) 2007. Viña Del Mar, Chile. 12 – 16 nov. 2007. ISBN No 978-956-17-0413-8.
- [5] Intagri, S.C. Concentración de Nutrientes en Plantas de Aguacate, una Herramienta de Diagnóstico. Frutales, <https://www.intagri.com/articulos/frutales/concentracion-de-nutrientes-en-plantas-de-aguacate>
- [6] Fertilab. Fertilización Nitrogenada en el Cultivo de Aguacate, Guanajuato, México. <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/172-Fertilizacion-nitrogenada-aguacate.pdf>
- [7] D. Vásquez, “Abonamiento con materia orgánica y N-P-K en palto para exportación (*Persea americana* Mill) en el Valle de Moquegua”. para optar el Título profesional de: Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Puno – Perú 2019. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15907/Vasquez_Jarita_Danitza_Betty.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- [8] F. Gardiazabal. “Riego y nutrición en palto”. 2º Seminario Internacional de Paltos. 29 septiembre – 1 octubre, 2004. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. Quillota, Chile. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- [9] J. Martínez, V. Mueña y R. Ruiz. (2014). Nutrición y fertilidad en paltos. Ministerio de Agricultura Instituto de Investigaciones Agropecuarias Centro Regional de Investigación La Cruz. Boletín INIA N° 283. [On Line] Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7768/NR40071.pdf?sequence=1>
- [10] C. Fernández-Montoya, Y. Villavicencio-Guillermo y S. Salazar-García. “Seguimiento y manejo nutrimental de la palta ‘Hass’ en el desierto del Perú, Memorias del V Congreso Latinoamericano del Aguacate”. 04 - 07 de septiembre 2017. Ciudad Guzmán, Jalisco, México, Beggie Perú S.A., Manuel Olguín No. 335 Int. 1206, Urb. Los Granados - Santiago de Surco - Lima,
- [11] Kilby, M. Prácticas de fertilización con nueces pecanas. págs. 29-32. Actas de la primera conferencia de Arizona Pecan. Universidad de Arizona. 1990.
- [12] Ministerio de Agricultura. El cultivo del Pacae en el Perú. Lima – Perú. Pág. 52. 2011.
- [13] 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.
- [14] E. Calderón “Fruticultura General”. Editorial Limusa S.A. México. Pág. 763-1987.
- [15] 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.
- [16] B. Juscafresa. Árboles Frutales, cultivo y explotación comercial. Editorial Aedos Barcelona España. Pág. 382-1978.
- [17] W. Kennard. Frutas y Nueces para el Trópico. Editorial Limusa Wiley S.A. Puerto Rico. Pág. 177-1963.
- [18] PROMPERÚ, (2021-05-02), Palta Hass consolida al Perú como el segundo productor y exportador a nivel mundial, Boletín, Dpto de inteligencia de Mercados – PROMPERÚ, <https://boletines.exportemos.pe/1718/palta-hass-consolida-al-peru-como-el-segundo-productor-y-exportador-a-nivel-mundial>
- [19] M. Romainville. 2022.02.21 Cambio climático presiona a productores de palta para

mitigar impactos. Paltos. Redagícola. [On Line] Disponible en: <https://www.redagricola.com/pe/cambio-climatico-presiona-a-productores-de-palta-para-mitigarimpactos/#:~:text=Los%20cambios%20en%20la%20temperatura,contar%20con%200variedades%20m%C3%A1s%20resistentes.>

- [20] G. Navarro y. S. Navarro. Fertilizantes, Química y Acción. Ediciones Digitales. España. Pág. 210-2014.
- [21] W. Padilla. El suelo y su fertilidad. Lima – Perú. Pág. 200-2010.
- [22] 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.
- [23] G. García. “Extracción de nutrientes por cosecha del cultivo de naranja (*Citrus sinensis*) variedad valencia en condiciones del valle del Cauca”. Tesis para optar el grado de Magister en Ciencias Agrarias con Énfasis a Suelos. Universidad Nacional de Colombia. Palmira-Colombia. 53 p. 2011.
- [24] A. Torres, (2017). Manual del cultivo de Palto. Instituto de Desarrollo Agropecuario. Boletín INIA N°13. Santiago - Chile. pp.118
- [25] F. Gardiazabal, (2004). Riego y nutrición en paltos. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. 2o Seminario internacional de paltos. Quillota. Pp.29–30
- [26] C. Lao. Fertilización en el Cultivo de Palto. Guia Técnica. Agrobanco. Huaquish – Rinconada - Recuay – Ancash. Perú 2013. Disponible en: <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/031-g-palto.pdf>
- [27] Á. Tamayo. II. Nutrición y Fertilización. Tecnología para el Cultivo del Aguacate. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Investigación Agrícola. C.I. La Selva. A.A.100, Rionegro, Antioquia, Colombia. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13461/43105_50481.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [28] T. Buechel. 15-11-2022. Rol del calcio en el cultivo de plantas. PRO-MIX. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-calcio-en-el-cultivo-de-plantas/>
- [29] J. Martínez, C. Muena y Z. Ruiz. “Nutrición y fertilización de Paltos”. Ministerio de Agricultura Instituto de Investigaciones Agropecuarias Centro Regional de Investigación La Cruz. Boletín INIA N° 283. ISSN 0717-4829. La Cruz, Chile, 2014.

- [30] P. Escobar, P. Etcheverría, M. Vial, J. Daza. Concepto de materia seca y su uso: guía práctica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Informativo N° 119. 2020. <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR30241.pdf>
<https://www.youtube.com/watch?v=dK0oZ1XXcvI>
- [31] G. Lemus, R. Ferreyra, P. Gil, P. Maldonado, C. Toledo, C. Barrera & J. Celedón. El Cultivo del Palto. Boletín INIA No 129 76 pp. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura Chile. Centro Regional de Investigación La Platina. Centro Regional de Investigación La Cruz. La Cruz, 2005. ISSN 0717-4829. Disponible en:
<https://www.avocadosource.com/books/LemusGamalier2005.pdf>
- [32] A. Ibacache, y C. Sierra. “Fertilización del palto”. [en línea]. Gobierno Regional de Coquimbo e Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Intihuasi, Ovalle, Chile. Serie Intihuasi N° 12. 12 p. 1998. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/33705> (Consultado: 10 junio 2023).
- [33] M. Sánchez. 25-09-2019. ¿Cuáles son las características del suelo franco? Jardineríaon.com
Disponible en: <https://www.jardineriaon.com/suelo-franco.html>
- [34] L. Tapia, 2012. Nutrición orgánica y convencional de aguacate en Michoacán. Curso online INTAGRI. <https://www.intagri.com/articulos/frutales/concentracion-de-nutrientes-en-plantas-de-aguacate>
- [35] Ruiz JM, Romero L. Eficiencia y metabolismo del nitrógeno en melón injertado. Ciencia hortícola 1283: 113-123. 1999.
- [36] Nuñez, M. J, Valdez, G. B, Martínez D. G y Valenzuela, C. E. 2001. El Nogal Peadenero en Sonora. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico No. 3. ISSN-1405-597X. México. 209 p.
- [37] Núñez, M. J. y G. B. Valdez. Composición nutricional de variedades de nogal pecanero. p. 86. In: Tovar S. y R. Quintero (eds.) La investigación edafológica en México 1990-1991. Memorias del XXIV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de las Ciencias del Suelo. Pachuca, Hgo. 1991
- [38] Rodríguez, D. Nutrición en el cultivo del pecano. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
General	General	General		
¿De qué forma los análisis de suelo y foliares incrementan la producción de pecanas en el lote 02 del fundo Arrabales-Ica?	Objetivo General Estudiar la esencial nutrición foliar del cultivo de pecano del lote 02 en el fundo Arrabales, Ica.	De acuerdo al estudio de nutrición foliar esencial del cultivo de pecano, podría mejorar el manejo agronómico del cultivo, fertilizado para condiciones del lote 02 del fundo Arrabales, Ica.	Variable Independiente (“Causa” X1) Acumulación foliar de nutrientes en el cultivo del pecano.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos Todas las muestras, tanto de suelos como las foliares tendrán resultados y estos mediante tablas, se establecerán según rangos normales según constantes físicas y químicas de los mismos serán comparados y se establecerán la cantidad de nutrientes para cada caso, según fenología y grado de desarrollo del cultivo de pecano.
Específico	Específico	Específico	Variables Dependientes (“Efecto” Y1) Valores concentrantes del follaje de nutrientes esenciales en el cultivo del pecano.	
Problema Específico ¿Bajo las condiciones de una fertilización nutricional adecuada se incrementará la producción de los pecanos del lote en el fundo Arrabales, Ica.	Diagnosticar la eficiencia nutricional foliar del cultivo de pecano según fenología, según condiciones del fundo Arrabales-Ica.	De acuerdo al estudio de nutrición foliar esencial del pecano, fenológicamente, ese podrá mejorar la conducción del pecano del lote 02 en el fundo Arrabales, Ica.		

Anexo 2: Informe de Análisis de Suelo



SOLICITANTE : DENILSON HUAROTO GONZALES
 PREDIO : TESISTA DENILSON HUAROTO GONZALES
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 649-015 -2024
 LUGAR : Ica
 FECHA DE RECEP. : 20/06/2024

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : M1 - FUNDO ARRABALES - 0-60cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arens	63.98	%		
Limo	23.37	%		
Arcilla	12.65	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO ARENOSO			
Porcentaje de Saturación de Agua	31.56	%	MES - 002	Gwinéttica
Carbonato de Calcio Total	0.81	%	MES - 003	Gwinéttica
Conductividad Eléctrica (E.S.) a 25 °C.	0.45	dS / m	MES - 004	Electrónico
pH (1M) a Temp. 20.4 °C	8.02		MES - 005	Electrónico
Fósforo Disponible	0.52	ppm	MES - 006	Olson
Materia Orgánica	0.72	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.04	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	97.00	ppm	MES - 009	Acorato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	6.91	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	0.75	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.24	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.24	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	2.91	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	8.14	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	0.57	mEq / L	SM 4501 CL - B	Argentométrico
Sulfato	0.95	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	0.56	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	2.96	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	3.08	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	0.66	mEq / L	EPA 243.1	FAAS
Sodio	0.96	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.18	mEq / L	EPA 208.1	FAAS
Boro	0.56	ppm (°)	ISO 5093.1830	Colorimétrico

UNIDADES

E.S. : Grado de Saturación.
 (1/11) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.
 P.S.I : Porcentaje de Sólidos Inercenstables.
 C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Cationico (Clasico).
 N : Nitro / Masa.
 ppm : mg / Kg.
 ppm (°) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio

SM : Standard Método
 EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
 ISO : International Organization for Standardization.
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Láser.

NOTAS

- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 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: 993 692 563
 Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



VALLE GRANDE

Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : DENILSON HUAROTO GONZALES

ANÁLISIS N° : 1057-01F -2024

PREDIO : TESISTA DENILSON HUAROTO GONZALES

LUGAR : fca

MATRIZ : HOJAS DE PECANO

FECHA DE RECEP. : 24/10/2024

INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL

MUESTRA : FUNDO. ARRABALES - CULT. PECANO - 20años - EF, BROTIAMIENTO

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N)	3.09	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P)	0.52	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K)	1.30	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca)	2.22	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg)	0.31	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S)	0.30	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.03	%	MEF - 007	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.22	%	MEF - 008	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	25.55	ppm	MEF - 009	FAAS
Zinc Total (Zn)	128.50	ppm	MEF - 010	FAAS
Manganeso Total (Mn)	135.50	ppm	MEF - 011	FAAS
Hierro Total (Fe)	103.50	ppm	MEF - 012	FAAS
Boro Total (B)	55.00	ppm	MEF - 013	Colorimétrico
Materia Seca	35.86	%	MEF - 014	Gravimétrico

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

CONDE:

% : 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. Alexia Sauceda 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 : DENILSON HUAROTO GONZALES
PREDIO : TESISTA DENILSON HUAROTO GONZALES
MATRIZ : HOJAS DE PECANO

ANÁLISIS N° : 1167-01F -2024
LUGAR : Ica
FECHA DE RECEP. : 29/11/2024

INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL
MUESTRA : FUNDO ARRABALES - EF. FLORACION PLENA - 20 años - SUBTANJALLA

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N _t)	2.34	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P)	0.20	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K)	1.05	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca)	1.64	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg)	0.28	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S)	0.10	%	MEF - 006	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.04	%	MEF - 007	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.08	%	MEF - 008	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	11.80	ppm	MEF - 009	FAAS
Zinc Total (Zn)	38.00	ppm	MEF - 010	FAAS
Manganeso Total (Mn)	93.65	ppm	MEF - 011	FAAS
Hierro Total (Fe)	124.05	ppm	MEF - 012	FAAS
Boro Total (B)	37.50	ppm	MEF - 013	Colorimétrico
Materia Seca	38.54	%	MEF - 014	Gravimétrico

Los resultados están expresados en muestra seca a 85°C.

DONDE:

% : Masa / Masa
ppm : mg / Kg
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Línea
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



SOLICITANTE : DENILSON HUAROTO GONZALES
 PREDIO : DENILSON HUAROTO GONZALES
 MATRIZ : HOJAS DE PECANO

ANÁLISIS N° : 128-01F -2025
 LUGAR : Ica
 FECHA DE RECEP. : 17/01/2025

INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL
 MUESTRA : MUESTRA N. 01

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N _T)	2.15	%	MEF - 001	Dumas
Fósforo Total (P)	0.15	%	MEF - 002	Colorimétrico
Potasio Total (K)	1.61	%	MEF - 003	FAAS
Calcio Total (Ca)	1.95	%	MEF - 004	FAAS
Magnesio Total (Mg)	0.30	%	MEF - 005	FAAS
Azufre Total (S)	0.09	%	MEF - 006	Turbidimétrica
Sodio Total (Na)	0.05	%	MEF - 007	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.22	%	MEF - 008	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	10.65	ppm	MEF - 009	FAAS
Zinc Total (Zn)	54.85	ppm	MEF - 010	FAAS
Manganeso Total (Mn)	117.65	ppm	MEF - 011	FAAS
Hierro Total (Fe)	114.00	ppm	MEF - 012	FAAS
Boro Total (B)	70.00	ppm	MEF - 013	Colorimétrica
Materia Seca	47.43	%	MEF - 014	Gravimétrico


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

BCRDE:

% : Masa / Masa
 ppm : mg / Kg
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Línea
 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. Alexia Saucedo Chacón
 JEFE DEL LABORATORIO




 MSc. Agr. Julio Castro Lazo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

**VALLE GRANDE**

Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : DENILSON HUAROTO GONZALES
 PREDIO : TESISTA DENILSON HUAROTO GONZALES
 MATRIZ : HOJAS DE PECANO

ANÁLISIS N° : 507-01F -2025

LUGAR : Ica

FECHA DE RECEP. : 02/05/2025

INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR - NUTRICIONAL
MUESTRA : CULT. PECANO - FDO. ARRABALES - 20 años - EF: MADURACION

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Nitrógeno Total (N +)	2.24	%	MEF-001	Dumas
Fósforo Total (P)	0.15	%	MEF-002	Colorimétrico
Potasio Total (K)	1.71	%	MEF-003	FAAS
Calcio Total (Ca)	2.57	%	MEF-004	FAAS
Magnesio Total (Mg)	0.34	%	MEF-005	FAAS
Azufre Total (S)	0.12	%	MEF-006	Turbidimétrico
Sodio Total (Na)	0.07	%	MEF-007	FAAS
Cloro Total (Cl)	0.19	%	MEF-008	Argentométrico
Cobre Total (Cu)	9.85	ppm	MEF-009	FAAS
Zinc Total (Zn)	25.55	ppm	MEF-010	FAAS
Manganeso Total (Mn)	203.80	ppm	MEF-011	FAAS
Hierro Total (Fe)	117.30	ppm	MEF-012	FAAS
Boro Total (B)	103.00	ppm	MEF-013	Colorimétrico
Materia Seca	61.85	%	MEF-014	Gravimétrico

Los resultados están expresados en muestra seca a 60°C.

UNIDADES:

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

NOTA:

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


 MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón
 JEFE DEL LABORATORIO




 MSc. Agr. Julio Castro Lazo
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular

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

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

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

Anexo 3: Instrumento de Recolección y Elementos nutricionales del cultivo de granado

1. Instrumentos de recolección

Instrumentos de recolección

Se empleará entre otros, los siguientes instrumentos:

- Envases de cartón
- Baldes plásticos
- Rastrillo
- Lampa
- Wincha
- Envases de plástico
- Sobres manila
- Plumón indeleble
- Balanza
- Tarjetas de identificación
- Celular
- Tijera
- Plano

Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Todas las muestras, tanto de suelos como las foliares tendrán resultados y estos mediante tablas, se establecerán según rangos normales según constantes físicas y químicas de los mismos serán comparados y se establecerán la cantidad de nutrientes para cada caso, según fenología y grado de desarrollo del cultivo de pecano.

Permitiendo de esta manera establecer la realidad clara, objetiva y precisa de la acumulación de nutrientes y así tomar las medidas correctivas del caso y poder realizar el diagnóstico y un plan de fertilización para el cultivo de pecano del fundo Arrabales Lote 02 en la Facultad de Agronomía.

A. Nutrientes

a) Nitrógeno

Esencial para la fotosíntesis, la formación de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos. Es un elemento móvil por lo tanto los primeros síntomas de deficiencias se observan en las hojas bajas, adultas. Debe ser aplicados todos los años para mantener la productividad del monte.

Su deficiencia se caracteriza por una clorosis general comenzando por las hojas adultas basales que al ser severa genera defoliación y crecimiento reducido.

Su exceso promueve crecimiento vegetativo anormal, baja productividad y lesiones en hojas. Mantener durante la etapa productiva una relación 2:1.

Este nutriente es absorbido principalmente como ión nitrato (NO_3^-) y en menor cantidad como amonio (NH_4^+). La fertilización nitrogenada prácticamente puede iniciarse desde el primer año de plantación. Los requerimientos por árbol son de 50 gramos de nitrógeno para el primero, 150 gr para el segundo, 250 gr para el tercero, 400 gr en el cuarto y 550 gr en el quinto año. Si los árboles jóvenes presentan crecimientos mayores de 1.5 metros por año, se recomienda reducir o eliminar el suministro de nitrógeno, por otro lado, si este es menor a 60 cm debe de ser incrementado. Después de esta etapa se puede tomar como guía general el aplicar de 90 a 100 gramos de nitrógeno por cada cm de diámetro del tronco. Los árboles adultos requieren de 150 a 250 kg de nitrógeno por ha, dependiendo del tipo de suelo, edad de la planta y rendimiento.

Si los crecimientos terminales de la parte superior del árbol muestra crecimientos menores de 15 cm, es un indicativo de que el programa de fertilización esta quedando corto y se debe incrementar su suministro. Por otro lado, si es mayor de 30 cm lo más probable es que se está aplicando de más. Fertilizaciones hasta de 300 kg/ha pueden recomendarse en huertos donde se produzcan más de 3.0 toneladas por ha. El aplicar la cantidad de nitrógeno de acuerdo a los requerimientos por la cosecha ayuda a reducir niveles de alternancia.

En árboles jóvenes se sugiere dividir la dosis anual en 4 o 5 partes durante los meses de crecimiento, realizando también una aplicación antes de brotación.

En sistemas de riego presurizado se puede dividir la dosis anual en los meses de riego y aplicarlo a través del sistema. Es importante que al menos el 25% de la dosis total se aplique antes de la brotación para permitir que se encuentre en la solución del suelo antes de que sea requerido por la planta. En huertas podadas, la dosis del fertilizante se reducirá directamente proporcional a la cantidad de madera podada. Si la poda elimino el 25 % de la madera entonces hay que reducirla en un 25 %.

En los árboles adultos, con un sistema de riego por gravedad, se recomiendan tres épocas de fertilización nitrogenada, una en prebrotación, otra en abril y la final en mayo. La proporción de las fertilizaciones es del 40 % para la primera, 20 % en la segunda y del 40 % en la tercera. Al igual que en los árboles jóvenes, si se cuenta con un sistema de riego presurizado, puede fraccionarse la dosis durante la etapa de crecimiento del nogal. Nuevamente, es conveniente aplicar al menos el 25 % de la dosis total en prebrotación[11].

b) Zinc:

Es un nutriente clave ya que influye en la eficiencia fotosintética, floración, tamaño del fruto y por lo tanto en el rendimiento. Los síntomas de deficiencia se caracterizan por hojas pequeñas, cloróticas, enruladas, bordes ondulados, tomando formas arrosietadas en los brotes apicales. Es un nutriente que se mueve muy lentamente en el suelo, siendo adecuado su aplicación en el mismo solo cuando éste presenta una acidez moderada (50-75 kg/ha/año). Las aplicaciones foliares son muy efectivas. Se deben aplicar todos los años, cuidando mojar bien todas las hojas dada su escasa movilidad. Se deberían realizar un mínimo de 3 aplicaciones, en intervalos de 15- 20 días hasta que los órganos vegetativos hayan terminado su desarrollo.

c) Fósforo

Participa en los procesos energéticos de la planta. Promueve la formación de flores y la calidad del fruto, ya que interviene en la formación de la almendra. Es un elemento móvil.

Los síntomas de deficiencia, primero, se ven en las hojas más viejas, que se vuelven pálidas y rojizas. Los aportes de este nutriente están en función de la cantidad de nitrógeno a aplicar.

Participa en los procesos energéticos de las plantas. Es móvil dentro de los tejidos por lo que se transloca a los tejidos jóvenes cuando hay bajos niveles de abastecimiento por parte del suelo. Su deficiencia provoca palidez en las hojas más adultas las cuales se tornan de un color rojizo. Síntomas de su exceso no han sido reportados, pero pudieran presentarse problemas en el funcionamiento de otros nutrientes, especialmente con zinc. El fósforo afecta la calidad de los frutos, incrementando el por ciento de almendra

d) Potasio

Este nutriente interviene en la regulación de las estomas y en la promoción de azúcares y aceites. Es un elemento móvil. Cuando la deficiencia de el mismo es muy alta, se observan en las hojas adultas una necrosis marginal. Estas deficiencias aparecen en la planta cuando la misma posee alta carga de frutos y la provisión de este nutriente, tanto desde los órganos de la planta como desde el suelo es insuficiente.

El 55% del potasio es exportado por el fruto y el resto se reciclan en las hojas que caen al suelo y la reserva de la planta.

El aporte de este nutriente está en función de la cantidad de nitrógeno a aplicar.

En concentraciones adecuadas favorece los procesos de absorción y translocación de N. Algunos autores mencionan que su papel principal es el de mantener la turgencia de las células, por ello la apertura y cierre de estomas está regulada por el contenido de K en

células guardia. Este nutriente está involucrado también en el transporte de carbohidratos, regulación de ósmosis y otros procesos fisiológicos en las plantas. Sus funciones más importantes están en el transporte de azúcares y la regulación hídrica de la planta. Es un elemento móvil dentro de las plantas, por lo que su deficiencia se presenta en los tejidos más adultos. Las deficiencias se manifiestan durante el verano como una necrosis marginal que inicia primeramente en las hojas las adultas. Síntomas de excesos no se han apreciado, pero pudiera provocar desbalances nutricionales, sobre todo con magnesio. Al igual que fósforo también influye positivamente en el por ciento de almendra de las nueces.[35]

Hierro y manganeso. Las formas en que la planta toma estos metales son Fe^{2+} y Mn^{2+} . 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. [36]

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[37]

B. 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 incrementarse 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 2:1:1.

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[38].

Anexo 4: Tomas fotográficas





















