

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



“DETERMINACION DEL RITMO DE ABSORCION DE MACRO Y MICRO
NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE PECANO (*Carya illinoensis* koch) VARIEDAD
MAHAN EN LA ZONA ALTA DEL VALLE DE ICA”

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

DONAYRE CÁRDENAS, LEONARDO DANIEL

PARIAN GERONIMO, MADELENE DEISY

ICA – PERÚ

2019

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	1
SUMMARY.....	2
INTRODUCCION.....	3
CAPITULO I.....	4
MARCO TEORICO.....	4
1.1 Antecedentes del Problema de Investigación.....	4
1.1.1 Antecedentes a Nivel Internacional.....	4
1.1.2 Antecedentes a Nivel Nacional.....	4
1.1.3 Antecedentes a Nivel Local.....	4
1.2 Bases Teóricas de la Investigación.....	6
1.2.1 Sobre el Cultivo de Pecano.....	6
1.3 Marco Conceptual.....	28
1.3.1 cepto de Fertilizante según Navarro G. (2014).....	28
1.3.2 cepto de Macro y Micro Nutrientes según Navarro G. (2014).....	28
CAPITULO II.....	30
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	30
2.1 Situación Problemática.....	30
2.2 Formulación del Problema Principal y Específico.....	30
2.2.1 Problema General.....	30
2.2.2 Problema Específico.....	30
2.3 Delimitación del problema.....	30

2.3.1 imitación espacial o geográfica.....	30
2.3.2 Delimitación Temporal.....	31
2.3.3 imitación social.....	31
2.3.4 imitación conceptual.....	31
2.4 Justificación e Importancia de la Investigación.....	31
2.4.1 Justificación.....	31
2.4.2 Importancia.....	31
2.5 Objetivo de la Investigación.....	32
2.5.1 Objetivo General.....	32
2.5.2 Objetivo Específico.....	32
2.6 Hipótesis de Investigación.....	32
2.6.1 Hipótesis General.....	32
2.6.2 Hipótesis Específica.....	32
2.7 Variables de Investigación.....	32
2.7.1 ntificación de las variables.....	32
2.7.2 racionalización de las Variables.....	33
CAPITULO III.....	34
ESTRATEGIA METODOLOGICA.....	34
3.1 Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación.....	34
3.1.1 Tipo de Investigación.....	34
3.1.2 vel de Investigación.....	34
3.1.3 seño de Investigación.....	34
3.2 Población y Muestra.....	34

3.2.1 Población de Estudio.....	34
3.2.2 Muestra de Estudio.....	34
CAPITULO IV.....	35
TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION.....	35
4.1 Técnicas de Recolección de datos.....	35
4.2 Instrumentos de recolección de datos.....	35
CAPITULO V.....	36
PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	36
5.1 Presentación e Interpretación de los Resultados.....	36
5.1.1 Cultivo de Pecano.....	36
5.1.2 Análisis de suelos.....	36
5.1.3 Análisis químico del Agua de riego.....	37
5.1.4 servaciones Meteorológicas.....	38
5.1.5 Fertilización.....	39
5.1.6 Riegos.....	39
5.1.7 Deshierbos.....	40
5.1.8 Metodología de la toma de Muestras para el Análisis Foliar.....	40
5.1.9 Resultados de los Análisis Foliare.....	41
5.2 Discusión de Resultados.....	56
5.2.1 Análisis Físico Mecánico y Químico del Suelo.....	56
5.2.2 Análisis Químico del Agua de Riego.....	56
5.2.3 tores Climáticos.....	57

5.2.4 Contenidos de Macro y Micro Nutrientes en Hojas del Cultivo de Pecano.....	57
CAPITULO VI.....	59
COMPROBACION DE HIPOTESIS.....	59
6.1 Contrastación de la Hipótesis General.....	59
6.2 Contrastación de la Hipótesis Específica.....	59
CAPITULO VII.....	60
CONCLUSIONES.....	60
CAPITULO VIII.....	61
RECOMENDACIONES.....	61
CAPITULO IX.....	62
FUENTES DE INFORMACION.....	62

RESUMEN

El presente trabajo de Tesis: “Determinación del Ritmo de Absorción de Macro y Micronutrientes en el Cultivo de Pecano (*Carya illinoensis* Koch) variedad Mahan en la Zona Alta del Valle de Ica” trata de determinar bajo las condiciones de suelo, agua y climáticas de la zona alta del valle de Ica, la cantidad de los macro y micro nutrientes absorbidos para el cultivo de Pecano en función de las etapas de desarrollo y conducidos bajo sistema de fertirrigación (microtubos).

El tipo de investigación es no experimental, en el nivel descriptivo y el diseño es longitudinal de tendencia, porque se evalúa el ritmo de absorción de fertilizantes en función de las etapas de desarrollo del cultivo.

El objetivo específico del presente trabajo de investigación, es realizar un manejo adecuado del cultivo de Pecano en cuanto a su fertilidad mediante la determinación del ritmo de absorción de macro y micronutrientes para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

Mediante el presente trabajo de Tesis se ha podido determinar que los macroelementos Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Azufre se encuentran en una concentración adecuada en las hojas de cultivo de Pecano a excepción del Magnesio que se encuentra en una concentración baja.

Así mismo los microelementos Cobre, Zinc, Manganeso y Hierro se encuentran en una concentración adecuada en todas las etapas de desarrollo del cultivo de Pecano, a excepción del micro nutriente Boro que se encuentra en una concentración alta en la última etapa de desarrollo del cultivo de Pecano.

Palabras Claves: absorción, fertilizantes, macronutrientes, micronutrientes.

SUMMARY

The present work of Thesis: " Determination of the Rhythm of Absorption of Macro and Micro Nutrients in the Cultivation of Pecano (*Carya illinoensis* Koch) Mahan variety in the Upper Zone of the Ica Valley " is to be determined under soil conditions, water and climate of the Upper Zone of the Ica Valley, the amount of macro and micro nutrients absorbed for the Pecan Cultivation in the function of the stages of development and conducted in the fertigation system (microtubes).

The type of research is non-experimental, at the descriptive level and the design is longitudinal trend, because the rate of fertilizer absorption is evaluated according to the stages of crop development.

The specific objective of this research work is to make an adequate management of the Pecano crop in terms of its fertility by determining the absorption rate of macro and micro nutrients for the conditions of the upper area of the Ica Valley.

Through the present work of thesis it can be determined that the macroelements Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Calcium and Sulfur are in an appropriate position in the leaves of Pecan cultivation except Magnesium that is in a low concentration.

Likewise, the microelements Copper, Zinc, Manganese and Iron are in an adequate concentration in all the stages of development of the Pecan cultivation, an exception of the micronutrient Boron that is in a high concentration in the last stage of development of the cultivation of Pecano.

Keywords: absorption, fertilizers, macronutrients, micronutrients.

INTRODUCCION

En los últimos años los cultivos de frutales están adquiriendo una gran importancia en la Zona del Valle de Ica, por la gran calidad de sus productos, que son aceptados en los diversos mercados e industrias tanto nacional como extranjeras.

El cultivo de Pecano, en sus diferentes variedades es uno de ellos, además por ser un cultivo que ha encontrado en la zona del valle de Ica, las mejores condiciones para un buen desarrollo y producir en cantidad y calidad sus productos.

Por estos motivos es que se deben realizar investigaciones con respecto al consumo de agua, fertilización y manejo de plagas y enfermedades para realizar un adecuado manejo del cultivo de Pecano y obtener las mejores producciones, lo que redundará en un mayor beneficio para los agricultores de la zona.

El cultivo de Pecano últimamente está adquiriendo mucha importancia entre los agricultores de la zona, porque es un cultivo que no resulta muy caro su conducción y por los buenos precios alcanzados en el mercado tanto nacional como internacional, pero en la cual se ha hecho poca investigación, por este motivo es que se está realizando el presente trabajo, con la finalidad de determinar los requerimientos nutricionales del cultivo de Pecano, en las etapas de desarrollo, como una manera de mejorar en la conducción del cultivo de Pecano con respecto a la fertilización, para las condiciones de la zona alta del valle de Ica,

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes del Problema de Investigación

1.1.1 Antecedentes a Nivel Internacional

No se conocen antecedentes a nivel internacional de trabajos similares realizados en el cultivo de Pecano, por ser un cultivo que se cultiva en el Perú y especialmente en la zona del valle de Ica.

1.1.2 Antecedentes a Nivel Nacional

A nivel nacional tampoco se encuentran trabajos similares realizados en el cultivo de Pecano, por ser un cultivo que en su mayoría se cultivan en la zona del valle de Ica.

1.1.3 Antecedentes a Nivel Local

ALMEYDA R. & RAMOS J. (2017) han realizado trabajos similares pero en el cultivo de Palto en la zona alta del valle de Ica, cuyo título es: *“Determinación del Ritmo de Absorción de Macro y Micro Nutrientes en el cultivo de Palto (Persea americana mill) variedad Hass en la Zona Alta del Valle de Ica”*.

Concluye que el macro nutriente nitrógeno pasó de una concentración baja a una concentración adecuada, y los macronutrientes fósforo y potasio se encontraron en una concentración alta en todas las etapas de desarrollo del cultivo de Palto.

El macro elemento azufre pasó de una concentración adecuada a una concentración alta.

Así mismo los macroelementos calcio y magnesio se encontraron en una concentración baja en todas las etapas de desarrollo del cultivo de Palto.

Con respecto a los microelementos tuvieron una variación en la concentración del cultivo de Palto en todas sus etapas de desarrollo.

SALCEDO A. & SALAZAR H. (2018) dan a conocer la absorción de Nutrientes por el cultivo de Palto en su trabajo de investigación titulado: *“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 Alta del Valle de Ica”*.

Han determinado que el macro elemento nitrógeno se encontraba en una concentración adecuada, pero después pasó a una concentración baja en las siguientes etapas de desarrollo del cultivo de Palto.

El macro elemento fósforo, así como el potasio se encuentran en una concentración alta en todas las etapas de desarrollo del cultivo de Palto.

El macro elemento calcio se mantuvo en una concentración adecuada en la última etapa de desarrollo del cultivo de Palto.

En relación al macro elemento magnesio se encuentra en una concentración baja en todas las etapas de desarrollo del cultivo de Palto. El macro elemento azufre pasó de una concentración alta a una concentración baja en la última etapa de desarrollo del cultivo de Palto,

Con respecto a la asimilación de los micro nutrientes ha habido una variación en el ritmo de absorción por el cultivo de Palto en todas las etapas de desarrollo.

1.2 Bases Teóricas de la Investigación

1.2.1 Sobre el Cultivo de Pecano

Según el Ministerio de Agricultura (2011)

a) Clasificación botánica

El pecano, *Carya Illinoensis* Kock., pertenece a la familia Juglandaceae, con seis géneros, entre ellos *Juglans*, *Carya* y *Pterocarya*, con cerca de 40 especies distribuidas en las regiones templadas del hemisferio norte. El pecano está emparentado con árboles frutales, ornamentales y forestales como los nogales.

El género *Carya* tiene alrededor de 20 especies, de las cuales solo unas pocas producen nueces comestibles. Generalmente tienen bajos rendimientos, cáscara gruesa o dura y nueces pequeñas. Algunas especies que tienen nueces comestibles son: *C. cordimorfis* (Wang) Koch, *C. glabra* (Mill) Sweet y *C. laciniosa* (Wang) Sarg., llamadas vulgarmente nuez amarga, nuez del cerdo y nuez corteza concha, respectivamente. La más importante de las especies cultivadas es el pecano.

b) Origen

La especie es originaria del sur de Estados Unidos y del norte de México. Los frutos eran usados por los indígenas hace 8 mil años en Texas. Es el fruto seco nativo más importante de los Estados Unidos. El término "Pecan" viene de la palabra aborígen americana "Pacane" y quiere decir "nuez" que es tan dura que requiere una roca para partirla".

A escala mundial, los principales países productores son Estados Unidos y México. En Estados Unidos se produce un marcado añerismo (Cuadro 4.1.) que, consecuentemente, afecta los precios, mientras que en la producción mexicana no se produce este fenómeno.

Cuadro 4.1. Rendimiento y precios en años de alta y baja producción en pecanos en Georgia, Estados Unidos.

Año	Producción (toneladas)	Precio promedio (US\$/kilo)
1992	13.607	0,33
1993	68.038	0,122
1994	29.483	0,21
1995	34.019	0,24
1996	40.823	0,14
1997	45.359	0,19
1998	18.143	0,27
Fuente: Adaptado de Georgia Agricultural Education, 2002		

c) Descripción de la especie

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura (2011)

El pecano es un árbol caducifolio, muy longevo, que alcanza hasta 30 m de altura, de copa frondosa y madera quebradiza. Las hojas son alternas, imparipinadas, con 7 a 17 folíolos, opuestos, aserrados y asimétricos, verde brillante en el haz y más claro en el envés.

La raíz puede penetrar a una profundidad de 10m, pero la mayoría de las raíces se encuentran alrededor de 1,2m de profundidad y puede abarcar el doble del espacio que cubre el follaje en la superficie. Ocasionalmente puede no tener pelos radicales. Se le señalaba como tolerante a la anaerobiosis.

Es una especie monoica en la que las flores femeninas se ubican en la zona terminal de los brotes del año, dando lugar a los frutos en grupos de 2 a 9 nueces.

Por otra parte, las flores masculinas corresponden a amentos y se encuentran ubicados en la zona basal, en madera del año anterior. La inflorescencia femenina es una espiga terminal de pocas flores que no

tienen pétalos y constan de grandes estigmas sujetos a un ovario. Nacen en primavera cercanas a la punta del crecimiento del brote del año (foto 4.2.).



Foto 4.2. Flores y frutos cuajados, se observa su ubicación cercana a los ápices de las ramillas.

El pecano es autofertil, pero dicogamo, es decir, la maduración de ambas flores no es coincidente, por lo que se deben plantar juntas aquellas variedades cuyas flores masculinas y femeninas coincidan en su maduración. Las variedades protándricas son llamadas Tipo I y las protoginias Tipo II. Solo unas pocas variedades liberan el polen al mismo tiempo en que la flor femenina está receptiva (protandria) o después que el periodo de receptividad ha terminado (protoginia). Cuando el amento madura, libera grandes cantidades de polen, lo que aumenta las oportunidades de que el polen llegue al estigma.

La polinización es anemófila. El polen del pecano, como el del nogal, es relativamente pequeño y muy liviano. Por esta razón no es necesario tener polinizantes tan cercanos a la variedad principal como ocurre en almendros y cerezos. El pecano se asemeja al avellano europeo en el largo período que se requiere entre polinización y fecundación. Alrededor de 12 semanas después de la polinización, que es cuando el fruto está próximo a alcanzar su tamaño definitivo, el embrión entra en periodo de crecimiento rápido que dura de 6 a 8 semanas.

El fruto es una drupa, de 2,5 a 4,5cm de longitud; la cascara o involucro, es verde y carnosa que está compuesta de brácteas y tejido del ovario (exo y mesocarpio) y envuelve al fruto hasta la madurez. La nuez es de forma oblonga, lisa, de cascara delgada y puntiaguda. En su interior contiene la semilla con un embrión, lisa, de cascara delgada y puntiaguda. En su interior contiene la semilla con un embrión grande con dos cotiledones (Foto 4.3.). Que están separados por una delgada lamina que se extiende desde la cara interior del endocarpio.

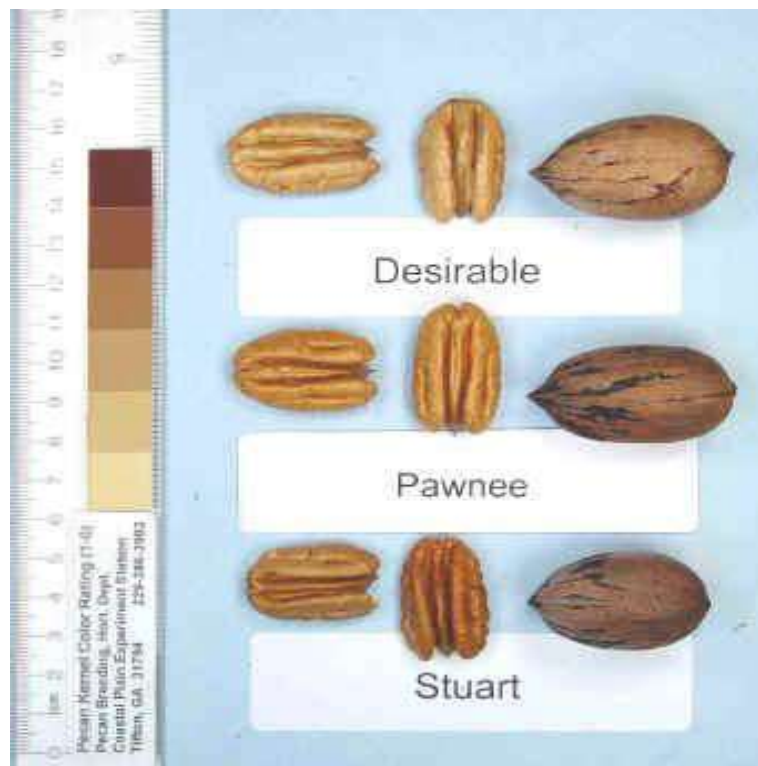


Foto 4.3. Nueces de tres variedades de pecana

El periodo de desarrollo del fruto es largo y se extiende por más de seis meses desde que es polinizado. El aspecto más crítico es el largo periodo requerido para el llenado del fruto, que se extiende por cerca de seis semanas, en el que además deben almacenarse reservas para la próxima temporada. Por este motivo, es importante mantener los árboles en óptimas condiciones durante el periodo, por lo que incluso se recomiendan aplicaciones de nitrógeno para mantener las hojas por el máximo tiempo posible antes de su caída.

Cuadro 4.2. Composición de 100g de pecanas.

Componente	(%)	Vitaminas y minerales	
Agua	3,4	Vitamina A	130 Unidades Internacionales
Proteínas	9,2	Tiamina, B1	0,86 mg
Grasas	72	Riboflavina, B2	0,13 mg
Carbohidratos	15	Niacina	0,9 mg
		Vitamina C	2 mg
		Calcio	73 mg
		Fósforo	289 mg
		Hierro	2,4 mg
		Sodio	trazas
		Potasio	603 mg
Fuente: Adaptado de Westwood, 1982.			

d) Características agronómicas

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura (2011)

1.0 Suelos

El pecano prefiere suelos livianos de textura media, pH 5,5 – 6,0, pero puede crecer en suelos algo más arcillosos y pH levemente más alto. Requiere suelos profundos, sin napas freáticas altas. No tolera suelos alcalinos o con alto contenido salino. Son sensibles a la presencia de carbonato de calcio.

2.0 Clima

Con disponibilidad de agua en el suelo, puede desarrollarse igualmente bien en áreas con climas áridos o húmedos; sin embargo, debido a la alta presión de enfermedades en zonas muy húmedas, es preferible cultivarlo en climas subtropicales.

Es bastante resistente a las bajas temperaturas, aunque los árboles jóvenes pueden morir completamente cuando el termómetro disminuye a -20°C.

Debido a la tardía salida del reposo invernal, las heladas raramente son un problema, a pesar de que los brotes nuevos pueden morir con temperaturas de -2,2 °C. El requerimiento de unidades de calor puede ser una mayor limitación que la resistencia a bajas temperaturas, por los problemas que se producen en el llenado de la nuez, al no existir temperaturas, por los problemas que se producen en el llenado de la nuez, al no existir temperaturas adecuadas para la fotosíntesis durante el periodo crítico del crecimiento del fruto, a fines del verano. Por ellos, requiere de veranos largos y calurosos, con noches tibias para tener un adecuado desarrollo y maduración del fruto. Algunas variedades requieren entre 180 y 220 días para el desarrollo y maduración del fruto.

Los requerimientos de frío son escasos, alrededor de 500 horas bajo 7,2 °C, incluso sin frío, como en los casos de México e Israel. Algunos autores señalan que tiene un letargo corto y poco profundo, requiriendo entre 400 y 500 horas-frío (HF) en lugares de otoño e invierno suave; sin embargo, si el otoño es frío, se desarrolla un letargo más profundo que eleva el requisito de frío para salir de él. Son los árboles más tardíos en reactivarse en primavera, lo que aparentemente se debe a un alto requerimiento de calor post receso. Se determinó que existiría una interacción entre el frío y la acumulación de calor, donde el frío es requerido para reducir la variabilidad en la salida del receso y no para romper el receso en sí.

3.0 Riego

Uno de los principales cuidados que se debe tener durante los primeros dos a tres años es el riego, debido a que hay una alta pérdida de raíces durante el trasplante.

En huertos adultos, el requerimiento de agua es de alrededor de 12.000

m³/ha/año, generándose la mayor demanda durante diciembre, enero y febrero. En árboles nuevos debiera aplicarse entre 38 y 57 L/día/planta.

El pecano es muy sensible al agua de riego que contenga más de 1.000 ppm¹ de sales totales disueltas, más de 300 ppm de cloruros o más de 0,5 ppm de boro.

Altos niveles de estos elementos pueden causar quemaduras en las hojas y algún grado de defoliación, especialmente durante el verano.

4.0. Nutrición

En general se recomienda no fertilizar al momento de plantación, excepto en condiciones de muy bajo nitrógeno, donde se recomienda fertilizar durante la parte final de la estación de crecimiento. Algunos autores señalan que, debido a las altas necesidades que tiene la especie y a la frecuencia con que se presentan deficiencias, debiera adicionarse Zn al momento de plantar (0,5 kg de fertilizante con un 22% de Zn/árbol), siempre con la precaución de no dejar las raíces en contacto directo con el fertilizante (National Department of Agriculture of South Africa, 2005). En árboles jóvenes, el crecimiento anual de los brotes debiera ser entre 60 y 120 cm y esto, junto a un análisis de suelo previo a la plantación, debiera dar una base para determinar los requerimientos de fertilización durante los primeros años de crecimiento.

En plantaciones adultas, una buena herramienta para determinar las necesidades de fertilizantes es el análisis foliar. Éste se debe realizar en enero, seleccionando árboles representativos del huerto y sin daños por insectos o enfermedades.

Se eligen y marcan los árboles para sacar siempre las muestras de ellos. Se debe sacar el par de foliolos centrales de la hoja compuesta, del sector medio de brotes de la temporada, sin frutos. Los datos aportados por el análisis foliar, deben relacionarse con el vigor de los árboles, para determinar los niveles de fertilización a aplicar. Los niveles de nutrientes considerados adecuados para el pecano se incluyen en el cuadro 4.3.

Cuadro 4.3. Rangos adecuados de concentración de elementos minerales en hojas de pecano.

Elemento	Rango de concentración adecuada	
Nitrógeno	2,50 – 3,00	(%)
Fósforo	0,12 – 0,30	(%)
Potasio	0,75 – 1,50	(%)
Azufre	0,15 – 0,25	(%)
Calcio	0,70 – 2,50	(%)
Magnesio	0,30 – 0,70	(%)
Cobre	4 - 50	(ppm)
Zinc	50 - 100	(ppm)
Manganeso	150 - 500	(ppm)
Fierro	50 – 300	(ppm)
Boro	20 - 50	(ppm)
Fuente: Ibacache et al., 2001.		

El zinc es uno de los elementos más importantes en la nutrición del pecano. Su deficiencia causa “arrosetamiento” de los brotes, hojas con bronceado y moteado o cloróticas. Además, se produce defoliación temprana, muerte de ramillas terminales, ramillas cortas y delgadas, creciendo desde las ramas madres con rosetas de hojas verde amarillo en las puntas y nueces anormalmente pequeñas.

e) Agronomía de la Nutrición y Fertilización de Cultivos

Terminología:

- **Nutrición vegetal.** Área de la agronomía que estudia los procesos biológicos, químicos y bioquímicos asociados a la dinámica y uso de los nutrientes minerales que las plantas necesitan para la construcción de sus tejidos vegetales y la realización de sus funciones metabólicas. La Nutrición Vegetal se encarga de proponer las cantidades, tipo, combinación y distribución de los

nutrientes durante el ciclo vegetal, para lograr los objetivos de rendimiento, calidad y sustentabilidad de los sistemas productivos.

- **Fertilización de cultivos.** Área de la agronomía que se encarga de estudiar y generar propuestas de uso de las materias primas que contienen los nutrientes que las plantas requieren, es decir, los fertilizantes. La Nutrición Vegetal propone un plan nutricional y la Fertilización se encarga de buscar las mejores opciones de calidad y costo entre los fertilizantes que proveen los nutrientes solicitados.
- **Fenología.** Es la descripción de cada una de las etapas de la vida de la planta: brotación, desarrollo, crecimiento, floración, cuaja, llenado de frutos, senescencia, dormancia. Estas etapas deben ser conocidas y distinguidas, porque cada una representa distintas funciones metabólicas, requerimientos de agua, cantidad de nutrientes y balance de los mismos.
- **Materia seca.** Luego de sacar toda el agua de los tejidos vegetales (hojas, tallos, raíces, flores, frutos) vía deshidratado en horno a 65° C durante 72 horas, lo que queda es la “materia seca”.
Esta materia seca es la que se utiliza para expresar la producción de las plantas en una misma base cuantitativa de comparación.
También se usa para analizar el contenido de nutrientes mayores y menores que posee una planta y, de esa manera, cuantificar y expresar porcentualmente su contenido de nutrientes “base materia seca”.
- **Nutriente esencial.** Las plantas utilizan elementos (átomos) para construir sus tejidos y cumplir con sus necesidades metabólicas. De éstos, 17 son “esenciales”. Cada uno cumple una función específica, única e irremplazable en la vida de la planta. Son los nutrientes esenciales. El concepto de “esencialidad” dice que todo elemento en cuya ausencia la planta no pueda cumplir con su ciclo vital, tiene carácter de esencial.

- **Macronutriente.** Los nutrientes esenciales que la planta usa en mayor cantidad y cuyo contenido en sus tejidos supera normalmente 0,1% hasta 5-6%. Son nitrógeno, fósforo, potasio (macronutrientes primarios), calcio, azufre y magnesio (macronutrientes secundarios).
- **Micronutriente.** Los nutrientes que la planta usa en menor cantidad, desde 1 ppm a 0.1% en los tejidos, aproximadamente. Son hierro, cobre, zinc, manganeso, boro, molibdeno, cloro y níquel.
- **Nutriente benéfico.** Elementos que, sin ser esenciales, tienen una acción benéfica en la vida y productividad de ciertos cultivos. Ejemplo: sodio (remolacha y especies hortícolas y forrajeras), silicio (arroz).
- **Nutrición completa y balanceada.** Ley del mínimo. Concepto básico para la fertilización de cultivos. La planta debe disponer de todos los nutrientes que necesita para sus tejidos y funciones metabólicas y en la proporción que estos nutrientes están en sus tejidos (Cuadro 1). Estas proporciones son específicas y se recomienda utilizar las tablas de demanda por cultivo, los análisis de suelo y las respectivas recomendaciones técnicas. Este concepto se basa en la Ley del Mínimo de Liebig.

Cuadro 1. Nutrientes esenciales y proporción aproximada en los tejidos vegetales de las plantas cultivadas.

Elemento esencial	Símbolo químico	Nivel promedio en la planta (% o ppm)	Clasificación
Carbono	C	89-90 %	Elementos atmosféricos
Hidrógeno	H		
Oxígeno	O		
Nitrógeno	N	2-3 %	Macronutrientes primarios
Fósforo	P	0,5 %	
Potasio	K	3-5 %	
Calcio	Ca	0,6 %	Macronutrientes secundarios
Magnesio	Mg	0,3 %	
Azufre	S	0,4 %	
Fierro	Fe	50-250 ppm	Micronutrientes metálicos
Manganeso	Mn	20-500 ppm	
Zinc	Zn	25-50 ppm	
Cobre	Cu	5-20 ppm	
Níquel *	Ni	0,1-1,0 ppm	
Molibdeno	Mo	0,2-1,0 ppm	
Boro	B	20-30 ppm	
Cloro	Cl	0,01-0,5 %	Micronutrientes no metálicos
Sodio	Na	0,01-10 %	Elementos benéficos
Silicio	Si	0,2-2,0 %	

* El níquel (Ni) fue declarado esencial en 1987. (Havlin et al, 1999)

f) La Fertilidad del Suelo

Según Calderon E. (1987)

Ciertos autores sostienen que las tierras deben ser clasificadas de acuerdo con la proporción de elementos químicos fertilizantes en ellas contenidos, observando que la fertilidad del suelo puede ser en cierto modo apreciada

por la cantidad de fósforo, potasio o materia orgánica que contienen, como fertilizantes susceptibles de poder ser asimilados por la planta.

Para el análisis químico de las tierras se emplean diversas técnicas, según los países, y para analizar el contenido de materia orgánica existente en el suelo suele emplearse el método de Walkley y Black; para determinar el valor pH, se practica electrométricamente por medio de electrodos; para conocer el poder clorosante de los carbonatos, se emplea el calcímetro de Bernard; para el nitrógeno, por medio de la mezcla del ácido clorhídrico y fluoruro amónico; para el potasio, a base del acetato amónico con un cierto grado de acidez y por fotometría de llama; para el calcio y magnesio, el acetato amónico a un valor 7 del pH, y para la capacidad de cambio, el método de Melich.

Para el fruticultor, lo que le interesa del análisis químico es conocer la riqueza total en elementos fertilizantes y su estado asimilable por parte del árbol, y no su estado más o menos asimilable, el cual puede ser muy relativo.

Un suelo puede contener una cierta proporción de potasio, sodio, calcio, fósforo, etc., pero debido a las reacciones del suelo difícilmente asimilables por parte de la planta.

Según Kennard (1963)

La influencia que ejercen las condiciones físicas y el contenido químico del suelo con sus reacciones tiene una capital importancia en el proceso de asimilación de los fertilizantes por parte de las plantas, siendo el que definitivamente determina su desarrollo.

El conocimiento del contenido de un determinado elemento, que de momento no es asimilable aunque puede serlo al correr del tiempo, poco interesa, ni tampoco debe tenerse en cuenta al formular las dosis de los fertilizantes, por no poder ser utilizados.

Para conocer a ciencia cierta este contenido químico del suelo, únicamente puede obtenerse por medio de su análisis químico cualitativo y cuantitativo,

por medio del cual se valoriza la cantidad potencial activa y asimilable de cada elemento, con sus tantos por ciento y sin omitir los elementos siguientes:

grava;

textura;

pH_{actual (H₂O)};
pH_{potencial (ClK)};

Fósforo asimilable (P₂O);

Potasio asimilable (K₂O);

Carbono(C);

Calcio asimilable (CaO);

Magnesio asimilable (MgO);

Nitrógeno(N);

Hierro asimilable (Fe);

Materia orgánica;

Carbonatos (CO₂Ca);

Aluminio asimilable (Al);

además, la cantidad de calcio activo.

Con estos datos, ofrecidos por el análisis químico del suelo, y las propiedades físicas de éste, además de las reacciones operadas en aquel tendremos una clara idea para conocer la especie frutal que mas se adapte a ello; y de interesarnos en grado sumo modificar el valor pH podremos lograrlo en cierto modo por medio de la acidificación y descalcificación, practicando ciertas enmiendas, al objeto de cultivar. Para todo fruticultor, lo más interesante del análisis es conocer el valor pH del suelo, que es el que ofrece la máxima claridad respecto a las reacciones que en él pueden operarse.

Por otra parte, son gran mayoría los fruticultores que se lanzan al cultivo de toda especie frutal con un completo desconocimiento del contenido químico y propiedades físicas de sus tierras por omitir el análisis previo, incurriendo en posibles errores que luego se traducen en fracasos.

En los Servicios de Extensión Agraria radicados en todas las comarcas se realizan gratuitamente estos análisis, que son los únicos que ofrecen, con sus resultados, la garantía de adaptabilidad de la especie a cultivar.

g) Adaptabilidad de las Especies Frutales Según la Reacción del Suelo

Según Calderón E. (1987)

Según la naturaleza específica de la especie o del portainjerto sobre el que está injertada, tendrán aptitudes más o menos acusadas para desarrollarse en suelos más o menos ácidos o alcalinos. Existen, no obstante, especies y portainjertos más resistentes unos que otros a la acidez o alcalinidad; no obstante, en sus excesos puede existir un cierto bloqueo de algún elemento nutritivo o indispensable para el desarrollo del árbol y sus frutos, y ello puede provocar ciertas enfermedades carenciales.

Si la acidez o alcalinidad del suelo no es muy extremada puede corregirse mediante el empleo de fertilizantes de reacción opuesta, en fórmulas equilibradas, según las necesidades requeridas por la especie. De ser una u otra muy acentuada, no queda otra alternativa que la enmienda como un medio de neutralizarla.

Para valorar el grado de acidez o alcalinidad del suelo se ha recurrido a la expresión de su valor mediante la sigla <<pH >>; esta sigla, admitida internacionalmente, no es otra que la abreviatura del *Potencial Hidrógeno* contenido en solución acuosa. A tal efecto se ha establecido una escala gradual de valores que comprende 14 divisiones, cada una de las cuales representa el logaritmo inverso a la concentración de iones de hidrógeno de una solución, cuyos valores extremos, por lo regular, se omiten en la escala por ser un caso excepcional que se registren en los suelos, ya que de ser así estas tierras escapan al margen de todo cultivo, y más tratándose del cultivo de frutales.

Por otra parte, unas especies más que otras hacen un notable consumo de calcio, y además, debido a las pérdidas por lixiviación de este elemento que se originan en el suelo, éste tiende a acidificarse, lo que obliga en las

tierras de reacción ácida y bajo valor pH al empleo de fertilizantes de naturaleza alcalina al objeto de mantener las reservas de calcio en el suelo.

Según Calderón E. (1987)

Si el grado de acidez es muy acentuado pueden practicarse enmiendas periódicas a base de óxido de cal (cal apagada), no hidráulica, o de margas o dolomitas. En caso contrario, la reducción de la alcalinidad del suelo se hace más difícil, lo que puede lograrse con el tiempo aplicando constantemente fertilizantes de naturaleza ácida, como lo

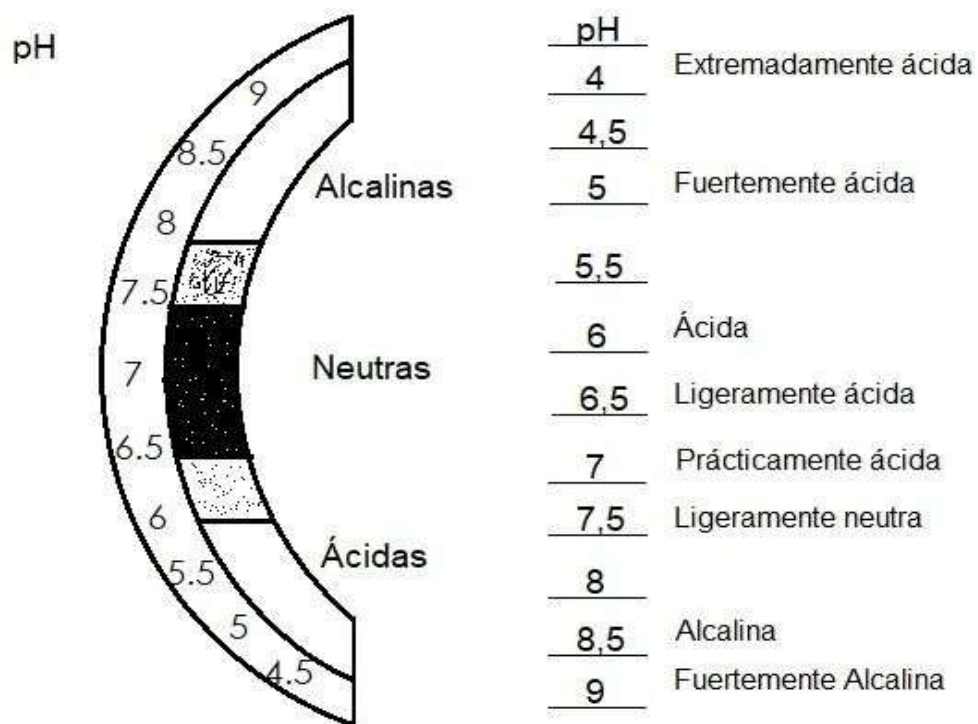


Fig. 3-1. La reacción del suelo en pH

son todos los sulfatos y en particular el de cal (yeso), por la notable cantidad de azufre que contiene.

En el cultivo de especies frutales, en toda la parte oriental de la península ibérica, interesa más la acidificación del suelo que la calcificación, por contener estas tierras, de ordinario, una excesiva cantidad de carbonatos de cal, ofreciendo un elevado valor pH, al contrario de la parte occidental de la misma, en que interesa más la calcificación del suelo que la

acidificación, por estar estas tierras por lo regular faltas de calcio y ofrecer más bien un bajo valor pH.

Respecto a los requerimientos de las especies frutales sobre el grado de acidez o alcalinidad, tampoco son absolutos, tolerando ciertas diferencias, pudiendo vegetar normalmente entre límites de un valor pH un tanto variable según la naturaleza específica del portainjerto, influenciados no sólo por el contenido químico y propiedades físicas del suelo, sino también por el clima.

En todos los casos se admiten ciertas tolerancias, que consignamos en el cuadro que ofrecemos a continuación.

h) Valor Mínimo, Neutro y Máximo del pH, Admitido por las Distintas Especies Frutales Consignadas en este Trabajo

Especies	Valor mínimo	Valor medio	Valor máximo
Agrios	5,5	6,0	6,5
Aguacate	5,7	6,2	6,6
Albaricoquero	6,5	7,0	7,5
Almendro	6,2	7,5	8,8
Avellano	5,5	6,3	7,2
Caqui	6,0	7,0	8,0
Ciruelo	6,7	6,9	7,2
Granado	6,0	7,0	8,0
Grosellero	5,5	6,2	7,0
Grosellero del Japón	5,8	6,5	7,0
Higuera	6,5	7,3	8,2
Manzano	5,8	7,0	8,2
Manzano agrio	5,8	7,0	8,2
Melocotonero	5,5	6,0	7,0
Membrillo	5,5	6,3	7,2
Nectarina	5,5	6,0	7,0
Níspero del Japón	6,2	7,0	7,5
Nogal	5,5	6,7	8,0
Olivo	6,2	7,5	8,8
Peral	6,0	6,5	7,0
Vid	6,0	7,0	8,0

Según Juscafresa (1978)

Para el buen desarrollo de la especie no se requiere ni el máximo valor ni el mínimo del pH, sino el valor medio o neutro, por medio del cual ha de orientarse el fruticultor para la implantación de la especie a cultivar, sin que, en el caso de alcanzar las tierras un valor máximo o mínimo de pH, haya de renunciar a efectuar la implantación, ya que las diferencias de valores

hacia el neutro pueden corregirse por medio de los fertilizantes de reacción opuesta, y en los casos más comprometidos por la enmienda.

Conociendo por medio del análisis el valor mínimo, medio o máximo del pH, y los requerimientos de cada especie y la influencia que pueda ejercer la naturaleza específica del portainjerto, ello permitirá tener una idea clara, no sólo para su adaptación en el suelo, sino también para acertar con una formulación racional y equilibrada de fertilizantes que será el medio adecuado para mantener el equilibrio nutritivo del suelo, atendiendo las reacciones que en él puedan operarse de acuerdo con las necesidades nutritivas requeridas por la especie, al objeto de fomentar su desarrollo del árbol, su especie o su edad, éste necesitará una mayor o menor concentración de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos o potásicos, y según los años de vegetación puede resentirse de la escasez de ciertos micronutrientes por agotamiento de éstos en las fuentes naturales del suelo, igualmente necesarios para que el árbol pueda elaborar su materia vegetal, fomentar su desarrollo y producción de fruto, y cuyas necesidades aumentan o disminuyen según la reacción del suelo.

De haber implantado el árbol en tierras alejadas de su punto neutro hacia un valor pH elevado, precisa fertilizarlo con abonos de naturaleza ácida y hasta más concentrados para que surtan el mayor efecto, a causa del bloqueo que pueda ejercer el calcio sobre determinados elementos; y habrán de ser los fertilizantes de naturaleza alcalina si las tierras se inclinan, fuera del punto neutro, hacia un valor pH bajo.

La influencia ejercida por la reacción del suelo en el uso o abuso incorrecto de los fertilizantes químicos puede ser la causa de alterar el equilibrio nutritivo y provocar ciertas enfermedades carenciales, las cuales repercutirán irremediablemente en la salubridad y desarrollo del árbol y sus frutos.

Para tener una clara idea de la influencia que ejerce la reacción del suelo, según sea su valor pH, sobre los fertilizantes, en la tabla siguiente podrán apreciarse estas diferencias respecto a su eficacia, lo que obliga, según

sean estas reacciones, a aumentar o disminuir las dosis de los fertilizantes requeridos por la especie para obtener de ellos la máxima eficacia.

Porcentajes por 100											
Valor pH	N	Po	K	Na	Ca	Mg	Fe	Mn	Bo	Cu	Zn
4	10	10	10	10	10	10	100	20	20	20	20
4,5	20	10	20	20	10	20	100	70	70	80	80
5	40	10	50	40	20	60	100	100	100	100	100
5,5	80	10	80	80	50	80	90	100	100	100	100
6	100	15	100	100	80	90	90	100	100	100	100
6,5	100	80	100	100	100	100	30	50	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	20	30	100	80	80
7,5	100	100	100	100	100	100	15	20	80	70	70
8	80	80	100	100	100	100	10	15	40	40	40
8,5	40	40	100	100	100	90	10	10	10	10	10
9	20	20	100	100	90	80	5	10	10	10	10

Según queda consignado en la tabla, cuando el valor pH acusa un 6,0, por ejemplo, el árbol puede asimilar el 90% del sulfato de hierro aplicado; de acusar el 8,0 del pH, únicamente podrá hacer uso de este elemento en un 10%. En consecuencia, y en el último caso, será necesario suministrar 8 veces más de sulfato de hierro que en el primero para que surtan los mismos efectos, diferencias que son más o menos acusadas y registradas en todos los elementos fertilizantes según sean las reacciones del suelo.

i) Requerimiento Nutritivo de las Especies Frutales

De acuerdo a Juscafresa (1978)

Como todos los organismos vivientes, los árboles necesitan alimentarse para vivir, desarrollarse, fructificar y perpetuar la especie, por lo cual absorben y asimilan las sustancias nutritivas que encuentran en el suelo, así como también del aire, fundamentales para la formación de su materia vegetal y la producción del fruto.

El buen desarrollo del árbol frutal depende de las sustancias nutritivas necesarias e indispensables que en forma asimilable y equilibrada encuentra en el suelo dentro del área en que se desarrollan sus raíces.

El complemento mineral requerido para la nutrición del árbol y que debe extraer del suelo es muy complejo, complejidad que aumenta o disminuye según la especie y la naturaleza específica del portainjerto, bastando la carencia de un determinado elemento fertilizante o su exceso aplicado en el suelo para que se rompa el equilibrio nutritivo.

Las sustancias nutritivas indispensables que dan vida y fomentan el desarrollo del árbol y permiten la formación de la materia vegetal, después de analizadas y estudiadas por los científicos, han sido clasificadas en dos categorías distintas: unas denominadas *plásticas*, las cuales en su complejidad constituyen el 90% de la materia vegetal viva, y las otras, por su insignificante cantidad en la materia, se las denomina *micronutrientes* u *oligoelementos*, constituyendo el 10% restante de la materia.

Se conocen como elementos *plásticos*:

Carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, calcio, azufre, magnesio;

y como *micronutrientes* u *oligoelementos*:

Hierro, cobre, manganeso, cinc, boro, molibdeno, yodo,

y otros no identificados o definidos, cuya influencia en la nutrición de las plantas no está bien determinada.

Además de nutrirse el árbol por medio de sus raíces, como todo vegetal viviente, respira, absorbiendo y asimilando del aire parte de su alimento, y éste es uno de los factores más importantes para la formación y elaboración de su materia vegetal.

La absorción de gases por parte de la planta se verifica por medio de aparatos estomáticos de tamaño microscópico situados en el envés de las hojas, en particular, denominados *estomas*. En presencia de la luz, estos

aparatos, que actúan como una válvula, absorben el anhídrido carbónico de la atmósfera, y por el proceso de la *fotosíntesis*

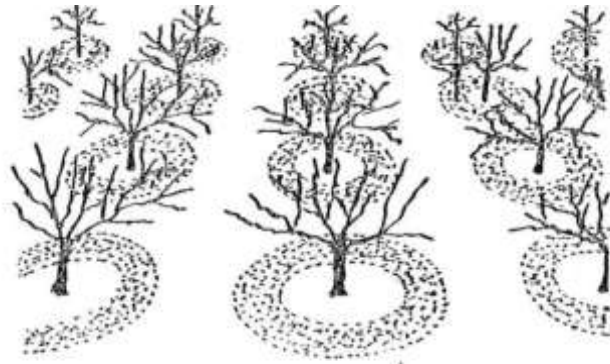


Fig. 4-1. Área fertilizable en los frutales. Zona en que deben esparcirse los abonos

asimilan el carbono devolviendo el oxígeno. Mediante este proceso todas las sustancias nutritivas absorbidas del suelo por las raíces, y las de la atmósfera y todas las de naturaleza inorgánica, son elaboradas y transformadas en materia orgánica por la planta mediante la asimilación del carbono en su formación clorofílica.

La respiración por parte de los órganos aéreos es muy superior a la de las raíces, y es tan necesaria para éstas como para aquellos a fin de que no sufran de asfixia, lo que únicamente puede lograrse implantando el cultivo de frutales en tierras ligeras o francas, ya que la respiración de estas especies se dificulta en tierras duras, impermeables o arcillosas.

De todos los gases absorbidos de la atmósfera por el árbol, el anhídrido carbónico es el elemento esencial y la base de toda materia vegetal, por constituir el 50% de la materia seca; su facultad de fijación se conoce como *función clorofílica*. Por ello, cuanto más exuberancia foliar contenga el árbol más cantidad de materia y hojas elaborará, en detrimento de la producción de fruto.

Por otra parte, no todos los órganos particulares de las especies frutales se presentan de una manera gradual y uniforme en todas, tendiendo a profundizar en unas más que en otras, con una mayor o menor ventaja para aprovecharse de las sustancias nutritivas almacenadas en el suelo y en el subsuelo.

Los portainjertos obtenidos por la multiplicación de estaca o clonal, por su sistema radicular fascicular y de escasa penetración en el suelo, tienen sus raíces formadas por una raigambre en forma de cabellera muy fina, que les permite absorber con gran facilidad las sustancias nutritivas del suelo, pero están de ordinario imposibilitadas de alcanzar estos elementos si se encuentran almacenadas en el subsuelo, con posibilidad de perderse por lixiviación parte de los nitrogenados, en particular. En cambio, los portainjertos obtenidos por la reproducción de semilla y conocidos como *patrones francos*, por su sistema radicular pivotante y de gran penetración en el suelo, con raíces menos numerosas y de mayor grosor, les permite no sólo absorber las sustancias nutritivas contenidas en el suelo o capa arable, sino también las del subsuelo.

La absorción de las sustancias nutritivas del suelo y del subsuelo por parte de las raíces de los árboles tiene lugar mediante el concurso del agua, la cual nunca carece de anhídrido carbónico u otros elementos ácidos para facilitar la solubilización de dichas sustancias. Con la falta de humedad las raíces se encuentran imposibilitadas de efectuar la absorción de los fertilizantes al no poder disolverse éstos en el agua.

La asimilación de las sustancias nutritivas solubles por parte de las raíces del árbol se realiza según las leyes de la difusión y de la ósmosis. La difusión es la mezcla lenta y gradual de sustancias que presentan el mismo estado físico y que previa la absorción se diseminan por todos los tejidos internos del árbol, pasando de célula en célula, empapando sus membranas y penetrando hasta el protoplasma.

En todo proceso de absorción y asimilación por parte de las plantas el agua es el vehículo transportador que facilita el alimento en sus formas de hidrógeno u oxígeno, sin la cual resultaría imposible esta absorción de sustancias contenidas en el suelo, y que antes de ser elaboradas en el proceso de la fotosíntesis se conocen por *savia bruta*.

INFLUENCIA DEL AGUA EN LA ABSORCIÓN DE FERTILIZANTES POR PARTE DEL ÁRBOL

Según Juscafresa (1978)

Siendo preciso realizar en solución acuosa todos los procesos químicos que originan los cambios de sustancias en el suelo y en el organismo del árbol, el agua constituye el elemento indispensable para su consecución y efecto.

Teniendo en cuenta que el organismo vegetal está constituido por una gran parte de agua, al estar privado el árbol de ella, o poseerla en cantidad muy inferior a la requerida para su desarrollo, tropezará con grandes dificultades para absorber y asimilar las sustancias nutritivas del suelo, necesidad que aumenta en el caso de existir, además, carencia de estas sustancias.

1.3 Marco Conceptual

1.3.1 Concepto de Fertilizante según Navarro G. (2014).- Se entiende por fertilizante ó abono todo material orgánico o inorgánico, cuya función principal es entregar elementos nutrientes a las plantas, capaces de mejorar su crecimiento en un momento dado, junto a éste aporte de nutrientes, el fertilizante tiene como misión un aumento de la producción y una mejora de su calidad.

1.3.2 Concepto de Macro y Micronutrientes según Navarro G. (2014).- Los fertilizantes se aplican para subsanar las deficiencias de los nutrientes, pueden estar constituidos por uno o varios elementos, o nutrientes esenciales y tienen como misión devolver al suelo la fertilidad perdida.

Sus funciones son:

- Responsables del crecimiento de raíces de la tolerancia al desgaste, de la densidad de macollos o brotes, actividad fotosintética.

Los considerados fertilizantes son, en principio, los elementos esenciales para el desarrollo vegetal y se clasifican en:

- Nutrientes principales: Nitrógeno, Fósforo y Potasio.
- Nutrientes secundarios: Azufre, Sodio, Calcio y Magnesio.
- Micronutrientes: Boro, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeso, Molibdeno y Zinc.

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Situación Problemática

En la zona del valle de Ica, el recurso hídrico se hace cada vez más escaso convirtiéndose en el factor limitante para la producción de cultivos por lo que se hace necesario la instalación de cultivos que utilicen menos agua en su conducción pero económicamente que respondan a las expectativas de los agricultores, siendo el cultivo de Pecano uno de los cultivos que está tomando bastante importancia entre los agricultores de la zona del valle de Ica, pero que de la misma manera se deben realizar investigaciones con respecto a la asimilación de los nutrientes en función del desarrollo del cultivo de Pecano, para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

2.2 Formulación del Problema Principal y Específico.

2.2.1 blema General

¿Se podrá realizar un manejo adecuado del cultivo de Pecano analizando el ritmo de absorción de nutrientes para las condiciones de la zona alta del valle de Ica?

2.2.2 blema Específico

¿Se podrá realizar un manejo adecuado del cultivo de Pecano sabiendo el requerimiento de nutrientes en sus diferentes etapas fenológicas con respecto a la fertilización mediante la determinación de la absorción de macro y micronutrientes para las condiciones de la zona alta del valle de Ica?

2.3 Delimitación del problema

2.3.1 imitación espacial o geográfica

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el predio denominado “Los Cactus”, ubicado en el distrito San José de los Molinos correspondiente a la zona alta del valle de Ica.

2.3.2 imitación Temporal

El presente trabajo de investigación se desarrolló a lo largo del ciclo fenológico de la planta correspondiente a una campaña agrícola anual; para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

2.3.3 imitación social

Comprende a los pequeños agricultores, asociación de agricultores y empresas agrícolas pertenecientes a la zona alta del valle de Ica; cuyas actividades estén orientadas a la conducción del cultivo de Pecano, así como la mejor eficiencia de uso y aprovechamiento del recurso hídrico y manejo de fertilizantes.

2.3.4 imitación conceptual

Para el presente trabajo de tesis se hizo uso, de los conceptos de fertilidad y absorción de los macro y micro nutrientes por el cultivo de Pecano en función de las etapas fenológicas para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

2.4 Justificación e Importancia de la Investigación

2.4.1 Justificación

A nivel de la zona alta del valle de Ica, se están instalando cultivo de Pecano, como una manera de mejorar la eficiencia en el uso del recurso hídrico, para así mismo se deben realizar investigaciones en otras áreas como es en el manejo de la fertilidad del cultivo de Pecano para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

2.4.2 ortancia

La importancia del presente trabajo de investigaciones que se va a poner a disposición de los agricultores de la zona que conducen el cultivo de Pecano, una metodología que les permita realizar un manejo adecuado del cultivo de Pecano en base a la determinación de la absorción de los macro

y micronutrientes en el cultivo de Pecano para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

2.5 Objetivo de la Investigación

2.5.1 Objetivo General

Realizar un manejo adecuado del cultivo de Pecano en cuanto a su fertilidad para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

2.5.2 Objetivo Específico

Realizar un manejo adecuado del cultivo de Pecano en cuanto a su fertilidad, mediante la determinación de la absorción de los macro y micronutrientes para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

2.6 Hipótesis de Investigación

2.6.1 Hipótesis General

Mediante un buen manejo de la fertilización en el cultivo de Pecano, se podría realizar un buen programa de fertilización para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

2.6.2 Hipótesis Específica

Mediante la determinación del Ritmo de Absorción de macro y micronutrientes se podrá realizar un manejo adecuado del cultivo de Pecano en cuanto a su fertilidad para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

2.7 Variables de Investigación

2.7.1 Clasificación de las variables

a. Variables Independientes

- Fosfato di Amónico
- Úrea
- Sulfato de Potasio

- Guano de Inverna

- Arcilla Bentonita

b. Variable Dependiente

- Ritmo de Absorción de macro y micronutrientes en las hojas del cultivo de Pecano.

2.7.2 racionalización de las Variables

Operacionalización de las Variables

VARIABLE	Indicadores	Valor Final
1- Variable de Interés Contenido de Macro y Micro Nutrientes en las hojas del Cultivo de Pecano.	Espectrofotómetro de Absorción Atómica	%, ppm

CAPITULO III

ESTRATEGIA METODOLOGICA

3.1 Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se empleó para el presente trabajo de investigación es no experimental.

3.1.2 Nivel de Investigación

El Nivel de investigación no experimental, descriptivo.

3.1.3 Diseño de Investigación

El presente trabajo de Investigación es de un diseño no experimental longitudinal de tendencia, por lo que se evalúa el ritmo de absorción de fertilizantes aplicados al cultivo de Pecano y la absorción de los macro y micronutrientes a largo del periodo vegetativo del cultivo para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población de Estudio

La Población de estudio lo constituye la parcela del Cultivo de Pecano, instalado en el fundo “Los Cactus”, el cual se encuentra instalado a un espaciamiento de 10m entre plantas por 10m entre líneas.

3.2.2 Muestra de Estudio

La muestra de estudio lo constituyen las plantas del cultivo de Pecano, instaladas en la parcela del fundo “Los Cactus”, la cual se encuentran irrigadas mediante un sistema de fertirrigación (microtubos).

CAPITULO IV

TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

4.1 Técnicas de Recolección de datos

Se utilizó la siguiente técnica de recolección de datos:

Primeramente se procedió al marcaje de las plantas en la cual se iban a obtener las muestras foliares.

Posteriormente se procedió a obtener las muestras foliares, obteniéndose en promedio 50 hojas por planta de Pecano, en función del desarrollo del cultivo.

Estas muestras recolectadas fueron enviadas al laboratorio de análisis del Instituto Valle Grande.

4.2 Instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Sobres de papel manila.
- Tarjetas de identificación.
- Botellas.
- Bolsas plásticas.
- Lampas.

CAPITULO V

PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.1 Presentación e Interpretación de los Resultados

5.1.1 Cultivo de Pecano

El cultivo instalado en la Zona Alta del Valle de san José de los Molinos, es de la variedad Mahan, tiene un espaciamiento de 10m entre plantas y 10m entre líneas, tiene una edad aproximada de 3 años, todavía no se encuentra en producción.

5.1.2 Análisis de suelos

Con la finalidad de determinar las características físico mecánicas del suelo y su fertilidad química se tomaron muestras del suelo a una profundidad de 30.00 cms., que sean representativas del terreno de cultivo, procediéndose posteriormente a mezclar las muestras, para tener una muestra homogénea, y luego se fraccionó para obtener una sola muestra de aproximadamente 1.0 kg.

Las muestras fueron enviadas al laboratorio de análisis de suelos, aguas y plantas de la Facultad de Agronomía de la UNICA, a fin de establecer la fórmula de fertilización adecuada en el presente estudio.

Los resultados obtenidos y los métodos usados en la determinación de los componentes se muestran a continuación.

Cuadro N° 1.0

Análisis Físico – mecánico del suelo 2016

Componentes	Nivel 0.00 – 0.30m	Método usado
Arena (%)	77.84	Hidrómetro
Limo (%)	18.56	Hidrómetro
Arcilla (%)	3.60	Hidrómetro
Clase textural	Arena Franca	Triángulo textural

Cuadro N° 1.1

Análisis Químico del suelo 2016

Determinaciones	Nivel 0.00 - 0.30m	Método usado	Interpretación
Nitrógeno total (%)	0 – 028	Micro kjeldahl	Bajo
Fósforo disponible (ppm)	8.5	Olsen modificado	Medio
Potasio disponible (Kg/ha)	575	Peach	Medio
Materia orgánica (%)	0.565	Walkley y Black	Bajo
Calcáreo total (%)	0.62	Gasovolumétrico	Bajo
C.E. (%)	0.89	Conductómetro	Normal
pH	7.92	Potenciómetro	Lig. Alcalino
C.I.C. (meq/100gr)	6.50	Acetato de Amonio	Bajo
<u>Cationes cambiables</u>			
Ca ⁺⁺ (meq/100gr)	5.46	E.D.T.A.	Bajo
Mg ⁺⁺ (meq/100gr)	0.78	E.D.T.A.	Bajo
K ⁺ (meq/100gr)	0.19	Fotómetro de llama	Bajo
Na ⁺ (meq/100gr)	0.07	Fotómetro de llama	Bajo

5.1.3 Análisis químico del Agua de riego

Con la finalidad de conocer el contenido de sales solubles y el pH del agua de riego se procedió a tomar 1 litro del agua de riego que salía a través del sistema de fertirrigación, la cual posteriormente fue enviada al laboratorio de Análisis de Suelos – Aguas y Plantas de la Facultad de Agronomía de la UNICA.

Los resultados obtenidos y los métodos usados en la determinación de los componentes se muestran a continuación:

Cuadro N° 2.0

Análisis químico del agua 2016

Determinaciones	Resultado	Método usado	Interpretación
pH	7.24	Potenciómetro	Ligeramente alcalina
CE (ds/m)	0.33	Conductómetro	Baja salinidad

5.1.4 Observaciones Meteorológicas

Cuadro N° 3.0

Observaciones meteorológicas de Junio del 2016 a Mayo del 2017

MESES	Temperatura °C			Humedad Relativa Media %
	Máxima	Media	Mínima	
Junio	27.76	19.16	10.47	79
Julio	29.17	20.45	11.72	78
Agosto	27.17	19.27	11.37	77
Setiembre	28.87	20.91	12.95	73
Octubre	29.79	21.31	12.82	73
Noviembre	30.89	21.93	12.97	74
Diciembre	32.19	23.71	15.23	71
Enero	35.10	25.00	14.90	68
Febrero	33.16	26.80	20.45	63
Marzo	34.90	25.70	16.50	61
Abril	32.14	24.30	16.45	71
Mayo	27.50	21.00	14.50	68

Fuente: Estación "San Camilo" – Ica.

5.1.5 Fertilización

Esta importante labor se realizó a fines del mes de Octubre, en plena brotación y desarrollo del cultivo de pecano utilizándose la siguiente fórmula de fertilización:

N= 100, P= 100 y K= 80 que corresponde a las siguientes unidades de

fertilizantes: N= 100, P_2O_5 = 230 y K_2O = 96 Kg/Ha respectivamente.

Las fuentes de fertilizantes fueron: Urea 46%N, Fosfato di Amónico 18%N,

46% P_2O_5 y Sulfato de Potasio 50% K_2O .

Todos los fertilizantes se aplicaron juntos, con 20.00 Kg/planta de guano de invernada por planta, mas 6 kg de Bentonita para permitir una buena mineralización de los fertilizantes y retención de los mismos.

5.1.6 Riegos

Este se realizó a través del sistema de fertirrigación (microtubos) en la cual cada planta de pecano tiene un microtubo de un caudal aproximado de 60 lt/hora, éste se realizó teniendo en cuenta las características del suelo, agua, el mismo cultivo de palto y las condiciones climáticas de la Zona Alta de los Molinos.

En el siguiente cuadro se presentan los volúmenes de agua por día y por planta.

Cuadro N° 4

Programa de Riegos para el Cultivo de Pecano en la Zona Alta del Valle de Ica

MES	Volumen m^3 /Ha/día	Volumen m^3 /Ha/mes	Procedencia
Setiembre	3.74	112.20	Superficial
Octubre	5.50	170.50	Superficial
Noviembre	7.23	216.90	Superficial
Diciembre	7.60	235.60	Superficial
Enero	8.27	256.37	Superficial
Febrero	8.63	241.64	Superficial
Marzo	6.81	211.11	Superficial
Abril	6.54	196.20	Superficial
Mayo	4.07	126.17	Superficial
Junio	1.71	51.30	Superficial
Julio	1.99	61.69	Superficial
Agosto	2.52	78.12	Superficial

Total volumen por campaña 1957.80 m^3 /Ha.

5.1.7 Deshierbos

Se presentaron pocas malas hierbas, las cuales fueron controladas muy fácilmente cuando eran pequeñas, debido a que el sistema de fertirrigación por microtubos no permite la proliferación de malas hierbas que puedan competir con el Cultivo de Pecano por agua, luz y fertilizantes.

5.1.8 Metodología de la toma de Muestras para el Análisis Foliar

Las muestras foliares se tomaron en función del desarrollo del Cultivo de Pecano, tomándose las hojas de brotes de la temporada, principalmente del tercio medio y de las plantas previamente seleccionadas y marcadas y que sean representativas del campo de cultivo.

Las fechas de la toma de las muestras foliares fueron las siguientes:

- 15 de Octubre del 2016.
- 07 de Enero del 2017.
- 01 de Marzo del 2017.

Las muestras una vez recolectadas fueron enviadas al otro día para su análisis respectivo del Laboratorio de Química Agrícola del Instituto Rural Valle Grande de Cañete.

5.1.9 Resultados de los Análisis Foliares

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de los análisis foliares realizados al Cultivo de Pecano.

Cuadro N° 1

Resultado del Análisis Foliar – Octubre 2016

PARÁMETRO	RESUL- TADO	UNI- DAD	MÉTODO	TÉCNICA	INTERPRE- TACIÓN
Nitrógeno Total (N)	2.31	%	Propio Lab.	Kjeldahl	ADECUADO
Fósforo Total (P)	0.30	%	Propio Lab.	Colorimétrico	ADECUADO
Potasio Total (K)	1.13	%	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Calcio Total (Ca)	0.94	%	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Magnesio Total (Mg)	0.26	%	Propio Lab.	E.A.A.	BAJO
Azufre Total (S)	0.18	%	Propio Lab.	Turbidimétrico	ADECUADO
Cobre Total (Cu)	16.80	ppm	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Zinc Total (Zn)	71.40	ppm	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Manganeso Total (Mn)	197.7	ppm	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Hierro Total (Fe)	101.7	ppm	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Boro Total (B)	47.03	ppm	Propio Lab.	Colorimétrico	ADECUADO
Materia Seca	38.95	%	Propio Lab.	Gravimétrico	

Donde:

% : Masa/Masa.

Ppm : mg/kg.

E.A.A. : Espectrometría de Absorción Atómica por llama.

Cuadro N° 2

Resultado del Análisis Foliar – Enero 2017

PARÁMETRO	RESUL- TADO	UNI- DAD	MÉTODO	TÉCNICA	INTERPRE- TACIÓN
Nitrógeno Total (N)	2.76	%	Propio Lab.	Dumas	ADECUADO
Fósforo Total (P)	0.15	%	Propio Lab.	Colorimétrico	ADECUADO
Potasio Total (K)	1.40	%	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Calcio Total (Ca)	1.33	%	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Magnesio Total (Mg)	0.25	%	Propio Lab.	E.A.A.	BAJO
Sodio Total (Na)	0.02	%	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Azufre Total (S)	0.21	%	Propio Lab.	Turbidimétrico	ADECUADO
Cloro Total (Cl)	0.15	%	Propio Lab.	Argentométrico	ADECUADO
Cobre Total (Cu)	11.45	ppm	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Zinc Total (Zn)	48.10	ppm	Propio Lab.	E.A.A.	BAJO
Manganeso Total (Mn)	204.00	ppm	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Hierro Total (Fe)	114.30	ppm	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Boro Total (B) Donde:	88.84	ppm	PropioLab	E.A.A.	ALTO

% : Masa/Masa.

Ppm : mg/kg.

E.A.A. : Espectrometría de Absorción Atómica por llama.

Cuadro N° 3

Resultado del Análisis Foliar – Marzo 2017

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA	INTERPRETACIÓN
Nitrógeno Total (N)	2.68	%	Propio Lab.	Kjeldahl	ADECUADO
Fósforo Total (P)	0.13	%	Propio Lab.	Colorimétrico	ADECUADO
Potasio Total (K)	1.42	%	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Calcio Total (Ca)	1.49	%	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Magnesio Total (Mg)	0.23	%	Propio Lab.	E.A.A.	BAJO
Sodio Total (Na)	0.03	%	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Azufre Total (S)	0.22	%	Propio Lab.	Turbidimétrico	ADECUADO
Cloro Total (Cl)	0.20	%	Propio Lab.	Argentométrico	ADECUADO
Cobre Total (Cu)	9.85	ppm	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Zinc Total (Zn)	50.35	ppm	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Manganeso Total (Mn)	208.90	ppm	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Hierro Total (Fe)	99.70	ppm	Propio Lab.	E.A.A.	ADECUADO
Boro Total (B)	140.47	ppm	Propio Lab.	Colorimétrico	ALTO
Materia Seca	60.94	%	PropioLab	Gravimétrico	

Donde % : Masa/Masa.

Ppm : mg/kg.

E.A.A. : Espectrometría de Absorción Atómica por llama.

Gráfico N° 01

Valores del contenido de Nitrógeno en el cultivo de Pecano para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

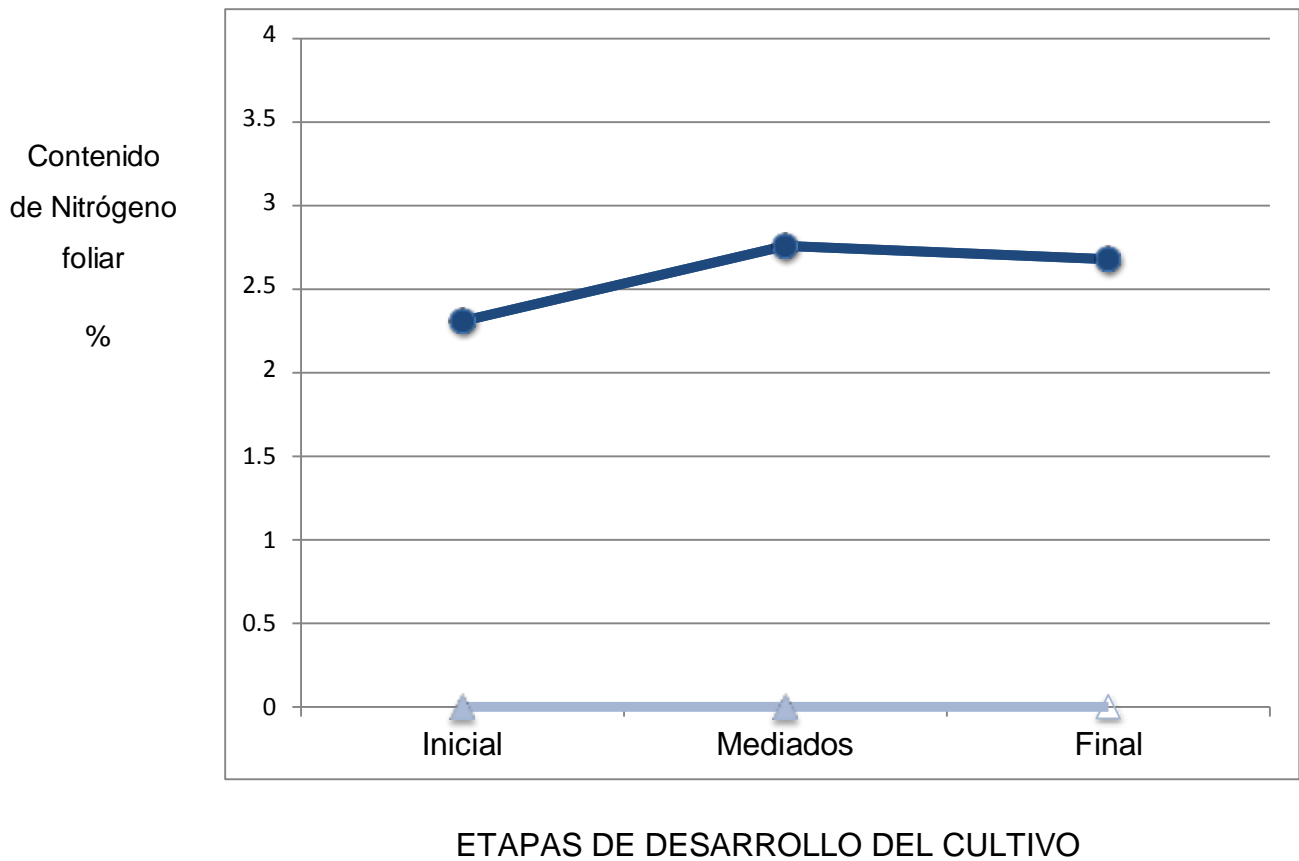


Gráfico N° 02

Valores del contenido de Fósforo en el cultivo de Pecano para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

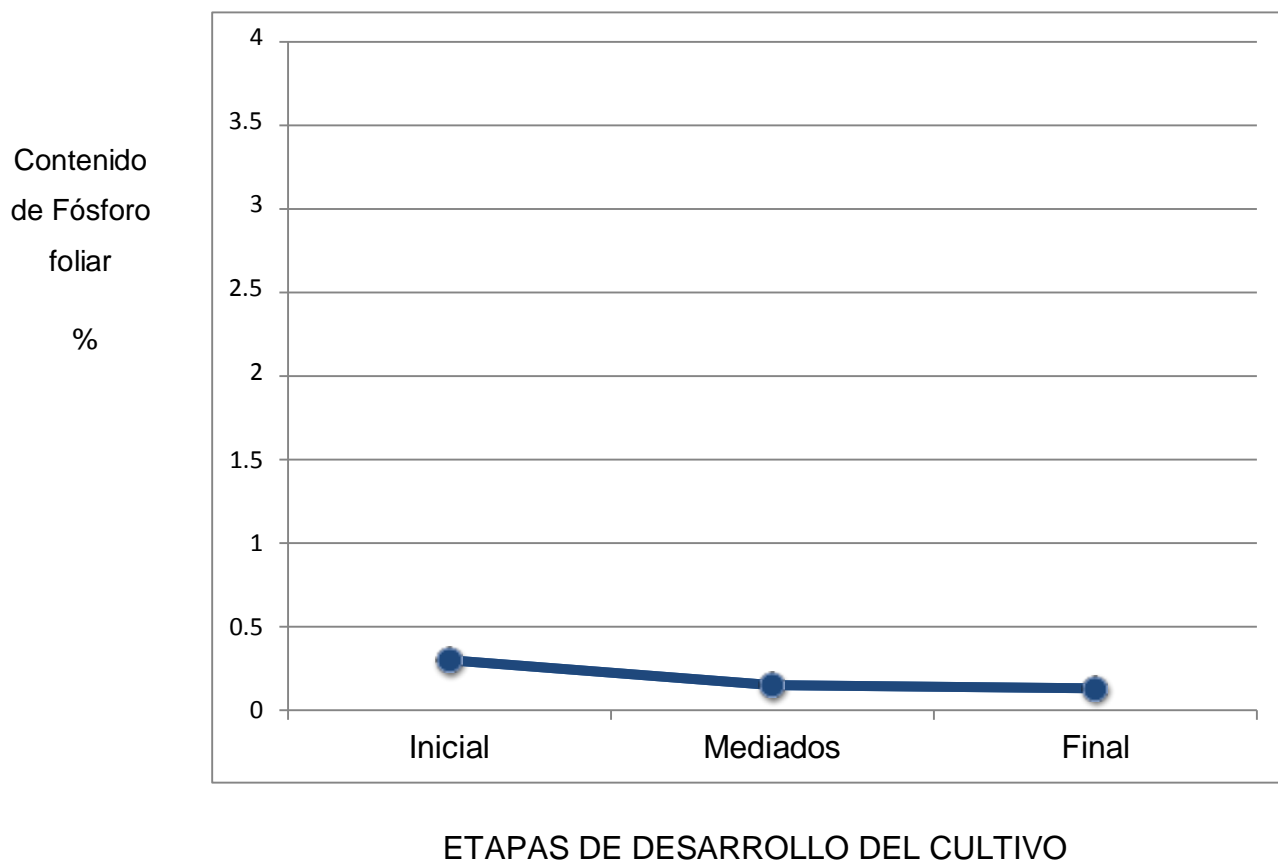


Gráfico N° 03

Valores del contenido de Potasio en el cultivo de Pecano para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

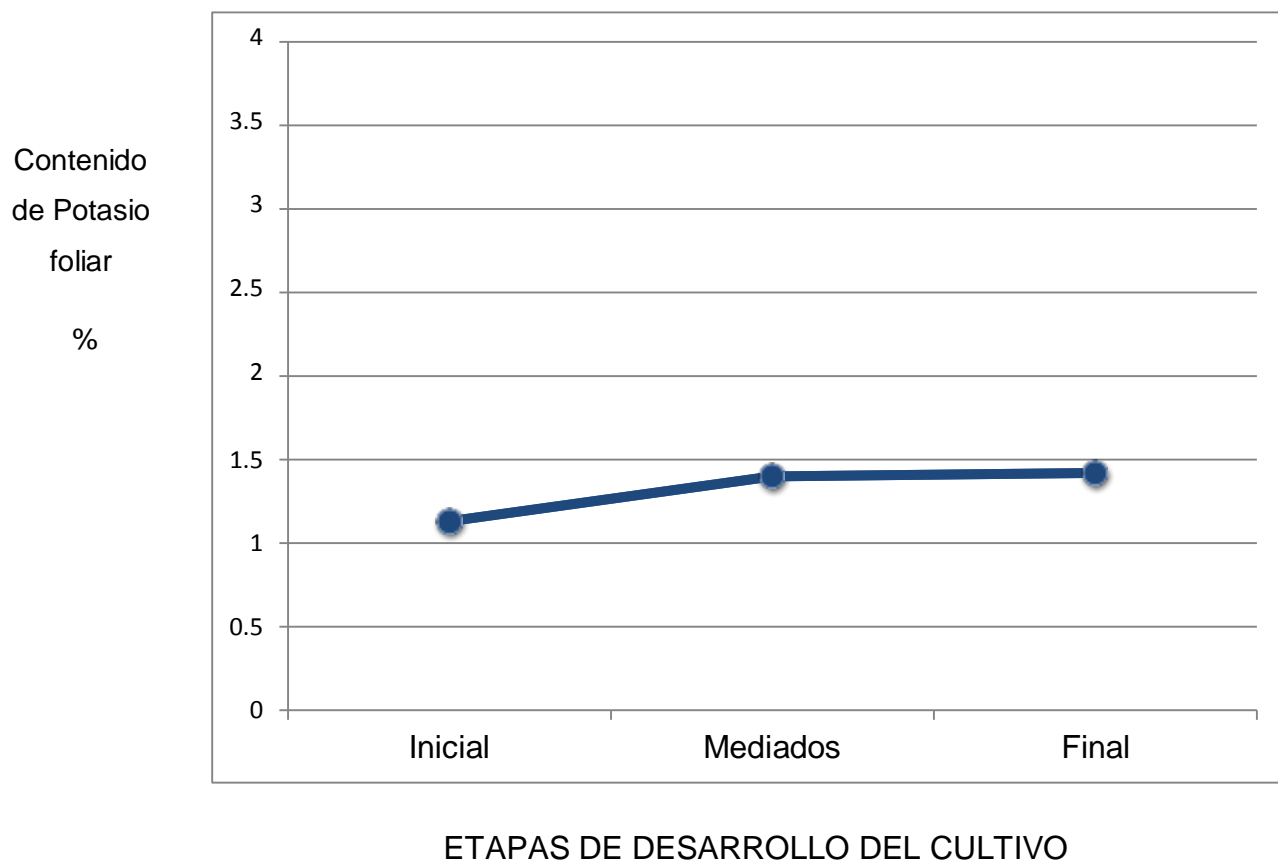


Gráfico N° 04

Valores del contenido de Calcio en el cultivo de Pecano para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

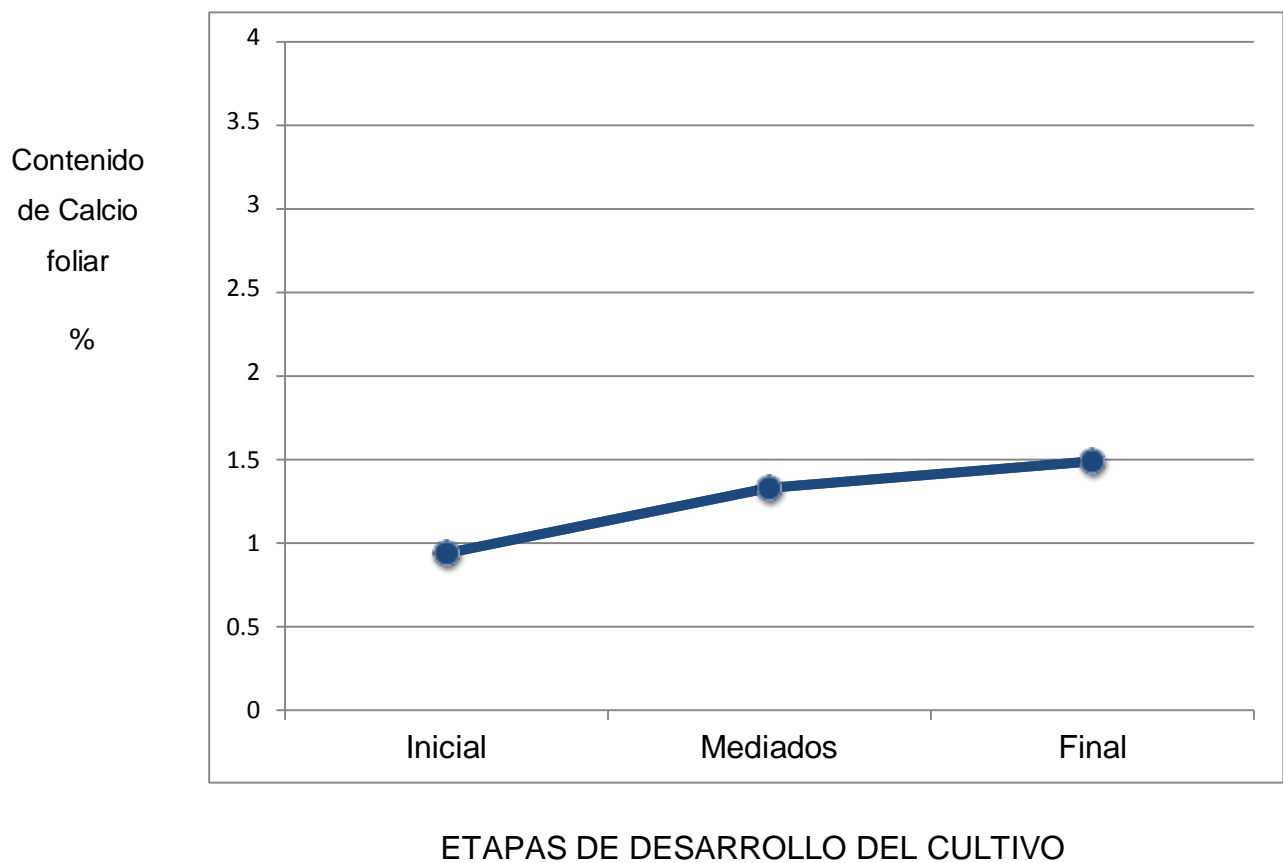


Gráfico N° 05

Valores del contenido de Magnesio en el cultivo de Pecano para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

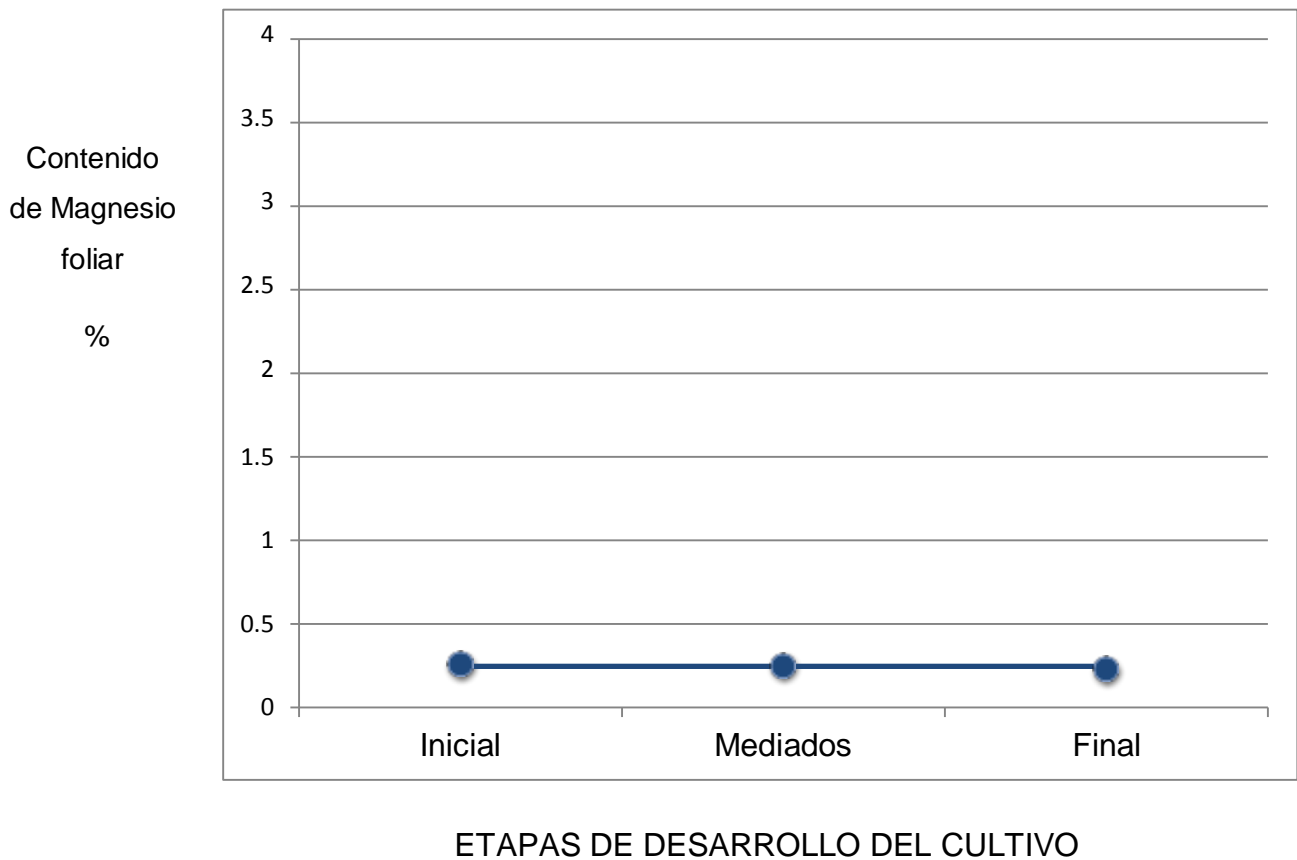


Gráfico N° 06

Valores del contenido de Azufre en el cultivo de Pecano para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

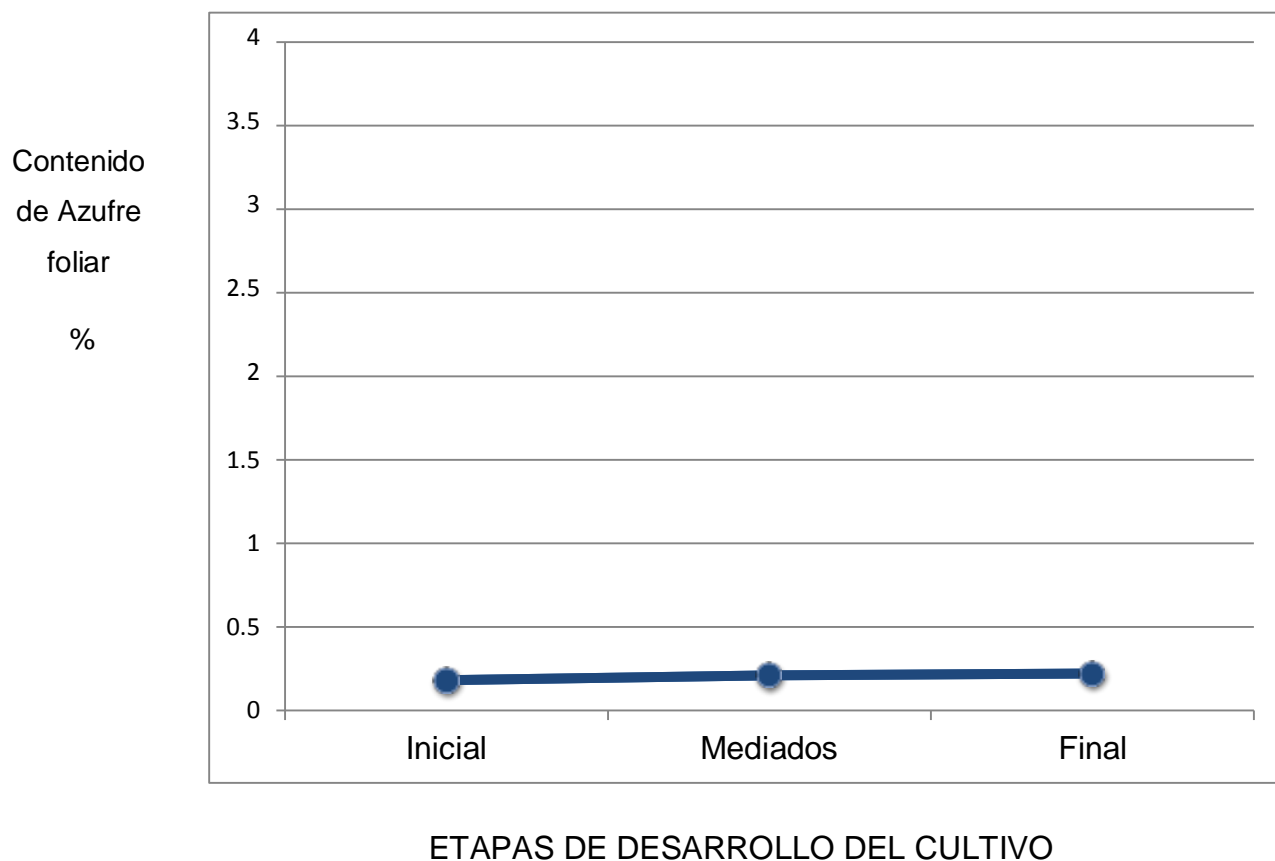


Gráfico N° 07

Valores del contenido de Cobre en el cultivo de Pecano para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

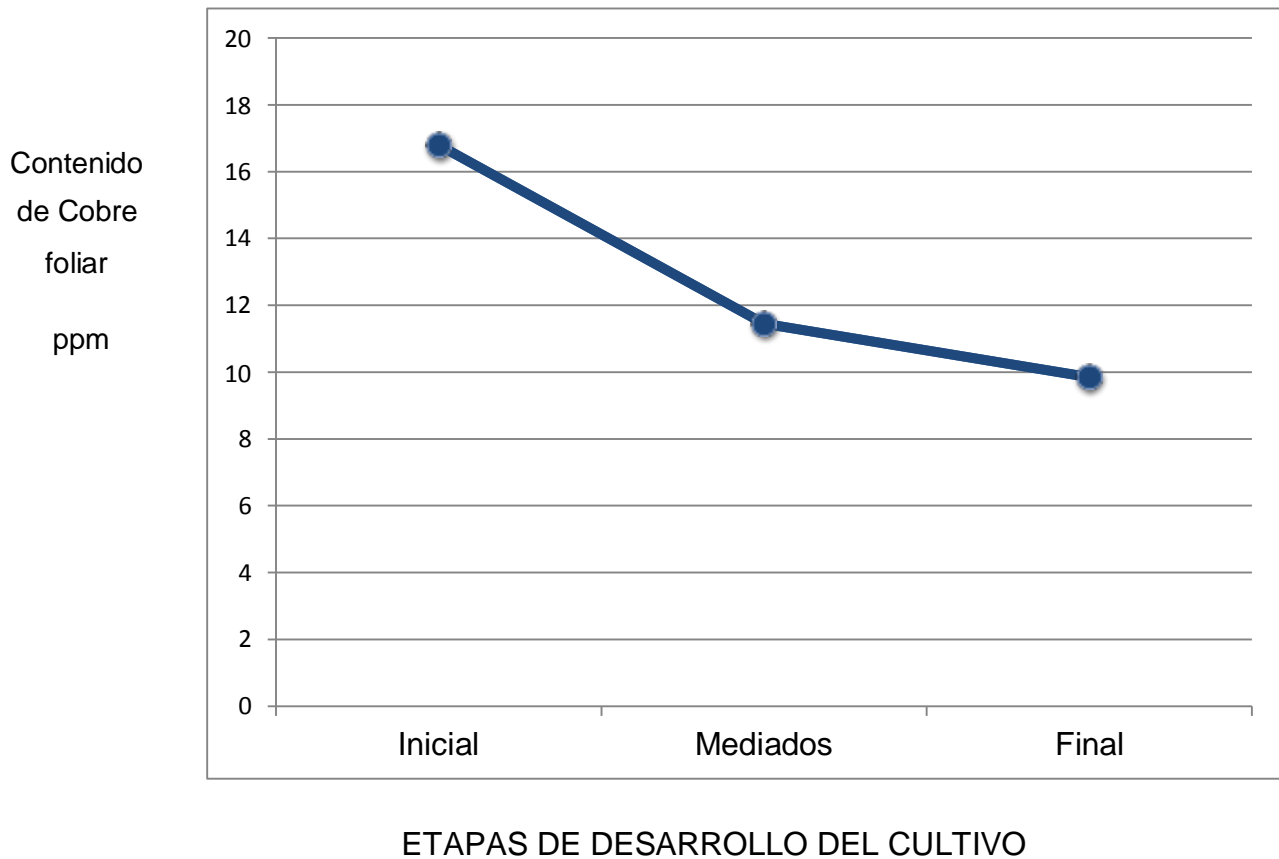


Gráfico N° 08

Valores del contenido de Zinc en el cultivo de Pecano para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

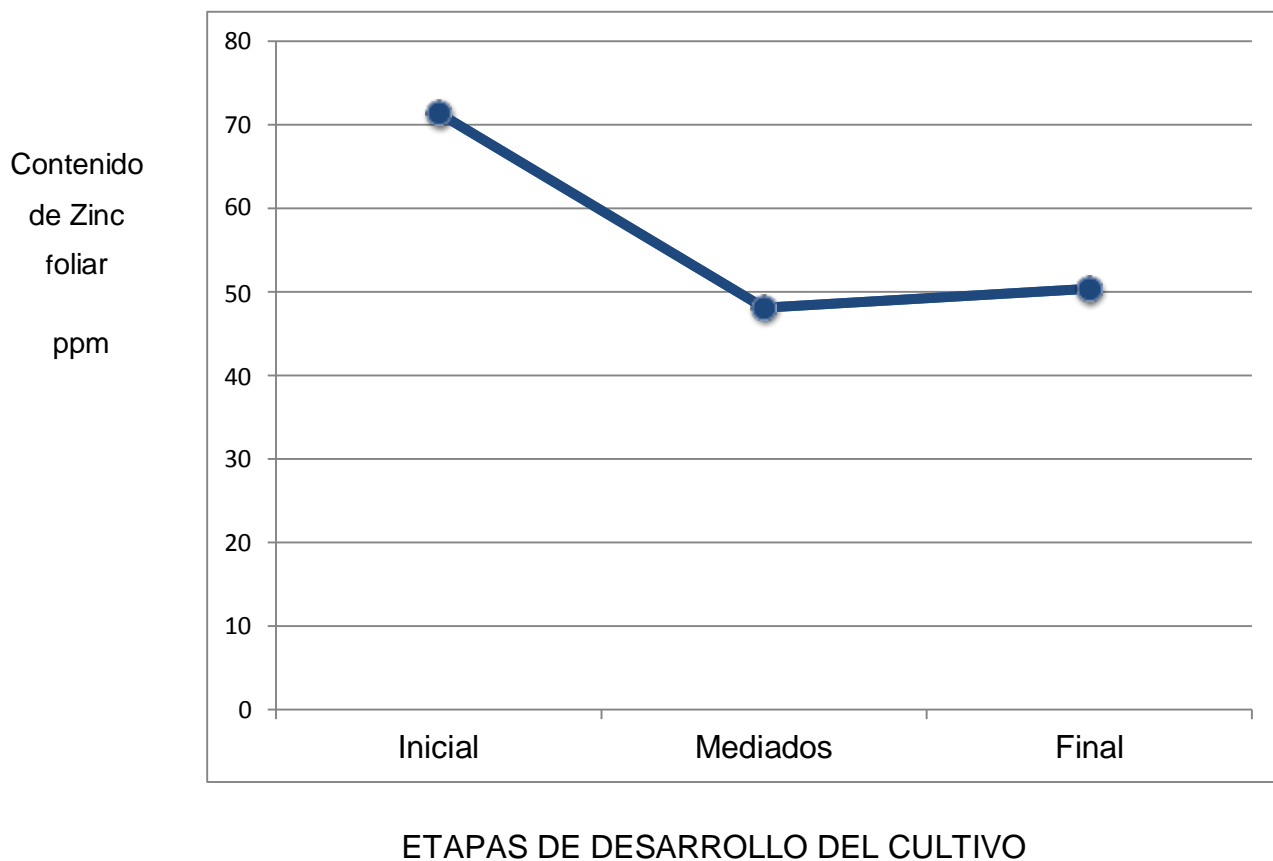


Gráfico N° 09

Valores del contenido de Manganeso en el cultivo de Pecano para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

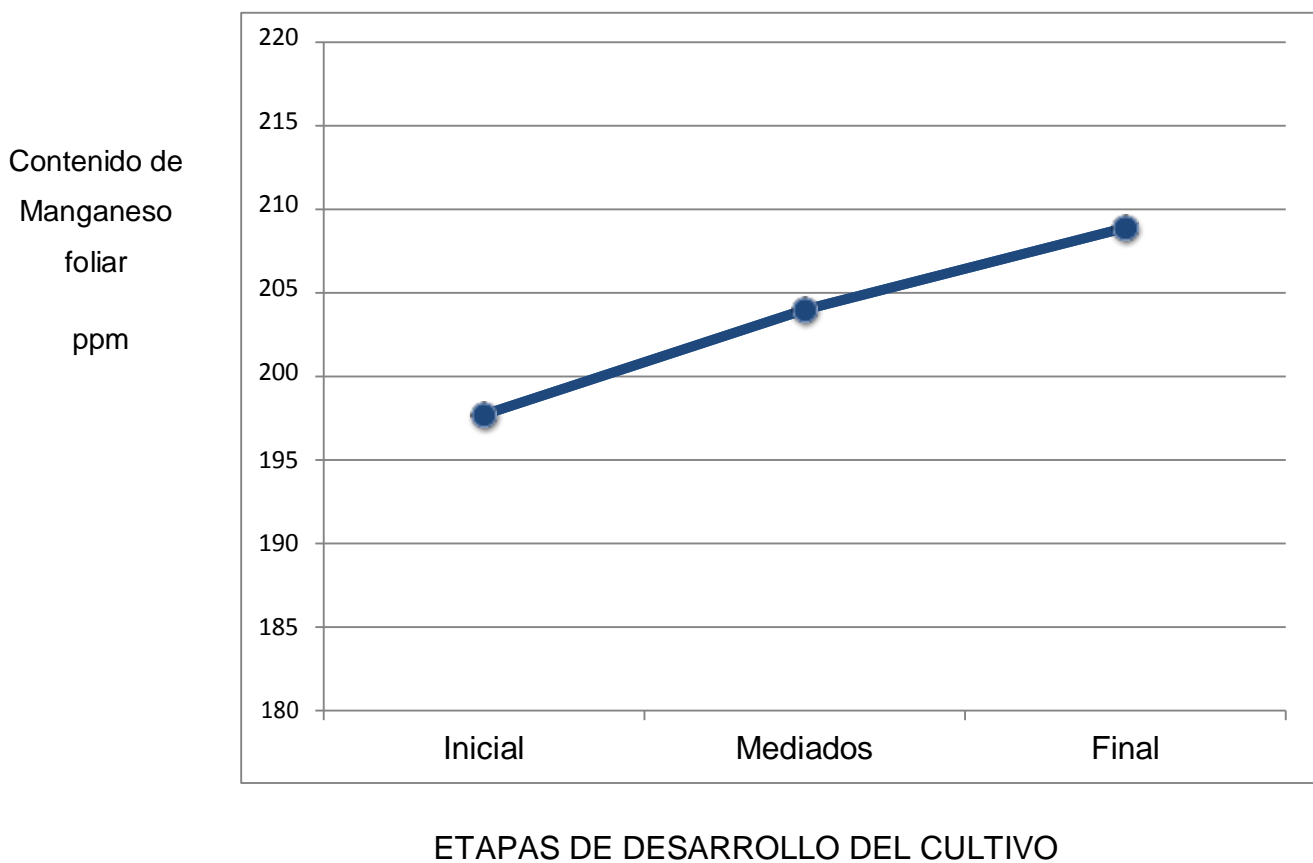


Gráfico N° 10

Valores del contenido de Hierro en el cultivo de Pecano para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.

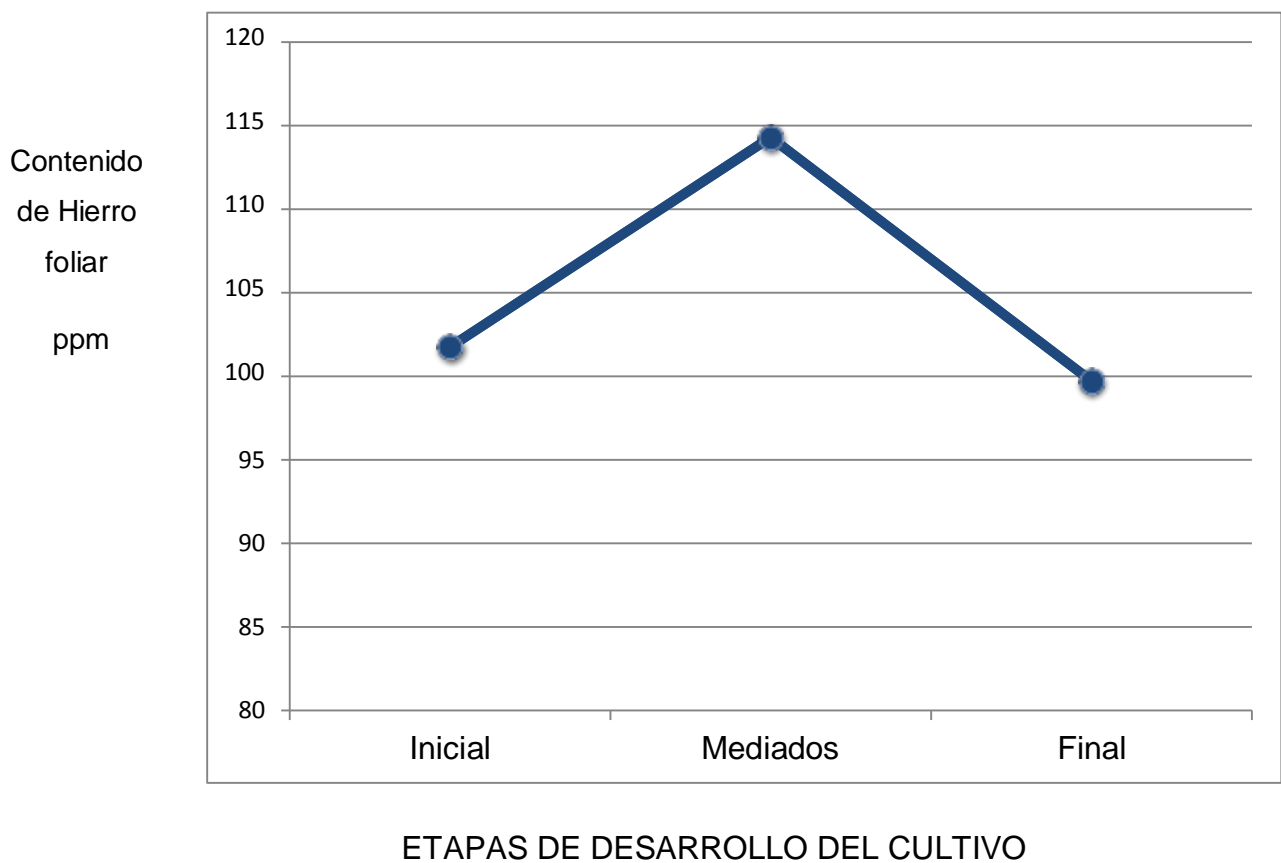
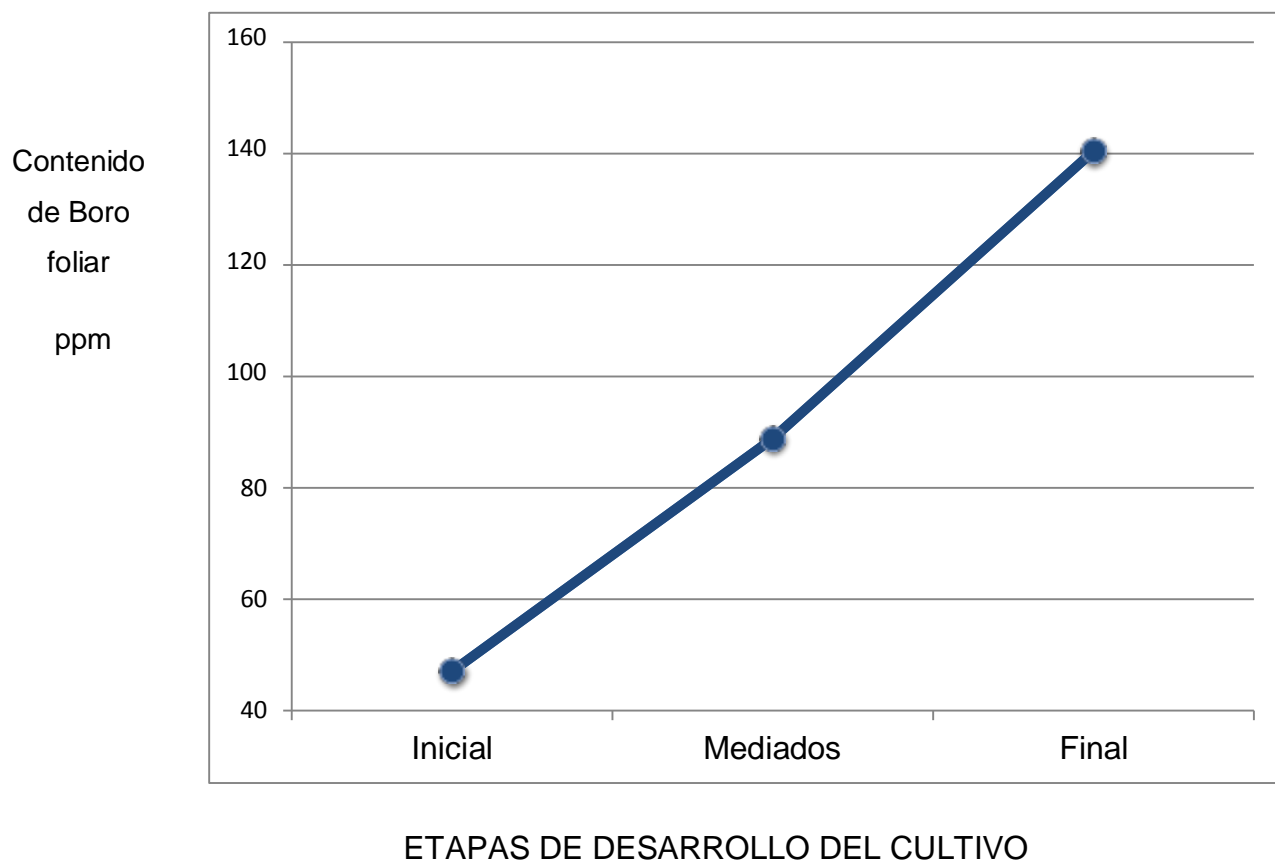


Gráfico N° 11

Valores del contenido de Boro en el cultivo de Pecano para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.



5.2 Discusión de Resultados

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación para la determinación del ritmo de Absorción de Macro y Micronutrientes por el Cultivo de Pecano variedad Mahan, de aproximadamente 3 años de edad, conducidos bajo el sistema de fertirrigación y bajo las condiciones de suelo, agua y clima de la parte alta del distrito de San José de los Molinos, se puede afirmar que los resultados han sido los adecuados.

5.2.1 Análisis Físico Mecánico y Químico del Suelo

De acuerdo al análisis físico mecánico (cuadro n° 1.0) demuestra que el terreno de cultivo, presenta una textura arenosa-franca, que son suelos de buen drenaje.

Con respecto al análisis químico (cuadro n° 1.1) el terreno de cultivo tiene una reacción ligeramente alcalina, con bajo contenido en materia orgánica y también bajo en Nitrógeno Total, bajo en Calcárea Total y una Conductividad Eléctrica normal para el desarrollo del Cultivo de Pecano.

En relación al contenido de Fósforo y Potasio, estos elementos mayores están en un nivel Medio en el terreno de cultivo, así mismo la Capacidad de Intercambio Catiónico es bajo, por lo que se recomienda la aplicación de Materia Orgánica y Arcilla Bentonita para incrementar la fertilidad física, química y biológica del suelo.

5.2.2 Análisis Químico del Agua de Riego

El agua con que se abastecen los terrenos para el riego de Cultivo de Pecan, provienen de la parte Alta de la Zona de los Molinos y es agua de escorrentía superficial, siendo su contenido en sales de Baja Salinidad, lo que no causaría acumulación de sales en el terreno de cultivo y un pH ligeramente alcalino, que no tendría efecto negativo en la asimilación de macro y micronutrientes del suelo, por el Cultivo de Pecano.

5.2.3 Factores Climáticos

Con respecto a los factores climáticos que influyen en el desarrollo del Cultivo de Pecano se puede afirmar que éstos han sido los más adecuados para un buen desarrollo del cultivo.

5.2.4 Contenidos de Macro y Micro Nutrientes en Hojas del Cultivo de Pecano

a. Elemento Nitrógeno.- Este elemento considerado macroelemento se encuentra en una concentración adecuada en las hojas del cultivo de Pecano variando de 2.31 % hasta 2.76 %.

b. Elemento Fósforo.- También considerado macroelemento, se encuentra en una concentración adecuada en las hojas del cultivo de Pecano variando de 0.13 % hasta 0.30 %.

c. Elemento Potasio.- Este macroelemento se encuentra también en una concentración adecuada en las hojas del cultivo de Pecano variando de 1.13 % a 1.42 %,

d. Elemento Calcio.- Este macroelemento también se encuentra en una concentración adecuada en las hojas del cultivo de Pecano variando de 0.94 % a 1.49 %.

e. Elemento Magnesio.- Este macroelemento se encuentra en una concentración ligeramente baja en las hojas del cultivo de Pecano, variando de 0.23 % a 0.26 %.

f. Elemento Azufre.- También se encuentra en una concentración adecuada en las hojas del cultivo de Pecano, variando la concentración en un rango de 0.18 % - 0.22 %.

g. Elemento Cobre.- Este microelemento también se encuentra en forma adecuada en todas las etapas de desarrollo del cultivo de Pecano, encontrándose la concentración en las hojas del cultivo de Pecano en su rango de 9.85 ppm – 16.80 ppm.

h. Elemento Zinc.- Uno de los microelementos más importantes para el desarrollo del cultivo de Pecano, también se encuentra en forma adecuada en todas las etapas de desarrollo del cultivo de Pecano, encontrándose en un rango de concentración en las hojas del cultivo de Pecano entre 48.10 ppm – 71.40 ppm.

i. Elemento Manganeso.- Este microelemento también se encuentra en una concentración adecuada en las hojas del cultivo de Pecano encontrándose en un rango de 197.70 ppm – 208.9 ppm.

j. Elemento Hierro.- Este elemento se encuentra en una adecuada concentración en las hojas del cultivo de Pecano, encontrándose en un rango de 99.70 ppm – 114.30 ppm.

k. Elemento Boro.- Este microelemento ha variado su concentración en las hojas del cultivo de Pecano, encontrándose su concentración en forma adecuada al inicio del desarrollo del cultivo de Pecano hasta una concentración alta, variando desde 47.03 ppm hasta 140.47 ppm.

l. Elemento Sodio.- Este microelemento que no es esencial para el desarrollo del cultivo de Pecano, pero al mismo tiempo que no pueda causar daño al cultivo se encuentra en forma adecuada en todas las etapas del desarrollo del cultivo de Pecano, variando su concentración de 0.02% a 0.06%.

ll. Elemento Cloro.- Este microelemento también no es esencial para el desarrollo del cultivo de Pecano, pero se encuentra en una concentración adecuada en todas las etapas del desarrollo del cultivo, variando su concentración de 0.14 % a 0.20%.

CAPITULO VI

COMPROBACION DE HIPOTESIS

6.1 Contrastación de la Hipótesis General

Mediante un buen manejo de la Fertilización en el Cultivo de Pecano, se ha realizado un manejo adecuado del Cultivo de Pecano de la Zona Alta del Valle de Ica.

6.2 Contrastación de la Hipótesis Específica

Mediante la determinación del Ritmo de Absorción de Macro y Micro Nutrientes en el Cultivo de Pecano, se ha realizado un manejo adecuado del cultivo en cuanto a su fertilidad, para las condiciones de la Zona Alta del Valle de Ica.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

En el presente trabajo de Investigación.

Determinación del Ritmo de Absorción de Macro y Micro Nutrientes en el Cultivo de Pecano bajo las condiciones de suelo, agua y climáticas imperantes en la Zona Alta del distrito de San José de los Molinos, conducidos bajo el sistema de Fertirrigación se concluye en lo siguiente:

1. El Sistema de conducción que se ha realizado en el Cultivo de Pecano en cuanto se refiere al manejo del suelo, fertilización, riegos, control de plagas y enfermedades ha sido al más adecuado.
2. Las condiciones meteorológicas imperantes a lo largo del desarrollo del Cultivo de Pecano han sido las más adecuadas, permitiendo un buen desarrollo del Cultivo de Pecano.
3. De los resultados obtenidos con respecto a la concentración de macro y micronutrientes en las hojas del Cultivo de Pecano se puede observar que los macronutrientes:

Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Azufre se encuentran en una concentración adecuada en todas las etapas de desarrollo del Cultivo de Pecano, a excepción del macroelemento Magnesio, que se encuentra en una concentración baja.

Con respecto a la concentración de los micronutrientes en las hojas del Cultivo de Pecano: Cobre, Zinc, Manganeso y Hierro se encuentran en una concentración adecuada en todas las etapas de desarrollo del Cultivo de Pecano, a excepción del elemento Boro que pasa de una concentración adecuada a una concentración alta.

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES

- Continuar con las investigaciones con respecto al Cultivo de Pecano, pues está alcanzando mucha importancia en la Zona del Valle de Ica.
- Continuar con las investigaciones en relación a la absorción de macro y micronutrientes en el Cultivo de Pecano para las condiciones de suelo, agua y clima de la parte Alta del Valle de Ica.
- Como los suelos de esta Zona son pobres se deben aplicar más cantidad de guano de invernada y arcilla para mejorar la fertilidad física y química del suelo.
- Realizar investigaciones con respecto a la demanda hídrica del Cultivo de Pecano, en esta Zona Alta del Valle de Ica, pues ésta parte es deficitaria del recurso hídrico.

CAPITULO IX

FUENTES DE INFORMACION

1. **ALMEYDA R. & RAMOS K. (2017).** *“Determinación del Ritmo de Absorción de Macro y Micro Nutrientes en el Cultivo de Palto (Persea americana mill) variedad Hass en la Zona Alta del Valle de Ica”*. Tesis – Facultad de Agronomía – UNICA.
2. **CALDERON E. (1987).** *“Fruticultura General”*. Editorial Limusa. S.A. México – 763 pag.
3. **FAO. (2006).** *“Evapotranspiración del cultivo”* Guías para la Determinación de los Requerimientos de Agua de los Cultivos. Roma. 300 pag.
4. **JUSCAFRESA B. (1978).** *“Árboles Frutales, Cultivo y Explotacion Comercial”*. Editorial Aedos. Barcelona. España 382 pag.
5. **KENNARD W. (1963).** *“Frutas y Nueces para el Trópico”* Editorial Limmusa – Wiley S.A. Puerto Rico, 177 pag.
6. **MINISTERIO DE AGRICULTURA (2011).** *“El cultivo de Pecano en el Perú”*. Lima – Perú, 52 pag.
7. **MOYA T. 1994.** *“Riego Localizado y Fertirrigación”* 1era Edición – Mundi - Prensa – España 457 pag.
8. **NAVARRO G. & NAVARRO S. (2014).** *“Fertilizantes Química y Acción”*. Ediciones Digitales – España – 210 pag.
9. **PIZARRO F. (1980).** *“Riegos Localizados de Alta Frecuencia”* 2da Edición, Ediciones Mundi Prensa – 487 pag.
10. **SALCEDO A. & SALAZAR H. (2018).** *“Determinación del Ritmo de Absorción de Macro y Micro Nutrientes en el Cultivo de Palto (Persea americana mill) variedad Hass, conducidos Bajo el Sistema de Fertirrigación en la Zona Alta del Valle de Ica”*. Tesis – Facultad de Agronomía – UNICA.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	Problema de Investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Población y Muestra
<p>“DETERMINACION DEL RITMO DE ABSORCION DE MACRO Y MICRO NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE PECANO (Carya illinoensis koch) VARIEDAD MAHAN EN LA ZONA ALTA DEL VALLE DE ICA”</p>	<p>Problema General ¿Se podrá realizar un manejo adecuado del cultivo de Pecano analizando el ritmo de absorción de nutrientes para las condiciones de la zona alta del valle de Ica? Problema Específico ¿Se podrá realizar un manejo adecuado del cultivo de Pecano sabiendo el requerimiento de nutrientes en sus diferentes etapas fenológicas con respecto a la fertilización mediante la determinación de la absorción de macro y micronutrientes para las condiciones de la zona alta del valle de Ica?</p>	<p>Objetivo General Realizar un manejo adecuado del cultivo de Pecano en cuanto a su fertilidad para las condiciones de la zona alta del valle de Ica. Objetivo Específico Realizar un manejo adecuado del cultivo de Pecano en cuanto a su fertilidad, mediante la determinación de la absorción de los macro y micronutrientes para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.</p>	<p>Hipótesis General Mediante un buen manejo de la fertilización en el cultivo de Pecano, se podría realizar un buen programa de fertilización para las condiciones de la zona alta del valle de Ica. Hipótesis Específica Mediante la determinación del Ritmo de Absorción de macro y micronutrientes se podrá realizar un manejo adecuado del cultivo de Pecano en cuanto a su fertilidad para las condiciones de la zona alta del valle de Ica.</p>	<p>a. Variables Independientes - Fosfato di Amónico - Úrea - Sulfato de Potasio - Guano de Inverna - Arcilla Bentonita b. Variable Dependiente - Ritmo de Absorción de macro y micronutrientes en las hojas del cultivo de Pecano.</p>	<p>Población La Población de estudio lo constituye la parcela del Cultivo de Pecano, instalado en el fundo “Los Cactus”, el cual se encuentra instalado a un espaciamiento de 10m entre plantas por 10m entre líneas. Muestra La muestra de estudio lo constituyen las plantas del Cultivo de Pecano, instaladas en la parcela del fundo “Los Cactus”, la cual se encuentran irrigadas mediante un sistema de fertirrigación (microtubos).</p>