

**UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**DETERMINACIÓN DEL RITMO DE ABSORCIÓN DE MACRO Y MICRO  
NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE TARA (*Caesalpinia spinosa*) EN LA ZONA  
ALTA DEL VALLE DE ICA**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**DE LA CRUZ MORENO, JOSÉ CAMILO**

**VALENCIA RAMIREZ, JESUSA**

**ICA - PERÚ**

**2019**

## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	1
SUMMARY.....	3
INTRODUCCIÓN.....	5
CAPÍTULO I.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
1.1. Antecedentes del Problema de Investigación.....	6
1.1.1 Antecedentes a Nivel Internacional.....	6
1.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional.....	6
1.1.3. Antecedentes a Nivel Local.....	6
1.2. Bases Teóricas de la Investigación.....	7
1.2.1. Características de la Especie en Estudio, <i>Caesalpinia spinosa</i> . “Tara”.....	7
1.2.2. Clasificación Taxonómica de la Planta.....	11
1.2.3. Origen.....	11
1.2.4. Importancia Económica de <i>Caesalpinia spinosa</i> .....	12
1.2.5. Información Nutricional del Fruto.....	16
1.2.6. Características Agronómicas de la Especie.....	17
1.3. Marco Conceptual.....	25
1.3.1. Nutrición de las Plantas.....	25
CAPÍTULO II.....	46
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	46
2.1. Situación Problemática.....	46
2.2. Formulación del Problema Principal y Específico.....	46
2.2.1. Problema General.....	46
2.2.2. Problema Específico.....	46
2.3. Delimitación del Problema.....	46
2.3.1. Delimitación Espacial o Geográfica.....	46

2.3.2. Delimitación Temporal.....	47
2.3.3. Delimitación Social.....	47
2.3.4. Delimitación Conceptual.....	47
2.4. Justificación e Importancia de la Investigación.....	47
2.4.1. Justificación.....	47
2.4.2. Importancia.....	47
2.5. Objetivos de la Investigación.....	48
2.5.1. Objetivo General.....	48
2.5.2. Objetivo Específico.....	48
2.6. Hipótesis de Investigación.....	48
2.6.1. Hipótesis General.....	48
2.6.2. Hipótesis Específica.....	48
2.7. Variables de la Investigación.....	48
2.7.1. Identificación de las Variables.....	48
2.7.2. Operacionalización de las Variables.....	49
CAPÍTULO III.....	50
ESTRATEGIA METODOLÓGICA (METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN).	50
3.1. Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación.....	50
3.1.1. Tipo de Investigación.....	50
3.1.2. Nivel de Investigación.....	50
3.1.3. Diseño de Investigación.....	50
3.2. Población y Muestra.....	50
3.2.1. Población de Estudio.....	50
3.2.2. Muestra de Estudio.....	50
CAPÍTULO IV.....	51
4.1. Técnicas de Recolección de Datos.....	51
4.2. Instrumentos de Recolección de datos.....	51
CAPÍTULO V.....	52
PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	52
5.1. Presentación e Interpretación de los Resultados.....	52
5.1.1. Análisis de Suelo.....	52

5.1.2. Análisis Químico del Agua de Riego.....	53
5.1.3. Observaciones Meteorológicas.....	54
5.1.4. Fertilización.....	55
5.1.5. Riegos.....	55
5.1.6. Deshierbo.....	56
5.1.7. Metodología de la Toma de Muestra para el Análisis Foliar.....	56
5.1.8. Resultado de los Análisis.....	56
5.1.9. Curva de Absorción de Nutrientes.....	60
5.2. Discusión de Resultados.....	67
5.2.1. Análisis Físico - Mecánico y Químico del Suelo.....	67
5.2.2. Análisis Químico del Agua de Riego.....	67
5.2.3. Factores Climáticos.....	68
5.2.4. Contenido de Macro y Micro Nutrientes en las Zonas del Cultivo de Tara.....	68
CAPÍTULO VI.....	71
COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	71
6.1. Contrastación de Hipótesis General.....	71
6.2. Contrastación de Hipótesis Específica.....	71
CAPÍTULO VII.....	72
CONCLUSIONES.....	72
CAPÍTULO VIII.....	73
RECOMENDACIONES.....	73
CAPÍTULO IX.....	74
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	74

## RESUMEN

El presente trabajo de Tesis: Determinación del ritmo de Absorción de Macro y Micronutrientes en el cultivo de Tara (*Caesalpinia spinosa*) en la Zona Alta del Valle de Ica, trata de determinar bajo las condiciones de suelo, agua y clima de la zona alta del valle de Ica, la cantidad de macro y micro nutrientes absorbidos para el cultivo de Tara durante sus etapas de desarrollo y conducidos bajo sistemas de Fertirrigación (Microtubos).

Mediante el presente trabajo de tesis se ha podido determinar que los macro elementos nitrógeno, potasio, calcio, magnesio y azufre se encuentran en una concentración adecuada en las hojas del cultivo de tara a excepción del macronutriente fósforo que se encuentra en una concentración baja en todas las etapas de desarrollo del cultivo de Tara.

Con respecto a la absorción de los micronutrientes, se ha podido determinar que el manganeso y hierro se encuentran en una concentración baja en las hojas del cultivo de Tara en todas las etapas de desarrollo.

### Palabras Claves:

Absorción.- El tejido de absorción es el destinado a absorber el agua y las sustancias sólidas, líquidas y gaseosas disueltas en ella, y se caracterizan, en general, por su posición superficial, por su considerable desarrollo y por la sutilidad de las membranas de sus células; metafóricamente se habla también de absorción de energía. Las plantas normalmente absorben los nutrientes minerales del suelo a través de las raíces.

Fertilizante.- Viene a ser todo material orgánico o inorgánico, cuya función principal es proporcionar elementos nutritivos a las plantas, capaces de mejorar su crecimiento en un momento dado, bien porque ya no existen o se han agotado con el tiempo. Junto a este aporte de nutrientes, el fertilizante tiene como misión un aumento de la producción y una mejora de su calidad. Los considerados fertilizantes son en principio los elementos esenciales para el desarrollo vegetal.

Macro Nutrientes.- Son los nutrientes que la planta los necesita en grandes cantidades para su normal desarrollo y son: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, Calcio, Magnesio y Sodio.

Micro Nutrientes.- Son aquellos que las plantas lo necesitan en pequeñas cantidades para su normal desarrollo y son: Boro, Cobalto, Cobre, Hierro, Manganeso, Molibdeno y Zinc.

## SUMMARY

The present work of Thesis: Determination of the rate of Absorption of Macro and Micro nutrients in the cultivation of Tara (*Caesalpinia spinosa*) in the Upper Zone of the Ica Valley, it tries to determine, under the soil, water and climatic conditions of the upper area of the Ica Valley, the amount of macro and micro nutrients absorbed for the cultivation of Tara during its development and conduction stages under Fertirrigation systems (Microtubes).

Through this thesis work has been determined that the macro elements Nitrogen, Potassium, Calcium, Magnesium, Sulfur are in an adequate concentration in the leaves of the tare culture except for the macronutrient phosphorus that is in a low concentration in all the stages of development of the cultivation of Tara.

With respect to the absorption of micronutrients, it has been determined that manganese and iron are found in a low concentration in the leaves of the Tara culture at all stages of development.

### Keywords:

Absorption.- Absorption tissue is designed to absorb water and solids, liquids and gaseous substances dissolved in it, and is characterized, in general, by its surface position, its considerable development and the subtlety of the membranes of your cells; Metaphorically, energy absorption is also spoken of. Plants normally absorb mineral nutrients from the soil through the roots.

Fertilizer.- It comes to be all organic or inorganic material, whose main function is to provide nutrients to plants, capable of improving their growth at a given time, either because they no longer exist or have been depleted over time. Along with this contribution of nutrients, the fertilizer's mission is to increase production and improve its quality. The considered fertilizers are in principle the essential elements for plant development.

Macro Nutrients.- The nutrients that the plant needs in large quantities for its normal development are: Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Sulfur, Calcium, Magnesium and Sodium.

Micro Nutrients.- They are those that the plants need in small quantities for their normal development and are: Boron, Cobalt, Copper, Iron, Manganese, Molybdenum and Zinc.

## INTRODUCCIÓN

La zona de Ica está considerada como una de las primeras zonas agroexportadoras del país, por las grandes producciones y calidad que alcanzan la mayoría de cultivos hortícolas y frutales, debido a la gran tecnología que utilizan para el control de Plagas y Enfermedades y por la buena eficiencia en el manejo del agua y fertilizantes.

La Tara es uno de los cultivos de Agroexportación que últimamente está tomando mucha importancia, por la buena aceptación que está teniendo en los diversos mercados del exterior, por sus buenas propiedades utilizadas para la industria como para la medicina y por los buenos precios alcanzados en los mercados tanto nacionales como internacionales.

Pero, a pesar de la importancia que está adquiriendo, se tiene poca información con respecto a los requerimientos hídricos, control de plagas y enfermedades, asimilación de fertilizantes.

A nivel mundial el cultivo de Tara es bien conocido y hay muchos países que quieren patentarlo para realizar mejoras tanto en la producción, como en el manejo para mejorar la calidad del producto de Tara.

Es por esta situación que con el presente trabajo se pretende aportar a los agricultores del cultivo de Tara información del Ritmo de Absorción de los macro y micro nutrientes en el cultivo de Tara en función de su desarrollo vegetativo como una forma de apoyar en el manejo del cultivo de la Tara con respecto a la fertilización del cultivo para las condiciones de la Zona Alta del Valle de Ica.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes del Problema de Investigación.

#### 1.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional.

No se dispone de investigación a nivel internacional de trabajos similares realizados en el cultivo de Tara, con respecto a la asimilación de macro y micronutrientes.

#### 1.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional.

No se tiene información a nivel nacional de trabajos similares realizados con respecto a la asimilación de macro y micro nutrientes en el cultivo de Tara.

#### 1.1.3. Antecedentes a Nivel Local.

ALMEYDA R. Y RAMOS J. (2017) 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 en la Zona Alta del Valle de Ica*" determinan la cantidad de macro y micro nutrientes que el cultivo de palto absorbe a lo largo de su periodo vegetativo y concluyen que el macro nutriente nitrógeno pasó de una concentración baja a una concentración adecuada y los macro nutrientes 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 macro elementos calcio y magnesio se encontraron en una concentración baja en todas las etapas de desarrollo del cultivo de palto.

Con respecto a los micro elementos tuvieron una variación en la concentración del cultivo de palto en todas sus etapas de desarrollo.

SALCEDO A. Y SALAZAR H. (2018) en su trabajo de investigación “*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*” logran determinar para las condiciones de suelo, agua y climáticas de la zona alta, la absorción de macro y micro nutrientes en función de las etapas de desarrollo del cultivo de Palto.

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 del 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. Características de la Especie en Estudio, *Caesalpinia spinosa*. “Tara”.

Es un árbol pequeño de 2 a 3 metros de altura, pudiendo alcanzar los 12 metros en la madurez. Presenta fuste corto, cilíndrico, tortuoso, provisto

de corteza gris espinosa, con ramillas densamente pobladas; la copa es irregular, aparasolada y poco densa, con ramas ascendentes. Sus hojas son en forma de plumas, ovoides, color verde oscuro y miden 15 cm de largo. Sus flores son de color amarillo rojizo dispuestas en racimos de 8 a 15 cm de largo hermafroditas, zigomorfas. Sus frutos son vainas explanadas e indehiscentes de color naranja de 8 a 10 cm de largo y 2cm de ancho, contienen de 4 a 7 granos de semilla redondeadas de 0.6 a 0.7 cm de diámetro borde.

### 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, oro, 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 en que estos nutrientes están en sus tejidos. Estas proporciones son específicas y se recomienda utilizar las tablas de demanda por cultivo, los análisis de suelo y las respectivas recomendaciones técnicas.

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

<b>Elemento esencial</b>	<b>Símbolo químico</b>	<b>Nivel promedio en la planta (% o ppm)</b>	<b>Clasificación</b>
Carbono	C	89-90%	Elementos atmosféricos
Hiidrógeno	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 no 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	Micronutrientes no metálicos
Cloro	Cl	0,01-0,5%	
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)

### 1.2.2. Clasificación Taxonómica de la Planta.

Reino:	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Caesalpiaceae
Género:	Caesalpinia
Especie:	Spinosa

### 1.2.3. Origen. (Según el Ministerio de Agricultura - 2011)

Es una planta originaria del Perú utilizada desde la época prehispánica en la medicina folklórica o popular y en los años recientes, como materia prima en el mercado mundial de hidrocoloides alimenticios.

Suelos silíceos y arcillosos, predominantes de la cuenca de Ayacucho.

El árbol de tara es productivo a los 4 años y su producción se concentra en los departamentos de Ancash, Cajamarca, Huánuco, Ica, La Libertad y Lambayeque.

Temperatura entre 12 y 18°C, pudiendo aceptar hasta 20°C. En los valles interandinos la temperatura ideal es de 16 a 17°C. Precipitación de 400 a 600 mm al año. La tara es una especie poco exigente en cuanto a la calidad de suelo, aceptando los pedregosos, degradados y hasta lateríticos; desarrolla en forma óptima con porte arbóreo robusto en suelo francos y franco arenosos, ligeramente ácidos a medianamente alcalinos. Se encuentra desde los 800 a 3.000 msnm.

La TARA es un árbol nativo del Perú, distribuido en toda América Latina e introducido a países muy lejanos como Marruecos, India y China, quienes han comenzado a aprovechar las ventajas económicas de esta valiosa especie.

## DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT.

Su hábitat abarca desde Venezuela hasta Bolivia. En el Perú, desarrolla en las lomas costeras y en los valles secos interandinos, entre 1,000 y 3,100 msnm.

La Tara está adaptada a climas tropicales y subtropicales, así como a diversos tipos de suelo que van desde arenosos hasta pedregosos, bien drenados y secos

### 1.2.4. Importancia económica de *Caesalpinia spinosa*.

La Tara posee un inmenso potencial médico, alimenticio e industrial, siendo de gran utilidad para la producción de hidrocoloides o gomas, taninos y ácido gálico, entre otros.

Además, es utilizada en la protección de suelos, especialmente cuando no se dispone de agua de riego, a fin de dar buena protección a muchas tierras que hoy están en proceso de erosión y con fines comerciales. Se usa frecuentemente en asociación con cultivos como el maíz, papa, habas, alfalfa, sorgo o pastos.

No ejerce mucha competencia con los cultivos, por su raíz pivotante y profunda y por ser una especie fijadora de nitrógeno; así como tampoco por su copa, que no es muy densa y deja pasar la luz. Debido a su pequeño porte y a su sistema radicular profundo y denso, es preferida para barreras vivas, control de cárcavas y otras prácticas vinculadas a conservación de suelos en general, sobre todo en zonas áridas o semiáridas.

En nuestro país se la ha usado desde tiempos prehispánicos como especie tintorera y desde la época de la colonia se le empleó en el cutido de cueros. Hoy en día, también es muy requerida por sus propiedades curativas.

## **POTENCIAL.**

La TARA tiene un alto potencial para la reforestación y para la producción industrial de tintes, taninos, gomas y como insumo para las pinturas anticorrosivas.

Los taninos, que son compuestos orgánicos de origen vegetal, tienen gran aceptación en los mercados de exportación y ellos se obtienen de las vainas maduras pulverizadas. Los taninos se emplean como curtiente de cueros y han comenzado a reemplazar al cromo en la industria mundial de cueros.

La goma, que se encuentra en el endospermo o parte interna de las semillas, se utiliza para estabilizar y emulsionar alimentos.

La TARA es considerada una de las 17 oportunidades de econegocios más interesantes del país, en vista que producimos el 80% del total mundial.

Actualmente, el Perú es el principal exportador de TARA en el mundo, con aprox 6,400 toneladas equivalentes a US \$ 14 millones, durante el año 2004, donde esta actividad ha tenido un crecimiento del 34%.

## **APROVECHAMIENTO.**

MEDICINAL: Actúa contra la amigdalitis al hacer gárgaras con la infusión de las vainas maduras y como cicatrizante cuando se lavan heridas con dicha infusión. Además, la tara es utilizada contra la estomatitis, la gripe y la fiebre.

TINTE: Las vainas de la TARA contienen una sustancia llamada tanino, la cual es utilizada para teñir de color negro. Las raíces pueden teñir de color azul oscuro.

CURTIENTE: Debido a su alto contenido de tanino, se le emplea en el curtido de cueros.

COSMÉTICO: El conocimiento de las hojas se utiliza para evitar la caída del cabello.

AGROFORESTERÍA: La TARA es usada como cerco vivo y para el manejo de rebrotes.

PLAGUICIDA: El agua de la cocción de las vainas secas es efectiva contra piojos e insectos.

### **TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON GOMA DE TARA. (Según La República - 2018)**

El Biocompuesto.

La goma de tara es un polisacárido soluble en agua que se usa principalmente en la industria alimenticia. Actualmente se le da otros usos como soporte de nanopartículas de NPs de magnetita. Al combinarlos, se crea un biocompuesto listo para ser usado en aguas contaminadas por la minería.

¿Qué es el nanocompuesto?

El purificador de agua (nanocomposito) es el resultado de mezclar nanopartículas de magnetita (obtenidas de procesos químicos con hierro) y la goma de tara, que funciona como un vehículo. El nanocompuesto es vertido en el agua contaminada, donde se asentará y atraparé el arsénico, separándolo del líquido. Posteriormente, a través del electromagnetismo, el arsénico capturado en las nanopartículas es extraído de la goma empozada, la cual queda lista para biodegradarse. El agua tratada puede ser usada para la agricultura, en los laboratorios se ha experimentado con semillas de lechuga, que germinaron de manera óptima.

En la medicina tradicional, el uso de la tara (*Caesalpinia spinosa*) suele recomendarse para el tratamiento de males respiratorios, inflamación muscular y algunos tipos de infecciones. La sustancia gomosa extraída de

sus semillas sirve también para dar consistencia a muchos productos alimentarios, incluso como materia prima para la fabricación de tintes. Pero hay más bondades ocultas detrás de este árbol nativo de los Andes, considerado en peligro de extinción.

Silvia Ponce Álvarez, doctora en química e investigadora de la Universidad de Lima, dirige desde el 2015 un proyecto orientado al tratamiento de aguas residuales de la minería a través de un biocompuesto de partículas de magnetita y goma de tara. La resina obtenida de este árbol silvestre, explotado indiscriminadamente, alivia también a los males respiratorios del planeta.

La investigadora afirma que también podría funcionar en agua contaminadas con plomo o mercurio, metales pesados abundantes en los relaves. Por ahora destaca su experiencia con el arsénico, elemento químico altamente tóxico, común solo en yacimientos mineros, sino también en fuentes de agua cercana a los volcanes.

¿Cómo desaparece el arsénico del agua?

No desaparece, queda atrapado en las nanopartículas, que luego son separadas de la goma de tara con electromagnetismo.

Después de que se extraen las nanopartículas con todo el arsénico, la goma de tara se empoza, pero se irá desapareciendo porque es biodegradable.

Este proceso no solo busca clasificar el tratamiento de los relaves mineros, sino también reducir sus costos. La manera tradicional de tratar las aguas residuales cuenta con una primera fase de almacenamiento, una segunda de tratamiento propiamente dicho y de una tercera de transporte de residuos.

El uso de biocompuesto de goma de tara no solo simplificaría el proceso de purificación del agua en los yacimientos mineros, también garantizaría

su seguridad, evitando desastres ambientales que son más frecuentes de lo que se cree.

Pero más allá del objetivo principal del proyecto (limpiar las aguas residuales), está la idea de salvar la tara de la extinción. Este árbol oriundo de Sudamérica, que crece de manera silvestre en las regiones altoandinas, corre el riesgo de desaparecer por su tala indiscriminada. Hallarle un uso industrial parece ser la mejor manera de mantener viva a esta especie vegetal.

La empresa Molinos Asociados SAC (Masac), que es parte del proyecto que dirige la doctora Silvia Ponce, llegó a la conclusión hace algunos años, cuando empezó a procesar derivados del fruto de la Tara, sus vainas rojas que muchos conocemos solo por sus efectos aclaradores de la voz y desinflamantes de la garganta y amígdalas.

Comunidades cercanas a las minas tendrían en cultivo de esta planta una oportunidad de generar ingresos y a la vez trabajar en la reforestación de los bosques. También se beneficiarían con el agua tratada, que según pruebas de laboratorio es apta para la agricultura.

#### 1.2.5. Información Nutricional del Fruto. (Según el Ministerio de Agricultura - 2011)

<u>Componentes</u>	<u>Goma de tara (hojuelas)</u>	<u>Goma de tara (polvo)</u>
Polisacáridos	>82%	>82%
Humedad	<14%	<14%
Proteínas	<4.5%	<4.5%
Carbohidratos	<2%	<2%
Insolubles al ácido	<2%	<2%
Cenizas	<0.75%	<0.75%
Arsénico	<3ppm	<3ppm

(\*) Por cada 100 gr. De parte comestible.

Fuente: Brack Egg. Antonio. "Perú: Diez mil años de domesticación".  
Editorial Bruño, 2003.

#### 1.2.6. Características Agronómicas de la Especie.

##### **MORFOLOGÍA. Ministerio de Agricultura (2011).**

ALTURA: Este árbol puede alcanzar hasta 5 metros de alto.

TRONCO: El tronco posee una corteza leñosa de color marrón claro o gris oscuro.

RAMAS: De forma retorcidas y con espinas pequeñas de aprox 4 mm de largo.

HOJAS: Miden entre 8 y 12 cm de largo, son compuestos, alternos y están dispuestas en forma de espiral, con 6 a 8 pares de foliolos opuestos.

FLORES: De color amarillo rojizo dispuestas en racimos de 8 a 20 cm de largo.

FRUTOS: En forma de vainas encorvadas que miden aprox 10 cm de largo por 3 cm de ancho, poseen un color naranja rojizo cuando están maduros. Contienen de 4 a 7 semillas ovoides, ligeramente aplanadas de color pardo oscuro o negruzco cuando están maduras.

##### **LA FERTILIDAD DEL SUELO.**

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 madera 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, para conocer su grado de fertilidad. En el nuestro, por lo regular, y para analizar el contenido de materia orgánica existente en el suelo suele emplearse el método 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 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.

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;	Fósforo asimilable ( $P_2O$ );
pH { actual ( $H_2O$ );	Potasio asimilable ( $K_2O$ );
potencial (CIK);	Calcio asimilable (CaO);
Carbono (C);	Magnesio asimilable (MgO);
Nitrógeno (N);	Hierro asimilable (Fe);
Materia orgánica;	Aluminio asimilable (Al);
Carbonatos ( $CO_2Ca$ );	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 aquél, tendremos una clara idea para conocer la especie frutal que más se adapte a ello; y de interesarnos en grado sumo modificar el valor pH podemos lograrlo en cierto modo por medio de la acidificación y descalcificación, practicando ciertas enmiendas, al objeto de ofrecer una mayor adaptabilidad a la especie frutal que nos interese cultivar. Para todo fruticultor, lo más interesante es conocer el valor pH del suelo que es el que ofrece la máxima claridad respecto a las relaciones que en él se pueden operar.

Por otra parte, son 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.

## **ADAPTABILIDAD DE LAS ESPECIES FRUTALES SEGÚN LA REACCIÓN DEL SUELO. (De acuerdo con 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.

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.

**Cuadro N° 2. Valor mínimo, neutro y máximo del pH, admitido por las distintas especies frutales consignadas en este trabajo.**

<b>Especies</b>	<b>Valor mínimo</b>	<b>Valor medio</b>	<b>Valor máximo</b>
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

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 podrá

apreciarse estas diferencias respecto a su eficacia, lo obliga, según sean estas reacciones, a aumentar o disminuir las dosis de los fertilizantes requeridos por la especie para obtener de ellos máxima eficacia.

**Cuadro N° 3. Influencia del valor de pH sobre los fertilizantes.**

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 ocho veces 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.

### 1.3. Marco Conceptual.

#### 1.3.1. Nutrición de las Plantas.

**Según PADILLA W. (2010)**, las plantas son autótrofas, ya que fabrican las moléculas orgánicas que necesitan para su crecimiento y desarrollo, sin embargo necesitan de ciertos minerales para su desarrollo, siendo 16 los indispensables.

Macro Nutrientes; elementos minerales que la planta necesita en mayor cantidad para su crecimiento y desarrollo, siendo estos: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre.

Micro Nutrientes; elementos minerales que la planta necesita en pequeñas cantidades para su crecimiento y desarrollo, siendo estos: Boro, Manganeso, Hierro, Cobre, Zinc, etc.

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 madera 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 un mayor o menor ventaja para aprovecharse de las sustancias nutritivas almacenadas en el suelo y en el subsuelo.

La absorción de las sustancias nutritivas del suelo y del subsuelo por parte de las raíces de los árboles, tiene lugar mediante el curso 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 estos en 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 presenta el mismo estado físico y que previa la absorción se diseminan por los tejidos internos del árbol, pasando de célula en célula empujando 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.

#### A. NITRÓGENO. PADILLA W. (2010),

Es el elemento al que mayor importancia se le da en la agricultura, debido a ello a las grandes cantidades que de él se requieren, a la gran influencia que determinen en el desarrollo vegetal, ya que no es un constituyente natural del suelo, sino que le es llegado de la atmósfera. Efectivamente el nitrógeno del suelo no es derivado de aportaciones realizadas por el material madre que les dio origen, ya que no existe en ninguno de los minerales que compongan las rocas. Su presencia en el suelo es debido al arrastre que existe en la atmósfera es realizado por la lluvia y la fijación que también algunos microorganismos realizan en el suelo del que hay en el aire.

#### B. LA NITRIFICACIÓN.

Consiste en una serie de cambios que sufren los compuestos nitrogenados complejos que forman la materia orgánica, del tipo de las proteínas y de los aminoácidos, hasta llegar a constituir formas solubles y aprovechables para las plantas.

Esta forma de nitrógeno es después atacada por bacterias nitrificantes, por los géneros *Nitrosomas* y *Nitrosococcus*, que la convierten en forma nítrica, es decir en nitritos, los que a su vez por acción de las bacterias del género *Nitrobacter* se transforma en nitratos, que corresponden a la forma más simple y soluble del nitrógeno y representa las verdaderas posibilidades de utilización de él por las raíces de los árboles.

El nitrógeno en forma de nitritos no es aprovechado por los vegetales, sino al contrario causa problemas de toxicidad por lo que su paso rápido a nitratos, que realmente sucede, es muy conveniente.

Como puede ser observado el proceso de nitrificación es una función directa de la presencia y trabajo de composición de la materia orgánica por parte de los microorganismos por la cual todos aquellos factores que intervienen en su existencia y acción tienen interferencia en él, tales como presencia de la humedad, de aire, de temperatura favorables, etc. Afortunadamente las condiciones ideales para el desarrollo de estos microorganismos coincide con las del desarrollo de los propios árboles por lo que son indirectamente cuidadas y atendidas.

#### LA FIJACIÓN EN EL SUELO DEL NITRÓGENO ATMOSFÉRICO.

Es realizada por bacterias de los géneros *Rhizobium*, *Clostridium* y *Azotobacter*.

Las del primer grupo son las que viven en simbiosis con las especies vegetales leguminosas, en cuyas raíces forman nódulos o protuberancias en las que desarrollan las colonias. Las leguminosas proporcionan materia orgánica sintetizada por ellas en sus partes verdes y reciben a cambio nitrógeno proveniente de la atmósfera que estas bacterias son capaces de fijar.

Los otros dos tipos de bacterias fijan el nitrógeno en el suelo sin formar simbiosis con otros vegetales, sino que viven de manera saprófita, es decir

a expensas de materia orgánica en descomposición. Se ha observado, sin embargo, que desarrollan favorablemente en regiones semiáridas, en las que lógicamente el contenido de materia orgánica no es muy elevado y que otra parte suele presentar reacciones bastante alcalinas.

**Cuadro N° 4. Contenido de elementos en los abonos orgánicos.**

Abono Orgánico	Contenido en %		
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Estiércol de ganado de bovino	0.80	0.44	1.37
Estiércol de ganado bovino en corral	1.70	0.59	2.35
Estiércol de aves de enjauladas	4.17	3.15	1.58
Estiércol de conejo	2.25	1.35	0.83
Estiércol de cerdo	2.23	2.09	1.01
Estiércol de ganado de ovino	1.39	0.96	2.09
Heno de alfalfa	2.46	0.60	2.09
Paja de alfalfa	1.30	0.30	1.80
Paja de frijol	1.00	0.25	1.90
Paja de trigo	0.6	0.33	1.38

El nitrógeno tiene influencia en el contenido de proteínas de los productos vegetales, ya que es parte constituyente de ellas, al igual que la clorofila.

De acuerdo al contenido de los suelos, tienen de nitrógeno total, que incluye todas sus formas, reportado por laboratorios de análisis, los datos pueden ser interpretados de la siguiente forma:

Menos de 1% de nitrógeno total - Suelos muy pobres.

De 1 a 2% de nitrógeno total - Suelos medianamente pobres.

De 2 a 3 % de nitrógeno total - Suelos medianamente ricos.

Más de 3% de nitrógeno total - Suelos ricos.

### C. FÓSFORO. PADILLA W. (2010),

Este elemento mayor se encuentra en los suelos debido a que es parte importante constituyente de los materiales madres que los originan, pero la riqueza de ellos en él no significa de ningún modo la posibilidad de aprovechamiento por las plantas, ya que los compuestos primarios que lo contienen son sumamente insolubles.

La transformación de estas formas inasimilables en productos utilizables por los vegetales significa la realización de complicados procesos químicos y también biológicos que se llevan a cabo a lo largo de mucho tiempo en el mecanismo de maduración nutritiva del suelo.

Al igual que muchos otros nutrientes el fósforo en su estado asimilable queda adherido a las arcillas o coloides, partes del suelo de diámetro muy reducido, que tiene una capacidad de retener los elementos y también de intercambiarlos. A este fenómeno se le llama intercambio iónico y que tiene una gran importancia en la nutrición mineral de las plantas y en los procesos químicos del suelo.

#### D. EL INTERCAMBIO IÓNICO.

Cuando al suelo se agrega una sal, si ésta es soluble no permanece como tal, sino que al entrar en contacto con el agua se disocia, al disolverse, en dos partes, dando lugar por una parte a los elementos llamados cationes, de carga eléctrica positiva, y por otro a los llamados aniones, que poseen carga eléctrica negativa. Tanto cationes como aniones pueden realizar nuevas combinaciones químicas, al poseer actividad debido a sus cargas eléctricas.

Son cationes el sodio ( $\text{Na}^+$ ), el potasio ( $\text{K}^+$ ), el hidrogeno ( $\text{H}^+$ ), el magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ), el calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), etc., mientras que son aniones el sulfato ( $\text{SO}_4^-$ ), el fosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ), los nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), los cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), etc.

Esto quiere decir que los distintos elementos naturales inorgánicos penetran al interior de las raíces no en forma de compuestos químicos, si no en forma de iones, ya sean cationes o aniones, independientemente, y de acuerdo a la existencia que de ellos hay, y de las necesidades que la planta.

Las arcillas y el humus, la parte coloidal del suelo, formada de partículas sumamente pequeñas, poseen una enorme superficie expuestas al exterior debido precisamente a su tan reducido tamaño. Esta superficie es de un orden notable en su cantidad. Así, un gramo de arcilla puede tener en total una superficie que varía de 40 a 800  $\text{m}^2$ . Esta gran superficie determina una fuerte actividad química y eléctrica de estas partículas, a las cuales pueden quedar adheridas atraídas por sus cargas eléctricas, los distintos iones que se encuentren en la solución del suelo.

La mayor parte de los cationes suelen quedar pegados a las arcillas y ser objeto de un activo intercambio catiónico, mientras que esta actividad es algo más que reducida en lo que se refiere a los aniones,

algunos de los cuales no se presentan al intercambio aniónico, como por ejemplo los nitratos y los cloruros, que por ellos pueden ser fácilmente lixiviados y perdidos.

#### POSIBILIDAD DE APROVECHAMIENTO DEL FÓSFORO.

Cuando el fósforo presente en un suelo es asimilable se disuelve en el agua y queda retenido por las arcillas en forma de aniones fosfato, que las mismas pueden intercambiar con las plantas. Es interesante saber que cuanto menor es la cantidad de un catión o de anión que existe en arcilla más difícilmente ésta la puede intercambiar, es decir, más fuertemente la retiene. La mayor parte del fósforo que contienen los suelos se encuentra en formas poco asimilables, al constituir compuestos insolubles mismos a que pueden llegar a convertirse algunos fertilizantes fosforados relativamente solubles, como el superfosfato simple. En la formación de estos compuestos insolubles intervienen de manera importante el pH del suelo.

En suelos ácidos en los que el fierro y el aluminio son solubles (pH de 5.5 o menos), estos elementos se combinan con los iones fosfato y forman compuestos insolubles que no pueden ser asimilados por los vegetales.

Solamente en suelos de pH normal el fosforo se puede encontrar en forma aprovechable, soluble, a manera de aniones fosfato. Se ve entonces que el aprovechamiento del fosforo por las plantas, y la creación de condiciones para que así sea, representa uno de los más grandes problemas en referencia a la nutrición vegetal.

#### RETENCIÓN DEL FÓSFORO.

Derivada de esa característica del fosforo, de ser fuertemente fijado en las arcillas, es la consecuencia de la poco o casi nula movilidad que

este elemento presenta en el suelo y que representa otro de los problemas que en la fertilización con éste deben resolverse.

La creación de métodos especiales de localización del fertilizante fosforado a profundidad se a desarrollado en la actividad de la fruticultura como respuesta a ese problema de carencia de movilidad.

De acuerdo a su contenido de fosforo los suelos pueden clasificarse de la siguiente manera:

Menos de 0.12% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - Suelos muy pobres

De 0.13 a 0.20% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - Suelos pobres

De 0.20 a 0.32% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - Suelos medianamente ricos

De 0.32 a 0.50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - Suelos ricos

Más de 0.50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - Suelos muy ricos

#### E. POTASIO.

Se originan sus formas asimilables a partir minerales provenientes de los materiales madre del suelo, principalmente feldspatos. Sus formas solubles en el agua, y capaces por lo tanto de participar en el intercambio iónico y ser asimilada por los vegetales son los carbonatos de potasio que se pueden formar a partir de sulfatos o cloruros de potasio en presencia de caliza o carbonato de calcio.

La fijación de el potasio constituye un verdadero aprisionamiento de él, que queda atrapado entre los cristales que forman las arcillas y no le dejan disponible.

#### NECESIDAD DE FERTILIZACIÓN CON POTASIO.

Debido a que el potasio es un elemento mayor que se encuentra en gran proporción en los tejidos vegetales, la remoción anual de la

vegetación formada significa una constante pérdida del potasio existente en el suelo. Parece ser que el potasio tiene una acción bastante marcada en la regulación de las condiciones hídricas del vegetal, tanto a nivel celular como de tejidos, ayudando en la formación de las proteínas y en la transformación de azúcares en almidón.

Se sabe que también actúa como propiciador de acciones enzimáticas, determinada la formación de semillas de mayor tamaño y tiene decisiva influencia sobre la resistencia de los vegetales presentan frente al ataque deficientes en potasio es un hecho muchas veces comprobado, por lo que su riqueza es de desear para un buen estado fitosanitario.

De acuerdo a sus contenidos de potasio los suelos pueden ser clasificados en la forma siguiente:

Menos de 0.12% de K<sub>2</sub>O - Suelos muy pobres.

De 0.12 a 0.20% de K<sub>2</sub>O - Suelos pobres.

De 0.20 a 0.30% de K<sub>2</sub>O - Suelos medianamente ricos.

De 0.30 a 0.45% de K<sub>2</sub>O - Suelos ricos.

Más de 0.45% de K<sub>2</sub>O - Suelos muy ricos.

#### F. CALCIO.

Este elemento debido a que es parte importante de la composición de muchas rocas se encuentran abundantemente en los suelos principalmente en los de reacción alcalina, en los que su contenido puede llegar a ser tan alto como de 50%, en cuyo caso se trata de suelos calizos no apto para la agricultura.

El exceso de carbonato de calcio, perjudica considerablemente al cultivo de muchas especies frutales, que son sensibles a su presencia. Algunos otros frutales, en cambio, son bastante tolerantes, tales como la vid, el almendro, la higuera, el olivo y los cítricos que no llegan a mostrar desarreglos fisiológicos con contenido de 25%.

El análisis químico de este producto reporta los siguientes porcentajes:

**Cuadro N° 5. Contenido de nutrientes en la caliza agrícola.**

Carbonato de calcio	75.4%
Carbonato de magnesio	16.1%
Fierro	0.4%
Potasio	0.2%
Azufre	0.1%
Manganeso	330 ppm
Fósforo	210 ppm
Zinc	31 ppm
Boro	1 ppm
Cobre	2.7 ppm
Molibdeno	1.1 ppm

El calcio es un importante constituyente de la pared celular por lo que proporciona rigidez a los brotes, teniendo también actuación en el desarrollo de las raíces y en la formación de las semillas. En los

tejidos vegetales se encuentra presente en cantidades que varía de 0.1 a 4%.

Los contenidos de calcio asimilable en los suelos son de un orden inferior a los de material calizo. La clasificación que de los suelos puede hacerse, de acuerdo al contenido de calcio asimilable presente en ellos, reportados por laboratorios de análisis químicos, es la siguiente:

Menos de 1,000 kg/ha - Suelos muy pobres.

De 1,000 a 1,500 kg/ha - Suelos pobres.

De 1,500 a 2,000 kg/ha - Suelos medianamente ricos

De 2,000 a 3,000 kg/ha - Suelos ricos.

Más de 3,000 kg/ha - Suelos muy ricos.

#### G. MAGNESIO.

Su existencia en los suelos es común en cantidades suficientes, presentándose bajo las formas de carbonato, sulfato u óxido de magnesio; sin embargo, en ocasiones puede llegar a estar en deficiencia, en cuyo caso se manifiesta inmediatamente por clorosis en las hojas, ya que es una constituyente esencial en la clorofila.

En los suelos, el magnesio en forma de catión  $Mg^{++}$ , con dos cargas eléctricas positivas, desempeña una gran cantidad en el intercambio de cationes, al igual que en el interior de la raíz, donde realiza funciones de regulación en la absorción de otros nutrientes.

En la fisiología del árbol el magnesio determina acciones directas en la síntesis de grasas y la translocación de almidones, siendo factores definitivos en el color verde de las hojas y tallos jóvenes al ser constituyente de la clorofila.

## H. AZUFRE.

El azufre se encuentra en el suelo como componente muy diversos tipos de sustancias, en forma de sulfatos o de sulfitos muy comúnmente con otros nutrientes inorgánicos de las plantas. La mayor disposición de él para ser utilizado por los vegetales parece ser entre 7 y 7.5 de pH.

En el cuadro que a continuación se inserta se exponen varios de los materiales a base de azufre que son utilizados comúnmente para corregir el pH de suelos alcalinos, indicándose su fórmula química, su porcentaje de ingredientes activos, su porcentaje de azufre combinado y la cantidad de kilogramos de cada uno de ellos necesario para iguales a un kilogramo de azufre.

**Cuadro N° 6. Materiales a base de azufre.**

Material	Fórmula	% de ingredientes activos	% de azufre combinado	Kg necesarios para igualar 1 kg de S
Yeso	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	65 a 95	18.6	5.38
Azufre	S	99	99	1.0
Ácido sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	95	31	3.2
Sulfato férrico	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	70	17	5.9
Sulfato ferroso	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	95	11	9.1
Sulfato de aluminio	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	90	25	4.0
Polisulfuro de amonio	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	40 a 45	40 a 45	2.2 a 2.5

Debe, además, considerarse que el cultivo de árboles frutales, en el aspecto de nutrición significa algo más que reponer al suelo los nutrientes de él obtenidos, o los que tiene en deficiencia, siendo tan necesarios como eso, o posiblemente más, la realización de obras de mejoramiento de condiciones inapropiadas del suelo que interfieren con un debido aprovisionamiento de nutrientes minerales.

En esta forma, la fertilización, o la atención de la nutrición mineral de los frutales implica un gran número de acciones a la vez que intervienen en ella y no el solo hecho de agregar fertilizantes.

#### I. INFLUENCIA DEL AGUA EN LA ABSORCIÓN DE FERTILIZANTES POR PARTE DEL ÁRBOL.

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 la consecución y efecto.

Teniendo en cuenta 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.

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 2.1. Situación Problemática.

En la zona del Valle de Ica, se siembran diversidad de cultivos tanto hortalizas como frutales que por las buenas condiciones de suelo, agua y climáticas se desarrollan muy bien, uno de estos cultivos que últimamente está adquiriendo mucha importancia entre los agricultores es el cultivo de Tara que da muy buenos rendimientos y permite el ahorro de agua de los cultivos, pero en la cual todavía hay mucha investigación por hacer, ya sea en el área de riegos, fertilidad, conducción del cultivo, etc.

#### 2.2. Formulación del Problema Principal y Específico.

##### 2.2.1. Problema General.

¿Se podrá realizar un buen manejo del cultivo de Tara en relación al contenido nutricional para las condiciones de la Zona Alta del Valle de Ica?

##### 2.2.2. Problema Específico.

¿Se podrá realizar un buen manejo del cultivo de Tara mediante la determinación del ritmo de absorción de macro y micro nutrientes para las condiciones de Zona Alta del Valle de Ica?

#### 2.3. Delimitación del Problema.

##### 2.3.1. Delimitación Espacial o Geográfica.

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en el fundo “Los Cactus” ubicado en la parte alta del distrito de San José de los Molinos - Ica.

### 2.3.2. Delimitación Temporal.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo a lo largo de una campaña agrícola del cultivo de Tara (Junio 2016 - Mayo 2017) para las condiciones de la Zona Alta del Valle de Ica.

### 2.3.3. Delimitación Social.

El presente trabajo de investigación tiene influencia entre los pequeños agricultores instalados en la Zona Alta del Valle de Ica, cuyas actividades están orientadas a la conducción de diversos cultivos, incluido la Tara.

### 2.3.4. Delimitación Conceptual.

Para el presente trabajo de investigación se ha utilizado información de absorción de macro y micro nutrientes de diversos cultivos, utilizando resultados de análisis foliares realizados al cultivo de Tara en función de las etapas de desarrollo.

## 2.4. Justificación e Importancia de la Investigación.

### 2.4.1. Justificación.

A nivel de pequeños agricultores se hace muy poca investigación en la mayoría de los cultivos en muchas áreas de la conducción de los mismos como son riegos, fertilidad, control de plagas y enfermedades, etc. especialmente en el cultivo de Tara, que es un cultivo que últimamente está adquiriendo gran importancia entre los agricultores de la Zona Alta del Valle de Ica.

### 2.4.2. Importancia.

La importancia del trabajo radica en que se va a poner a disposición de los agricultores una herramienta que les permita realizar un manejo adecuado del cultivo de Tara en relación a la fertilidad para las condiciones de la Zona Alta del Valle de Ica.

## 2.5. Objetivos de la Investigación.

### 2.5.1. Objetivo General.

Realizar un manejo eficiente de la conducción del cultivo de la Tara con respecto a la fertilización para las condiciones de la Zona Alta del Valle de Ica.

### 2.5.2. Objetivo Específico.

Determinar el ritmo de absorción de macro y micro nutrientes en el cultivo de Tara para las condiciones de la Zona Alta del Valle de Ica.

## 2.6. Hipótesis de Investigación.

### 2.6.1. Hipótesis General.

Mediante la determinación de la fertilidad del cultivo de Tara, se realizará un manejo adecuado del cultivo de Tara 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 micro nutrientes en el cultivo de Tara se realizará un manejo adecuado del cultivo de Tara para las condiciones de la Zona Alta del Valle de Ica.

## 2.7. Variables de la Investigación.

### 2.7.1. Identificación de las Variables.

#### a. Variables Independientes.

- Úrea 46%N.
- Fosfato di Amónico 18%N, 46%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.
- Sulfato de Potasio 50%K<sub>2</sub>O.
- Guano de Inverna

b. Variable Dependiente.

- Contenido de macro y micro nutrientes en el cultivo de Tara.

2.7.2. Operacionalización de las Variables.

**Cuadro N° 7. Variables e indicadores empleados en la determinación de los macro y micro nutrientes en el cultivo de Tara.**

<b>Variable</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Valor Final</b>
Variable de Interés, contenido de macro y micro nutrientes en el cultivo de Tara	Análisis Foliares	%, ppm.

## **CAPÍTULO III**

### **ESTRATEGIA METODOLÓGICA (METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN)**

#### **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 aplicada.

##### **3.1.2. Nivel de Investigación.**

El nivel de investigación es aplicativo.

##### **3.1.3. Diseño de Investigación.**

El presente trabajo de investigación es de un diseño experimental longitudinal de tendencia, por lo que se evalúa la absorción de los macro y micro nutrientes en el cultivo de Tara a lo largo de una campaña agrícola 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 el cultivo de Tara instalado en las parcelas del fundo “Los Cactus” ubicado en la Zona Alta del Valle de Ica, a un espaciamiento de 5 m. entre líneas por 3 m. entre plantas, en la cual ha iniciado su producción.

##### **3.2.2. Muestra de Estudio.**

En el presente trabajo de investigación se utilizó como muestras cada una de las plantas del cultivo de Tara en las cuales se extraían muestras foliares en función del desarrollo del cultivo para ser enviadas al laboratorio de análisis foliares para su análisis respectivo.

## **CAPÍTULO IV**

### **TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

#### **4.1. Técnicas de Recolección de Datos.**

En el presente trabajo para obtener la información, primeramente se marcaron 12 plantas del cultivo de Tara, en las cuales se obtuvieron las muestras foliares en cada etapa fenológica del cultivo.

Las muestras foliares obtenidas fueron enviadas al laboratorio de análisis químico para determinar el contenido de macro y micro nutrientes en el cultivo de Tara para las condiciones de la Zona Alta del Valle de Ica.

#### **4.2. Instrumentos de Recolección de Datos.**

Se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Cintas para marcar las plantas del cultivo de Tara.
- Bolsas plásticas.
- Sobres manila.
- Lampas.
- Etiquetas.

## CAPÍTULO V

### PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. Presentación e Interpretación de los Resultados.

##### 5.1.1. Análisis de Suelo.

Con la finalidad de determinar las características físico mecánicas del suelo y su fertilidad química, se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 30 cms que sean representativas del terreno de cultivo, procediéndose posteriormente a mezclar las muestras para obtener una muestra homogénea y luego se fracciono para obtener una sola muestra de aproximadamente 1.0 kg.

Esta muestra fue enviada al laboratorio de análisis de suelos, agua y plantas de la facultad de Agronomía de la UNICA para su análisis respectivo.

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

#### **Cuadro N° 8. Análisis Físico - Mecánico del suelo 2016.**

<b>Componentes</b>	<b>Nivel (0.00 - 0.30 mm)</b>	<b>Método usado</b>
Arena (%)	91.64	Hidrómetro
Limo (%)	6.56	Hidrómetro
Arcillo (%)	1.8	Hidrómetro
Clase Textural	Arenoso	Triángulo Textural

**Cuadro N° 9. Análisis Químico del suelo 2016.**

<b>Determinaciones</b>	<b>Nivel (0.00 - 0.30 mm)</b>	<b>Método usado</b>	<b>Interpretación</b>
Nitrógeno Total (%)	0.022	Microkjdnal	Bajo
Fósforo disponible (ppm)	7.8	Olsen Modificado	Bajo
Potasio disponible (Kg/Ha)	532	Peach	Medio
Materia orgánica (%)	0.448	Walkley y Black	Bajo
Calcáreo total	0.23	Gasovolumetria	Bajo
C.E. (dS/m)	2.37	Condutómetro	Medio
pH	8.04	Potenciometro	Moderado Alcalino
C.I.C (meq/100gr)	6.30	Acetato de Amonio	Bajo
<u>Cationes Cambiables</u>			
Ca <sup>2+</sup> (meq/100 gr.)	5.3	E.D.T.A.	Bajo
Mg <sup>2+</sup> (meq/100 gr.)	0.76	E.D.T.A.	Bajo
K <sup>+</sup> (meq/100 gr.)	0.19	Fotómetro de llama	Bajo
Na <sup>+</sup> (meq/100 gr.)	0.07	Fotómetro de llama	Bajo

#### 5.1.2. Análisis Químico del Agua de Riego.

Con la finalidad de determinar el contenido de sales solubles y el pH del agua de riego se procedió a tomar 1.0 litro de agua de riego que salía 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 para su análisis respectivo.

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

**Cuadro N° 10. Análisis químicos del agua de riego.**

<b>Determinaciones</b>	<b>Valores</b>	<b>Método usado</b>	<b>Interpretación</b>
pH	7.24	Potenciometro	Lig. Alcalina
C.E. (dS/m)	1.2	Conductimetro	Baja salinidad

5.1.3. Observaciones Meteorológicas.

A continuación se presentan los valores de las variables meteorológicas presentadas a lo largo del período vegetativo del cultivo de tara.

**Cuadro N° 11. Observaciones Meteorológicas de Junio del 2016 a mayo del 2017**

<b>Meses</b>	<b>Temperatura °C</b>		
	<b>Máxima</b>	<b>Media</b>	<b>Mínima</b>
Junio	27.76	19.16	10.47
Julio	29.17	20.45	11.72
Agosto	27.17	19.27	11.37
Septiembre	28.87	20.91	12.95
Octubre	29.79	21.31	12.82
Noviembre	30.89	21.93	12.97
Diciembre	32.19	23.71	15.23
Enero	35.10	25.00	14.90
Febrero	33.16	28.00	20.45
Marzo	34.90	25.70	16.50
Abril	32.14	24.30	16.45
Mayo	27.50	21.00	14.50

Fuente: Estación M.A.P "San Camilo"- Ica

#### 5.1.4. Fertilización.

Esta importante labor se realizó a fines del mes de octubre del año 2016, en plena brotación del cultivo de tara, 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 junto con 10.00 kg. de guano de invernada por planta, para permitir una buena mineralización de los mismos.

#### 5.1.5. Riegos.

La aplicación del agua de riego se realizó a través del sistema de Fertirrigación (microtubos) en el cual cada planta de tara tiene instalado un microtubo de un caudal aproximado de 60Lt/Hr, y este se realizó teniendo en cuenta las características del suelo, agua, el cultivo de tara y las condiciones climáticas de la zona de san José de los molinos.

En el siguiente cuadro se representan los volúmenes de agua mensual y por campaña para el cultivo de tara.

**Cuadro N° 12. Programa de Riegos para el cultivo de Tara en la zona Alta de Valle de Ica.**

Meses	Volumen m <sup>3</sup> /Ha/mes	Procedencia
Junio	160	Recuperación
Julio	196	Recuperación
Agosto	270	Recuperación
Septiembre	410	Recuperación
Octubre	500	Recuperación
Noviembre	520	Recuperación

Diciembre	532	Recuperación
Enero	586	Recuperación
Febrero	512	Recuperación
Marzo	466	Recuperación
Abril	424	Recuperación
Mayo	220	Recuperación

Consumo total por campaña: 4,796 m<sup>3</sup>/Ha

#### 5.1.6. Deshierbo.

En la zona del presente estudio se presentaron pocas malas hierbas, las cuales fueron controladas muy fácilmente, debido al sistema de Fertirrigación aplica el agua mediante microtubos y está dirigido a la planta de tara, no permitiendo la proliferación de malas hierbas, en el resto del campo, que pueden competir por agua y fertilizantes en el cultivo de tara.

#### 5.1.7. Metodología de la toma de Muestra para el Análisis Foliar.

Las muestras foliares se tomaron en función del desarrollo del cultivo de tara, tomándose los brotes de la temporada, generalmente del tercio medio y de plantas previamente seleccionadas, marcadas y representativas del campo de cultivo.

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

- 20 de julio del 2016 (Brotación)
- 12 de octubre del 2016 (Floración)
- 13 de marzo del 2017 (Fructificación)

Una vez recolectadas las muestras fueron enviadas al día siguiente al laboratorio de química Agrícola del Instituto Rural Valle Grande de Cañete para su análisis respectivo.

#### 5.1.8. Resultados de los Análisis.

En los cuadros siguientes se presentan los resultados de los análisis foliares realizados al cultivo de Tara.

**Cuadro N° 13. Resultado del Análisis Foliar - Mes de Julio 2016.**

**Etapas de Brotación del Cultivo de Tara.**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>Kg/Ha</b>	<b>TÉCNICA</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
Nitrógeno Total (N)	1.61	%	15.64	Kjel dahl	Adecuado
Fósforo Total (P)	0.15	%	1.46	Colorimétero	Bajo
Potasio Total (K)	1.03	%	10.00	E.A.A.	Adecuado
Calcio Total (Ca)	0.52	%	5.05	E.A.A.	Adecuado
Magnesio Total (Mg)	0.11	%	1.07	E.A.A.	Bajo
Sodio Total (Na)	0.04	%	0.39	E.A.A.	Adecuado
Azufre Total (S)	0.06	%	0.583	Turbidimétero	Bajo
Cloro Total (Cl)	0.29	%	2.82	Argentométrico	Alto
Cobre Total (Cu)	4.65	ppm	0.0045	E.A.A.	Adecuado
Zinc Total (Zn)	20.2	ppm	0.0197	E.A.A.	Adecuado
Manganeso Total (Mn)	6.65	ppm	0.0065	E.A.A.	Bajo
Hierro Total (Fe)	52.3	ppm	0.051	E.A.A.	Bajo
Boro Total (B)	15.2	ppm	0.015	Colorimétero	Adecuado
Materia Seca	50.56	%	971.24	Walkley y Black	

Donde:

- %: Masa/Masa
- ppm: mg/kg
- E.A.A: Espectrometría de absorción atómica por llama

**Cuadro N° 14. Resultado del Análisis Foliar - Mes de Octubre 2016.**

**Etapa de Floración del Cultivo de Tara.**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>Kg/Ha</b>	<b>TÉCNICA</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
Nitrógeno Total (N)	1.78	%	20.16	Kjel dahl	Adecuado
Fósforo Total (P)	0.12	%	1.36	Colorimétro	Bajo
Potasio Total (K)	1.1	%	12.46	E.A.A.	Adecuado
Calcio Total (Ca)	0.8	%	9.06	E.A.A.	Alto
Magnesio Total (Mg)	0.15	%	1.70	E.A.A.	Bajo
Sodio Total (Na)	0.03	%	0.34	E.A.A.	Adecuado
Azufre Total (S)	0.06	%	0.68	Turbidimétro	Bajo
Cloro Total (Cl)	0.35	%	3.96	Argentométrico	Alto
Cobre Total (Cu)	5.2	ppm	0.006	E.A.A.	Adecuado
Zinc Total (Zn)	18.2	ppm	0.021	E.A.A.	Adecuado
Manganeso Total (Mn)	12.15	ppm	0.014	E.A.A.	Bajo
Hierro Total (Fe)	55.2	ppm	0.063	E.A.A.	Bajo
Boro Total (B)	20.15	ppm	0.023	Colorimétro	Bajo
Materia Seca	52.4	%	1,132.41	Walkley y Black	

Donde:

- %: Masa/Masa
- ppm: mg/kg
- E.A.A: Espectrometría de absorción atómica por llama

**Cuadro N° 15. Resultado de Análisis Foliar - Mes de Marzo 2017.**

**Etapas de Maduración del Fruto del Cultivo de Tara**

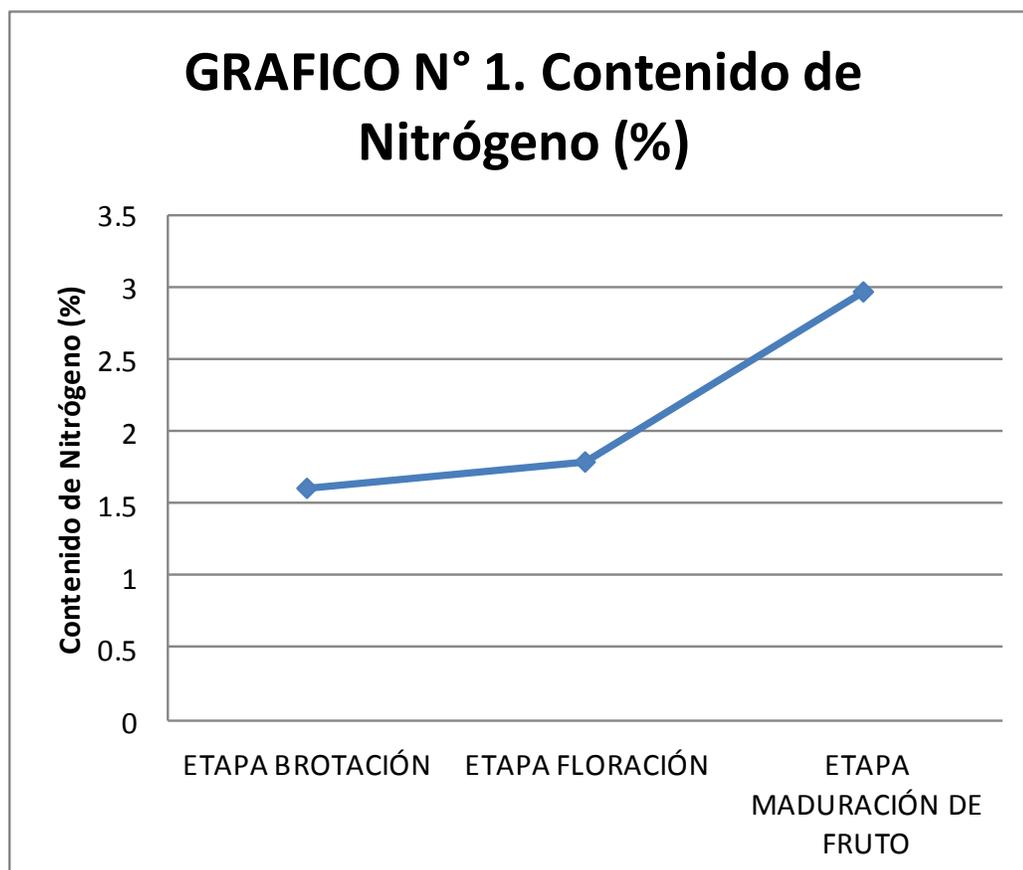
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>Kg/Ha</b>	<b>TÉCNICA</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
Nitrógeno Total (N)	2.97	%	34.68	Kjel dahl	Alto
Fósforo Total (P)	0.11	%	1.285	Coloriméetro	Bajo
Potasio Total (K)	1.35	%	15.76	E.A.A.	Adecuado
Calcio Total (Ca)	1.37	%	16.00	E.A.A.	Alto
Magnesio Total (Mg)	0.21	%	2.45	E.A.A.	Adecuado
Sodio Total (Na)	0.03	%	0.350	E.A.A.	Adecuado
Azufre Total (S)	0.09	%	1.05	Turbidiméetro	Adecuado
Cloro Total (Cl)	0.6	%	7.00	Argentométrico	Alto
Cobre Total (Cu)	7.65	ppm	0.009	E.A.A.	Adecuado
Zinc Total (Zn)	16.2	ppm	0.019	E.A.A.	Adecuado
Manganeso Total (Mn)	20.75	ppm	0.024	E.A.A.	Bajo
Hierro Total (Fe)	79.15	ppm	0.092	E.A.A.	Bajo
Boro Total (B)	44.5	ppm	0.067	Coloriméetro	Alto
Materia Seca	56.97	%	1,167.77	Walkley y Black	

Donde:

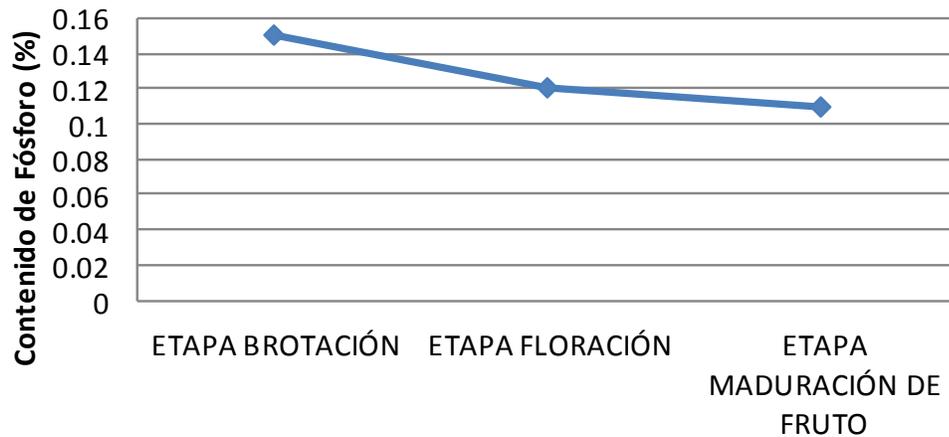
- %: Masa/Masa
- ppm: mg/kg
- E.A.A: Espectrometría de absorción atómica por llama

### 5.1.9. Curva de Absorción de Nutrientes.

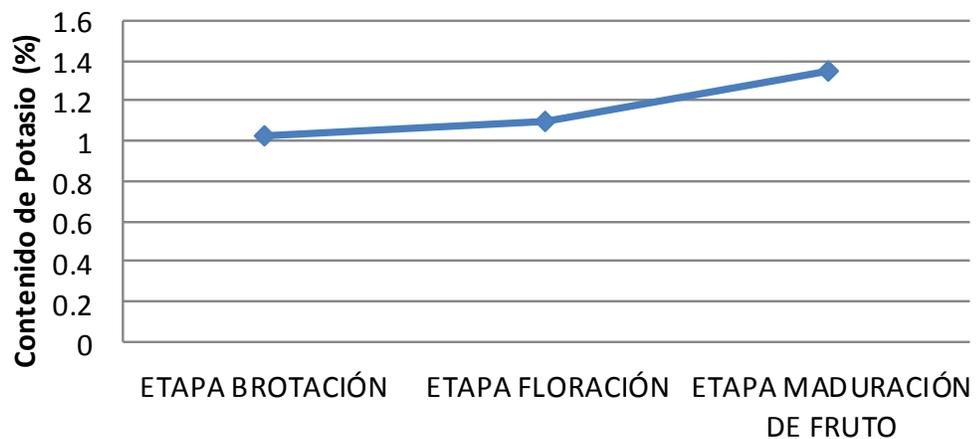
Se presentan los gráficos de cada elemento absorbido para cada etapa del cultivo de Tara.



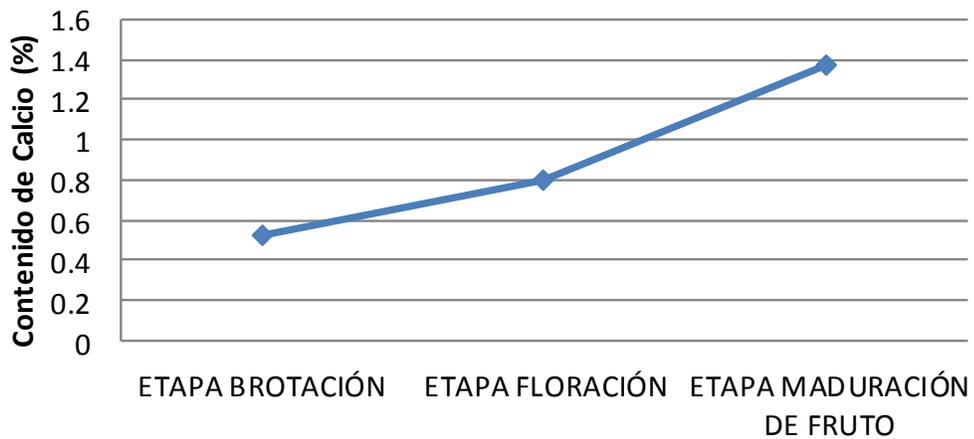
## GRÁFICO N° 2. Contenido de Fósforo (%)



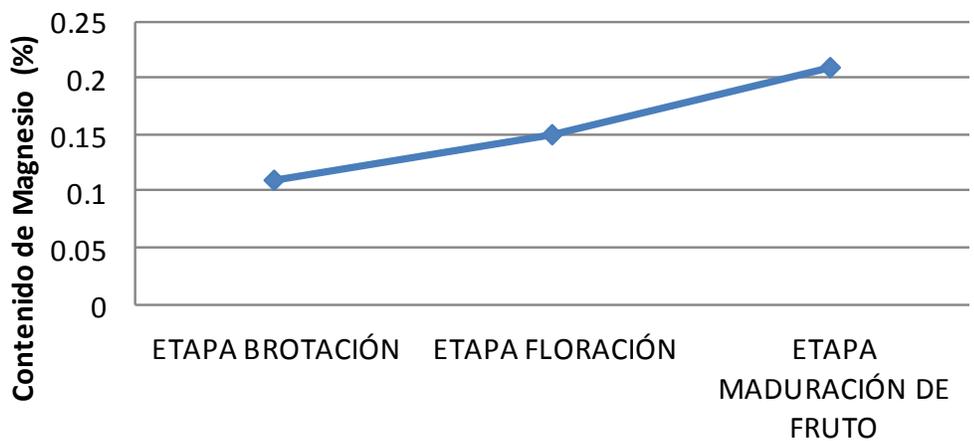
## GRÁFICO N° 3. Contenido de Potasio (%)



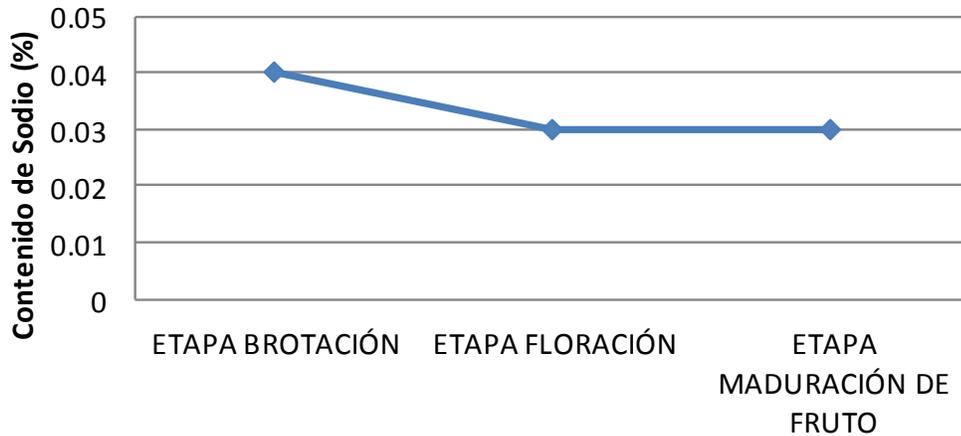
### GRÁFICO N° 4. Contenido de Calcio (%)



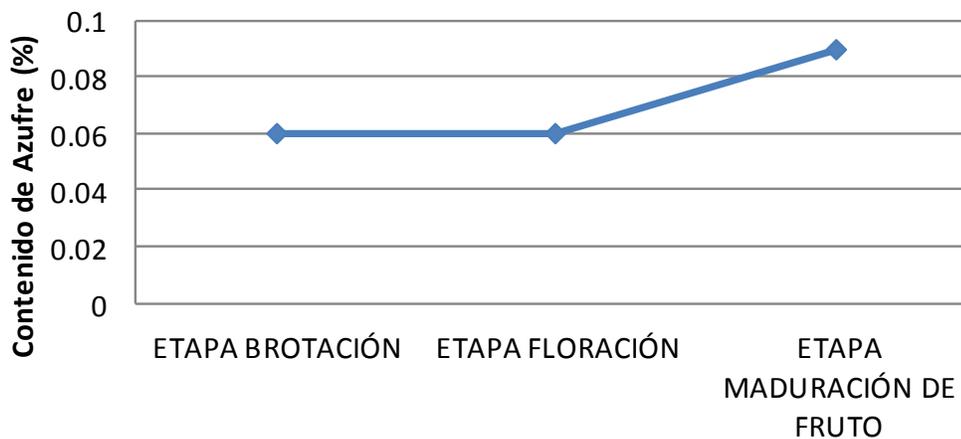
### GRÁFICO N° 5. Contenido de Magnesio (%)



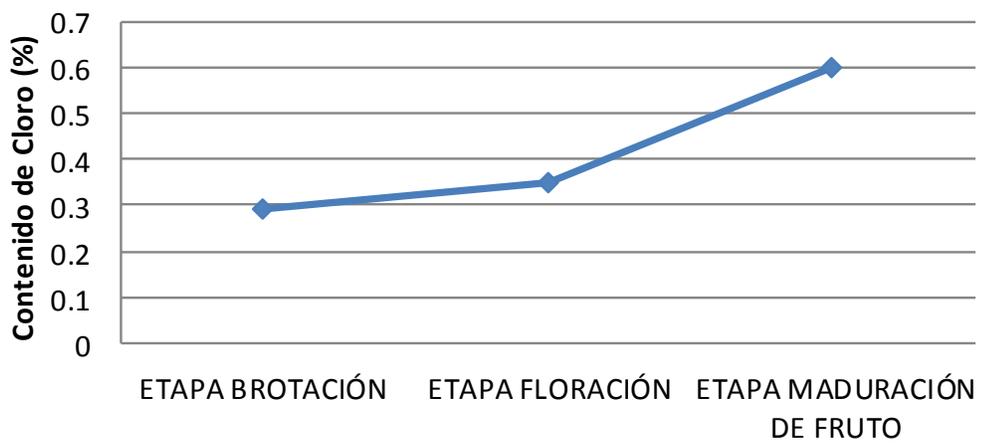
### GRÁFICO N° 6. Contenido de Sodio (%)



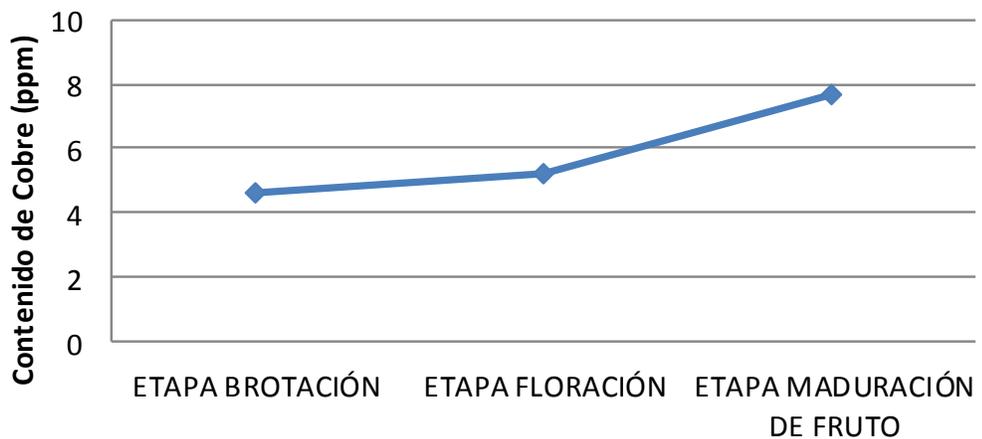
### GRÁFICO N° 7. Contenido de Azufre (%)



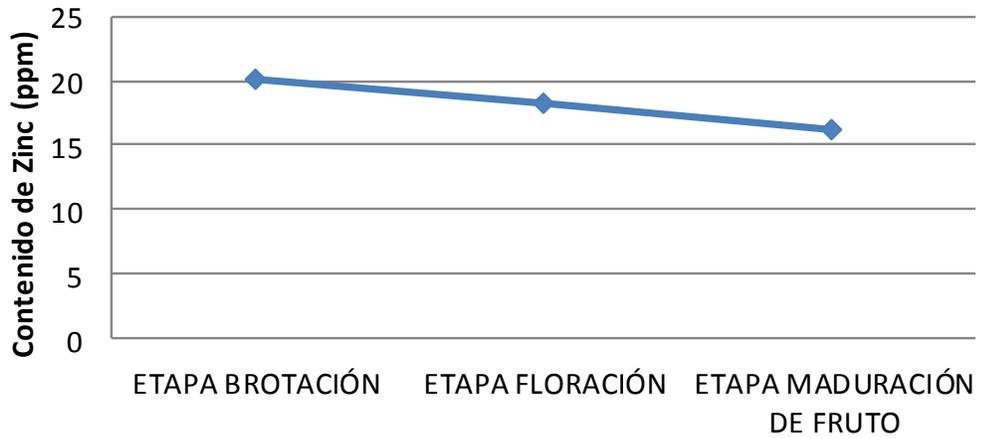
### GRÁFICO N° 8. Contenido de Cloro (%)



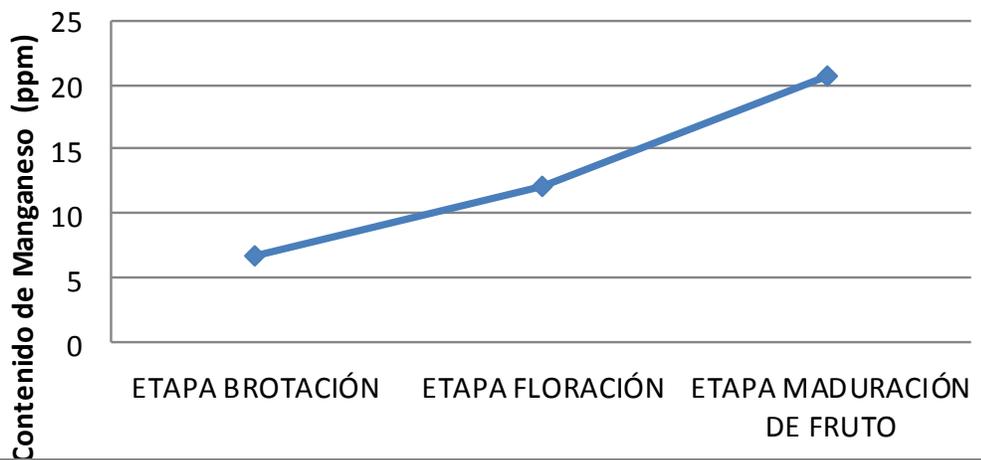
### GRÁFICO N° 9. Contenido de Cobre (ppm)



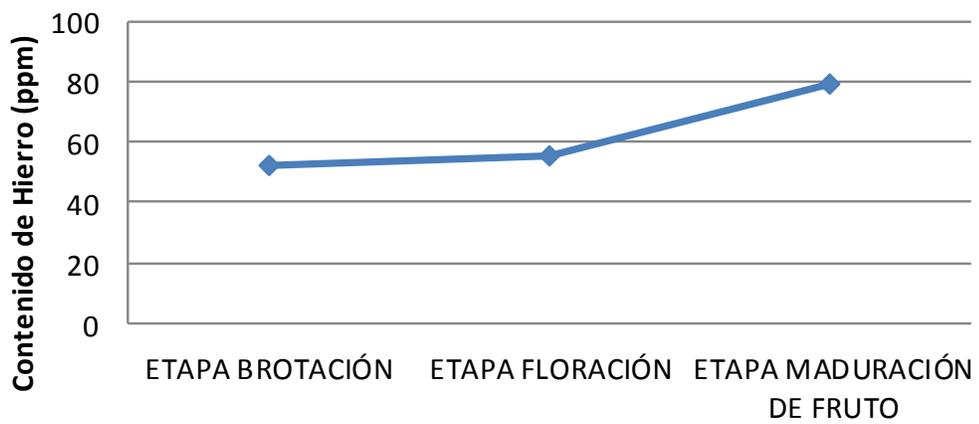
**GRÁFICO N° 10. Contenido de Zinc (ppm)**



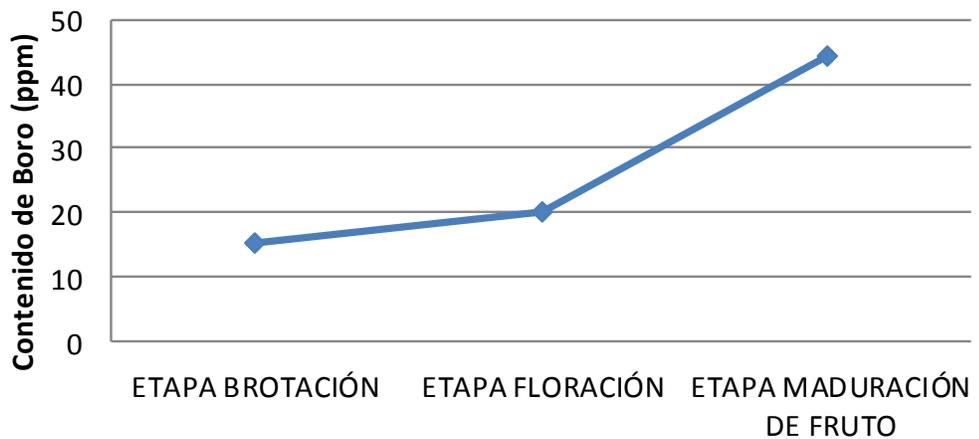
**GRÁFICO N° 11. Contenido de Manganeso (ppm)**



**GRÁFICO N° 12. Contenido de Hierro (ppm)**



**GRÁFICO N° 13. Contenido de Boro (ppm)**



## 5.2. Discusión de Resultados.

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación para la determinación del ritmo de absorción de los macro y micronutrientes para el cultivo de Tara bajo las condiciones de suelo, agua y clima de la zona de San José de los Molinos y conducidos bajo sistema de Fertirrigación, se puede afirmar que los resultados obtenidos han sido los más adecuados.

### 5.2.1. Análisis Físico - Mecánico y Químico del Suelo.

De acuerdo al análisis físico mecánico (Cuadro N° 4) demuestra que el terreno de cultivo presenta una textura arenosa, con un alto drenaje y adecuado para el desarrollo del cultivo de Tara con respecto al análisis químico (Cuadro N° 5) el terreno de cultivo tiene una reacción moderadamente alcalina, con bajo contenido de materia orgánica y también bajo contenido de Nitrógeno total, bajo en calcáreo total y una conductividad eléctrica media, sin que presenten problemas al normal desarrollo del cultivo de Tara.

Así mismo el contenido de fosforo disponible se encuentra en un nivel bajo y el potasio disponible en un nivel medio. Con respecto a la capacidad de intercambio catiónico este se encuentra en un nivel bajo, por lo que se recomienda la aplicación de materia orgánica y arcilla bentonita para incrementar la fertilidad química, física y biológica del suelo.

### 5.2.2. Análisis Químico del Agua de Riego.

El agua con que se abastecen el cultivo de Tara provienen en su mayoría de los drenes en zanjas construidos cerca del terreno de cultivo, el cuál es bombeado mediante un sistema de bombeo al sistema de Fertirrigación, siendo su contenido de sales solubles una conductividad eléctrica de baja

salinidad que no presenta problema en el desarrollo del cultivo de tara y ligeramente alcalino, que tampoco presenta problema alguno de desarrollo del cultivo de Tara.

#### 5.2.3. Factores Climáticos.

Con respecto a los factores climáticos, que influyen en el normal desarrollo del cultivo de Tara, se puede afirmar que estos han sido los más adecuados a lo largo del período vegetativo del cultivo.

#### 5.2.4. Contenidos de Macro y Micro Nutrientes en las Zonas del Cultivo de Tara.

Aquí se debe discutir la variación de la absorción de los macros y micronutrientes para el cultivo de Tara a lo largo de su periodo vegetativo.

- a) Elemento Nitrógeno.- Este nutriente considerado macroelemento ha pasado de una concentración adecuada en las primeras etapas de desarrollo del cultivo a una concentración alta en la etapa de maduración del fruto, variando su concentración de 1.61% hasta 2.97%, con un contenido por hectárea de 15.64 kg hasta 34.68 kg.
- b) Elemento Fósforo.- Este nutriente también considerado macroelemento, se encuentra en una concentración bajo en todas las etapas de desarrollo del cultivo de tara, variando su concentración de 0.16% hasta 0.11%, con un contenido por hectárea de 1.285 kg hasta 1.46 kg.
- c) Elemento Potasio.- Nutriente también considerado macroelemento, se encuentra en forma adecuada en todas las etapas de desarrollo del cultivo variando su concentración de 1.03% hasta 1.35%, lo que significa una variación por hectárea de 10.00 kg hasta 15.76 kg.
- d) Elemento Calcio.- También considerado macroelemento ha pasado de una concentración adecuado al inicio de la etapa de brotación del cultivo de tara a una concentración alta en la etapa de maduración del fruto de

0.52% a 1.37%, lo que significa un contenido en el cultivo de tara de 5.05 kg hasta 16.00 kg.

- e) Elemento Magnesio.- Este macroelemento esencial para la fotosíntesis del cultivo de tara ha pasado de una concentración baja en la etapa de floración del cultivo a una concentración adecuada de 0.11% a 0.21% variando su contenido desde 1.07 kg/ha hasta 2.45 kg/ha.
- f) Elemento Azufre.- Considerado también macroelemento este nutriente ha pasado de una concentración baja al inicio de la brotación del cultivo de tara a un nivel adecuado en la etapa de llenado del fruto, pasando su concentración de 0.06% hasta 0.09%, variando su contenido en el cultivo de tara desde 0.583 kg/ha hasta 1.05 kg/ha.
- g) Elemento Cobre.- Nutriente considerado micronutriente, se encuentra un nivel adecuado en todas las etapas de desarrollo al cultivo de tara variando su concentración de 4.65 ppm hasta 7.65 ppm, lo que significa una variación en el cultivo de tara de 0.0045 kg/ha hasta 0.009 kg/ha.
- h) Elemento Zinc.- También considerado micronutriente, se encuentra en un nivel adecuado en todas las etapas de desarrollo del cultivo de tara, variando su concentración de 20.20 ppm hasta 16.20 ppm, variando su contenido en el cultivo de tara desde 0.019 kg/ha hasta 0.021kg/ha.
- i) Elemento Manganeso.- Este microelemento se encuentra en una concentración baja en todas las etapas de desarrollo del cultivo de tara variando su concentración de 6.65ppm hasta 20.75 ppm, variando su contenido en el cultivo de tara desde 0.0065 kg/ha hasta 0.024 kg/ha.
- j) Elemento Hierro.- Este nutriente también considerado micronutriente se encuentra en un nivel bajo en todas las etapas de desarrollo del cultivo

de tara, variando su concentración de 52.30 ppm hasta 79.15 ppm, variando su contenido en el cultivo de tara desde 0.051 kg/ha hasta 0.092 kg/ha.

- k) Elemento Boro.- Este micronutriente ha pasado de un nivel adecuado en la etapa de brotación del cultivo a un nivel alto en la etapa de llenado del fruto, variando su concentración de 15.20 ppm hasta 44.50 ppm, variando su contenido en el cultivo de tara desde 0.015 kg/ha hasta 0.067 kg/ha.
  
- l) Elemento Sodio.- Este microelemento que no es esencial para un normal desarrollo del cultivo de tara, se encuentra en un nivel adecuado del cultivo de tara, se encuentra en un nivel adecuado en todas las etapas de desarrollo del cultivo de tara, por lo que no estaría interfiriendo en el normal desarrollo del cultivo, variando su contenido en el cultivo de tara desde 0.34 kg/ha hasta 0.39 kg/ha.
  
- m) Elemento Cloro.- También considerado no esencial para el cultivo de tara, se encuentra en un nivel alto en todas las etapas de desarrollo del cultivo de tara, variando su contenido en el cultivo de tara desde 2.82 kg/ha hasta 7.00 kg/ha.

## **CAPÍTULO VI**

### **COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS**

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

Con la determinación del ritmo de absorción de macro y micro nutrientes en el cultivo de tara se podrá realizar un manejo adecuado de la fertilización para las condiciones de la Zona Alta del Valle de Ica.

#### **6.2. Contrastación de la Hipótesis Específica.**

Mediante la determinación del ritmo de absorción de los macro y micro nutrientes en el cultivo de Tara en función de las etapas de desarrollo se podrá realizar un manejo adecuado del cultivo de Tara en cuanto a su fertilización, para las condiciones de la Zona Alta del Valle de Ica.

## **CAPÍTULO VII**

### **CONCLUSIONES**

En el presente trabajo de investigación determinación del ritmo de absorción de macro y micronutrientes en el cultivo de tara, bajo las condiciones de suelo, agua y climáticos imperantes en la parte alta del distrito de San José de los molinos, condicionados bajo el sistema de Fertirrigación, se concluye en lo siguiente:

- a) El manejo agronómico que se ha realizado en el cultivo de tara, en cuanto al manejo de suelo, fertilización, riegos, control de plagas y enfermedades han sido los más adecuados.
- b) Las condiciones meteorológicas que se presentaron a lo largo del desarrollo del cultivo de tara han sido los más adecuados permitiendo un buen desarrollo del cultivo de tara.
- c) De los resultados obtenidos con respecto a la concentración de los macro y microelementos en las hojas del cultivo de tara, se ha podido observar que el elemento fósforo se encuentra en un nivel bajo en todas las etapas de desarrollo del cultivo, desde la etapa de brotación hasta la etapa de desarrollo del fruto, debiéndose tomar las medidas necesarias para el incremento de este macroelemento en las hojas del cultivo de Tara.

Así mismo se deben tomar acciones inmediatas para la corrección de la baja absorción de los microelementos manganeso y hierro en hojas del cultivo de tara, para ser de mucha importancia para el desarrollo del cultivo de tara.

## **CAPÍTULO VIII**

### **RECOMENDACIONES.**

- A. Continuar con las investigaciones con respecto a la absorción de macro y micro elementos para el cultivo de tara en la misma zona de estudio y en otras zonas de la región por ser un cultivo de mucha importancia para los agricultores y hay poca información al respecto.
- B. Realizar investigaciones con respecto al uso consuntivo del cultivo de tara en la zona alta y otras zonas del valle de Ica, como una manera de mejorar la eficiencia en el uso del recurso hídrico.
- C. Realizar aplicaciones de materia orgánica conjuntamente con arcilla bentonita como una manera de mejorar la fertilidad física y química de los suelos de la parte alta del valle de Ica, para que estos suelos, son bien pobres.
- D. Los cultivos de tara al instalar deben ser con sistemas de Fertirrigación para obtener mayor producción y calidad del producto y mejorar la eficiencia de uso del agua de riego.

## CAPÍTULO IX

### FUENTES DE INFORMACIÓN

1. **CALDERON E. (1987)** *“Fruticultura General”* Editorial Limusa S.A. México - Pág. 763.
2. **FAO. (2006)** *“Evapotranspiración del Cultivo”, guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.* Roma. Pág. 300.
3. **JUSCAFRESA B. (1978)** *“Árboles Frutales, cultivo y explotación comercial”.* Editorial Aedos Barcelona España. Pág. 382.
4. **KENNARD W. (1973)** *“Frutas y Nueces para el Trópico”* Editorial Limusa Wiley S.A. Puerto Rico. Pág. 177.
5. **MOYA T. (1994)** *“Riego Localizado y Fertirrigación”* Primera Edición Mundi-Prensa. España. Pág. 457.
6. **PIZARRP F. (1980)** *“Riegos Localizados de Alta Frecuencia”* Segunda Edición Mundi-Prensa. Pág. 487.
7. **LA REPÚBLICA (2018)** *“Goma de Tara para Limpiar las Aguas”* Artículo Diario *“La República”* - Lima - Perú.
8. **ALMEYDA R. Y RAMOS J. (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 Ingeniero Agrónoma - UNICA.*
9. **SALCEDO A. Y 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 Sistema de Fertirrigación en la Zona Alta del Valle de Ica”* Tesis Ingeniero Agrónomo - UNICA.
10. **PADILLA W. (2010)** *“El suelo y su Fertilidad”* Pág. 200.
11. **NAVARRO G. Y NAVARRO S. (2014)** *“Fertilizantes, Química y Acción”,* Ediciones Mundi - Prensa - España. Pág. 220.
12. **MINISTERIO DE AGRICULTURA (2011)** *“El Cultivo de la Tara en el Perú”.* Lima - Perú - Pág. 52.